



## **IV Congresso Nazionale di Selvicoltura**

### *IV National Congress of Silviculture*

**Torino, 5-9 Novembre 2018**

# **IV CONGRESSO NAZIONALE DI SELVICOLTURA**

**IL BOSCO: BENE INDISPENSABILE  
PER UN PRESENTE VIVIBILE E UN  
FUTURO POSSIBILE**

**TORINO 5-9 NOVEMBRE 2018**

# **ABSTRACT BOOK**

ISBN 978-88-87553-24-6

# INDICE

<i>Sessione Plenaria</i> .....	Pag. 1
<i>Plenary Session</i>	
Sessione 1 - Ecologia e genetica per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali... <i>Forest ecology and genetics for the sustainable management of forest ecosystems</i>	Pag. 5
Sessione 2 - Selvicoltura, biodiversità e fauna..... <i>Silviculture, biodiversity and wildlife</i>	Pag. 40
Sessione 3 - Selvicoltura e tutela del territorio forestale..... <i>Silviculture and forest land protection</i>	Pag. 93
Sessione 4 - Selvicoltura, paesaggio e impatti sui cambiamenti dell'uso del suolo..... <i>Silviculture, landscape and impacts on land use changes</i>	Pag. 119
Sessione 5 - Boschi urbani e periurbani e utilità ecosistemiche..... <i>Urban and periurban forests and ecosystem services</i>	Pag. 145
Sessione 6 - Selvicoltura e produzioni forestali e silvopastorali..... <i>Silviculture and forest and silvopastoral productions</i>	Pag. 163
Sessione 7 - Selvicoltura ed economia forestale..... <i>For new considerations in the economic valuation of forests</i>	Pag. 178
Sessione 8 - Innovazione e qualificazione del lavoro in foresta..... <i>Innovation in forest operations</i>	Pag. 198
Sessione 9 - Monitoraggio e pianificazione forestale..... <i>Forest monitoring and planning</i>	Pag. 219
Sessione 10 - Arboricoltura da legno e agroselvicoltura..... <i>Timber/wood plantations and agroforestry</i>	Pag. 250
Sessione 11 - Ricerca, innovazione e prospettive nella filiera foresta-legno..... <i>Research, Innovation and perspectives in the forest-wood chain</i>	Pag. 278
Sessione 12 - Selvicoltura e incendi..... <i>Silviculture and wildfire</i>	Pag. 312
Sessione 13 - Protezione delle foreste..... <i>Forest protection</i>	Pag. 343
Sessione 14 - Politiche e istituzioni forestali..... <i>Forest policies and institutions</i>	Pag. 362
Sessione Poster / <i>Poster Session</i> .....	Pag. 399
Elenco Autori/ <i>Authors List</i> .....	Pag. 502



## Sessione Plenaria

### Plenary Session

#### ***Promoting forest-based solutions to address the challenges faced by Mediterranean forests***

Nicolas Picard

*FAO, Forestry Department, Secretariat of Silva Mediterranea*

Based on a bioclimatic definition of Mediterranean forests, the Mediterranean region includes more than 25 million hectares of forests and about 50 million hectares of other wooded lands. They make crucial contributions to rural development, poverty alleviation, food security, as well as to the agriculture, water, tourism and energy sectors. Changes in climate, societies, and lifestyles in the Mediterranean region could have serious consequences for forests, with the potential to lead to the loss or diminution of those contributions and to a wide range of economic, social and environmental problems. A central tenet of forest-based solutions in the Mediterranean region is the value of the goods and services provided by forest ecosystems. While timber is the forest product that often comes to mind, Mediterranean forests provide a variety of non-wood forest products and environmental and cultural services. Many of the environmental services provided by forests (e.g. prevention of soil erosion, conservation of water quality) connect to other sectors. Innovative forest-based solutions to tackle the threats faced by the Mediterranean can thus be developed using landscape approaches where the forest is one element of the landscape that interacts with its other elements. Forest-based solutions also include climate change mitigation and adaptation, and biodiversity conservation programmes. Implementing forest-based solutions to tackle the threats that may undermine Mediterranean forests and scaling up these solutions from places where they have been successful to other areas necessitates certain enabling conditions. Scaling-up forest-based solutions will be facilitated by a paradigmatic shift in the way we perceive forest goods and services in the economy, from a linear economic model of production to a green economy which is circular, resource-efficient, bio-based, low carbon and socially fair. It also requires coordination at country level using carefully prepared and effective national forest policies and programmes, robust approaches to stakeholder participation, sound governance and community engagement, as well as appropriate financing mechanisms.

\*\*\*

#### ***A shared stewardship vision for wildfire management planning in the US***

Dave E. Calkin

*US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, USA*

In 2009 federal agencies with wildfire management responsibility in the US (US Forest Service and Department of Interior) were charged to work with partnering agencies at the state, county, and local level to develop a Cohesive Wildfire Management Strategy. The Cohesive Strategy established three primary goals: 1) resilient landscapes, 2) fire adapted communities and 3) safe and effective response. Despite the significant time and effort put towards implementation of the cohesive strategy wildfire losses in the US continue to grow. In response Forest Service Chief Vicki Christiansen announced the Shared Stewardship Initiative to enhance collaboration across federal, state and private land boundaries to address the urgent challenges of catastrophic wildfires, invasive species, drought, and epidemics of forest insects and disease. In this presentation I will discuss an emerging partnership between researchers, state and federal fire managers, and non-governmental organizations that is intended to improve wildfire management response planning. This planning process is a multi-tiered approach incorporating landscape risk assessment models, new research to help determine effective response strategies, enhance risk based training for key decision makers, and shared goal setting to reduce long term wildfire risk.



## **Multi-level approaches to develop control strategies for the exotic forest disease Sudden Oak Death in California**

Matteo Garbelotto

Forest Pathology Laboratory, Department of Environmental Science Policy and Management, University of California Berkeley, CA, USA

**Keywords:** contagion, emergent forest disease, disease tolerance, infectious diseases, *Phytophthora ramorum*.

The control of exotic forest diseases such as Sudden Oak Death (SOD) causing large-scale disturbances, is an extremely complex endeavour both from the scientific and the implementation (cost effectiveness) perspective. Scientific knowledge is necessary to design appropriate and effective disease control programs, however, if exotic diseases are caused by novel pathogen species, this task is made arduous by the lack of knowledge of the basic biology and ecology of the causal agent, of the type, levels and distribution of disease resistance or tolerance among the host species. Sudden Oak Death presented additional challenges such as: possible continued contagion between commercial plant nurseries (where the pathogen is also present) and forest stands; a large number of hosts, each possibly experiencing a different type of disease and a radically different epidemiological role for the disease, and an extensive distribution range due to the simultaneous inadvertent introduction of the pathogen in multiple localities. As for other aggressive exotic forest diseases, the management of SOD requires the development and assessment of substantially different disease control approaches. Preventive targeted approaches normally have a limited scale of application, need to be implemented before infection occurs and are meant to protect a finite number of hosts that are individually selected a priori. Nonetheless, these approaches may be developed and tested in shorter time frames, and may be critical to prevent the extinction of irreplaceable native populations of highly susceptible hosts. Specific treatment options within this first approach are meant to ensure oak infection is not successful, and require knowledge of how and when infection occurs. Approaches in this first category include changes in timing of forest management practices (pruning and logging of oaks must occur 4 months before the infectious period), the selective removal of California bay laurels within 10-20 m of oaks, and the application of phosphonates to the bark of uninfected trees. While these approaches have proven to be effective to protect individual targets, they do little or nothing to slow down overall disease spread. Larger scale disease control approaches, on the other hand, modify one or more forest stand parameters, lowering the overall disease transmission rate and can have important end-results at the stand level. Decreasing the overall percentage of California bay component in a stand will reduce oak infection levels and reduce the magnitude of SOD outbreaks; selective removal of those relatively few California bay laurels that are still infected by the SOD pathogen after a prolonged drought will result in lower future disease spread rates; eliminating the bay laurel component and drastically reducing tanoak density in stands before the arrival of SOD is projected to result in a much increased survival of adult tanoaks; the use of SOD tolerant tanoaks will increase success recruitment of tanoak in SOD infested areas and is predicted to result in higher survival of adults in low density tanoak stands. Proper sanitation is also associated with lower rates of both human-induced and natural disease spread. The approaches listed above are meant to mitigate SOD in areas already infested by SOD, and most of them have been tested and validated in the field. Government-regulations instead are designed to prevent spread of SOD outside the area of infestation. Implementation or validation of all disease control approaches require timely and precise surveys of the distribution (host and range) of the pathogen. The SOD pathogen was in 2004, the first regulated pathogen in the world that could be officially diagnosed using validated PCR-based methods. Surveys of different types have been employed since then, but the most longeve and successful one is a California-wide survey based on volunteers in a Citizen Science program called SOD blitzes. Thanks to the SOD Blitzes, yearly SOD distribution and risk for oak infection at any site, is accessible to stakeholders and the public using the disease map and the risk calculator algorithm available on the App SODmap mobile. The development of tools to share time sensitive information necessary for the deployment of disease control strategies by stakeholders is a fundamental component of a successful integrated strategy to control exotic diseases.





## ***Historical data show potential to manage for increased carbon on young forest landscapes***

David Mladenoff

*Department of Forest & Wildlife Ecology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA*

### ***Background***

The forestry sector is an important component of land use that provide benefits to the global carbon balance and its effect on climate warming. In many temperate parts of the world, forest regions that were cleared in the past are undergoing re-growth, either following destructive logging, as in North America, or abandonment of agriculture, as in Europe, Russia, and to a degree also North America. In recent years research has shown that old forests can continue to increase biomass far longer than formerly believed. This suggests that forest management that encourages growing older trees can contribute to maintaining much larger long-term carbon pools than formerly assumed. This can have a C benefit in the near term of decades in live tree biomass, and at the scale of centuries for long-term dead wood and soil C. Thus there can be a benefit in the critical period of decades that is important for restraining atmospheric C and temperature warming in the horizon of 100-200 years. This is the time frame that is critical for controlling impending warming and ecosystem and societal impacts. At the same time, biomass pools can be built up to move to dead wood and soil C pools long term.

### ***History***

I present an example of unmet forest ecosystem biomass potential representative in the U.S. north central region, (U.S. Northern Great Lake States) using historical forest change data from the state of Wisconsin. We have the advantage of important historical data from two periods. This is detailed spatial data collected in the 1800s, before logging, and after the destructive fires and land clearing for farms, in the 1930s, when forests began to rapidly regrow. It is interesting that in ways the forested northern portions of the Lake States (Minnesota, Wisconsin, Michigan) underwent a sequence of land use change in only 150 years similar to what has occurred over millennia in Europe and elsewhere. In the 1800s seemingly inexhaustible old forests of white pine, hemlock, and other conifer and broad-leaved deciduous species were completely cut, followed by repeated fires, and attempts at agriculture. In Northern Wisconsin alone, the immense, presumed inexhaustible forest was all cut between about 1850-early 1900s. At the peak of harvesting, nearly 3.5 Million Cu M of forest were removed in 1893 alone.

Destructive high intensity fires caused by settlers and growing railroad networks burned repeatedly in the large mass of logging slash that covered the ground up to 3 m in depth, also burning remaining standing forest. Fire intensity vaporized organic matter and top soil down to mineral soil. Estimates are that only 40% of the original standing timber was successfully taken to market. Settlement by immigrant farmers was promoted strongly by state governments and land speculators until the 1920s. Because of often poor soils, and cold climate in much of the area, much of the attempted farming was abandoned after only a few decades or less. It was not until the 1930s that effective roads and fire control began to be effective, allowing forests to regrow.

### ***Results***

During the 1900s, lands became largely reforested, and forest harvesting increased dramatically after the 1940s. The original forest could indeed have been inexhaustible, if it had been properly managed, producing large diameter timber of white pine, hemlock, oak, maple, and other long-lived species in a sustainable way. Forest composition was dramatically altered. Even today, after 100 years of growth, white pine is approximately 5% of its original extent, and hemlock less than 0.5%. The forest is now typically mixed deciduous hardwoods less than 100 yrs in age, managed either by clearcutting, group selection, or single tree selection, and approximately 35% aspen (*Populus* spp) which is managed on short 40 yr clearcut rotations. In terms of forest age and biomass, there is nearly none forest of the original forest that averaged 150-200 yrs in age, up to 450 yrs. Live forest biomass averages 70 Mg/ha instead of the original 150-300 Mg/ha. Downed wood pools are now 20-40 M3/ha instead of 100-120 M3/ha of the original forest.



The destructive logging, fires and continued management for young rotations have had many negative ecosystem and habitat effects. At the same time, the current low forest biomass state of the landscape means that there is huge potential to manage differently and increase both forest carbon pools and produce higher value, larger timber. On the Wisconsin landscape alone, we estimate that an additional potential of 220 Tg live above ground carbon exists, to approximate what the original level was. At the same time, there is potential for an additional approximately 150 Tg of downed wood.

These amounts are biological potentials, based on what existed at one time. Actual levels that can be accomplished would be some proportion of this, and involve land use trade-offs, forest product needs, and time. But clearly, the current urgent future of climate change suggests that a re-ordering of society's priorities is needed. The conclusion is that a very large potential exists, a potential that is also much greater than what was presumed to exist before our analysis. Similar potential exists in the other Lake States, and we believe in other reforesting regions.

\*\*\*

***Innovation in education, training and research along the forestry-wood chain by members of the InnovaWood network***

Mark Irle

*Ecole Supérieure du Bois, Nantes, France President InnovaWood, Brussels, Belgium*

Since the 1950s traditional wood products have been somewhat overshadowed by other materials like plastics and hi-tech composites. The global demand for wood products has, however, continued to grow, but, basically in line with the increases in population; other materials have experienced faster growth.

It is said that the developed world is currently experiencing the Fourth Industrial Revolution which is described as a fusion of digital technologies with the physical and biological sectors that has led to the development of nano-technologies and artificial intelligence. The next big step, the Fifth Industrial Revolution, could follow close behind as the general public and governments realise that our planet has finite resources. The Fifth Industrial Revolution will bring about business based on sustainable principles and use materials that are renewable, recyclable and have a limited, and preferably a positive, impact on the environment. Fortunately, the Forestry-wood chain ticks all the boxes for the provision of sustainable materials and products.

There are already encouraging signs that governments and big businesses are choosing wood-based products as part of their future business development plans. Examples include: high-rise timber frame buildings, high performance wood fibre composites in cars, the development of nano-technology products like Crystalline Nano-Cellulose, hydrogels from hemicelluloses and lignin based bioplastics.

InnovaWood is an international network of over 50 institutes, which are mainly based in Europe, that are active in the areas of research, education, training and technology transfer all along the forestry-wood chain. InnovaWood's members are therefore at the forefront of the Fifth Industrial Revolution. This presentation will briefly summarise some of the on-going, innovative activities that can be found in the network.



## Sessione 1 - Ecologia e genetica per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali

### *Session 1 - Forest ecology and genetics for the sustainable management of forest ecosystems*

#### **S. 1.01 Cicli biogeochimici nel suolo in ottica dei cambiamenti climatici: implementazione di un nuovo modello di simulazione**

Corrado Biondo, Alessio Collalti, Dario Papale

**Parole chiave:** cicli biogeochimici; suolo; ecosistemi forestali; cambiamenti climatici; modelli di simulazione.

Nell'azione di mitigazione dei cambiamenti climatici da parte degli ecosistemi forestali assume un ruolo chiave il suolo, in cui si stima sia stoccato oltre il 50% del carbonio presente sul pianeta. Le dinamiche che si verificano all'interno del suolo incidono in modo rilevante sull'evoluzione delle foreste e, di conseguenza, sulla capacità di queste ultime di mitigare gli effetti causati dal clima. Alcune di queste dinamiche sono legate alla disponibilità di nutrienti per le piante, in prevalenza azoto (N) e fosforo (P), quindi ai cicli biogeochimici, i quali inglobano i processi di trasformazione dei composti organici, inorganici e gassosi del carbonio e dei nutrienti, nonché le dinamiche connesse alla perdita di nutrienti dal suolo.

Data la rilevanza assunta dai cicli biogeochimici in ottica dei cambiamenti climatici, è fondamentale disporre di strumenti che consentano uno studio sempre più completo e dettagliato dei processi legati al ciclo dei nutrienti. A tale scopo, i modelli di simulazione costituiscono uno strumento indispensabile per la previsione di scenari futuri sull'evoluzione degli ecosistemi forestali e, di conseguenza, sulle risposte che le foreste saranno in grado di fornire alle alterazioni causate dal clima. Tuttavia, i modelli attuali mostrano alcune carenze nella simulazione del ciclo dei nutrienti. Numerosi studi evidenziano come alcuni processi, specialmente in ottica dei cambiamenti climatici, assumano un peso non trascurabile nel determinare la disponibilità di nutrienti per le piante. Si tratta di meccanismi non simulati dai modelli o, in alcuni casi, riprodotti attraverso approcci estremamente semplificati. Ne costituiscono un esempio i processi relativi alle trasformazioni di azoto tra le diverse forme minerali (dissimilazione dei nitrati in ammonio) (Silver et al., 2001) e la perdita di azoto minerale dal suolo in atmosfera in forma gassosa (anammox) (Xi et al., 2016). Ulteriori dinamiche sono legate alla produzione degli essudati radicali e alle micorrize (Coskun et al., 2017; Phillips et al., 2011), oltre che agli effetti che tali meccanismi esercitano sui principali processi biogeochimici (Achat et al., 2016). Con l'obiettivo di colmare le lacune dei modelli nella simulazione del ciclo dei nutrienti nel suolo, è in fase di implementazione un nuovo modello, il 3D-CMCC-SOIL, il quale sarà integrato nel 3D-CMCC BGC (Collalti et al., 2014, 2016; Marconi et al., 2017), un modello di simulazione delle dinamiche forestali.

Per l'implementazione del 3D-CMCC-SOIL è stata definita una struttura di lettiera e suolo costituita dai principali pool organici, inorganici e gassosi di carbonio, azoto e fosforo, nonché dai flussi di scambio dei nutrienti tra i diversi pool. Sulla base di tale struttura è in corso un'analisi di sensitività sugli approcci utilizzati dai modelli nel riprodurre i principali processi connessi al ciclo dei nutrienti. Si tratta di meccanismi legati alla decomposizione delle forme organiche dei nutrienti, alla conversione di azoto e fosforo in sostanze minerali (mineralizzazione), alla trasformazione in composti organici recalcitranti (immobilizzazione), alla fissazione dell'azoto atmosferico in forma inorganica (fissazione simbiotica biologica) e alle perdite di nutrienti dal suolo dovute alla respirazione eterotrofa, assorbimento da parte delle piante, denitrificazione e lisciviazione.

L'obiettivo dell'analisi consiste nell'individuare la migliore combinazione tra gli approcci considerati che costituirà lo schema di base del 3D-CMCC-SOIL. Allo schema così definito saranno successivamente integrati i processi non ancora simulati dai modelli attuali e relativi alle trasformazioni di azoto tra le diverse forme minerali, alla produzione degli essudati radicali e alle micorrize. Il nuovo modello simulerà altresì le pratiche di gestione forestale allo scopo di studiare gli effetti che tali pratiche esercitano sulla disponibilità di nutrienti all'interno del suolo.



Il 3D-CMCC-SOIL rappresenterà uno strumento da utilizzare nello studio dei cicli biogeochimici nel suolo in ottica dei cambiamenti climatici e contribuirà a fornire risposta agli interrogativi che ad oggi persistono sulla disponibilità dei nutrienti quale fattore limitante la crescita delle foreste, nonché sul ruolo di queste ultime nella mitigazione degli effetti causati dai cambiamenti climatici.

### ***Soil biogeochemical cycles under climate change: a new model implementation***

**Keywords:** biogeochemical cycles; soil; forest ecosystems; climate changes; simulation model.

In the mitigation of climate changes by forest ecosystems, soil plays a key role, storing more than 50% of global carbon stocks. Soil dynamics have a significant influence on the evolution of the forests and, consequently, on their capability to mitigate climate alterations. Some of these dynamics are related to soil nutrient availability for the plants, in particular nitrogen (N) and phosphorous (P), hence linked to biogeochemical cycles that incorporate the transformation processes of organic, inorganic and gaseous compounds of carbon and nutrients, as well as the mechanisms of nutrient losses from the soil.

Given the importance of soil biogeochemical cycles under climate change, it's crucial to have tools for a complete and detailed study of biogeochemical processes. For this purpose, the simulation models represent a fundamental tool to simulate future scenarios on the evolution of forest ecosystems and, consequently, on their capability to contrast climate alterations. However, the models show some lacks in the simulation of biogeochemical cycles. Many studies highlight how some processes, especially under climate changes, play a not negligible weight to determine soil nutrient availability for the plants. These mechanisms are not simulated by the models or, in some cases, are reproduced with extremely simplified approaches. An example is constituted by nitrogen transformation between different mineral forms (Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonium, DNRA) (Silver et al., 2001) and by inorganic nitrogen lost in the atmosphere (anammox) (Xi et al., 2016). Other dynamics are linked to root exudates production and to mycorrhizae (Coskun et al., 2017; Phillips et al., 2011), as well as to the effects of these mechanisms on the main biogeochemical processes (Achat et al., 2016).

With the aim to overcome the lacks of models to simulate the cycle of nutrients in the soil, a new model, the 3D-CMCC-SOIL, is in implementation. It will integrate the 3D-CMCC BGC (Collalti et al., 2014, 2016; Marconi et al., 2017), a simulation model of forest dynamics.

The 3D-CMCC-SOIL implementation has started from a litter and soil scheme constituted by the main organic, inorganic and gaseous pools of carbon, nitrogen and phosphorous and also by nutrient exchange fluxes between the different pools. Based on this structure, a sensitivity analysis is ongoing on the approaches used by the models to simulate the main biogeochemical processes. These mechanisms are represented by the decomposition of organic nutrients (litter and Soil Organic Matter (SOM) decomposition), nitrogen and phosphorous conversion in mineral compounds (mineralization), transformation in recalcitrant organic compounds (immobilization), Symbiotic Biological Nitrogen Fixation (SBNF) and the nutrient losses from the soil due to heterotrophic respiration, plant uptake, denitrification and leaching. The goal of the analysis is to find the best combination between the different approaches that will constitute the basic scheme of 3D-CMCC-SOIL. The scheme will be subsequently integrated by the processes not yet simulated by the models and related to nitrogen transformation between different mineral compounds, root exudates production and mycorrhizae. The new model will also simulate the forest management practices with the aim to study their effects on soil nutrient availability.

The 3D-CMCC-SOIL will be a tool for the study of biogeochemical cycles in the soil under climate change and it will contribute to give answer to the questions on the soil nutrient availability as limiting factor for forest growth and also on the role of forest ecosystems in the mitigation of climate change.

In the mitigation of climate changes by forest ecosystems, soil plays a key role, storing more than 50% of global carbon stocks. Soil dynamics have a significant influence on the evolution of the forests and, consequently, on their capability to mitigate climate alterations. Some of these dynamics are related to soil nutrient availability for the plants, in particular nitrogen (N) and phosphorous (P), hence linked to biogeochemical cycles that incorporate the transformation processes of organic, inorganic and gaseous compounds of carbon and nutrients, as well as the mechanisms of nutrient losses from the soil.





Given the importance of soil biogeochemical cycles under climate change, it's crucial to have tools for a complete and detailed study of biogeochemical processes. For this purpose, the simulation models represent a fundamental tool to simulate future scenarios on the evolution of forest ecosystems and, consequently, on their capability to contrast climate alterations. However, the models show some lacks in the simulation of biogeochemical cycles. Many studies highlight how some processes, especially under climate changes, play a not negligible weight to determine soil nutrient availability for the plants. These mechanisms are not simulated by the models or, in some cases, are reproduced with extremely simplified approaches. An example is constituted by nitrogen transformation between different mineral forms (Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonium, DNRA) (Silver et al., 2001) and by inorganic nitrogen lost in the atmosphere (anammox) (Xi et al., 2016). Other dynamics are linked to root exudates production and to mycorrhizae (Coskun et al., 2017; Phillips et al., 2011), as well as to the effects of these mechanisms on the main biogeochemical processes (Achat et al., 2016).

With the aim to overcome the lacks of models to simulate the cycle of nutrients in the soil, a new model, the 3D-CMCC-SOIL, is in implementation. It will integrate the 3D-CMCC BGC (Collalti et al., 2014, 2016; Marconi et al., 2017), a simulation model of forest dynamics.

The 3D-CMCC-SOIL implementation has started from a litter and soil scheme constituted by the main organic, inorganic and gaseous pools of carbon, nitrogen and phosphorous and also by nutrient exchange fluxes between the different pools. Based on this structure, a sensitivity analysis is ongoing on the approaches used by the models to simulate the main biogeochemical processes. These mechanisms are represented by the decomposition of organic nutrients (litter and Soil Organic Matter (SOM) decomposition), nitrogen and phosphorous conversion in mineral compounds (mineralization), transformation in recalcitrant organic compounds (immobilization), Symbiotic Biological Nitrogen Fixation (SBNF) and the nutrient losses from the soil due to heterotrophic respiration, plant uptake, denitrification and leaching. The goal of the analysis is to find the best combination between the different approaches that will constitute the basic scheme of 3D-CMCC-SOIL. The scheme will be subsequently integrated by the processes not yet simulated by the models and related to nitrogen transformation between different mineral compounds, root exudates production and mycorrhizae. The new model will also simulate the forest management practices with the aim to study their effects on soil nutrient availability.

The 3D-CMCC-SOIL will be a tool for the study of biogeochemical cycles in the soil under climate change and it will contribute to give answer to the questions on the soil nutrient availability as limiting factor for forest growth and also on the role of forest ecosystems in the mitigation of climate change.

\*\*\*

### **S. 1.02 Valutazione delle risposte alla siccità della sughera proveniente da popolazioni situate lungo un transetto latitudinale in Sardegna**

Giovanbattista de Dato, Maria Cristina Monteverdi, Marco Lauteri, Roberta Proietti, Angela Teani, Fulvio Ducci

**Parole chiave:** adattamento alla siccità; cambiamento climatico; *Quercus suber*; sughera; Regioni di Provenienza

La raccolta di semi performanti è un elemento fondamentale per ottenere un elevato tasso di successo nelle attività di riforestazione. L'uso di provenienze ben adattate può offrire ulteriori vantaggi in termini di sopravvivenza e tassi di crescita. Tuttavia, selezionare le provenienze più appropriate non è un compito facile alla luce dei cambiamenti climatici in atto, che prevedono una riduzione delle precipitazioni nel bacino del Mediterraneo. I test di provenienza rappresentano un potente strumento per testare ipotesi di adattamento al clima, permettendo di individuare le provenienze con i caratteri fenotipici desiderati e un alto livello di plasticità fenotipica. Inoltre, i test di provenienza sono anche uno strumento valido per la caratterizzazione delle Regioni di Provenienza.

In questo studio, abbiamo confrontato le risposte ecofisiologiche di sughera (*Quercus suber* L.). I semi sono stati raccolti in Sardegna (Italia) in popolazioni situate lungo un gradiente latitudinale, appartenenti a differenti Regioni di Provenienza precedentemente valutate con un approccio ecologico. Le osservazioni sono state condotte su piantine di 1 anno in una camera di crescita e sottoposte a controllo e in condizioni di siccità progressiva, testando l'interazione tra provenienza e deficit idrico.





La provenienza più meridionale ha mostrato un evidente adattamento dell'area fogliare alla siccità e una maggiore efficienza d'uso idrico. Anche la variazione della discriminazione isotopica ( $\Delta^{13}C$ ) degli zuccheri solubili fogliari ha supportato questo risultato. Tuttavia, vi è anche stata osservata una mortalità più elevata rispetto alle provenienze settentrionali. Inoltre, tutte le provenienze hanno mostrato una significativa riduzione della resa quantica massima del fotosistema II (Fv/Fm) solo a livelli più elevati di stress idrico. Questo studio preliminare ha rivelato un'evidente interazione delle provenienze con le risposte fenotipiche e fisiologiche. Ulteriori osservazioni a lungo termine potrebbero evidenziare il ruolo della durata e della "memoria dello stress" nel modulare le reazioni della sughera alla siccità.

### ***Assessing responses to drought of cork oak seedlings deriving from populations selected along a latitudinal gradient in Sardinia***

**Keywords:** drought adaptation; climate change; *Quercus suber*; cork oak; Regions of Provenance.

Collection of well-performing seeds is a fundamental element for high success rates in reforestation activities. The use of well-adapted provenances can give further advantages in terms of survival and growth rates. However, since climate predictions forecast reduced precipitation in the Mediterranean basin, selecting more appropriate provenances is not an easy task. Tree provenance trials represent a powerful tool for testing hypotheses of adaptation to climate. They help to identify provenances carrying the most desired phenotypes and traits and showing high level of phenotypic plasticity. In addition, provenance trials are also a valid instrument for seed zones characterization.

In this study, we compared the ecophysiological responses of cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. The seeds were collected in Sardinia (Italy) in populations located along a latitudinal gradient, belonging to different Regions of Provenance previously assessed by an ecological approach. The observations were run on 1-year old seedlings in a growth chamber under control and progressive drought conditions, testing the interaction among provenances and water deficit.

The southernmost provenance showed an evident adaptation of leaf area to drought, and a higher water use efficiency. The observed variations of carbon isotopic discrimination ( $\Delta^{13}C$ ) of leaf soluble sugars also supported this result. However, a higher mortality was observed in the same provenance compared to the northern provenances. Moreover, all provenances showed a significant reduction of the maximum quantum yield of the photosystem II (Fv/Fm) only at the higher level of water stress.

This preliminary study has revealed an evident interaction of provenance with phenotypic and physiological responses. Further long term observations might highlight the role of duration and stress memory in modulating the reactions of cork oak to drought.

\*\*\*

### **S. 1.03 Relazioni clima/accrescimento in alberi di torbiera e di alta quota: analisi delle loro potenzialità nell'ambito degli studi paleoclimatici**

Anna Dinella, Francesco Giammarchi, Marco Carrer, Giustino Tonon

**Parole chiave:** anelli legnosi; cambiamento climatico; tree line; torbiere; dendroclimatologia.

Le Alpi rappresentano una regione molto sensibile al cambiamento climatico e per tale motivo sono state ampiamente studiate per ricostruire trend climatici di lungo periodo. Nell'area alpina, le Alpi sud-orientali sono state studiate in misura minore, nonostante esse conservino ecosistemi tra i più interessanti e sensibili al cambiamento globale. Tra questi, gli ecosistemi forestali di alta quota e di torbiera costituiscono un archivio di informazioni sul clima del presente e del passato. A questo proposito, gli alberi al limite superiore del bosco sono stati ampiamente riconosciuti come una fonte affidabile per la ricostruzione delle temperature, in virtù del fatto che queste costituiscono il principale fattore che ne limita la crescita. D'altra parte, le torbiere sono fortemente influenzate dall'idrologia, essendo, in questo caso, la disponibilità idrica il fattore che maggiormente influenza la crescita degli alberi in quest'ambiente. Nello specifico, le cosiddette torbiere alte,



o torbiere ombrotrofiche, sono alimentate esclusivamente dalle piogge, costituendo quindi, un affidabile archivio naturale da cui estrarre informazioni sull'andamento delle precipitazioni nel passato. Pertanto, entrambi gli ecosistemi sono in grado di preservare informazioni sugli andamenti climatici pregressi, in modo differente a seconda dell'incidenza dei principali fattori ambientali coinvolti.

Negli studi dendroclimatologici vengono comunemente utilizzate cronologie ottenute da alberi sub fossili, spesso estratti dalle torbiere, come fonte di dati per indagini paleoclimatiche e ricostruzioni di temperatura. Tuttavia, questi alberi potrebbero essere cresciuti su torbiere soggette a considerevoli fluttuazioni della falda freatica. Di conseguenza, il loro utilizzo in questo tipo di studi solleva alcuni dubbi, poiché i modelli di crescita osservati potrebbero essere dipesi più dallo stato idrologico locale a cui sono stati soggetti che dalle fluttuazioni macroclimatiche. In questo studio, abbiamo analizzato e confrontato la crescita radiale degli alberi che crescono attualmente al limite del bosco e su una torbiera alta, al fine di comprendere quale sia il fattore ambientale più rilevante per l'accrescimento e valutare quanto sia affidabile il segnale climatico registrato negli alberi di torbiera, sia in termini di precipitazioni, sia di temperatura. Sono stati campionati 24 larici (*Larix decidua* Mill.) al limite superiore del bosco nel massiccio del Latemar (Alto Adige, Italia) e 19 pini silvestri (*Pinus sylvestris* L.) nel sito di torbiera (Totes Moos, Alto Adige, Italia). In quest'ultimo, una parte degli individui è stata campionata nei dintorni della torbiera e sono stati utilizzati come controllo. Abbiamo ipotizzato, considerando la vicinanza tra i siti (circa 10 km) che il macroclima sia molto simile per entrambi. In seguito, abbiamo misurato l'ampiezza degli anelli legnosi (TRW) per ciascun albero, distinguendo, inoltre, le cronologie relative al legno primaticcio (EW) e quelle relative al legno tardivo (LW). Dopo aver effettuato la crossdatazione e la standardizzazione, abbiamo prodotto una cronologia media per ogni sito. Oltre alla serie di ampiezze anulari (TRW), per ciascun sito abbiamo sviluppato una cronologia media dell'incremento di area basimetrica (BAI). L'approccio seguito in questo studio ci ha permesso di valutare la crescita dell'albero a lungo termine nei rispettivi siti e di interpretare il segnale climatico registrato, ponendo particolare attenzione al confronto tra le informazioni ottenute dagli alberi di torbiera e quelle derivanti dagli alberi di tree line.

### ***Climate-growth relationship of peatland vs. tree line conifer trees: an investigation on their potential for paleoclimatic studies***

**Keywords:** tree rings; climate change; tree line; peat bogs; dendroclimatology.

The Alps are a very sensitive region to climate change and, for this reason, they have been widely studied in order to infer long-term climatic trends. Still, there are areas, such as the South-Eastern Alps, which are less investigated than others, even though we find there some of the most interesting and sensitive ecosystems to global change. Among them, tree lines and peat bogs are both able to provide many information about present and past climate. For instance, tree line trees are widely known to be a valuable source for temperature reconstruction, as this climatic parameter represents the main limiting factor for their growth. On the other hand, peat bogs are known to be strongly dependent on the hydrology, water availability being the main factor influencing the growth of trees living on them. In particular, raised bogs, also known as ombrotrophic bogs, are fed only by rain, representing a reliable source of natural archives to be used as proxies of past precipitation levels. Therefore, these two ecosystems can preserve information on past climate trends to different degrees, depending on the forcing of the main environmental drivers involved. It is common practice in dendroclimatology to use chronologies obtained from subfossil trees, often gathered from exploited peat bogs, as source of data for paleoclimatic investigations and temperature reconstructions. However, these trees might have been growing on peatlands susceptible of strong fluctuations in the water table. That said, their capability of being deployed for such kind of studies raises some concerns, as the observed growth patterns could depend more on the experienced local hydrological status than to actual macroclimatic trends. In this study, we analyzed and compared the radial growth of trees currently growing at the tree line and on a raised peat bog, in order to understand which of the main environmental drivers is the most relevant as well as to assess how reliable the signal recorded in peat bog trees is, both in terms of precipitation and temperature. We sampled 24 European larches (*Larix decidua* Mill.) at the tree line site in the Latemar massif (South Tyrol, Italy) and 19 Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) in the peat bog site (Totes Moos, South Tyrol, Italy). In this latter, part of the trees were sampled in the surroundings of the bog and were used as a reference in the comparison. We assumed that the macroclimate of the two sites



has been very similar, as they are approximately 10 km far from each other. Therein, we measured total ring width (TRW) as well as earlywood (EW) and latewood (LW) width from each tree core. After cross-dating and standardizing, we built for each site a mean chronology. In addition to the TRW series, for each site, we developed a mean basal area index (BAI) chronology. The approach followed in this study allowed us to evaluate the long-term tree growth in the respective sites and to interpret the climatic signal recorded, putting a particular focus on the coupling of the information obtained from peat bog trees with that stemming from tree line trees.

\*\*\*

#### **S. 1.04 L'opzione per la Migrazione Assistita nel contesto mediterraneo: un argomento controverso**

Fulvio Ducci

**Parole chiave:** popolazioni di marginalità; tecniche di migrazione assistita; adattamento.

Gli effetti del cambiamento globale possono determinare forti influenze sul comportamento e la fitness delle risorse genetiche forestali (FGR). Il rapido traslarsi delle isoterme e l'uso del suolo, assieme ai cambiamenti sociali aumentando rapidamente i loro effetti sulle popolazioni forestali di margine (MaP) degli areali di specie forestali e le misure per limitare questi effetti devono essere studiate e provate. In alcuni casi, la traslocazione di preziosi pool genici potrebbe essere considerata una soluzione per preservare la loro informazione adattativa e/o per ristabilire dinamiche che altrimenti andrebbero perdute.

La colonizzazione assistita, la migrazione assistita, il trasferimento gestito, la traslazione assistita, il flusso genico assistito e altre definizioni sono visioni diverse che descrivono l'atto di spostare deliberatamente piante o animali in un habitat diverso. L'habitat di destinazione può avere storicamente posseduto la specie o non aver mai ospitato la specie, ma può fornire i giusti requisiti bioclimatici per sostenerla. La colonizzazione assistita può anche integrare una popolazione esistente in un sito in cui la quantità di individui sta diminuendo.

Esiste un dibattito su "Assisted Migration" (AM), un termine generico contenente tanti concetti diversi. Ma ciò che va notato è una mancanza generale di ricerca applicata e follow-up.

Esistono pareri contrastanti incentrati sui rischi di effetti epigenetici e di forze e fattori diversi da quelle del sito di origine, che vanno in effetti valutati e previsti. Ma in casi speciali è necessario considerare azioni più drastiche come la AM al fine di preservare specie o popolazioni preziose e ripristinarne le dinamiche alterate. Viene presentata una recensione di esempi provenienti dall'area del Mediterraneo, uno degli ambienti più interessati dai cambiamenti in atto.

#### ***The Assisted Migration option in the Mediterranean context: a controversial topic***

**Keywords:** marginal populations; assisted migration techniques; adaptation.

The global change effects are responsible of hard influences on the behavior and the fitness of Forest Genetic Resources (FGR). The rapid isotherm shift as well the land use and social changes are indeed rapidly increasing their effects on Marginal Populations (MaPs) occurring at the edge of forest species ranges and measures to limit these effects have to be studied and tested. In some case, the translocation of valuable gene pools could be considered as a solution to preserve their adaptive information and/or to reestablish dynamics other ways lost.

Assisted colonization, assisted migration, managed relocation, assisted translocation, assisted gene flow and other definitions are different views describing the act of deliberately moving plants or animals to a different habitat. The destination habitat may have either historically held the species or it may not have hosted the species, but the habitat provides the right bioclimatic requirements to support it. Assisted colonization may also supplement an existing population in a site where their numbers are dwindling.

A debate is existing about "Assisted Migration" (AM), a general term containing so many different concepts. But what is to be noted is a general lack of applied research and follow-ups.



Contrasting opinions exist focusing on risks of epigenetic effects and driving forces different from the site of origin can be indeed envisaged. But in special cases it is necessary to consider more drastic actions as AM to preserve precious species or populations and to restore their altered variation patterns.

A review of is presented as well as examples from the Mediterranean area, one of the most concerned by the occurring changes.

\*\*\*

### S. 1.05 Effetti dell'età e del cambiamento globale sulla crescita di *Quercus cerris* in Alto Molise

Fabrizio Ferretti, Luca Monducci, Dario Ravaioli, Federico Magnani

**Parole chiave:** cerro; cambiamento globale; incremento di area basimetrica; dendroecologia; GAMM.

Dalla rivoluzione industriale ad oggi l'aumento delle emissioni di gas serra emessi dall'uomo in atmosfera non ha mai subito un arresto. Il conseguente incremento delle concentrazioni di questi gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_3$ ) ha avuto e continua ad avere effetti diretti ed indiretti sulla crescita delle piante, che si combinano con quelli di altri fattori del cosiddetto Cambiamento Globale, come l'aumento delle deposizioni atmosferiche di azoto. Le concentrazioni dei gas serra hanno inoltre effetti indiretti sulla crescita delle piante, poiché influenzano in modo diretto il clima, alterando precipitazioni e temperature. Se le concentrazioni di anidride carbonica e le deposizioni azotate possono avere effetti diretti positivi sulle attività fisiologiche delle piante, l'aumento delle concentrazioni di  $\text{O}_3$  ha effetti negativi diretti a livello fogliare. Gli effetti di temperature e precipitazioni possono variare a seconda del contesto considerato.

Le cerchie legnose annuali delle piante arboree si possono considerare vere e proprie banche dati naturali, poiché contengono le informazioni ambientali che hanno registrato durante il loro accrescimento nel tempo. È dunque possibile, attraverso l'applicazione della dendroecologia, valutare gli effetti del cambiamento globale sulla crescita delle piante forestali. Al tempo stesso, è noto come gli incrementi legnosi siano anche fortemente influenzati dall'età delle piante.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare le variazioni di crescita di *Quercus cerris* L. sull'Appennino Sannita e di ripartire tale cambiamento fra gli effetti dell'età e quelli del Global Change, nelle sue diverse componenti, attraverso l'analisi dendroecologica di una cronosequenza di fustaie situate nel comune di Carovilli (IS).

Basandoci sui dati desunti dai piani di assestamento e dai colloqui con il tecnico gestore, sono state individuate 10 aree omogenee per quanto riguarda caratteristiche stazionali, fertilità e trattamento selvicolturale pregresso, ma caratterizzate da età contrastanti, con 2 aree per ciascuna classe di età nelle 5 classi comprese fra 50 e 130 con passo 20. Rispetto alla impostazione iniziale è stato necessario considerare una sesta classe in quanto alcune delle piante campionate sono risultate ricadere nella classe 150. Ciò è compatibile con il trattamento a tagli successivi in cui la rinnovazione si insedia in un lasso di tempo più o meno lungo per cui il bosco che ne risulta è coetaneiforme ma non coetaneo.

In ogni area sono state campionate 5 piante, prelevando due carote fra loro ortogonali da ciascuna pianta. I campioni sono sempre stati prelevati da piante appartenenti al piano dominante e dunque libere da effetti di aduggiamento o forte competizione laterale.

Dopo la lettura e cross-datazione con software CDendro, i dati sono stati analizzati attraverso il software statistico R applicando i modelli additivi generalizzati (GAM), che permettono di evidenziare relazioni non lineari tra la variabile di risposta e le variabili esplicative facendo uso di funzioni di smoothing.

I risultati ottenuti dimostrano che l'età ha un effetto altamente positivo sulla crescita delle piante soprattutto in fase giovanile. L'effetto positivo subisce un progressivo rallentamento, probabilmente a causa del declino con l'età in capacità fotosintetica e conduttanza stomatica.

Passando a valutare gli effetti del Cambiamento Globale, cioè del fattore tempo depurato dagli effetti dell'età, si è notato un aumento costante dell'incremento di area basimetrica (BAI) fino agli anni '80, seguito da una stabilizzazione nei decenni successivi.

L'attribuzione di questo aumento ai diversi fattori ambientali associati al Cambiamento Globale è però risultata difficile. Per quanto riguarda la risposta della crescita alla  $[\text{CO}_2]$ , i risultati non rispecchiano le attese: si riscontra infatti una flessione del BAI all'aumentare della  $[\text{CO}_2]$ . Ci si sarebbe atteso al contrario un aumento





dell'incremento di area basimetrica, dal momento che diversi ecosistemi forestali trattati con concentrazioni di CO<sub>2</sub> maggiori hanno mostrato una più alta produttività primaria netta rispetto a sistemi in condizioni ambientali (Norby et al. 2005); va però precisato che altri studi hanno rilevato che non sempre un maggiore assorbimento di carbonio è seguito da un proporzionale incremento in termini di biomassa della pianta (Luo et al. 1997). Nel presente studio, la mancata risposta potrebbe essere giustificata dalla diminuita disponibilità di alcuni elementi nutritivi o dall'effetto mascherante di altri fattori che non sono stati presi in considerazione. Si è osservata invece una risposta positiva significativa della BAI alle temperature e alle precipitazioni. Infine, inaspettatamente, la risposta della BAI all'aumento consistente delle deposizioni azotate è stata insignificante.

### ***Age and global change related effects observed in Quercus cerris growth in Alto Molise***

**Keywords:** *Quercus cerris*; basal area increments; long-term trends; global change; GAMM.

The increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere has never stopped since the start of the Industrial Revolution. The resulting rise in the atmospheric concentration of these gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>) has had and continues to have direct and indirect effects on plant growth, which combine with other factors such as the increase in atmospheric depositions of nitrogen to determine the so-called Global Change. Concentrations of greenhouse gases also have indirect effects on plant growth, since they directly influence the climate, altering both precipitation and temperatures. While carbon dioxide concentrations and nitrogen depositions may have direct positive effects on plant physiological activities, increased O<sub>3</sub> concentrations have direct negative effects on the foliar level. The effects of temperature and precipitation changes may vary depending on the context considered.

Annual tree rings can be considered real natural databases, containing the environmental information that they have recorded over time during their growth. This makes it possible to evaluate the effects of global change on the growth of forest trees, through the application of dendroecological techniques. At the same time, it is known that radial and basal area increments (BAI) are also strongly influenced by the age of the plants.

The objective of this study was to evaluate recent growth changes of *Quercus cerris* L. high forest on the Appennino Sannita and to partition this change between the effects of age and those of Global Change, in its various components, through the dendroecological analysis of a chronosequence located in the municipality of Carovilli (IS).

Based on data derived from management plans and interviews with the local technical manager, 10 areas were identified which are homogeneous with regard to site characteristics and previous silvicultural treatment, subdivided in 5 classes between 50 and 130 years old, in steps of 20 years.

In each area 5 trees were sampled, taking two orthogonal cores from each tree. Samples were always taken from trees in the dominant layer and therefore free from the effects of competition.

After reading and cross-dating with CDendro software, the data were analyzed by the R statistical software applying generalized additive models (GAM), which allow to highlight non-linear relationships between the response variable and the explanatory variables using smoothing functions.

The results obtained show that age has a highly positive effect on plant growth, especially at young age. The positive effect progressively slows down, probably due to an age-related decline in photosynthetic capacity and stomatal conductance.

Considering the effects of Global Change, i.e. the time factor decoupled from the effects of age, a constant increase in the basal area increment (BAI) up to the 1980s was observed, followed by a stabilization in the following decades.

It has proved difficult, however, to attribute this increment to the many environmental factors associated with Global Change. Regarding the response of growth to [CO<sub>2</sub>], the results do not reflect our prior expectations, as BAI declined with increasing [CO<sub>2</sub>]. On the contrary, an increase of BAI would have been expected, since several forest ecosystems treated with higher CO<sub>2</sub> concentrations showed a higher net primary productivity compared to systems under environmental conditions (Norby et al. 2005); it should however be stressed that other studies have also shown that a higher carbon assimilation is not always followed by a proportional increase in plant biomass (Luo et al. 1997). In this study, the lack of response may be justified by the reduced availability of some nutrients or by the masking effects of other





factors that have not been taken into account. A significant positive response of BAI to temperatures and precipitation was observed. Finally, unexpectedly, BAI's response to the substantial increase in nitrogen deposition was insignificant.

\*\*\*

### S. 1.06 Conservazione in situ di geni, popolazioni e comunità forestali

Giovanni Figliuolo

**Parole chiave:** landscape genetics; eterozigotità; conservazione in situ.

Gli ecosistemi forestali assicurano i servizi di base all'umanità, soprattutto nella fascia tropicale e subtropicale dove provvedono alla produzione di cibo, sono fonte di nutrizione e prevenzione dai rischi naturali. Gli elementi chiave della vegetazione forestale sono gli alberi, la cui struttura, composizione floristica e funzione, regola le differenti relazioni tra flora e fauna, la rete trofica della comunità e, in definitiva, i differenti tipi di habitat che costituiscono l'ecosistema. La fitness a livello di singola pianta o di sottopopolazione entro ciascuna specie è ottimale se l'eterozigotità è alta. Al contrario, fenomeni di inbreeding associati all'omogeneità genetica dei popolamenti riducono l'adattamento all'ambiente. Le specie forestali sono quelle maggiormente implicate nell'opera di costruzione del paesaggio e il loro ruolo dominante (specie ombrello) è dimostrato dalla presenza delle fasce vegetazionali tipiche nel paesaggio naturale potenziale. Il paesaggio naturale potenziale - ormai in larga misura diventato paesaggio rurale e, più recentemente, paesaggio urbanizzato - è un utile modello di riferimento per progettare una gestione evolutiva su una scala temporale adeguata ai lunghi cicli arborei. Gestione non avulsa dal monitoraggio e dai modelli di previsione della variazione in composizione, struttura e funzione della vegetazione, causata dal cambiamento climatico. A livello genetico, un approccio basato sulla massima parsimonia, suggerisce di caratterizzare la distribuzione geografica della diversità genetica e monitorare per ciascuna sotto-popolazione il numero degli effettivi ( $N_e$ ), l'eterozigotità media per individuo, per sotto-popolazione e l'equilibrio genetico. Dalla salute degli ecosistemi forestali, basata sulla presenza di diversità genetica entro e tra specie, dipende l'adattamento all'ambiente e il potenziale evolutivo. La maggioranza delle specie di uccelli e mammiferi su scala europea entrano nella rete trofica degli ecosistemi forestali e almeno il 30% degli habitat europei sono parte integrante degli ecosistemi forestali. Tra gli impatti sugli ecosistemi forestali si possono valutare quelli globali, tra cui il cambiamento climatico, l'inquinamento dell'atmosfera e l'invasione di specie aliene. Quelli locali, tra cui l'inquinamento delle matrici ambientali, la frammentazione ecologica - associata a sottrazione di suolo, effetto margine, gestione non appropriata, aridificazione dell'habitat e incendi - e il sovrasfruttamento delle risorse (prelievi di biomassa legnosa). In Italia i trend di uso del suolo mostrano come in una prima fase (anni '60-90) parte del paesaggio naturale sia stato convertito in paesaggio agrario. Quest'ultimo in tempi più recenti (anni '90-2012) abbia subito una progressiva artificializzazione dovuta all'urbanizzazione diffusa fonte di frammentazione ecologica, impermeabilizzazione e perdita di suolo con fenomeni di abbandono e "rinaturalizzazione" soprattutto in aree interne, montane e collinari. Il guadagno in biomassa dovuto all'aumento delle superfici rinselvatichite è probabilmente compensato da ampi fenomeni di aridificazione e dagli incendi. La landscape genetics applicata su un'appropriata scala geografica quantifica i fenomeni di erosione genetica associati alla "deriva genetica" di alcune specie composte da popolazioni con numero di effettivi ( $N_e$ ) inferiore alla soglia di criticità e talvolta marginali o disgiunte, così come l'entità dell'effetto genetico e filogenetico causato da impatti locali e globali. La conservazione della biodiversità forestale è principalmente conservazione in situ dei genepool, a partire dalle specie forestali dominanti e dalle rispettive specie chiavi strettamente associate, quasi sempre rare o comuni ma con distribuzione localizzata. Il legame tra biodiversità, produttività dell'ecosistema, accumulo durevole di anidride carbonica, vetustà dell'ecosistema forestale e resilienza ai cambiamenti climatici è acclarato. Come azione di base, insieme alla riabilitazione fisica degli ecosistemi forestali è necessaria la riabilitazione biologica. A tal fine il monitoraggio della dimensione della popolazione degli effettivi è necessario per mettere in pratica le conseguenti tecniche di campionamento del germoplasma previste dai protocolli di conservazione in situ, per la costituzione di un soprassuolo che raggiungerà lo stato di massimo adattamento all'ambiente nel medio lungo periodo.



## ***In situ conservation of genes, populations and forest communities***

**Keywords:** landscape genetics; heterozygosity; in situ conservation.

Forest natural capital ensures basic ecosystem services especially across the tropical and sub-tropical belt by providing food, nutrition and, natural risk prevention. Trees are keystone components of the forest vegetation. Vegetation structure, composition and function regulate the relationships among fauna and flora, food web within community and, different habitat types within ecosystem. Either fitness of each tree or sub-population fitness within species is optimal if genetic heterozygosity is high. On opposite, inbreeding reduces environmental adaptation. Forest tree species are the main components involved in landscape building. Forest dominant species shape the features of the typical vegetation belts composing natural expected (potential) landscape. At the present the expected natural landscape - largely transformed in rural landscape and, lately, in artificial landscape - is a useful yardstick to plan a dynamic management over a temporal scale appropriate to the natural cycles. At genetic level, following the characterization of the geographic distribution of variation, it is necessary to monitor for each sub-population basic indicators such as the effective population size ( $N_e$ ), average heterozygosity by individual, by sub-population and genetic equilibrium. From forest ecosystem health, it depends the community fitness. Most of bird and mammal species across the European landscape are connected with the network of forest ecosystem and, at least 30% of the European habitats are included into forest ecosystems. The most important sources of impacts on forest ecosystems are: global (climate change, atmosphere pollution and alien species migration) and local. Among local impacts can be scored pollution, ecologic fragmentation due to land take, margin effect, inappropriate management, habitat aridification, fire and over-exploitation. Italian trend of land use shows the conversion of the natural landscape to agrarian (1960-1990). The agrarian landscape, lately (1990-2012), has been widely transformed to artificial urban sprawl, one of the main source of ecologic fragmentation, soil compaction and loss along with phenomena of set aside leading to wilderness especially in inland and mountain areas. The biomass gain caused by the increase of wild areas is probably compensated by wide aridification processes and wild fires. Landscape genetics applied over a wide geographic scale is able to quantify the processes of genetic erosion linked to species genetic drift with low effective population size and, assess the vulnerability of marginal and disjoint sub-populations as well as the phylogenetic and genetic effect due to local and global impacts. Forest biodiversity conservation is mainly genepool in-situ conservation of keystone dominant forest tree species along with companion species rare or common but locally distributed. The link between biodiversity, ecosystem productivity carbon dioxide capture and state of fittest vegetation makes it forests resilient to climatic changes. Together with physical re-habilitation of forest ecosystem it is necessary to monitor the number of effectives within each conservation unit before to proceed with the biological rehabilitation based on appropriate in-situ conservation techniques leading to the late stages of the ecological succession.

\*\*\*

### **S. 1.07 Effetto dell'aumento delle deposizioni azotate sul ciclo dell'N e sulla biomassa e attività microbica nel suolo**

Martino Maria Gambacorti-Passerini, Maurizio Ventura, Flavio Fornasier, Pietro Panzacchi, Francesco Giammarchi, Giustino Tonon

**Parole chiave:** deposizioni azotate; chioma; mineralizzazione; attività microbica; enzimi.

Dagli ultimi decenni del secolo scorso, è emerso che le attività umane hanno un impatto considerevole sul ciclo dell'azoto (N) a livello globale, avendo in pochi decenni quasi raddoppiato la fissazione di azoto atmosferico. L'utilizzo di combustibili fossili e l'agricoltura intensiva sono responsabili dell'aumento crescente di azoto reattivo ( $N_r$ ) in atmosfera, che può ritornare agli ecosistemi terrestri attraverso le deposizioni azotate. Un aumento delle deposizioni azotate potrebbe aumentare la produttività delle foreste e la loro capacità di sequestrare C, con un effetto positivo sulla mitigazione del cambiamento climatico. Studi



sperimentali hanno però mostrato come l'applicazione cronica di N possa portare a diversi effetti negativi, come cambiamenti nella composizione specifica e riduzione della biodiversità, acidificazione del suolo, aumento delle perdite di N per lisciviazione ed emissione di gas serra in atmosfera. Tuttavia, la maggior parte degli esperimenti di manipolazione dell'azoto effettuati finora ha simulato un aumento delle deposizioni azotate attraverso fertilizzazioni effettuate direttamente al suolo, senza considerare il ruolo attivo che le chiome degli alberi possono avere nel ciclo dell'azoto all'interno degli ecosistemi forestali.

Per questo motivo, è stato iniziato un esperimento di manipolazione effettuato in un querceto (*Quercus petraea* Liebl.) nei pressi di Monticolo (Provincia di Bolzano), con lo scopo di studiare l'effetto dell'aumento delle deposizioni azotate in foreste submontane. Il disegno sperimentale completamente randomizzato consiste in tre serie di plots, replicati tre volte. Ogni set è composto da un plot di controllo non fertilizzato, uno fertilizzato al suolo (NBL) e uno dove la fertilizzazione è stata applicata soprachioma (fertilizzazione aerea, NAB). I trattamenti di fertilizzazione sono iniziati nel 2015, mediante la distribuzione di una soluzione di  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  in cinque interventi durante la stagione vegetativa. La quantità totale di fertilizzante applicata corrisponde a 20 kg N ha<sup>-1</sup>, equivalente a circa 3 volte il tasso naturale di deposizioni azotate misurate nell'area. Nel trattamento NAB, la soluzione fertilizzante è stata applicata a 15-18 m di altezza, mediante un irrigatore montato su di un palo telescopico al centro del plot ed una motopompa portatile. Per il trattamento NBL, la soluzione fertilizzante è stata distribuita direttamente al suolo, mediante un tubo per irrigazione ed un ugello spray.

In questo lavoro verranno presentati i risultati riguardanti il ciclo dell'azoto e le comunità microbiche del suolo. La lisciviazione dell'azoto minerale e i processi di mineralizzazione dell'azoto sono stati monitorati utilizzando una tecnica di incubazione in situ. La biomassa e l'attività microbica nel suolo sono state misurate attraverso la quantificazione del dsDNA e dell'attività degli enzimi extracellulari coinvolti in differenti processi biologici e cicli biochimici. I risultati mostrano un incremento della lisciviazione di N a seguito del trattamento NBL, mentre la mineralizzazione dell'N è risultata minore nel trattamento rispetto al controllo. Il trattamento NAB non ha influenzato significativamente i processi di trasformazione dell'azoto analizzati. L'attività enzimatica del suolo ha mostrato una tendenza alla riduzione a seguito di entrambi i trattamenti di fertilizzazione, indicando una riduzione dell'attività microbica indotta dall'N.

Questi risultati preliminari mostrano che la risposta a breve termine delle foreste all'aumento della disponibilità di N può essere diversa a seconda della modalità di fertilizzazione, evidenziando l'importanza di includere l'interazione con la chioma negli studi sull'effetto delle deposizioni di N sulle foreste. Ulteriori indagini sono auspicabili al fine di confermare i risultati osservati nel lungo periodo, in modo da contribuire ad una maggiore comprensione del ruolo della chioma del ciclo dell'N nelle foreste.

### ***Effect of increased nitrogen deposition on soil N cycle and microbial biomass and activity in a sessile oak forest ecosystem***

**Keywords:** N depositions; canopy; mineralisation; microbial activity; enzymes.

Since the last decades of the past century, it has been clear that human activities have a considerable impact on the global nitrogen (N) cycle, as they have almost doubled the rate of N fixation of atmospheric N in few decades. Combustion of fossil fuels and intensive agriculture are responsible of the increasing amount of reactive nitrogen (Nr) in the atmosphere, which can return to terrestrial ecosystems through N depositions. Increasing N deposition could increase forest productivity and their capacity to sequester C, with a positive feedback on climate change mitigation. However, experimental studies found that chronic N application may lead to several negative effects, such as changes in species composition and reduction of biodiversity, soil acidification, increased N losses through leaching and greenhouse emissions in atmosphere.

Most of the N manipulation experiments simulating increased N deposition on forests have been performed providing fertilization directly on the forest floor, without taking into account the potential role that the tree canopy can play in the N cycle in forest ecosystems. For this reason, a N manipulation experiment has been performed in a sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) stand located near Monticolo (Bolzano Province), with the aim to study the effect of increased N depositions on sub-mountain forests. The completely randomized experimental design consists of a set of three plots, replicated three times. Each set is composed by one unfertilized control plot, one plot fertilized on the ground (NBL) and one plot where fertilization was applied above the canopy (aerial fertilization, NAB). The fertilization treatments started in 2015, providing  $\text{NH}_4\text{NO}_3$



solution in five different times during the growing season. The total amount of fertilizer applied corresponds to 20 kg N ha<sup>-1</sup>, that is about 5 times the background atmospheric N deposition rate in the area. In the NAB treatment, the fertilizer solution was applied at 15 - 18 m height, through a rotating sprinkler mounted at the top of a telescopic mast in the centre of the plot, and one portable motor pump. For the NBL treatment, the fertilizer solution was provided directly to the ground using a water hose and a spray nozzle.

In this work, preliminary results from the first two years, regarding the effect on the soil N cycle and on soil microbial communities will be presented. Mineral N leaching and mobilization processes have been measured using the in-situ incubation technique. Microbial biomass and activity have been examined through quantification of dsDNA and the activity of extracellular enzymes involved in different biological processes and biogeochemical cycles. Results show that an increase of N leaching under NBL treatment, while N mineralization was lower in comparison to the control. The NAB treatment did not affect significantly the examined N transformations. Soil enzymatic activity showed a tendency to decrease in both the fertilization treatments, indicating a reduction of microbial activity induced by N.

These preliminary outcomes suggest that the short-term response of forests to increased N availability can be different according to the fertilizer application strategy, confirming the importance of including the canopy in the studies on the effect of N depositions on forests. Further investigations should be performed in order to confirm the observed trends in the long term, contributing to better understand the importance of tree canopy in the N cycling processes in forests.

\*\*\*

### S. 1.08 Strategia sulla conservazione della biodiversità forestale in Sicilia

Paolo Girgenti, Mario Candore, Nunzio Caruso, Antonino De Marco, Bartolomeo Scibetta, Carmela Bonfanti, Antonio Colombo, Pietro Miceli, Giancarlo Perrotta, Luigi Piccinini

**Parole chiave:** strategia; biodiversità forestale; conservazione in situ ed ex situ; Sicilia.

In Sicilia sono presenti molteplici ecosistemi che esprimono una diversità biologica eccezionale, tuttavia molti taxa sono considerati a rischio poiché i loro habitat hanno subito una contrazione a causa della pressione antropica. Tra questi si annoverano numerose specie di ambienti forestali che presentano pericoli di erosione o deriva genetica, con conseguente rischio di estinzione. Emblematico è il caso di *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, sui Monti delle Madonie e di *Zelkova sicula* (Di Pasquale, Garfi e Quènzell) sui Monti Iblei, specie caratterizzate da un limitato numero di individui (*A. nebrodensis* n.: n. 30 adulti e n. 80 semenzali; *Z. sicula*: n. 2 popolazioni naturali di 264 e 1.541 piante e n. 227 nuove piantine distribuite in 4 siti, 20 in vaso e 30 in camera climatica) e uniformità genetica delle popolazioni.

In questo scenario, la Regione Siciliana ha posto nel tempo diverse azioni. Le prime attività realizzate a partire dagli anni 60', dall'ex Azienda Foreste Demaniali, riguardarono interventi di tutela e conservazione in situ di singole specie con l'attuazione di specifici progetti e con la demanializzazione di alcune aree forestali. Dagli anni 80' seguirono attività di monitoraggio, interventi di tutela e salvaguardia di alcune specie a rischio di estinzione e studi tra cui il "Programma per la conservazione della biodiversità vegetale, finanziato con fondi regionali, mirato all'esplorazione delle entità da salvaguardare in ambito regionale, individuate secondo criteri specifici di rarità, di pericolo di sopravvivenza, di particolare interesse ecologico, nonché di fattori di disturbo. Tale studio, conclusosi nel 2011, e svolto dalle Università degli Studi di Firenze e di Palermo, in sinergia con il Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale, ha permesso di definire una nuova strategia regionale, partendo dalla realizzazione di due Centri di conservazione del germoplasma vegetale che oggi operano nell'ambito del Centro Vivaistico Regionale.

E' stato individuato un elenco di n. 27 specie forestali da tutelare, tra cui: *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei; *Zelkova sicula* (Di Pasquale, Garfi e Quènzell); *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Ball; *J. turbinata* (Guss.); *Pinus halepensis* (Mill.); *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii* (Ten.) (Huguet del Villa); *Taxus baccata* (L.); *Acer pseudoplatanus* (L.); *A. opalus* Miller (= *A. obtusatum* Waldstein & Kitaibel ex Willd.); *Celtis tournefortii*, subsp. *asperrima* (Lojac.) (Raimondo & Schicchi); *C. tournefortii* subsp. *aetnensis* (Tornab.) (Raimondo & Schicchi); *Betula aetnensis* (Raf.); *Fagus sylvatica* (L.); *Fraxinus excelsior* subsp. *siciliensis* (Ilardi & Raimondo); *Ulmus glabra*





(Hudson); *Alnus glutinosa* (L.) (Gaertner); *Platanus orientalis* (L.); *Quercus calliprinos* (L.). Dette specie sono oggetto di intervento nell'ambito del "Programma di Conservazione delle Risorse Genetiche Forestali, articolato in sei progetti con azioni complementari tra di loro, finanziato con fondi del PSR Sicilia 2014-2020, Sottomisura 15.2, con i seguenti obiettivi:

- (i) implementare l'attività di conservazione delle risorse geniche di specie forestali autoctone a rischio di estinzione o di forte erosione genetica;
- (ii) valutare l'autoctonia di alcune specie forestali siciliane.

Ai due obiettivi sopra riportati se ne aggiunge un terzo che mira alla realizzazione di arboreti ove prelevare materiale di propagazione da destinare all'arboricoltura da legno.

Per l'obiettivo i), si prevede la raccolta di materiale di propagazione, studio e caratterizzazione su base comparativa, e moltiplicazione in vivo e/o in vitro per la successiva fase di conservazione in situ ed ex situ delle risorse genetiche oggetto di intervento. Tale azione è articolata in 4 progetti: due riguardano specie rispettivamente della fascia montana-basale e mediterranea; due specifici per *Abies nebrodensis* e *Zelkova sicula*. Un quinto progetto riguarda la caratterizzazione genetica delle formazioni forestali destinate al prelievo di materiale forestale da certificare, ai sensi del D.L. n. 386/2003. In ultimo, è previsto un progetto sulla raccolta e conservazione di specie autoctone idonee per l'arboricoltura da legno, anche al fine di poter prelevare materiale di propagazione. In Sicilia non è mai stata attuata un'attività di diffusione di specie e cloni idonei alle condizioni ambientali dell'Isola, da destinate a tale utilizzazione e pertanto oggi si intende superare questa atavica criticità.

La strategia di intervento della Regione Siciliana pone le basi sulle conoscenze ed esperienze acquisite da studi, progetti, ecc... svolti nel tempo sulla biodiversità forestale dell'Isola.

Il Programma di conservazione della biodiversità di interesse forestale permetterà di implementare, secondo una visione organica su scala regionale, l'attività tesa alla salvaguardia, conservazione e valorizzazione delle specie forestali a rischio di estinzione o a forte erosione genetica, incrementare il numero di specie per le quali è obbligatoria la raccolta di materiale di propagazione, colmare alcune criticità che caratterizzano la filiera vivaistica regionale in ambito forestale.

### **Strategy on forest biodiversity conservation in Sicily**

**Keywords:** strategy; forest biodiversity; in situ and ex situ conservation; Sicily.

In Sicily there is a variety of ecosystems which communicates an extraordinary biological diversity. Nevertheless, many taxa are deemed at risk since their habitats suffered a contraction due to anthropic pressure. Among these, there are several forest environment species that present erosion and genetic drift dangers, with consequent risk of extinction. There are two emblematic cases. *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, in the Madonie monothin, and *Zelkova sicula* (Di Pasquale, Garfi and Quènzell) in the Iblei monthin are two species characterized by a limited number of individuals (*A. nebrodensis* n.: 30 adults and 80 seedlings; *Z. sicula*: 2 natural population of 264 and 1.541 specimen and 227 new seedlings allocated in 4 new areas, in pot and in climatic chambers) and by a genetic uniformity of the stocks.

In this scenario, Sicily Region placed various actions. The first activities, realized since the 60's by the former Azienda Foreste Demaniali, concerned the protection and in situ conservation of single species, realizing specific projects and turning some forest areas into government property. Since the 80's, Azienda Foreste Demaniali has realized monitoring activities, operations concerning the protection and safeguard of endangered species and several studies. One of these was the "Programma per la conservazione della biodiversità vegetale" (Plant Biodiversity Conservation Programme), which was funded by Sicily Region and whose aim was to detect the endangered species in the regional context. The programme followed specific criteria, including rarity, risk of extinction, special ecological focus and possible disturbances. This study, ended in 2011, and accomplished by the Universities of Florence and Palermo in cooperation with Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale has resulted in the identification of a new regional strategy. Indeed, two centers for the conservation of the germplasm were created, and nowadays they operate within the Centro Vivaistico Regionale. The programme identified a list of 27 endangered forest species. These include: *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei; *Zelkova sicula* (Di Pasquale, Garfi e Quènzell); *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Ball; *J. Turbinata* (Guss.); *Pinus halepensis* (Mill.); *Pinus pinaster* subsp. *Hamiltonii* (Ten.) (Huguet del Villa); *Taxus baccata* (L.); *Acer*





*pseudoplatanus*. (L.); *A. opalus* Miller (= *A. obtusatum* Waldstein & Kitaibel ex Willd.); *Celtis tournefortii*, subsp. *asperrima* (Lojac.) (Raimondo & Schicchi); *C. tournefortii* subsp. *aetnesis* (Tornab.) (Raimondo & Schicchi); *Betula aetnensis* (Raf.); *Fagus sylvatica* (L.); *Fraxinus excelsior* subsp. *Siciliensis* (Ilardi & Raimondo); *Ulmus glabra* (Hudson); *Alnus glutinosa* (L.) (Gaertner); *Platanus orientalis* (L.); *Quercus calliprinos* (L.). These species are included in the “Programma di Conservazione delle Risorse Genetiche Forestali”, subdivided in six projects with complementary operations, and funded by PSR Sicilia 2014-2020, Sottomisura 15.2, with the following goals:

- (i) implementation of the activities to preserve the genic resources of the autochthonous forest species endangered or with a strong genetic erosion;
- (ii) evaluation of some Sicilian forest species autochthony.

Additionally, there is a third object which aims to the creation of arboreta, in order to withdraw propagating material for the wood production arboriculture.

The object i) deals with the collection of the propagating material, the study and characterization on a comparative basis, and in vivo and in vitro multiplication for the following preservation stage, in situ and ex situ, of the genetic resources. This operation is subdivided in 4 projects: two of them deal with species of the mountain-basal and mediterranean belt; the other two projects addresses respectively the *Abies nebrodensis* and *Zelkova sicula*. Another project aims to the characterization of the genetic pool of the forest formations destined to the withdrawal of forest material to be certified, as defined in D.L. n. 386/2003. Finally, one project is on the collection and preservation of autochthonous species suitable for wood arboriculture, in order to withdraw propagating material. In Sicily the activity of diffusion of species and clones suitable to the island's environmental conditions has never been implemented in practice. Therefore, nowadays we are willing to overcome this atavic criticality.

Intervention strategy of Sicily Region relies on the knowledge and experiences acquired with studies, projects, etc...on the island's forest biodiversity.

The forest biodiversity preservation programme will permit to implement, according to an organic vision at a regional level, the activity of safeguard, prevention and valorization of the endangered forest species or the ones with a strong genetic erosion. Moreover, the programme will permit to increase the number of species in respect of which the collection of propagating material is mandatory, and to overcome the criticalities which characterize the plant nursery regional chain at a forest level.

\*\*\*

### **S. 1.09 Valutazione della diversità genetica di popolazioni ancestrale di *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. dei due massicci di Sila e Aspromonte (Calabria, Italy)**

Antonio Lupini, Miyassa Aci, Vittoria Coletta, Giuliano Menguzzato, Francesco Sunseri

**Parole chiave:** Calabria; diversità genetica; struttura genetica; marcatori microsatelliti; aplotipi.

L'analisi della diversità e della struttura genetica di popolazioni di *Quercus Petraea* della Sila e dell'Aspromonte (Calabria) è stata condotta con 6 microsatelliti nucleari (nSSR) e 4 plastidiali (pSSR). In particolare, 51 individui (31 Sila e 20 Aspromonte) sono stati genotipizzati e l'analisi ha messo in evidenza un alto livello di diversità genetica correlata anche all'origine geografica delle popolazioni. Tutti gli SSR nucleari sono stati polimorfici con un numero dei alleli tra 11 e 20 (media di 13.5) per locus. La diversità genetica totale (eterozigosità attesa,  $H_e$ ) è stata di 0.749 e variava da 0.575 a 0.834, mentre l'eterozigosità osservata ( $H_o$ ) è stata di 0.458 con un range da 0.150 a 0.682. Il polimorfismo (Polymorphism information content, PIC) ha mostrato un valore medio di 0,787 con un intervallo da 0.625 a 0.865. Infine, l'analisi della varianza molecolare (AMOVA) ha messo in evidenza una variabilità significativamente più alta dentro le popolazioni comparata a quella tra le popolazioni, come aspettato. La genotipizzazione con i 4 SSR cloroplastici, di cui solo uno è stato polimorfico, ha messo in evidenza la presenza in Calabria di 4 aplotipi di *Q. Petraea* con una diversità aplotipica più alta a Sila. La classificazione gerarchica ha raggruppato i 50 individui in due clusters principali in accordo con l'origine geografica. Infatti, il primo cluster ha raggruppato individui della Sila mentre il secondo ha tutti gli individui dell'Aspromonte. L'approccio bayesiano basato sul modello “admixture” (STRUCTURE) ha rivelato la presenza di due gruppi/strutture genetici ( $K = 2$ ) nelle popolazioni valutate della Calabria, che rispecchiano i risultati della PcoA.



## **Assessing genetic diversity in ancient populations of sessile oak (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) from both Sila and Aspromonte massifs (Calabria, Italy)**

**Keywords:** Calabria; genetic diversity; genetic structure; microsatellite markers; haplotypes.

Different populations of sessile oak from Sila and Aspromonte (a total of fifty plants) were analyzed for genetic diversity and population structure based on 6 nuclear simple sequence repeat (nSSR) and 4 plastid SSR (pSSR) loci. The genotypes displayed high amount of genetic diversity, which was toughly structured according to their geographical origins. Number of alleles at SSR loci ranged from 11 to 20 with an average of 13.5 per locus. Gene diversity (expected heterozygosity,  $H_e$ ) estimates ranged from 0.575 to 0.834 with a mean of 0.749 along all loci. The observed heterozygosity ( $H_o$ ) was on average 0.458 ranging from 0.150 to 0.682. Polymorphism information content (PIC) values ranged from 0.625 to 0.865 with an average of 0.787. Finally, the analysis of molecular variance (AMOVA) highlighted a significant higher estimated variance within populations compared to among populations, as expected. The analysis of haplotypes by using pSSR suggested a higher diversification in the population from Sila. Hierarchical clustering analysis grouped the genotypes into two major clusters, which agreed with the geographic origin of populations. The first cluster included plants/population from Sila massif, while the second ones encompassed mostly plants/population sampled in Aspromonte massif. Genetic diversity among and within populations was highlighted and discussed. A Bayesian approach to infer the correlation between genotypes based on admixture model (STRUCTURE) assigned to K population/genetic clusters based on their multilocus profile. Clustering supported the presence of two major populations/genetic structure (K= 2) in the populations from Calabria supporting also by PCoA analysis.

\*\*\*

### **S. 1.10 Variazione stagionale ad alta risoluzione temporale della fluorescenza e riflettenza fogliare in condizioni naturali per quattro specie forestali mediterranee**

Federico Magnani, Sabrina Raddi

**Parole chiave:** telerilevamento; fluorescenza; fotosintesi; cambiamenti stagionali; *Quercus ilex*; *Arbutus unedo*; *Pinus pinaster*; *Quercus robur*.

La possibilità di applicare tecniche di telerilevamento per il rilevamento della fluorescenza passiva della vegetazione indotta dal sole attraverso l'analisi dell'infilling delle linee di Fraunhofer - nota più semplicemente con l'acronimo SIF (Solar Induced Fluorescence) - da piattaforme satellitari è relativamente nuova, e potrebbe fornire un utile strumento per la misura della produzione primaria lorda (GPP) della vegetazione a scala globale. In Europa, l'iniziativa comunitaria di monitoraggio globale per l'ambiente e la sicurezza (GMES) volta a fornire informazioni ambientali utilizzando piattaforme satellitari, in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ha lanciato nel 2016 Sentinel-3, un satellite con ineguagliabili capacità per la misura remota della riflettenza e temperatura delle superfici terrestri. A partire dal 2022, la missione FLEX (Fluorescence Explorer) volerà in tandem con Sentinel-3 acquisendo sugli stessi target dati SIF, con un ritardo di soli 6-15 secondi e con una risoluzione spaziale di 300 m. La fluorescenza verrà stimata dall'infilling delle buche di assorbimento dell'ossigeno a 687 nm e 760 nm con lo spettrometro FLORIS (FLuORescence Imaging Spectrometer) costruito dall'italiana Leonardo (già Finmeccanica). Questo progetto porterà ad un notevole miglioramento rispetto alle attuali stime delle missioni NASA, come OCO-2 (Orbiting Carbon Observatory) e GOSAT (GHG Observing Satellite).

SIF è sicuramente una tecnica con forti potenzialità per il rilevamento della fotosintesi e la produttività degli ecosistemi dallo spazio, completando così il rilevamento remoto di struttura e biochimica delle coperture con stime di riflettenza di superficie. Tra i campi di applicazione della fluorescenza per la silvicoltura e le scienze ambientali, i principali sono il rilevamento di stati di stress, allerta precoce, selvicoltura/agricoltura di precisione e stima della crescita e produttività delle foreste. Al di là della fattibilità tecnica, una chiara comprensione dei processi biologici implicati sta emergendo solo recentemente con importanti integrazioni



dei risultati dalle dinamiche di breve termine a quelle stagionali in condizioni naturali. Verrà presentata la risposta dei processi di fluorescenza e fotosintesi alle variazioni ambientali nel corso delle stagioni in quattro specie arboree mediterranee dell'Italia centrale: leccio (*Quercus ilex* L.), corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) - in condizioni naturali per oltre 1 anno di misura; pino marittimo (*Pinus pinaster* Ait.) per un periodo di 6 mesi, ed infine la farnia (*Quercus robur* L.) durante la fase di senescenza fogliare. Inoltre, verranno presentati i risultati di esperimenti a breve termine per valutare la risposta della fluorescenza fogliare e della fotosintesi alla fertilizzazione azotata e allo stress idrico, rispettivamente in primavera e in estate su leccio.

È noto che gli estremi di temperatura e carenze idriche estive influenzano sia la fotochimica che la fluorescenza attraverso fenomeni di fotoinibizione e fotodanno. Nell'arco del periodo di misura la temperatura dell'aria ha presentato valori minimi di -7 °C (gennaio) e massimi di +41 °C (agosto). La fluorescenza ( $F_s$ ) e l'efficienza quantica del fotosistema II ( $\Delta F / F_m$ ) sono state misurate ogni 5' nel corso delle stagioni con il fluorimetro Walz Moni-PAM: i valori giornalieri di NPQ (un indice di foto-protezione) e qLs (un indice di foto-danno) sono stati stimati dalla variazione stagionale di  $F_m$  e  $F_o$ , misurati in condizioni di adattamento al buio.

Queste misure sono state complementate da misure di riflettanza fogliare in condizioni di illuminazione solare naturale nell'intervallo 400-1000 nm con risoluzione di 0,5 nm, che ha permesso di calcolare indici di riflettanza per la stima del contenuto di clorofilla,  $mNDVI = (R_{750\text{ nm}} - R_{705\text{ nm}}) / (R_{750\text{ nm}} + R_{705\text{ nm}})$ , e dell'efficienza fotosintetica di uso della luce,  $PRI = (R_{531\text{ nm}} - R_{570\text{ nm}}) / (R_{531\text{ nm}} + R_{570\text{ nm}})$ .

Le tecniche di fluorescenza e riflettanza fogliare hanno permesso di quantificare la rilevanza dei diversi fattori ambientali in specie con diverse nicchie ecologiche e strategie di crescita: le specie sempreverdi riducono l'efficienza massima di fluorescenza (in gran parte a causa di una foto-protezione sostenuta) ed il trasporto elettronico. Il danno ai fotosistemi, al contrario, è risultato essere al minimo durante l'inverno, probabilmente a causa delle basse irradiazioni. La fotoprotezione sostenuta e l'efficienza fotosintetica rispondono velocemente alle basse temperature invernali, come già osservato nelle conifere boreali; NPQ è correlato ai valori PRI del mattino, mentre sono state osservate solo piccole variazioni nel contenuto di clorofilla.

Lo studio dimostra l'importanza dei processi di foto-protezione e del foto-danno e conferma la fattibilità del rilevamento a distanza dei processi fotosintetici delle piante dalla fluorescenza.

### **Modelling steady-state fluorescence as a probe of photosynthetic processes in forest trees**

**Keywords:** photosynthesis; fluorescence; model; *Arbutus unedo*; *Pinus sylvestris*; *Quercus ilex*.

The possibility to apply remote sensing techniques for the detection of Solar Induced Fluorescence (SIF) from satellites is relatively new, paving the way for the measurement of vegetation Gross Primary Production (GPP) at global scale. In 2016, the European Space Agency (ESA) launched Sentinel-3, which has an unrivalled capability for measuring land and sea-surface reflectance and temperature from space. Starting from 2022, the FLEX (Fluorescence Explorer) mission will fly in tandem with Sentinel-3 and acquire SIF data over the same target with a 6–15 s time delay at 300 m spatial resolution.

The applications of fluorescence for forestry and environmental sciences include not only stress detection and early warning, but also the estimation of ecosystem productivity and forest growth.

Despite its technical feasibility, a quantitative understanding of the processes underlying the link between fluorescence and photosynthetic processes is only now emerging, however, in particular when we move from short-term to long-term dynamics under field conditions.

We present a novel functional model of the interactions between fluorescence and photochemistry, and of the resulting link with electron transport and photosynthetic rates.

A lake model of fully interconnected units is assumed for the representation of reaction centres organization. Moving from a standard representation of energy dissipation, an analytical solution is found for the relationship between fluorescence yield, irradiance and photochemistry:

- (i) under CO<sub>2</sub>-limited conditions, energy-dependent heat dissipation, as a result of back-regulation by dark photosynthetic processes, pH build-up in the thylakoid lumen and xanthophyll de-epoxidation, modulates almost in parallel fluorescence and photochemistry;
- (ii) under light-limited conditions, the rate constant for energy-dependent heat dissipation ( $k_d$ ) is found to be proportional to electron transport rates and the fraction of closed reaction centres.



According to the model, the relationship between fluorescence yield and PSII photochemical yield shows a segmented pattern, with a positive association under CO<sub>2</sub>-limited conditions and a negative linear relationship under light-limited conditions. A strong and consistent correlation is predicted between PSII electron transport and fluorescence radiance, which is largely unaffected by nutrition and photosynthetic potentials.

The model has been thoroughly tested against leaf-level measurements under controlled conditions, in response to changes in [CO<sub>2</sub>] and light in two contrasting species (*Arbutus unedo*, *Populus x euroamericana*), and found to be able to capture 96 and 97% of the overall variability in photochemical yields, respectively.

The model was finally modified to take into account the effects of long-term acclimation and damage to photosynthetic reaction centres, which have been so far overlooked in the representation of steady-state fluorescence and photosynthesis.

The model is successfully tested against (i) a dataset of leaf photochemical and fluorescence yields in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles by the modulated fluorescence technique over one full year with a temporal resolution of 15 minutes (Porcar-Castell 2011) and (ii) a similar dataset acquired on helm oak (*Quercus ilex* L.) leaves under Mediterranean conditions. The two datasets allow the computation of a number of fluorescence parameters, including the fraction of active reaction centres (qLs, as affected by photodamage) and the rate constant for sustained heat dissipation (kNPQs, as determined by photoprotection).

The model was found to be able to capture 78% of the overall variability in photochemical yields over the season, and up to 89% of the variability when ancillary information on qLs and kNPQs was available.

\*\*\*

### **S. 1.11 L'impiego dei modelli di distribuzione delle specie per la selezione e gestione dei potenziali adattativi ai fine del cambiamento climatico**

Maurizio Marchi, Matteo Pecchi, Francesca Giannetti, Gherardo Chirici

**Parola chiave:** pianificazione forestale; cambiamenti climatici; analisi spaziale, area mediterranea.

L'atteso innalzamento delle temperature e il contemporaneo decremento delle piogge, uniti all'aumentare della frequenza degli eventi estremi (siccità, tempeste di vento, piogge abbondanti localizzate in brevissimo arco di tempo) sono comunemente visti e accettati dalla comunità scientifica come i principali drivers che i popolamenti forestali dovranno affrontare a breve, specialmente in ambiente Mediterraneo e basse latitudini. In tale contesto, sono numerosi gli studi che certificano l'importanza della gestione forestale sostenibile e della selvicoltura come uno strumento chiave per la mitigazione dei possibili effetti del cambiamento climatico sul sistema bosco in ambito non solo italiano ma Europeo e, di riflesso, sulla qualità della vita degli esseri viventi.

L'utilizzo di modelli statistici previsionali di distribuzione geografica di specie animali o vegetali, comunemente definiti Species Distribution Models o Ecological niche Models è assai frequente in letteratura. Il contributo qui proposto si pone come obiettivo di mostrare come questi modelli potrebbero essere impiegati per la selezione e la traslocazione dei materiali forestali in Italia, paese che, grazie alla sua limitata estensione ma ampia variabilità microclimatica, è caratterizzato da livelli di biodiversità unici. L'approccio si basa sull'assunto secondo il quale popolamenti che attualmente vegetano in condizioni climatiche che sono previste per altre zone, potrebbero essere fonte di seme per futuri processi di migrazione assistita e resilienza. Verranno esposti i principali metodi attualmente utilizzati nell'ambito della modellistica spaziale, evidenziandone le criticità e le possibili soluzioni a distorsioni e incertezze. Viene analizzato il grado di concordanza tra i vari modelli di previsione climatica futura (modelli di circolazione globale) che saranno valutati in modo da quantificare l'incertezza dietro ai modelli statistici e fornire quindi un quadro il più completo possibile degli scenari futuri. Punto di partenza è il dataset derivante dall'inventario forestale nazionale (INFC2005) in cui più di 7000 aree di saggio sono state materializzate a terra e censite. Le possibili scelte a cui si cercherà di dare supporto saranno:

- (i) il mantenimento della filiera foresta legno locale attraverso una gestione forestale che miri ad accelerare i processi evolutivi (più cicli di rinnovazione in meno tempo);
- (ii) la conservazione di genotipi locali tramite tecniche di migrazione assistita;





- (iii) la graduale sostituzione di specie attraverso la tutela e il favoreggiamento di specie poco rappresentate ma potenzialmente più adatte alle condizioni future del luogo;
- (iv) la possibile introduzione, in determinati sistemi forestali, di provenienze diverse e possibilmente già adattate a contesti ecologici affini a quelli previsti per la zona di interesse.

La traslocazione di materiali forestali (semi, ecc) è una tecnica interessante ai fini commerciali ed ecologici. Grazie alle moderne tecnologie modellistiche e di laboratorio abbiamo ad oggi una notevole mole di dati che possono supportare le strategie gestionali. Qualora specifiche indagini genetiche confermino la presenza di differenze significative tra provenienze e l'esistenza di un potenziale genetico adattativo, azioni di selezione ed arricchimento del pool genetico delle popolazioni forestali potranno essere implementate con successo. Il fine ultimo sarà quello di aumentarne la resilienza dei popolamenti e la probabilità di superare i possibili effetti del cambiamento climatico. Tali strategie dovranno comunque essere opportunamente bilanciate sulla base di evidenze scientifiche, al fine di aumentare il corredo genetico a disposizione senza però sostituirlo interamente. Data infatti l'incertezza attorno ai possibili cambiamenti climatici, strategie cautelative e conservative rappresentano la via migliore da seguire.

### ***The use of species distribution models to detect and manage adaptive genetic potentials in view of climate change***

**Keywords:** forest management; climate change; spatial analysis; Mediterranean area.

Climate change is nowadays acknowledged as one of the main threat for biodiversity. The expected increase of temperature and lower amount of water availability in the soil and in combination with higher frequency of extreme events (drought, wind storms, abundant rainfall in a short period of time) are seen and accepted by researchers as the main drivers forest species. This is particularly true in the Mediterranean area and southern latitudes. In this framework, many studies reported the importance of an active and sustainable forest management as a key process to mitigate potential effect of climate change on forest systems, their ecosystem services provision and, in turn, on quality of life of human beings.

The use of predictive statistical models, often defined as Species Distribution Models or Ecological niche Models is relevant in literature. The aim of this contribution is to show the main results and potentiality of spatial modelling as a tool to guide and support transferability of forest species across a study region. The whole contribution turns around the use of different ecological provenances (and/or species) to be transferred in geographic zones where predicted climate is recognized as statistically similar to current growing conditions on "native" zones. The theoretical background of this process is the evidence that local gene pools are the result of the interaction between genetic richness and ecological drivers. If this co-evolution is forced by a quick variation of climate (e.g. global change) then adaptive strategies should be applied in order to support forest systems' resilience. Among all the possible solution, the introduction of pioneer forest species and/or southern provenances is seen as an useful strategy. The main modelling algorithms in spatial ecology will be briefly summarized to highlight their weakness and potentiality as well as potential biases and corrective methods. Moreover, the degree of matching between future scenarios for the Italian country (Global Circulation Models and regional downscaled datasets) will be shown, to give an idea of the uncertainty behind future projections. The starting point of the whole process will be Italian national Forest inventory dataset (INFC2005) where more than 7000 plots were materialized on the ground and recorded with a tree-level approach. Modelling techniques will be then used to predict potential impact of climate change on some target species (and geographic zones) to derive conservation/management strategies of stands. The possible solutions will be:

- (i) maintenance of local forest-wood chain by means of an adaptive silviculture aimed at accelerating the regeneration processes (i.e. more natural regeneration in a shorter period of time);
- (ii) conservation of local genotypes through assisted migration processes;
- (iii) a change in the species composition of the stand favouring local species highlighted by the model as potentially more suitable in the future;
- (iv) the introduction, in some specific contexts, of southern provenances (i.e. the same species already present in the stand) under the general idea that those might be already adapted to predicted ecological conditions of the study area with.





The spatial movement of forest materials (seeds etc.) is an interesting strategy for timber production and landscape ecology. Thanks to novel modelling methods and molecular labs, available data and knowledge of forest systems and biological processes can support adaptive management strategies at both landscape and stand level. When valuable adaptive genetic potential is recognized (i.e. provenance), single-tree phenotypic selection and gene pools translocation will be the basic tools for forest managers to support adaptive strategies of forest resources aimed at improving their resilience. Anyway this should be wisely balanced on the basis of scientific evidences provided by researchers, in order to enrich and not substitute local gene pools. Given the uncertainty behind climatic scenarios and modelling steps, precautionary and low-energy strategies must be applied.

\*\*\*

### **S. 1.12 È possibile produrre materiale vivaistico in grado di resistere meglio a periodi di stress idrico? L'esperienza del progetto VIAA (Vivaistica Innovativa ad Alta Adattabilità)**

Barbara Mariotti, Sofia Martini, Sabrina Raddi, Alberto Maltoni, Emilio Resta, Francesca Ugolini, Andrea Tani

**Parole chiave:** qualità del materiale vivaistico; postime forestale; fertilizzazione; substrato vivaistico; stress idrico; *Quercus*.

A livello internazionale va sempre più diffondendosi il concetto che la qualità del materiale vivaistico è fortemente legata ad un sistema produttivo che tiene conto di vari aspetti tra cui le finalità per cui la piantagione viene effettuata (Target Plant Concept - TPC). Nella pratica si assiste, soprattutto in Italia, alla tendenza opposta. Il materiale vivaistico viene prodotto con metodi standardizzati che prescindono dalla considerazione degli scopi preminenti della piantagione. Il progetto VIAA nasce dalla necessità di produrre un materiale vivaistico di buona adattabilità a condizioni di stress idrico e che, come tale, possa essere commercializzato con indicazioni relative alle sue performance post-impianto in ambienti soggetti a periodi di aridità. Il raggiungimento dell'obiettivo consentirebbe di avere un prodotto migliorato rispetto a quello tradizionale per la realizzazione di interventi di forestazione con specie arboree autoctone, per il ripristino, recupero e/o realizzazione di aree verdi in condizioni di scarsa disponibilità di acqua anche in un'ottica di adattamento agli effetti di cambiamento climatico. Il protocollo sperimentale è stato progettato in linea con i principi del TPC; la sperimentazione prevede una durata di due anni: nel primo, è stato allevato il materiale vivaistico (2017) e, nel secondo (2018), si è provveduto a testare la performance del postime sia in condizioni di stress idrico controllato (in serra) sia in campo. Sono state prese in considerazione tre specie quercine (*Quercus ilex* L., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus robur* L.) allevate in due differenti substrati di crescita: torba e fibra di cocco (risorsa rinnovabile in tempi sostenibili). Oltre alla concimazione standard adottata dal vivaio partner del progetto, sono state impiegate due diverse formule di concimazione (arricchita in K e arricchita in P) allo scopo di modificare i rapporti epi-/ipogei e conseguentemente la fisiologia delle piantine prodotte. Durante l'allevamento in vivaio, in cui sono state seguite in totale 2592 piantine (48 per combinazione di specie, substrato e concimazione ripetute in tre blocchi randomizzati), sono stati rilevati i principali caratteri morfologici (levata, altezza, flussi di crescita) e fisiologici tramite indici di fluorescenza della clorofilla, riflettanza fogliare e misure di scambi gassosi. A fine stagione vegetativa, un campione di semenzali è stato sottoposto ad una approfondita caratterizzazione della morfologia epigea e ipogea attraverso prove distruttive in laboratorio. Al termine dell'allevamento in vivaio le piantine che hanno mostrato un maggiore sviluppo epigeo ed ipogeo sono state quelle allevate nella combinazione torba-potassio, seguite dalle altre tesi con torba; le tesi allevate in fibra di cocco sono risultate sempre di sviluppo inferiore e con un più basso rapporto tra biomassa aerea e radicale. La concimazione potassica ha incrementato la crescita delle piantine rispetto alle altre concimazioni nello stesso substrato. La combinazione di substrato- concimazione ha influito inoltre sull'articolazione dell'apparato radicale. Da quanto riportato in letteratura non risulta sempre corretto associare il maggiore sviluppo delle piantine ad una maggiore qualità del postime con pareri contrastanti riguardo l'influenza delle dimensioni dei semenzali sulla resistenza all'aridità: alcuni studi evidenziano che una piantina più sviluppata e con più riserve di macroelementi può affrontare meglio un periodo con limitate risorse idriche e raggiungere velocemente gli strati



di suolo più profondi e umidi, altri invece hanno osservato anche che una piantina di minori dimensioni, soprattutto della parte aerea, ha minori esigenze idriche e minori perdite per evapo-traspirazione. Allo scopo di acquisire utili informazioni sul comportamento, in fase di messa a dimora, delle 3 specie quercine studiate, nel 2018 sono state predisposte le prove di stress idrico. La prova in serra prevede uno speed-test in cui 45 piante per tesi sono state sottoposte a 3 regimi idrici (irrigazione a capacità di campo, - irrigazione al 50% della capacità di campo, assenza di irrigazione) fino al raggiungimento, per ogni specie, della soglia di contenuto idrico del suolo indicata in letteratura come forte stress. La valutazione della resistenza delle piante allo stress è stata effettuata sulla base della loro risposta fisiologica (fluorescenza, potenziale idrico fogliare, spettrometria fogliare). Contemporaneamente in aprile 2018 è stata avviata la prova di campo (10 semenzali per tesi per parcella elementare per 5 blocchi randomizzati), dove non è stata prevista alcuna fertilizzazione o irrigazione a sostegno delle piantine. Si presentano qui i risultati della sperimentazione al termine delle prove effettuate nel corso della stagione vegetativa 2018.

***Is the challenge of nursery production for facing droughty environments still open? Two years of the VIAA project (Vivaistica Innovativa ad Alta Adattabilità - Innovative High Adaptability Nursery) experience***

**Keywords:** seedling quality assessment; forest nursery stock-type; fertilization; nursery substrate; hydric stress; *Quercus*.

At international level, a more and more widespread concept, known as Target Plant Concept (TPC), is that nursery material quality should be strongly related to production system, taking into serious account the specific plantation purposes. Nevertheless, in commercial practice we are witnessing the opposite trend, at least in Italy. The nursery material is routinely produced with standardized methods, not taking care the overriding intended scope of plantation.

The VIAA project originated from the acknowledgment of nursery material production with good adaptability to water stress conditions and which, as such, can be commercialized with certification or at least indications about post-transplant performance under Mediterranean climate with summer drought. The achievement of this objective, coupled with native tree species use, would allow to have better results in forest plantations and restoration or realization of green urban areas not irrigated and in the prospective of facing and adapting to the effects of climate change. Our experimental protocol took in account the TPC principles with an experimentation period of 2 years, from seeding (2017) to controlled water stress test in greenhouse (2018) and to open-field transplanting left under natural meteorological conditions (2018, Pistoia, Italy). Three oak species (*Quercus ilex* L., *Quercus pubescens* Willd. and *Quercus robur* L.) were grown in two different substrates: peat and coconut fiber (a renewable resource in sustainable times). In addition to the nursery-standard fertilization, other two different fertilizations were tested (enriched in K and enriched in P) in order to modify the above-to-belowground ratio and consequently the seedlings physiology. In the first year, 2592 seedlings were followed (48 seedlings for combination of species, substrate and fertilization repeated over 3 randomized blocks), measuring morphological (date of germination, total height, shoot growth-fluxes) and physiological (chlorophyll fluorescence, leaf reflectance, gas-exchanges) traits. At the end of the first vegetative season, a sample of seedlings were devoted to biomass portioning between different seedling parts (leaf, shoot, roots). At the end of the first year, a greater biomass was observed in peat-potassium treatment, followed by the other fertilization regimes within peat substrate. In coconut fiber an always lower biomass with a higher fraction to root biomass. Within substrate, potassium fertilization had a positive effect in increasing seedling growth, respect to the other fertilization types. Moreover, the substrate-fertilization combination influenced root system architecture. However, the greater seedling development in peat could not be regarded itself as “higher seedling quality”. Indeed, contrasting opinions were reported about the relationship between seedling size and water stress resistance: some studies showed that greater dimensions and higher macro-element reserves better sustain growth and survival during drought, allowing a more rapid root deepening to reach wetter soil layers, while other had observed that smaller plants had lower transpiration losses.

In order to obtain useful information in the 3 oak species about growth and physiology after transplanting, seedlings were transplanted in coconut fiber in April 2018, raised in greenhouse and subjected in June 2018 to three water regimes: irrigation at field capacity (FC), irrigation at 50% FC and absence of irrigation until a target soil water content threshold, set as high water-stress level for each species. The evaluation of plant



resistance to stress was carried out on the basis of their foliar physiological responses in terms of leaf water potential, gas-exchanges together with useful indices given by leaf fluorescence and spectrometry techniques on 15 replicates per treatment. In the open field, transplanted seedlings (5 blocks x 10 replicates x 3 species x 2 substrates x 3 fertilizations) were left to natural weather conditions, without rescue irrigation nor fertilization. Results for year-2018 growing-season experiments were reported.

\*\*\*

### **S. 1.13 La senescenza dell'albero è il principale fattore che determina la riduzione dell'incremento di altezza nell'abete bianco?**

Pasquale Antonio Marziliano, Roberto Tognetti, Giuliano Menguzzato, Fabio Lombardi

**Parole chiave:** Appennini calabresi; dendro-auxometria; incrementi di altezza; abete bianco; alberi vetusti; mortalità degli alberi.

Negli ultimi anni, molti studi hanno analizzato i meccanismi che regolano l'altezza massima che gli alberi sono in grado di raggiungere: difatti, molti fattori limitano l'incremento di altezza dell'albero quando l'età aumenta. L'efficienza complessiva del sistema di trasporto dell'acqua ha una grande importanza nel determinare l'altezza massima, che può essere compensata da cambiamenti nel rapporto tra l'area fogliare e la superficie dell'alburno. Il problema è di grande importanza ecologica e selvicolturale poiché la crescita futura e l'accumulo di carbonio degli alberi dipenderà dalla loro capacità di modificare il proprio fenotipo in risposta ai cambiamenti ambientali. Tuttavia, nei manuali di tipo selvicolturale, raramente emerge un approccio critico sui motivi per cui l'incremento dell'altezza si riduce quando l'albero invecchia. La correlazione negativa solitamente evidenziata tra l'incremento di altezza e l'età dell'albero può essere fuorviante e condurre ad errori anche significativi nella valutazione della produttività del bosco (in termini di volume e di biomassa). Infatti, la maggior parte dei metodi applicati per stimare l'incremento annuale corrente si basano sulla relazione inversa tra incremento di altezza e età dell'albero. Ad esempio, al fine di ottenere stime accurate di accrescimento arboreo, negli inventari viene solitamente applicata la semplificazione proposta da Schneider. In questa semplificazione, il coefficiente K di Schneider è convenzionalmente 400 per gli alberi vecchi, 600 per gli alberi maturi e 800 per quelli giovani. Il coefficiente K di Schneider è quindi correlato all'età dell'albero.

In questo studio abbiamo verificato se la senescenza dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.) è il fattore principale che influisce sulla riduzione dell'altezza e se la dimensione degli alberi ha un ruolo significativo in questo processo. Abbiamo anche riconsiderato l'uso dei coefficienti K di Schneider e la loro eventuale assegnazione in relazione alla dimensione dell'albero. In Italia e in molte regioni europee, l'abete bianco è tra le specie autoctone in grado di raggiungere le altezze più considerevoli. Lo studio è stato realizzato nel bosco "Archiforo" (Parco regionale delle "Serre"), nell'Appennino meridionale (Regione Calabria). Il popolamento esaminato è una foresta di abete bianco che si estende per circa 800 ettari e si trova a un'altitudine di circa 1150 m s.l.m. Le indagini sul campo sono state condotte in tre lotti che si estendono per 0,2 ha. È stato misurato il diametro a petto d'uomo (dbh) di tutti gli alberi con dbh > 12,5 cm. Successivamente, adottando un campionamento casuale stratificato, sono stati selezionati 100 alberi. Questi sono stati abbattuti e ne è stata misurata l'altezza totale, gli incrementi di altezza, il diametro a petto d'uomo e gli incrementi radiali di dbh. Sono state quindi realizzate analisi di correlazione e regressione (relazioni tra incremento di diametro e diametro, relazioni tra incremento di altezza e altezza, relazione altezza-diametro a diverse età, analisi di correlazione tra età dell'albero e incremento di altezza, ecc.).

I risultati hanno mostrato che la correlazione tra età dell'albero e incremento di altezza non è sempre significativa in questa specie. Per questo motivo, ipotizziamo che l'età degli alberi studiati possa non sempre spiegare la diminuzione dell'incremento di altezza. I risultati ottenuti supportano l'ipotesi che la diminuzione osservata possa essere influenzata principalmente dalle dimensioni dell'albero, che spiega la limitazione dell'incremento di altezza negli anni. In Italia e nella Regione alpina, i gestori forestali considerano l'età degli alberi il principale fattore che influenza la relazione tra incremento dell'altezza e altezza dell'albero e tra incremento di diametro e diametro a petto d'uomo. Questo aspetto richiede cautela, considerando che studi recenti hanno dimostrato che il tasso di crescita aumenta continuamente con la dimensione dell'albero.



Suggeriamo pertanto che i valori K debbano essere assegnati in funzione della dimensione individuale dell'albero. Ciononostante, i cambiamenti legati alla dimensione nella crescita non si traducono direttamente in variazioni di produttività a livello di popolamento; è necessario considerare diverse scale spaziali (da singolo albero a popolamento) per una rappresentazione accurata della mortalità degli alberi e della produttività delle foreste.

### ***Is tree senescence the main factor inducing the reduction of height increment in silver fir?***

**Keywords:** Calabrian Apennines; dendro-auxometry; height increment; silver fir; old trees; tree mortality.

In recent years, many studies have focused on the mechanisms regulating the maximum height that trees are able to reach: many factors limit tree height when tree age increase. Among the others, the overall efficiency of the water transport system has a great importance in determining the maximum tree height, which can be compensated by changes in the leaf area to sapwood area ratio. The issue is of great ecological and silvicultural importance since future growth and carbon accumulation of trees will depend on their ability to modify their phenotype in response to environmental change. Nevertheless, in silvicultural manuals, a critical approach rarely emerges on the reasons why height increment reduces as the tree senesces. The usually highlighted negative correlation between height increment and tree age can be misleading and lead to even significant errors in the evaluation of forest stand productivity (in terms of volume or biomass). Indeed, most methods applied for estimating the current annual increment are based on the inverse relationship between height increment and tree age. For example, in order to provide tree growth estimates, using the so called “forest inventory by compartments”, the simplification proposed by Schneider is usually applied. In this simplification, the Schneider’s coefficient K is conventionally 400 for old trees, 600 for mature trees and 800 for young trees. The Schneider’s coefficient K is then related to tree age.

In this study we tested whether senescence of silver fir (*Abies alba* Mill.) is the main factor affecting the reduction in height increment, and if tree size has a significant role in this process. We have also reconsidered the use of the Schneider K coefficients, testing if they should be assigned in relation to tree size. Silver fir is among the tallest native tree species in Italy and many other regions of Europe. The study was realized in the “Archiforo” forest (“Serre” Regional Park), in southern Apennines (Calabria Region). The investigated stand is a silver fir high forest extending approximately 800 ha and located at an altitude of about 1150 m a.s.l.. Field surveys were carried out in three plots extending 0.2 ha. The diameter at breast height (dbh) of all the trees with dbh >12.5 cm was measured. Through a stratified random sampling, 100 trees were selected. All these trees were felled and the total tree height, height increments, dbh and stem radial increments were measured. The analyses mainly focused on correlation and regression analyses (i.e., relationship between diameter and diameter increase, height and height increase, and the tree height-diameter relationship at different ages, correlation analysis between the tree age and the height increment, etc.).

Results showed that the correlation between tree age and height increment is not always significant in this species. For this reason, we hypothesize that tree age may not always explain the decrease in height increment. These results provide support to the hypothesis that the observed decrease can be mainly influenced by tree size. Moreover, changes in tree size explained the limitation in height increment through years. In Italy and the Alpine Region, forest managers consider tree age the main driver of the relationship between height increment and tree height and between diameter increment and stem diameter, which warrants caution in view of the recent observation that mass growth rate increases continuously with tree size. We suggest that K values are to be assigned as a function of individual tree size. Nevertheless, size-related changes in individual tree growth does not directly translate into altered stand-level productivity, and several scales of organization (individual tree to forest stand) must be considered for accurate representation of tree mortality and forest productivity.

\*\*\*





### **S. 1.14 Revisione delle esigenze ecologiche per le principali specie forestali in Italia mediante l'analisi di dati empirici sulla loro distribuzione derivante da fonti inventariali**

Matteo Pecchi, Maurizio Marchi, Francesca Giannetti, Iacopo Bernetti, Marco Bindi, Marco Moriondo, Fabio Maselli, Piermaria Corona, Davide Travaglini, Gherardo Chirici

**Parole chiave:** clima; gestione forestale sostenibile; analisi spaziale; monitoraggio forestem; fattori climatici.

Le future dinamiche delle specie e ecosistemi forestali sono dipendenti dagli impatti dei cambiamenti climatici e alle strategie di gestione. I principali effetti del cambiamento climatico riguardano un possibile spostamento dei valori climatici medi, oltre a questo una variazione nella frequenza, intensità, durata e tempistica di eventi estremi. Il principale scopo di questo lavoro è quello di determinare e di descrivere le esigenze climatiche delle principali specie forestali in Italia. Mentre le informazioni spaziali a livello d'albero sono state ricavate dall'inventario forestale nazionale, i fattori climatici sono stati ottenuti da recenti mappe climatiche disponibili a livello nazionale. Questi dati sono stati quindi usati per descrivere la distribuzione geografica delle principali 19 specie arboree sulla base delle attuali condizioni climatiche. Infine un nuovo database riportante nuovi intervalli ecologici è stato proposto. I risultati ottenuti sono stati quindi raffrontati con l'esistente letteratura per valutare l'esistenza di possibili discrepanze al fine di consentire una revisione delle politiche di gestione forestale nazionale.

I risultati sottolineano che gli intervalli proposti in letteratura sono abbastanza idonei nel descrivere le esigenze medie delle specie; in particolare i valori estremi (massimo e minimo) proposti risultano essere scarsamente supportati dall'evidenza empirica. Questa situazione rappresenta un importante problema per i gestori delle foreste essendo i margini della distribuzione zone chiave dove i cambiamenti climatici sono attesi essere più forti e difficilmente prevedibili e in particolare per l'Italia, paese che è situato ai margini geografici dell'Europa. Pertanto i nuovi intervalli proposti potrebbero rappresentare un importante punto di partenza per la spazializzazione delle variabili forestali. In abbinamento con informazioni riguardo la biomassa o altre informazioni ancillari, queste informazioni possono essere impiegate per identificare le zone ecologiche ottimali per poter così far fronte alle esigenze locali o nazionali e quindi alla produzione di mappe con alto livello di risoluzione. Infine, ulteriori esempi di potenziali servizi forniti dalle foreste sono costituiti dalla produzione di legname e da hotspot di conservazione, anch'essi probabilmente minacciati dagli effetti dei cambiamenti climatici.

#### ***Review of the ecological needs for the main forest species in Italy through the analysis of empirical data on their distribution deriving from inventory sources***

**Keywords:** climate; sustainable forest management; spatial analysis; forest monitoring; ecological drivers.

The future dynamics of forest species and ecosystems are dependent on climate change impacts and are related to forest management strategies. The main expected effects of climate change are a possible shift on average climatic values as well as variation in frequency, intensity, duration and timing of extreme events. The main aim of this work is to determine and describe the climatic requirements of forest tree species in Italy. While spatial tree-level data were retrieved from the National forest inventory, ecological drivers were extracted from the most recent maps of climatic variables available at national level. Data were analysed to describe the geographic distribution of the main nineteen tree species on the basis of current climate conditions. Finally, a novel dataset with new ecological ranges of the analysed species was proposed. Results were compared to existing literature to assess possible discrepancies and to allow a further review of national forest management policies.

Results highlighted that while the range proposed in literature turned out to be fairly adequate to describe the average requirements of the tree species, in particular extreme values (maximum and minimum) were available but poorly supported by empirical evidences. Indeed, this represents an important issue for forest managers, being the margins of a distribution the key "zones" where climate change effects are expected stronger and unpredictable and in particular for Italy, country considered located at the geographic margin of Europe. Therefore, the proposed new ranges might be an important starting point to spatialization of forest variables. In fact, in combination to biomass stock and ancillary information this information can be used to identify optimum ecological zones to deal with local or national needs and so to realized map of



forest at high level of resolution. Finally, timber production and biodiversity hotspots are further examples of potential services delivered by forests and probably threatened by climate change effects.

\*\*\*

### **S.1 15 Il ruolo della gestione forestale sulla mitigazione dei cambiamenti climatici: un caso di studio in una pineta del Sud Italia**

Gaetano Pellicone, Alessio Collalti, Corrado Biondo, Gabriele Buttafuoco, Tommaso Caloiero, Raffaele Froio, Mauro Maesano, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Nicola Ricca, Carlo Trotta, Antonella Veltri, Giorgio Matteucci

**Parole chiave:** ciclo del carbonio, gestione forestale; cambiamento climatico; adattamento; mitigazione.

Gli ecosistemi forestali coprono attualmente gran parte della superficie terrestre libera dai ghiacciai e rivestono un ruolo importante per la mitigazione del riscaldamento climatico dovuta essenzialmente all'assorbimento di grandi quantità di CO<sub>2</sub> considerando inoltre, che circa la metà dei serbatoi di carbonio terrestre si trova nelle foreste: sotto forma di boschi in piedi, sostanza organica (legno morto) e terreno. Una conoscenza approfondita dei processi che controllano le dinamiche del ciclo del carbonio durante lo sviluppo di una foresta in risposta ai cambiamenti climatici è quindi fondamentale per migliorare la nostra comprensione sulla mitigazione del clima terrestre. In questo contesto la modellistica forestale è un approccio sempre più utilizzato dagli ecologisti, con la finalità di trasferire le conoscenze alla comunità forestale interessata, attraverso lo sviluppo e l'implementazione di scenari futuri determinanti questi ultimi per il supporto decisionale. L'obiettivo di questo studio è di analizzare i probabili impatti dei cambiamenti climatici e le diverse pratiche di gestione sui flussi di carbonio e sull'accrescimento di una pineta situata in un bacino sperimentale della Sila Greca (Italia meridionale). Il bacino idrografico ha una superficie di 1,39 km<sup>2</sup>, un'altezza media di 1131 m s.l.m., con una copertura di oltre il 90%. La tipologia forestale dominante è rappresentata da rimboschimenti di pino calabrese (*Pinus laricio* Poiret) di 60-70 anni, la cui origine è sia naturale che artificiale. I flussi di carbonio sono misurati dal maggio 2003 con una torre di flusso eddy-covariance installata in concomitanza dei progetti CarboEuroflux-CarboItaly. L'analisi sperimentale è stata implementata attraverso la simulazione di tre diversi scenari di pianificazione forestale utilizzando il modello di processo 3D-CMCC-CNR e valutata nel tempo in relazione ai flussi e allo stock di carbonio (produzione primaria lorda e netta, stock di carbonio, respirazione autotrofa). Il modello simula diversi aspetti degli ecosistemi forestali a diverse scale spaziali e temporali, considerando i principali processi eco-fisiologici delle foreste e i fattori chiave che controllano i cicli di carbonio e acqua. Questo studio si è concentrato sull'analisi del diverso comportamento della foresta in diversi regimi di diradamento e lunghezza del turno (gestione di riferimento: con turno a 90 anni, intervallo di diradamento di 15 anni e intensità di diradamento del 25% e tre diverse varianti rispetto alla gestione forestale di riferimento) confrontati con la foresta non sottoposta a diradamento in termini di variazione temporale dello stock di carbonio e produzione primaria netta (NPP). Le simulazioni sono state condotte in tre diversi scenari di forzanti climatiche (clima di riferimento, RCP4.5, RCP8.5, con o senza effetti di concentrazione di CO<sub>2</sub>). I risultati mostrano una progressiva riduzione della copertura forestale attraverso il diradamento che potrebbe conferire effetti benefici sulla crescita e lo sviluppo delle piante rimaste in piedi. Nonostante la gestione, riducendo l'area delle chiome, determini una diminuzione complessiva della fotosintesi totale, allo stesso tempo può ridurre la competizione di luce, acqua e sostanze nutritive, contribuendo di conseguenza ad aumentare la produzione primaria netta degli ecosistemi forestali. Successivamente l'analisi si focalizza sullo stock di carbonio e sulle dinamiche di NPP confrontando diverse opzioni di gestione forestale. Dall'analisi è emerso che il fattore che determina un aumento della produttività della foresta è la lunghezza del turno, in particolare i risultati hanno mostrato che un suo aumento ha effetti benefici non solo sullo stock ma anche sul sequestro di carbonio. Per l'area mediterranea e per le foreste di conifere, un'attenta gestione forestale caratterizzata da una lunghezza ottimizzata del turno, da intervalli di diradamento e intensità può fornire un'assimilazione del carbonio paragonabile a quella di una foresta indisturbata massimizzando, allo stesso tempo, anche lo stock di carbonio totale. Ciò conferma l'importanza delle pratiche di gestione forestale sostenibile, che non solo garantiscono la massimizzazione ottimale della produzione di legname, ma potrebbero anche avere il potenziale per garantire l'ottimizzazione di molteplici servizi ecosistemici.



## ***The role of forest management on climate change mitigation: A case study in a pine forest in South of Italy***

**Keywords:** carbon cycle; forest management; climate change; adaptation; mitigation.

Forest ecosystems cover the large part of ice-free land surface among all terrestrial ecosystems and have a major role in the mitigation of global change because they absorb large amount of CO<sub>2</sub> and about half of the terrestrial carbon sink is located in forests: aboveground forests, belowground in dead wood, litter, and soils. Understanding better carbon dynamics during stand growth and development in relation to climate change in Mediterranean areas is an important research issue. Modelling forests growth and development is increasing to support decision-makers and to provide guidelines to stakeholders and interested forest community. The main objective of this study is quantify the likely impacts of climate change and different management practices on carbon fluxes and growth of a pine forest located in southern Italy. The study area is a catchment 1.39 km<sup>2</sup> large, at a mean elevation of 1131 m a.s.l., and mostly covered (90%) by forest stand. Stands are mainly constitute by natural and artificial Calabrian pine (*Pinus laricio* Poiret) forest 60-70 years old. Since May 2003, forest-atmosphere flux exchanges have been measured using an eddy-covariance flux tower (CarboEuroflux-CarboItaly projects). The experimental design was based on simulating three different forest planning scenarios using the 3D-CMCC-CNR FEM process model, and evaluated over time with respect to carbon fluxes and stock variables (i.e. Gross and Net Primary Production, Carbon Stock, Autotrophic respiration). The model simulates different aspects of forest ecosystems at different spatial and temporal scales considering the main eco-physiological forest processes and the key factors controlling carbon and water cycles. This study focused on analysing different behaviour of forest under different thinning and harvesting regimes (reference management: rotation: 90 yrs; thinning interval: 15 yrs; thinning intensity: 25%; three different variance of the reference were tested) compared with the “unthinned” forest in terms of temporal variation of C- woody stock and Net Primary Production (NPP). The simulations were performed under three different climate-forcing scenarios (reference climate, RCP4.5, RCP8.5, with or without CO<sub>2</sub> concentration effects). Results show that a progressive reduction in forest cover through thinning is likely to confer beneficial effects on the growth and the development of the remaining plants. Even though management reduces foliar area and determines an overall decrease in total photosynthesis, at the same time it can reduce competition for light, water and nutrients, consequently contributing to increase NPP of forest ecosystems. Secondly, the analysis focused on the C-woody stock and NPP dynamics by comparing several forest management options. From such an analysis, it emerged that the factor that determines an increase in productivity of the forest is the rotation period length. In particular, the results showed that an increase in rotation length has beneficial effects not only on the carbon stock but also on carbon sequestration. This would suggest that, for Mediterranean area and for conifer forests, careful forest management characterized by optimised rotations length, thinning intervals and intensities may provide a carbon assimilation comparable to unthinned forests and, at the same time, maximizing the total carbon stock. Results confirm the important role of sustainable forest management practices in the potential ecosystem services besides to maximize timber production.

\*\*\*

**S. 1.16 Cambiamenti climatici, acclimatazione, adattamento e plasticità fenotipica dei tratti funzionali dello xylema: sono forse le spesso trascurate risorse di carbonio che regolano il meccanismo di tradeoff tra sicurezza ed efficienza idraulica?**

Giai Petit

**Parole chiave:** acclimatazione; adattamento; efficienza idraulica; sicurezza idraulica; cambiamenti climatici.

Il cambiamento climatico sta producendo una pressione senza precedenti sugli ecosistemi forestali. In particolare, l'aumento delle temperature e la crescente frequenza di eventi di siccità prolungati ed estremi rappresentano la principale fonte di stress per gli ecosistemi forestali a scala globale. Negli ultimi decenni, episodi di declino delle foreste sono stati osservati con frequenza crescente in tutto il mondo, con alberi di grandi dimensioni più comunemente soggetti a fenomeni di perdita del cimalee mortalità. È una convinzione consolidata che modificazioni plastiche di tratti anatomici dello xilema mirano a migliorare la resistenza



contro la formazione di embolia in condizioni di siccità, mentre l'aumento dell'efficienza idraulica (cioè la conduttanza) è favorito in condizioni più umide. Si è riscontrato che la vulnerabilità alla formazione di embolia diminuisce all'aumentare delle dimensioni del condotto xilematico e della densità e dimensioni delle loro punteggiature, mentre la connettività dei vasi xilematici nel legno delle angiosperme sembrerebbe svolgere un ruolo importante per l'efficienza e la sicurezza idraulica. Tuttavia, studi recenti hanno evidenziato che i tratti funzionali xilematici variano in modo assiale e che la maggior parte dei dati di letteratura trascurano sostanzialmente questi pattern, avendo così contribuito ad una conoscenza consolidata sulla base di risultati distorti. In particolare, le relazioni struttura-funzione si basano su esperimenti che confrontano piante di diverse dimensioni o tassi di crescita, ed i protocolli comunemente usati per estrarre campioni dalla base del fusto o da rami della stessa età semplicemente trascuravano i pattern anatomici assiali intrinseci e stabili, portando verosimilmente a "evidenze" errate su come i tratti funzionali xilematici rispondono all'ambiente, ad esempio i condotti dello xilema sono più larghi in condizioni più umide e più stretti in condizioni più asciutte. Con questo contributo presenterò una quadro in base al quale emerge come la plasticità fenotipica dello xilema deriva dall'esigenza della pianta di coordinare i requisiti idraulici di sicurezza ed efficienza con l'impatto che il costo di queste modifiche anatomiche ha sul bilancio del carbonio di un singolo individuo. In questo contesto, lo sviluppo ontogenetico degli alberi deve essere considerato come una fonte di limitazioni del carbonio, poiché una maggiore quantità di carbonio deve essere investito nella nuova biomassa xilematica per coprire l'aumento della lunghezza del percorso dalle radici alle foglie. Mostrerò che gli alberi si sono evoluti per coordinare un tale investimento nella biomassa xilematica corrente con la transizione da alburno a durame, in modo che più alburno possa essere mantenuto funzionale con una riduzione dell'allocazione annuale in xilema. Ma mostrerò anche che gli alberi di grandi dimensioni economizzano ulteriormente i costi di carbonio per la produzione di nuovo xilema conduttivo producendo condotti più larghi ma in minore quantità, con il pericoloso effetto collaterale di diventare più vulnerabili alla formazione di embolia e quindi meno resistenti allo stress da siccità. In un processo di sviluppo in cui è disponibile meno carbonio con l'aumentare delle dimensioni degli alberi, quale tipo di modifiche plastiche dello xilema sarà indotto da un'ulteriore riduzione della disponibilità di carbonio legate all'effetto negativo dalla siccità sugli scambi gassosi? Mostrerò esempi in cui le specie che incontrano stress da siccità durante il loro sviluppo rispondono a questo stress idrico producendo meno condotti xilematici ma più larghi, con conseguenze potenzialmente negative sulla sicurezza idraulica. Il processo di acclimatazione di alberi in fase di sviluppo all'aumento della siccità è probabilmente regolato dalla disponibilità di risorse di carbonio per la produzione di un'architettura idraulica xilematica caratterizzata da una capacità conduttiva minima in grado di sostenere la necessaria traspirazione e fotosintesi fogliare per raggiungere un bilancio di carbonio positivo e quindi garantire la sopravvivenza. In caso di stress idrico, è massimizzata l'efficienza dello xilema e non la sua sicurezza, con conseguente maggiore esposizione delle piante ad un rischio più elevato di collasso idraulico (hydraulic failure) per formazione di embolia. Al contrario, discuterò che le specie ben adattate agli ambienti aridi possono più facilmente coordinare gli accrescimenti primario e secondario per massimizzare la sicurezza idraulica, e questo suggerirebbe quindi che la plasticità fenotipica dei tratti funzionali dello xilema probabilmente segue schemi opposti nei processi di adattamento individuale e adattamento specifico alla variabilità ambientale.

***Climate change, species' acclimation, adaptation and phenotypic plasticity of xylem functional traits: is carbon the neglected ruler of the hydraulic safety vs. efficiency tradeoff?***

**Keywords:** acclimation; adaptation; hydraulic safety; hydraulic efficiency; climate change.

Climate change is producing an unprecedented pressure on forest ecosystems. In particular, the increasing temperatures and the increasing frequency of prolonged and severe drought events represent the major source of stress for forest ecosystems worldwide. In the last decades, episodes of forest decline have been observed with increasing frequency worldwide, with big sized trees most commonly subjected to phenomena of top dieback and mortality.

It is an established belief that plastic changes of xylem anatomical traits are aimed to enhance the resistance against embolism formation under drought conditions, whereas the increase in hydraulic efficiency (i.e., conductance) is favoured under moister conditions. Vulnerability to embolism formation has been found to decrease with increasing xylem conduit size and their pit density and dimensions, whereas the connectivity





of xylem vessels in angiosperm wood has been proposed to play an important role for both a higher hydraulic efficiency and safety. However, recent studies highlighted that xylem functional traits vary axially and that most literature data substantially neglect these patterns, thus possibly leading to an established knowledge based on biased results. In particular, structure-function relationships are based on experiments comparing plants of different sizes or growth rates, and the commonly used protocols of extracting samples from the stem base or branches of same age simply neglected the intrinsic and stable axial anatomical patterns, leading to potentially wrong “evidence” on how xylem functional traits respond to the environment, e.g. xylem conduits are larger in moister and narrower in drier conditions.

With this contribution, I will present a framework according to which xylem phenotypic plasticity originates from the plant's need of coordinating the hydraulic requirements of safety and efficiency with the impact that the cost of these anatomical modifications have on the individual carbon balance. In this framework, the tree ontogenetic development must be considered itself a source of carbon limitations, as more carbon must be invested into the new xylem biomass to cover the increased root-to-leaf path length. I will show that trees evolved to coordinate such an investment into the current xylem biomass with the sapwood transition into heartwood, so that more sapwood can be maintained functional with decreasing annual allocation to xylem. But also I will show that larger trees further economize the carbon costs for new conductive xylem can be obtained by producing less but wider conduits, with the perilous side effect of becoming more vulnerable to embolism formation and thus less resistant to drought stress.

In a developmental process where less carbon is available with increasing tree size, what type of xylem plastic modifications will be induced by a further reduction in carbon availability following drought induced limitations to gas exchanges? I will show examples where species encountering drought stress during their development respond to this hydraulic stress by producing less but wider xylem conduits, with potentially negative consequences on safety against embolism formation.

The process of acclimation for living trees to increasing drought is likely regulated by the availability of carbon resources for producing a xylem hydraulic architecture of a minimum conductive capacity to sustain the necessary leaf transpiration and photosynthesis to attain a positive carbon balance and survival. Xylem efficiency and not safety is maximized under water shortage, exposing plants to a higher risk of hydraulic failure by embolism formation. On the contrary, I will discuss that species well adapted to dry environments more easily can coordinate primary and secondary growth to maximize the safety against embolism formation in drier environments, thus suggesting that phenotypic plasticity of xylem functional traits likely follow opposite patterns in the processes of individual acclimation vs. species adaptation to environmental variability.

\*\*\*

### **S. 1.17 Gli alberi vetusti un patrimonio naturale, ambientale e culturale: il caso del pino loricato del Pollino**

Gianluca Piovesan, Michele Baliva, Marco Borghetti, Orazio Ciancio, Giuseppe De Vivo, Alfredo Di Filippo, Tiziana Gentilesca, Giuseppe Melfi, Andrea Piotti, Emanuele Presutti Saba, Francesco Ripullone, Angelo Rita, Aldo Schettino, Giuseppe Vendramin

**Parole chiave:** longevità, alberi vetusti, pino loricato, biologia della conservazione, dendroecologia

La conservazione degli alberi vetusti sta divenendo sempre più un tema prioritario nelle politiche ambientali anche a causa di diverse minacce antropiche. Si tratta di un problema che necessita innanzitutto di complessi approfondimenti scientifici finalizzati a comprendere la biologia e l'ecologia degli alberi negli stadi ontogenetici avanzati e, allo stesso tempo, a sviluppare adeguati programmi di tutela e conservazione degli alberi vetusti. Il Parco Nazionale del Pollino in collaborazione con Università e Istituti di ricerca ha da tempo intrapreso diverse linee di indagine finalizzate allo studio e tutela degli alberi vetusti. Nello specifico, l'Ente Parco Nazionale del Pollino ha promosso negli ultimi anni una significativa attività di ricerca sugli alberi e le popolazioni di pino loricato (*Pinus leucodermis* Ant.). Si tratta, infatti, dell'emblema del Parco, un vero e proprio patrimonio di alberi longevi che raggiungono ragguardevoli età in habitat di particolare interesse naturalistico. Questa attività di ricerca si sta sviluppando attraverso due azioni principali: a) come la specie più longeva d'Europa si adatta al cambiamento del clima - indagini genomiche ed ecofisiologiche; b) indagini



dendrocronologica e dendroecologia su habitat di rupe: ai limiti della longevità degli alberi in Europa. I primi risultati stanno rivelando un contingente ragguardevole di individui millenari tra cui spicca Italus, l'albero scientificamente datato più vecchio d'Europa. Lo studio delle informazioni racchiuse negli anelli di crescita sta rivelando le condizioni stagionali alla base della longevità nonché interessanti ricostruzioni delle variazioni di uso del territorio e ambientali che hanno interessato il Massiccio del Pollino. Con riferimento agli ultimi decenni le popolazioni altomontane stanno mostrando una ripresa degli incrementi, molto sorprendente soprattutto perché presente anche negli alberi millenari. All'estremo opposto del gradiente altitudinale i pini loricati mostrano interessanti capacità di acclimatazione ai cambiamenti climatici. Tali risposte dendroclimatologiche sono attualmente oggetto di approfondimenti ecofisiologici e genetici. Il Parco Nazionale del Pollino si candida, quindi, a divenire un grande laboratorio naturale dove studiare la biologia e l'ecologia delle foreste lungo ampi gradienti ambientali e di impatto antropico contribuendo così allo sviluppo sostenibile con particolare riferimento alla conservazione delle foreste in Europa.

\*\*\*

### S. 1.18 Mortalità e danni alle foreste causati dalla siccità e ondate di calore nell'estate 2017 in Italia

Martina Pollastrini, Filippo Bussotti, Giovanni Iacopetti, Nicola Puletti, Walter Mattioli, Federico Selvi

**Parole chiave:** siccità; defogliazione; mortalità degli alberi; mortalità della foresta; resilienza.

Negli ultimi decenni episodi di siccità sono diventati sempre più frequenti e con maggiore intensità. Nell'estate del 2017 nelle regioni dell'Italia centrale si sono verificati eventi siccitosi e ondate di calore, con temperature massime giornaliere oltre i 40 °C ripetute per diverse settimane, provocando problemi di approvvigionamento idrico, danni alle coltivazioni e alle foreste.

Gli effetti di questi eventi climatici estremi compromettono lo stato di salute delle foreste, con modalità diverse a seconda delle tipologie forestali, delle specie interessate, della struttura del soprassuolo e delle sue capacità di resistenza e resilienza. A partire da metà luglio sono stati osservati gli impatti della siccità e ondate di calore verificatesi nel 2017 in specie forestali, come imbrunimenti e disseccamenti fogliari e dei rametti nelle latifoglie decidue e la perdita precoce delle foglie a partire dal mese di agosto. Nelle latifoglie sempreverdi sono stati osservati disseccamenti diffusi delle chiome.

Questo contributo descrive i risultati di una analisi preliminare condotta in Toscana, basata su osservazioni in campo e da remote sensing, utilizzando i seguenti approcci di lavoro:

- (i) l'elaborazione di mappe dello stato di salute delle tipologie forestali studiate, attraverso l'analisi delle proprietà riflettenti delle chiome. L'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation index) e le bande spettrali del satellite Sentinel 2 (NIR, RedEdge 3, RedEdge 4) sono stati analizzati per i popolamenti forestali danneggiati e non danneggiati per ogni specie studiata;
- (ii) l'analisi dei carboidrati non strutturali e la loro dinamica stagionale nei tessuti legnosi dei rametti in alberi danneggiati e non danneggiati per ciascuna delle specie indagate;
- (iii) la valutazione della resilienza nelle specie sempreverdi, attraverso l'osservazione della loro capacità di sostituire la porzione di chioma danneggiata con nuovi ricacci e foglie.

I danni sono stati studiati in boschi di faggio (*Fagus sylvatica* L.), roverella (*Quercus pubescens* Willd.), cerro (*Quercus cerris* L.) e leccio (*Quercus ilex* L.) situati rispettivamente nelle aree appenninica, collinare e mediterranea della regione. Gli effetti più forti della siccità e delle ondate di calore sono stati osservati in popolamenti situati nelle zone a maggiore altitudine (zona di crinale), con esposizione sud e su suoli superficiali, poco sviluppati, come quelli calcarei e su serpentini. Le specie decidue studiate sono state colpite da una forte defogliazione della chioma, senza mostrare segni di mortalità, mentre nelle specie sempreverdi sono stati osservati diffusi e consistenti disseccamenti della chioma e morte di alberi. Defogliazione, disseccamenti fogliari e dei rami e mortalità di numerosi individui sono stati osservati anche in specie resistenti alla siccità tipiche della macchia mediterranea, come *Arbutus unedo* L., *Phyllirea latifolia* L., *Erica arborea* L. e in specie erbacee perenni.

L'entità, l'intensità e la distribuzione spaziale dei danni osservati nelle specie arboree decidue e sempreverdi studiate evidenziano un ruolo importante delle condizioni stagionali, tra cui la pendenza, la natura del substrato roccioso, la profondità del suolo e la sua capacità di ritenuta idrica, nella diffusione dei danni e mortalità degli



alberi. L'analisi di questi fattori ambientali permette la creazione di mappe del rischio e vulnerabilità delle foreste agli eventi climatici estremi. Questo è il presupposto per lo sviluppo e l'applicazione di nuove strategie gestionali mirate alla riduzione del rischio legato all'impatto dei cambiamenti climatici sulle foreste.

### **Forest dieback and tree mortality related to extreme drought and heat waves in summer 2017 in Tuscany**

**Keywords:** drought; defoliation; tree mortality; forest dieback; resilience.

The reports of forest die-off events triggered by dry spells have increased significantly in the last decades. During summer 2017, central Italy was hit by intense drought and heat waves, with temperature peaks over 40°C. Starting from mid July, impacts on forest trees were observed such as leaf discolouration, desiccation and, in August, early foliar shedding in deciduous broadleaf tree species and diffuse desiccation of leaves and branches in evergreen broadleaf species.

This study describes the results of preliminary analyses of these impacts in Tuscany (central Italy), based on field observations and remote sensing surveys. To this purpose we adopted three different approaches:

- (i) mapping of drought-induced forest damage, by means of the analysis of reflectance canopy properties. The Normalized Difference Vegetation index (NDVI) and Sentinel 2 spectral bands (NIR, RedEdge 3, RedEdge 4) were evaluated for drought-affected and unaffected forest stands for each forest type studied;
- (ii) analysis of non-structural carbohydrates content in woody tissues (small branches and twigs) in drought-damaged and non-damaged trees for the main species examined;
- (iii) evaluation of the resilience of evergreen sclerophyllous species, by analyzing their capacity to produce new shoots and leaves from the damaged crown.

Beech (*Fagus sylvatica* L.), downy oak (*Quercus pubescens* Willd.), Turkey oak (*Quercus cerris* L.) and holm oak (*Quercus ilex* L.) forest stands, located respectively in the Apennines, hilly and Mediterranean areas of the region, were the forest ecosystems that suffered the major impacts. The strongest impacts were observed in the sites at the higher altitudes, south exposed and/or on poor soils, especially calcareous and serpentine soils. Remarkably, deciduous trees were affected by strong crown defoliation but, apparently, no mortality, whereas evergreen species showed foliar desiccation and large crown dieback. Crown defoliation, desiccation and tree mortality affected also drought-tolerant sclerophyllous shrubs, like *Arbutus unedo* L., *Phillyrea latifolia* L., *Erica arborea* L., and perennials herbs of the Mediterranean macchia.

The tree species that mostly suffered of the severe dry spell in 2017, and their distribution in Tuscany, suggest a relevant role of the site conditions (slope aspect, bedrock, soil properties as depth and capacity of water retention) in the occurrence and diffusion of forest dieback. The analysis of these factors allows to map the sensitivity and vulnerability of forests to extreme climate events. This is the premise for the development and application of new management strategies aimed at decreasing climate-induced risk and promoting forest resistance.

\*\*\*

### **S. 1.19 Le carte della potenzialità alla produzione del tartufo in Piemonte: strumenti di conoscenza nell'ambito della pianificazione territoriale per la salvaguardia e il recupero del patrimonio tartufigeno regionale**

Flavia Righi, Igor Boni, Fabio Giannetti, Matteo Giovannozzi, Federico Mensio

**Parole chiave:** tartufo; attitudine; cartografia; pianificazione; suolo.

Tra i prodotti forestali non legnosi uno dei più famosi e apprezzati nel mondo è sicuramente il tartufo. Per approfondire le conoscenze su questo prezioso fungo ipogeo (con valore di mercato elevatissimo) la Regione Piemonte ha intrapreso una serie di attività di studio, ricerca e sperimentazione applicata.

Un punto fondamentale di queste ricerche e sperimentazioni è la mappatura delle aree territoriali più adatte alla tartuficoltura.

Per questo è stato realizzato un primo strumento cartografico a livello di inquadramento regionale a scala 1: 250.000 ovvero, la Carta di attitudine alla produzione tartufigena per ognuna delle tre specie di tartufo: bianco pregiato, nero dolce e nero scorzone.



Con il progetto Verchamp, iniziato nel 2003 e terminato nel 2006, si è quindi aumentato il livello di dettaglio realizzando le Carte di attitudine di a scala 1:50.000 su tutto il territorio collinare piemontese che ricade quasi totalmente all'interno del Bacino Terziario (area collinare e di pianura).

Tale strumento è fondamentale per identificare le zone in cui la tartuficoltura è effettivamente sostenibile e dove l'impianto di piante micorizzate dà le maggiori possibilità di produzione.

La Regione Piemonte ha già sviluppato ulteriormente questo importante strumento per la conoscenza del territorio, realizzando a livello sperimentale per alcuni comuni le cartografie di attitudine a scala 1:10.000. La copertura a questa scala per tutti i comuni collinari piemontesi, permetterebbe di avere una piena conoscenza dei territori maggiormente atti alla coltivazione o naturalmente vocati alla produzione di tartufi, in modo da poter orientare proficuamente con la pianificazione territoriale sia la realizzazione di nuovi impianti di tartuficoltura che la tutela delle aree vocate. La tartuficoltura può essere un utile strumento di riqualificazione di aree in stato di abbandono o degradate mediante la realizzazione di una coltivazione ad elevata valenza ecologica e paesaggistica a cui si associa una buona capacità di produrre reddito; infatti oltre all'elevato valore di mercato del prodotto in sé, la produzione tartuficola può essere volano di un notevole indotto nel settore turistico-gastronomico se viene opportunamente promossa attraverso l'organizzazione di eventi e fiere con attività collegate (visite guidate alle tartufaie).

L'attitudine di un suolo alla produzione dei tartufi fa riferimento alla sua potenzialità intrinseca, in base alle sue caratteristiche fisiche, chimiche e stagionali e prescinde dalla presenza o meno di piante tartufigene, dalla copertura o dall'uso del suolo. Le Carte di potenzialità alla produzione dei tartufi non individuano quindi le zone in cui i tartufi sono sicuramente presenti, distinguendole da quelle in cui non è possibile trovarli, bensì delimitano sul territorio le aree ove si trovano suoli che, in base alle loro caratteristiche fisico-chimiche e stagionali, sono più o meno atti ad ospitare piante tartufigene. Dal punto di vista metodologico, la redazione delle carte del tartufo rientra nella più ampia casistica della valutazione delle attitudini delle terre per usi specifici (land suitability for specific uses) che comporta il confronto tra i particolari requisiti dell'uso prescelto con le caratteristiche di qualità delle terre a livello di singola Unità Tipologica di suolo. L'attribuzione della classe di attitudine si riferisce quindi alla tipologia pedologica prevalente, in termini di distribuzione areale, all'interno di ciascuna Unità di Terre.

Le carte di attitudine alla produzione tartuficola alla scala 1:50.000, presentano alcune generalizzazioni poiché a questa scala non possono essere riportate le differenze microstagionali all'interno di ogni Unità e nemmeno le diverse esposizioni dei versanti. I documenti si prestano dunque ad essere utilizzati come indicazione generale; la valutazione di un pedologo, in campo, può portare ad aumentare o diminuire localmente la classe di attitudine in base ad indagini pedologiche di dettaglio e delle condizioni microstagionali.

Questi documenti cartografici sono concepiti infatti per fornire elementi di conoscenza più approfonditi nell'ambito della pianificazione territoriale, in particolare delle aree marginali, in un'ottica di salvaguardia e di recupero del patrimonio tartufigeno regionale e per indirizzare in modo mirato la realizzazione di nuovi impianti tartufigeni. La sezione Foreste del sito web regionale è stata aggiornata con le nuove carte di attitudine alla produzione tartuficola. Le carte sono disponibili sul Geoportale Piemonte, a cui si può accedere dalla pagina Tartufi e Tartuficoltura.

\*\*\*

### **S.1.20 Studio del ruolo delle chiome sulle deposizioni azotate nelle foreste montane tramite fertilizzazione sopra-chioma con 15N**

Gregor Trafoier, Anna Bortolazzi, Ventura Maurizio, Pietro Panzacchi, Francesco Giammarchi, Giustino Tonon

**Parole chiave:** deposizioni azotate; ciclo dell'azoto; azoto marcato; intercettazione della chioma.

Negli ultimi decenni, l'emissione di azoto reattivo (Nr) in atmosfera è fortemente aumentata, causando un incremento delle deposizioni azotate, le quali possono avere diversi effetti sugli ecosistemi terrestri, compresi quelli forestali. Le foreste temperate e boreali in condizioni naturali sono infatti considerati limitati dalla disponibilità di azoto: perciò un aumento di Nr potrebbe portare ad un incremento della produttività forestale e all'accumulo di carbonio, con effetti positivi sul potenziale ruolo di mitigazione del cambiamento climatico delle foreste. Tuttavia sono state osservate anche diverse conseguenze negative dell'aumento di Nr, ad esempio l'acidificazione del suolo, la perdita di biodiversità ed elementi minerali, maggiori emissioni





di gas serra. Inoltre, deposizioni croniche di Nr possono portare alla saturazione azotata, che si osserva quando l'apporto di Nr supera il fabbisogno dell'ecosistema, causando potenzialmente il declino della produttività forestale. Dal momento che le deposizioni azotate sono costantemente in aumento, è necessario approfondire la ricerca per comprenderne in dettaglio le possibili conseguenze sulle foreste. Nella maggior parte degli esperimenti effettuati fino ad ora, le deposizioni azotate sono state simulate applicando trattamenti fertilizzanti direttamente al suolo. Questo approccio trascura però il ruolo della chioma che, come osservato da diversi studi, può influenzare l'efficienza dell'uso dell'azoto, oltre alla quantità e alla forma chimica delle deposizioni azotate che raggiungono il suolo.

Per questa ragione, nel 2014 è stato progettato un esperimento di manipolazione dell'azoto in una foresta sub-montana temperata di querce sita in provincia di Bolzano. Lo scopo è di valutare l'effetto delle deposizioni azotate su foreste temperate mediante l'applicazione di fertilizzazione aerea soprachioma (NAB) e comparandola con fertilizzazione applicata al suolo (NBL). Le fertilizzazioni vengono applicate mensilmente da maggio a settembre, per una quantità annuale corrispondente a 20 kg N ha<sup>-1</sup>. La fertilizzazione aerea viene applicata sopra le chiome, a 15-18 metri di altezza, a seconda dell'altezza degli alberi nei singoli plots, utilizzando irrigatori rotanti montati su pali telescopici installati al centro dei plots e azionati da una motopompa portatile.

Per seguire il destino dell'azoto distribuito con i diversi metodi fertilizzazione, nel luglio del 2016 è stata applicata una fertilizzazione con azoto marcato ( $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ). L'azoto marcato è stato tracciato all'interno dell'ecosistema mediante l'analisi dei diversi comparti (piante e suolo). A tal fine, sono stati effettuati due campionamenti della biomassa (foglie, lettiera, legno) e del suolo in due momenti diversi: 20 giorni e otto mesi dopo la fertilizzazione, rispettivamente a fine luglio 2016 e a marzo 2017. I campioni sono stati analizzati per determinare la firma isotopica dell'azoto ( $\delta^{15}\text{N}$ ) tramite uno spettrometro di massa isotopica collegato con un analizzatore elementare, e la quantità di N recuperato nei vari comparti è stata determinata mediante un bilancio di massa isotopico.

In entrambi gli approcci di fertilizzazione, la maggior parte dell'azoto marcato è stato ritrovato nel suolo. D'altra parte, il metodo di applicazione ha avuto un'influenza significativa sul destino dell'azoto nel breve termine. Infatti, rispetto al trattamento NBL, nel trattamento NAB una maggior quantità di azoto marcato è stata assorbita dai tessuti della pianta. Questi risultati sottolineano quanto sia importante considerare la chioma degli alberi negli esperimenti che simulano gli effetti delle deposizioni azotate sulle foreste. Tuttavia, considerata la natura cronica delle deposizioni azotate e la lentezza con cui le foreste possono rispondere a questo tipo di disturbo, solo gli esperimenti a lungo termine possono migliorare la nostra comprensione degli effetti delle deposizioni azotate sui sistemi forestali. Perciò questi risultati, sebbene innovativi, sono da considerarsi preliminari.

### ***The canopy interception on nitrogen deposition in mountain forests: results from an above-canopy fertilization with $^{15}\text{N}$***

**Keywords:** N deposition; N cycle; canopy interception; labelled nitrogen.

In the last few decades, the emission of reactive nitrogen (Nr) in the atmosphere through human activities has strongly raised, causing an increase in nitrogen (N) deposition, which has several potential effects on terrestrial ecosystems, including forests. The growth of temperate and boreal forests is considered to be limited by N and therefore the increasing availability of Nr may lead to an increase in forest productivity and C uptake with a positive feedback on climate change mitigation potential of forest ecosystems. However, different negative consequences of N deposition, such as soil acidification, nutrient deficit, loss of biodiversity and an increment in greenhouse gases emissions, were also reported. Chronic N deposition may also lead to N saturation, i.e. when the available N exceeds the biotic demand, leading to a possible decline in forest productivity. Since the rate of N deposition is still increasing, research is needed to understand its effects on forests. However, most of the studies performed so far have simulated N deposition by applying N fertilisation directly to the soil. This approach neglects the role of the canopy, which has been proved to influence the nitrogen use efficiency, other than the quantity and the chemical form of the N deposition reaching the soil.

For this reason, in 2014 a field-scale manipulation experiment was established in a temperate sub-mountain forest in Bolzano province, with the overall aim to evaluate the effects of nitrogen deposition on temperate forests by applying aerial N fertilization over the tree canopy (NAB) and comparing it to the fertilization



applied to the ground (NBL). The fertilizations are applied monthly from May to September and the total N added corresponds to 20 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. Aerial treatment is applied above the canopy, at 15 - 18 m height, depending on the tree height in the single plots, using rotating sprinklers mounted on telescopic masts installed in the centre of the plots and initiated by a portable motor pump.

To study the fate of the added N in both the fertilisation approaches, in July 2016 a fertilisation treatment was performed using isotopic labelled fertiliser (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub><sup>15</sup>NO<sub>3</sub>). Labelled N was tracked throughout the ecosystem by analysing its presence in the different ecosystem compartments (plants and soil). For this reason, samples of plant biomass (fresh leaves, leaf litter and wood) and soil were firstly sampled in July 2016, 20 days after the fertilization, and successively at the beginning of March 2017, eight months after the fertilisation. The samples were analysed for the <sup>15</sup>N isotopic signature (δ<sup>15</sup>N) with a continuous-flow isotopic ratio mass spectrometer coupled with an elemental analyser and the recovery of the added N was determined with an isotopic mass balance.

In both fertilization approaches, most of the labelled N was recovered in the soil compartment. However, in NAB treatment much more labelled N was accumulated in plant tissues than in NBL treatment. This finding points out the importance of considering tree canopy in experiments simulating the effect of N depositions on forest ecosystems. However, considering the chronic nature of the N deposition process and the slowness by which forest ecosystems can react to this type of perturbations, only manipulative long-term experiments can improve our understanding of the effect of N deposition on forest ecosystems, therefore these innovative results have a preliminary nature.

\*\*\*

### S. 1.21 L'impatto della gestione forestale e dei cambiamenti climatici in 3 foreste europee

Carlo Trotta, Corrado Biondo, Alessio Collalti

**Parole chiave:** modelli forestali; biomassa legnosa in piedi; ciclo del carbonio; gestione forestale; cambiamenti climatici.

Le foreste rappresentano circa il 90% della biomassa globale di carbonio e la capacità delle piante di fissare il carbonio dalla CO<sub>2</sub> atmosferica attraverso la fotosintesi è influenzata dall'interazione competitiva per la luce, l'acqua e le sostanze nutritive. La competizione può essere regolata dalla dinamica del popolamento e i termini per descrivere le interazioni sono: specie vegetali, dimensioni degli alberi, distribuzione per età, disposizione spaziale (verticale e orizzontale) e stratificazione della chioma degli alberi. Le principali pratiche selvicolturali (diradamento, raccolta e reimpianto) influenzano pesantemente la struttura del popolamento e il ciclo dei nutrienti, i tassi di decomposizione, i modelli di rigenerazione, ma anche la dinamica della struttura del popolamento. A causa della lunga durata di vita dei popolamenti forestali e della mancanza di esperimenti che coprano un periodo così lungo, uno strumento molto utile per comprendere l'effetto delle pratiche selvicolturali sulla struttura dei popolamenti e sulla dinamica del carbonio sono i modelli forestali. I modelli forestali prevedono l'astrazione delle dinamiche forestali reali in un ambiente concettuale che permette di riprodurre il comportamento dei sistemi. I modelli sono l'unico strumento per stimare l'effetto di questi diversi tipi di pratiche selvicolturali sul clima attuale e sui futuri scenari di cambiamento climatico. Per simulare gli effetti delle diverse pratiche di gestione e dei cambiamenti climatici sulla biomassa legnosa in piedi (SWB) e sugli incrementi è stato applicato il modello 3D-CMCC-CNR FEM (v.5.4 BGC) in tre diverse foreste europee coetanee gestite: una faggeta danese (*Fagus sylvatica* L.; Sorø) adulta (80 anni); una foresta finlandese di pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.; Hyytiälä) moderatamente giovane (28 anni) e una foresta ceca di abete rosso (*Picea abies* Karst.; Bílý Kříž) giovane (16 anni). I siti di studio sono stati selezionati in quanto le tre specie sono rappresentative dei tipi più comuni di specie di latifoglie e di conifere europee e partecipano al progetto di confronto intersettoriale di modello di impatto (ISIMIP). Per stimare gli effetti dei cambiamenti climatici le simulazioni prendono in considerazione un sottoinsieme di dati sugli scenari dei cambiamenti climatici (ESM: HadGEM2-ES; RCP 2.6 e RCP 8.5) tratti dall'iniziativa ISIMIP Fast Track (<https://www.isimip.org>, Warszawski et al., 2014). Si simulano la gestione business-as-usual (BAU) e diversi regimi di diradamento e raccolta e la loro



combinazione (rotazione BAU + / - 10 anni; intervallo di diradamento BAU + / - 5 anni; intensità di diradamento BAU + / - 10%) più la foresta "non gestita". L'effetto del cambiamento climatico è stato simulato per un periodo di circa 100 anni (1997-2099) e la tiratura totale per ciascun sito è stata di circa 56 (3 rotazioni \* 3 intervalli di assottigliamento \* 3 intensità di assottigliamento \* 2 RCP più 2 RCP in foresta "non gestita"). Le simulazioni di diverse pratiche di gestione in condizioni climatiche attuali possono aiutare le parti interessate ad aumentare la conoscenza della risposta degli ecosistemi alle attività umane e a stabilire l'effetto delle loro decisioni sul ciclo del carbonio e sulla biomassa nel breve periodo. Le simulazioni sotto il cambiamento climatico possono suggerire gli effetti della gestione nel mantenere, ridurre o aumentare il servizio di bacino di assorbimento / fonte di foresta nel medio e lungo periodo. I cambiamenti nei regimi di diradamento, di raccolta e di intensità di diradamento sono obbligatori per le foreste sostenibili e per aumentare la qualità e gli incrementi della biomassa legnosa.

### ***Impact of forest management and climate change in 3 European forests***

**Keywords:** forest models; standing woody biomass; carbon cycle; forest management; climate change.

Forests represent about the 90% of global biomass of carbon and the capability of plants to fix carbon from atmospheric CO<sub>2</sub> via photosynthesis is influenced by competitive interaction for light, water and nutrient. The competition can be regulated by the stand dynamics and the terms to describe interactions are: plant species, tree sizes, age distribution, spatial (vertical and horizontal) arrangement and tree canopy layering. The main silvicultural practices (e.g. thinning, harvest and replanting) heavily affect the stand structure and influence the nutrient cycling, decomposition rates, regeneration patterns, but also on stand structure dynamics. Due to the long lifespan of forest stands and lack in experiment covering such long time period, a very useful tool to understand the effect of silvicultural practices on stand structure and carbon dynamic are the forest models. The forest models involve the abstraction of real forest dynamics in a conceptual environment which allows the systems behavior to be reproduced. The models are the only tool for estimating the effect of such different types of silvicultural practices under current climate as well as under future climate change scenarios. To simulate the effects of different management practices and climate change on Standing Woody Biomass (SWB) we apply the model 3D-CMCC-CNR FEM (v.5.4 BGC) at three different even-aged, managed, European forests: an adult (80 years old) Danish temperate European beech forest (*Fagus sylvatica* L.; Sorø); a moderately young (28 years old) Finnish boreal Scots pine forest (*Pinus sylvestris* L.; Hyytiälä) and a young (16 years old) Czech temperate-humid Norway spruce forest (*Picea abies* Karst.; Bílý Kříž). The study sites were selected because the three species are representative of the most common types of European deciduous and coniferous species and involved into the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison (ISIMIP) Project. To estimate climate change effects the simulations consider a subset of climate change scenarios data (ESM: HadGEM2-ES; RCP 2.6 and RCP 8.5) from the ISIMIP Fast Track initiative (<https://www.isimip.org>, Warszawski et al., 2014). We simulate the business-as-usual (BAU) management and different thinning and harvesting regimes and their combination (rotation BAU +/- 10 years; thinning interval BAU +/- 5 years; thinning intensity BAU +/- 10%) plus the "unmanaged" forest. The effect of climate change was simulated for a period of about 100 years (1997-2099) and the total runs for each sites was about 56 (3 rotation \* 3 thinning interval \* 3 thinning intensity \* 2 RCP plus 2 RCP in "unmanaged" forest). The simulations of different management practices under current climate condition can help the stakeholders to increase the knowledge of ecosystem response to human activity and to establish the effect of their decision in the carbon cycle and the biomass in the short period. The simulations under climate change can suggest the effects of the management in the maintain, reduce or increase the sink/source service of forest in the medium and long period. The changes in regimes of thinning, harvest and thinning intensity are mandatory to the sustainable forests and to increase the quality and increments of the woody biomass increments.

\*\*\*



### S. 1.22 Effetti dell'interazione tra specie in boschi puri e misti di *Fagus sylvatica* L. e *Abies alba* Mill. situati lungo un gradiente latitudinale In Italia

Soraya Versace, Giovanna Battipaglia, Fabio Lombardi, Damiano Gianelle, Marco Marchetti, Vittorio Garfi, Roberto Tognetti

**Parole chiave:** produttività; dendrocronologia; relazione clima-crescita.

Una maggiore produttività dei popolamenti forestali misti può essere attribuita alla complementarità di nicchia e/o alla facilitazione tra le specie coesistenti. Queste condizioni non sempre si verificano e, in alcuni casi, la competizione può sfavorire una o tutte le specie presenti in soprassuoli misti a vantaggio di foreste pure.

Comprendere le interazioni tra le specie arboree in soprassuoli misti è, dunque, fondamentale per capire come progettare la futura gestione di popolamenti forestali, puri o misti con specie appropriate, in modo da ottenere sistemi di produzione più efficienti in termini di risorse, resistenza e resilienza di fronte ai cambiamenti climatici in atto.

Questo lavoro mira a comprendere come il faggio (*Fagus sylvatica* L.) e l'abete bianco (*Abies alba* Mill.), in popolamenti puri e misti, rispondono in termini di produttività in ambienti in cui i cambiamenti climatici sono particolarmente pronunciati, quale quello mediterraneo.

Le aree di studio sono state scelte lungo un transetto latitudinale situate in tre regioni d'Italia: Trentino Alto-Adige, Molise e Calabria. Per ogni regione sono state selezionate tre aree di studio composte da un plot puro di faggio, uno di abete bianco e uno misto di entrambe le specie.

In ogni sito regionale sono stati individuati circa 180 alberi da cui sono stati prelevati dei campioni legnosi (carote). I campioni sono stati sottoposti ad analisi dendrocronologiche classiche: misurazione degli anelli di accrescimento tramite il pacchetto software TSAP; cross-datazione delle serie mediante COFECHA per valutare l'accuratezza delle letture; standardizzazione attraverso il programma ARSTAN con spline cubica di 32-anni per otto plot mentre per il plot puro di *Abies alba*, situato in Calabria, la spline è di 20-anni.

Le cronologie medie dei siti sono state utilizzate per il calcolo dell'incremento di area basimetrica (BAI) cumulativo medio e per calcolare l'indice di complementarità tra le specie. Sono state eseguite, inoltre, analisi clima-crescita, dove i dati climatici sono stati ottenuti per ogni popolamento tramite una funzione di interpolazione derivata da un ridimensionamento spaziale dei dati climatici provenienti da griglie a scala europea. Le relazioni clima-crescita sono state costruite su oltre 60 anni per ogni cronologia media dei nove siti campionati.

Dei tre siti studiati il più giovane risulta quello situato in Calabria con un range di età media compresa tra il 1889- 2017 per il faggio e 1908- 2017 per l'abete. In Molise il range è dal 1886 al 2017 per il faggio, e dal 1847 al 2017 per l'abete. Infine, in Trentino, il range è dal 1888 al 2016 per il faggio mentre il popolamento di abete bianco risulta il più vecchio tra gli ecosistemi analizzati (1809-2016).

Dal confronto del BAI cumulativo si osserva che in Molise il popolamento misto presenta accrescimenti maggiori rispetto al puro, soprattutto dal 1903 per l'abete bianco e dal 1993 per il faggio. In Trentino Alto-Adige il risultato è del tutto opposto: i soprassuoli puri sia di faggio che di abete hanno una crescita maggiore rispetto alle rispettive specie presenti nel popolamento misto. Infine in Calabria l'abete bianco, presente nel bosco misto ha una risposta del tutto opposta rispetto al faggio con cui convive.

I risultati preliminari, mettono in evidenza come i soprassuoli misti risultano più produttivi rispetto ai monospecifici, soprattutto in condizioni di elevato stress idrico, come in Molise, dove i periodi siccitosi sono più rilevanti durante la stagione vegetativa. In Molise, infatti, è stato osservato che i soprassuoli misti sono quelli che rispondono meglio in termini di crescita, soprattutto a vantaggio dell'abete bianco che risulta facilitato dalla presenza del faggio. Invece, nei popolamenti forestali ubicati in Trentino Alto-Adige la risposta è del tutto opposta con incrementi maggiori nei soprassuoli puri, grazie alle condizioni ambientali favorevoli e ottimali in particolar modo per l'abete bianco. Nei siti situati in Calabria, la crescita risulta fortemente influenzata anche dalla densità e dalle caratteristiche strutturali dei soprassuoli con risposte diverse per le specie analizzate. Il faggio nel bosco





misto evidenzia una minore crescita rispetto al puro (probabilmente dovuta alla bassa densità strutturale del popolamento), mentre l'abete bianco mostra accrescimenti più elevati.

### ***Effects of species interactions in pure and mixed forest of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. along a latitudinal gradient in Italy***

**Keywords:** productivity; mixing effect; dendrochronology; climate–growth relationships.

Higher productivity of mixed forest populations can be attributed to niche complementarity and / or facilitation between coexisting species. However, those conditions are not always valid and, in some cases, the competition can disadvantage one or all the species growing in the mixed stands in comparison of pure forests. Understanding competitive interactions among tree species in mixed stands is crucial to plan future management of pure or mixed stands, in order to obtain more efficient forest systems in terms of resources, resistance and resilience in the face of current climate change.

This work aims to understand how beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.), in pure and mixed stands, respond in terms of productivity in environments where climate changes are particularly pronounced, such as Mediterranean.

The sites were selected along a latitudinal transect, considering three regions of Italy: Trentino-Alto Adige, Molise and Calabria. For each region, a triplet composed of two pure stands of beech and silver fir and a mixture of both species has been sampled.

Approximately 180 trees for each site were sampled; they have been subjected to classical dendrochronological analysis: measurement of the tree-rings through the TSAP software package; cross-dating series through COFECHA to evaluate measurement and dating accuracy; standardization through the ARSTAN program with 32-years cubic smoothing spline for eight plots while for the pure plot of *Abies alba*, located in Calabria, the cubic smoothing spline was 20-years.

The average chronologies of the sites were used to calculate the average cumulative basal area increment (BAI) and to calculate the index complementarity between species. Moreover, climate-growth analyses were performed, where the climatic data were obtained for each stand through an interpolation function derived from a spatial downscaling of European climate data.

Climate–growth relationships were calculated on 60 years for each average chronology of the nine investigated stands.

Among the investigated stands, the youngest is located in Calabria with an average age spanning from 1889 - 2017 for beech and 1908 – 2017 for silver fir. In Molise, the stand age ranged from 1886 to 2017 for beech, and from 1847 to 2017 for silver fir trees. In Trentino Alto-Adige, the stand age ranged from 1888 to 2016 for beech and from 1809 to 2016 for silver fir.

Preliminary results showed that in Molise the cumulative Basal area of the mixed stand is higher than the one measured in the pure stands, especially from 1903 for silver fir and from 1993 for beech. In Trentino Alto-Adige, results are completely opposite both for silver fir and beech, where pure stands were always characterized by higher tree growth trends when compared with the mixed stand. Finally, in the Calabria site, the silver fir occurring in the mixed stand showed higher growth trends than in the pure stand, while an opposite response was observed for the beech.

From our findings we can deduce that mixed stands are more productive than monocultures in conditions of high water stress, as in Molise. In forests where the climatic and stand conditions are favorable, such as in Trentino Alto-Adige, the pure stands seems to have a higher productivity in comparison to mixed stands, in particular for silver fir. In Calabria, the stand density and structural characteristics seems to influence the tree growth. In fact, beech occurring in the mixed stand showed a decrease of productivity in comparison to the low- density pure stand, while the silver revealed a higher growth trend.



## Sessione Plenaria

### Plenary Session

#### ***Promoting forest-based solutions to address the challenges faced by Mediterranean forests***

Nicolas Picard

*FAO, Forestry Department, Secretariat of Silva Mediterranea*

Based on a bioclimatic definition of Mediterranean forests, the Mediterranean region includes more than 25 million hectares of forests and about 50 million hectares of other wooded lands. They make crucial contributions to rural development, poverty alleviation, food security, as well as to the agriculture, water, tourism and energy sectors. Changes in climate, societies, and lifestyles in the Mediterranean region could have serious consequences for forests, with the potential to lead to the loss or diminution of those contributions and to a wide range of economic, social and environmental problems. A central tenet of forest-based solutions in the Mediterranean region is the value of the goods and services provided by forest ecosystems. While timber is the forest product that often comes to mind, Mediterranean forests provide a variety of non-wood forest products and environmental and cultural services. Many of the environmental services provided by forests (e.g. prevention of soil erosion, conservation of water quality) connect to other sectors. Innovative forest-based solutions to tackle the threats faced by the Mediterranean can thus be developed using landscape approaches where the forest is one element of the landscape that interacts with its other elements. Forest-based solutions also include climate change mitigation and adaptation, and biodiversity conservation programmes. Implementing forest-based solutions to tackle the threats that may undermine Mediterranean forests and scaling up these solutions from places where they have been successful to other areas necessitates certain enabling conditions. Scaling-up forest-based solutions will be facilitated by a paradigmatic shift in the way we perceive forest goods and services in the economy, from a linear economic model of production to a green economy which is circular, resource-efficient, bio-based, low carbon and socially fair. It also requires coordination at country level using carefully prepared and effective national forest policies and programmes, robust approaches to stakeholder participation, sound governance and community engagement, as well as appropriate financing mechanisms.

\*\*\*

#### ***A shared stewardship vision for wildfire management planning in the US***

Dave E. Calkin

*US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, USA*

In 2009 federal agencies with wildfire management responsibility in the US (US Forest Service and Department of Interior) were charged to work with partnering agencies at the state, county, and local level to develop a Cohesive Wildfire Management Strategy. The Cohesive Strategy established three primary goals: 1) resilient landscapes, 2) fire adapted communities and 3) safe and effective response. Despite the significant time and effort put towards implementation of the cohesive strategy wildfire losses in the US continue to grow. In response Forest Service Chief Vicki Christiansen announced the Shared Stewardship Initiative to enhance collaboration across federal, state and private land boundaries to address the urgent challenges of catastrophic wildfires, invasive species, drought, and epidemics of forest insects and disease. In this presentation I will discuss an emerging partnership between researchers, state and federal fire managers, and non-governmental organizations that is intended to improve wildfire management response planning. This planning process is a multi-tiered approach incorporating landscape risk assessment models, new research to help determine effective response strategies, enhance risk based training for key decision makers, and shared goal setting to reduce long term wildfire risk.



## **Multi-level approaches to develop control strategies for the exotic forest disease Sudden Oak Death in California**

Matteo Garbelotto

Forest Pathology Laboratory, Department of Environmental Science Policy and Management, University of California Berkeley, CA, USA

**Keywords:** contagion, emergent forest disease, disease tolerance, infectious diseases, *Phytophthora ramorum*.

The control of exotic forest diseases such as Sudden Oak Death (SOD) causing large-scale disturbances, is an extremely complex endeavour both from the scientific and the implementation (cost effectiveness) perspective. Scientific knowledge is necessary to design appropriate and effective disease control programs, however, if exotic diseases are caused by novel pathogen species, this task is made arduous by the lack of knowledge of the basic biology and ecology of the causal agent, of the type, levels and distribution of disease resistance or tolerance among the host species. Sudden Oak Death presented additional challenges such as: possible continued contagion between commercial plant nurseries (where the pathogen is also present) and forest stands; a large number of hosts, each possibly experiencing a different type of disease and a radically different epidemiological role for the disease, and an extensive distribution range due to the simultaneous inadvertent introduction of the pathogen in multiple localities. As for other aggressive exotic forest diseases, the management of SOD requires the development and assessment of substantially different disease control approaches. Preventive targeted approaches normally have a limited scale of application, need to be implemented before infection occurs and are meant to protect a finite number of hosts that are individually selected a priori. Nonetheless, these approaches may be developed and tested in shorter time frames, and may be critical to prevent the extinction of irreplaceable native populations of highly susceptible hosts. Specific treatment options within this first approach are meant to ensure oak infection is not successful, and require knowledge of how and when infection occurs. Approaches in this first category include changes in timing of forest management practices (pruning and logging of oaks must occur 4 months before the infectious period), the selective removal of California bay laurels within 10-20 m of oaks, and the application of phosphonates to the bark of uninfected trees. While these approaches have proven to be effective to protect individual targets, they do little or nothing to slow down overall disease spread. Larger scale disease control approaches, on the other hand, modify one or more forest stand parameters, lowering the overall disease transmission rate and can have important end-results at the stand level. Decreasing the overall percentage of California bay component in a stand will reduce oak infection levels and reduce the magnitude of SOD outbreaks; selective removal of those relatively few California bay laurels that are still infected by the SOD pathogen after a prolonged drought will result in lower future disease spread rates; eliminating the bay laurel component and drastically reducing tanoak density in stands before the arrival of SOD is projected to result in a much increased survival of adult tanoaks; the use of SOD tolerant tanoaks will increase success recruitment of tanoak in SOD infested areas and is predicted to result in higher survival of adults in low density tanoak stands. Proper sanitation is also associated with lower rates of both human-induced and natural disease spread. The approaches listed above are meant to mitigate SOD in areas already infested by SOD, and most of them have been tested and validated in the field. Government-regulations instead are designed to prevent spread of SOD outside the area of infestation. Implementation or validation of all disease control approaches require timely and precise surveys of the distribution (host and range) of the pathogen. The SOD pathogen was in 2004, the first regulated pathogen in the world that could be officially diagnosed using validated PCR-based methods. Surveys of different types have been employed since then, but the most longeve and successful one is a California-wide survey based on volunteers in a Citizen Science program called SOD blitzes. Thanks to the SOD Blitzes, yearly SOD distribution and risk for oak infection at any site, is accessible to stakeholders and the public using the disease map and the risk calculator algorithm available on the App SODmap mobile. The development of tools to share time sensitive information necessary for the deployment of disease control strategies by stakeholders is a fundamental component of a successful integrated strategy to control exotic diseases.



## ***Historical data show potential to manage for increased carbon on young forest landscapes***

David Mladenoff

*Department of Forest & Wildlife Ecology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA*

### ***Background***

The forestry sector is an important component of land use that provide benefits to the global carbon balance and its effect on climate warming. In many temperate parts of the world, forest regions that were cleared in the past are undergoing re-growth, either following destructive logging, as in North America, or abandonment of agriculture, as in Europe, Russia, and to a degree also North America. In recent years research has shown that old forests can continue to increase biomass far longer than formerly believed. This suggests that forest management that encourages growing older trees can contribute to maintaining much larger long-term carbon pools than formerly assumed. This can have a C benefit in the near term of decades in live tree biomass, and at the scale of centuries for long-term dead wood and soil C. Thus there can be a benefit in the critical period of decades that is important for restraining atmospheric C and temperature warming in the horizon of 100-200 years. This is the time frame that is critical for controlling impending warming and ecosystem and societal impacts. At the same time, biomass pools can be built up to move to dead wood and soil C pools long term.

### ***History***

I present an example of unmet forest ecosystem biomass potential representative in the U.S. north central region, (U.S. Northern Great Lake States) using historical forest change data from the state of Wisconsin. We have the advantage of important historical data from two periods. This is detailed spatial data collected in the 1800s, before logging, and after the destructive fires and land clearing for farms, in the 1930s, when forests began to rapidly regrow. It is interesting that in ways the forested northern portions of the Lake States (Minnesota, Wisconsin, Michigan) underwent a sequence of land use change in only 150 years similar to what has occurred over millennia in Europe and elsewhere. In the 1800s seemingly inexhaustible old forests of white pine, hemlock, and other conifer and broad-leaved deciduous species were completely cut, followed by repeated fires, and attempts at agriculture. In Northern Wisconsin alone, the immense, presumed inexhaustible forest was all cut between about 1850-early 1900s. At the peak of harvesting, nearly 3.5 Million Cu M of forest were removed in 1893 alone.

Destructive high intensity fires caused by settlers and growing railroad networks burned repeatedly in the large mass of logging slash that covered the ground up to 3 m in depth, also burning remaining standing forest. Fire intensity vaporized organic matter and top soil down to mineral soil. Estimates are that only 40% of the original standing timber was successfully taken to market. Settlement by immigrant farmers was promoted strongly by state governments and land speculators until the 1920s. Because of often poor soils, and cold climate in much of the area, much of the attempted farming was abandoned after only a few decades or less. It was not until the 1930s that effective roads and fire control began to be effective, allowing forests to regrow.

### ***Results***

During the 1900s, lands became largely reforested, and forest harvesting increased dramatically after the 1940s. The original forest could indeed have been inexhaustible, if it had been properly managed, producing large diameter timber of white pine, hemlock, oak, maple, and other long-lived species in a sustainable way. Forest composition was dramatically altered. Even today, after 100 years of growth, white pine is approximately 5% of its original extent, and hemlock less than 0.5%. The forest is now typically mixed deciduous hardwoods less than 100 yrs in age, managed either by clearcutting, group selection, or single tree selection, and approximately 35% aspen (*Populus* spp) which is managed on short 40 yr clearcut rotations. In terms of forest age and biomass, there is nearly none forest of the original forest that averaged 150-200 yrs in age, up to 450 yrs. Live forest biomass averages 70 Mg/ha instead of the original 150-300 Mg/ha. Downed wood pools are now 20-40 M3/ha instead of 100-120 M3/ha of the original forest.





The destructive logging, fires and continued management for young rotations have had many negative ecosystem and habitat effects. At the same time, the current low forest biomass state of the landscape means that there is huge potential to manage differently and increase both forest carbon pools and produce higher value, larger timber. On the Wisconsin landscape alone, we estimate that an additional potential of 220 Tg live above ground carbon exists, to approximate what the original level was. At the same time, there is potential for an additional approximately 150 Tg of downed wood.

These amounts are biological potentials, based on what existed at one time. Actual levels that can be accomplished would be some proportion of this, and involve land use trade-offs, forest product needs, and time. But clearly, the current urgent future of climate change suggests that a re-ordering of society's priorities is needed. The conclusion is that a very large potential exists, a potential that is also much greater than what was presumed to exist before our analysis. Similar potential exists in the other Lake States, and we believe in other reforesting regions.

\*\*\*

***Innovation in education, training and research along the forestry-wood chain by members of the InnovaWood network***

Mark Irle

*Ecole Supérieure du Bois, Nantes, France President InnovaWood, Brussels, Belgium*

Since the 1950s traditional wood products have been somewhat overshadowed by other materials like plastics and hi-tech composites. The global demand for wood products has, however, continued to grow, but, basically in line with the increases in population; other materials have experienced faster growth.

It is said that the developed world is currently experiencing the Fourth Industrial Revolution which is described as a fusion of digital technologies with the physical and biological sectors that has led to the development of nano-technologies and artificial intelligence. The next big step, the Fifth Industrial Revolution, could follow close behind as the general public and governments realise that our planet has finite resources. The Fifth Industrial Revolution will bring about business based on sustainable principles and use materials that are renewable, recyclable and have a limited, and preferably a positive, impact on the environment. Fortunately, the Forestry-wood chain ticks all the boxes for the provision of sustainable materials and products.

There are already encouraging signs that governments and big businesses are choosing wood-based products as part of their future business development plans. Examples include: high-rise timber frame buildings, high performance wood fibre composites in cars, the development of nano-technology products like Crystalline Nano-Cellulose, hydrogels from hemicelluloses and lignin based bioplastics.

InnovaWood is an international network of over 50 institutes, which are mainly based in Europe, that are active in the areas of research, education, training and technology transfer all along the forestry-wood chain. InnovaWood's members are therefore at the forefront of the Fifth Industrial Revolution. This presentation will briefly summarise some of the on-going, innovative activities that can be found in the network.



## Sessione 2 – Selvicoltura, biodiversità e fauna

### Session 2 - Silviculture, biodiversity and wildlife

#### S. 2.01 Selvicoltura e gallo cedrone (*Tetrao urogallus*): le scelte gestionali del Parco Naturale Adamello Brenta

Marco Armanini, Roberta Chirichella, Andrea Mustoni

**Parole chiave:** gallo cedrone; limitazioni selvicolturali; habitat.

In Trentino la superficie forestale copre 390.463 ettari, corrispondenti al 63% del territorio provinciale. Le tipologie più rappresentate sono quelle che si caratterizzano per una prevalenza di abete rosso (32%), faggio (14%), larice (13 %) ed abete bianco (11%). Secondo l'Inventario Forestale Nazionale la massa legnosa immagazzinata nei boschi trentini è pari a circa 106 milioni di metri cubi.

Il 73% delle foreste è rappresentato da proprietà pubbliche, mentre il 24% appartiene a privati. Le prime, così come le proprietà private di maggiore consistenza, sono tutte soggette a regolare pianificazione forestale. È chiaro quindi come tutte le attività selvicolturali connesse all'uso sostenibile della risorsa legno, rappresentino una voce importante nel bilancio economico di molte amministrazioni comunali trentine. In tale contesto è doveroso tuttavia considerare anche l'esigenza conservazionistica di alcune specie faunistiche legate agli ambienti forestali come il gallo cedrone. La specie è di indiscusso interesse naturalistico, conservazionistico e sociale non solo a livello italiano (L.N. 157/92 e succ. mod.), tanto da essere citata nell'allegato III della "Convenzione di Berna" (1979), nell'allegato II della "Convenzione di Bonn" (1979) e nell'Allegato I (e II.2) della "Direttiva Uccelli" (79/409/CEE).

Dal punto di vista distributivo, ad oggi il gallo cedrone è confinato ai settori centro-orientali della catena alpina dove ha assunto una distribuzione disomogenea e discontinua, nella quale i nuclei di popolazione ai margini dell'areale stanno andando incontro ad una progressiva erosione degli effettivi. Pertanto appare sempre più evidente come il Trentino e più nello specifico il Parco Naturale Adamello Brenta, a ridosso del limite sud-occidentale dell'areale della specie, siano da considerarsi di vitale importanza per la conservazione delle popolazioni alpine di cedrone.

Sulle Alpi la specie frequenta ambienti del tutto analoghi a quelli originari tipici delle regioni nordico-boreali, che si concretizzano in formazioni boschive a prevalenza di conifere, caratterizzate dalla presenza di grossi individui maturi e stramaturi più o meno isolati ma comunque inseriti all'interno di una struttura arborea dalla copertura rada ricca di sottobosco che si alterna a stadi più giovanili e fitti. Il gallo cedrone, ricercando caratteristiche ambientali precise e definite, è una specie molto esigente dal punto di vista ecologico, che risulta estremamente sensibile alle alterazioni e frammentazioni del proprio habitat. Pertanto la conservazione di questa specie non può prescindere da quella del suo habitat ed in modo particolare dei suoi siti di riproduzione (arene di canto) che rappresentano, soprattutto in alcuni periodi dell'anno, delle aree molto delicate e allo stesso tempo particolarmente importanti per la sopravvivenza delle popolazioni.

Tutto ciò premesso e contestualmente all'approvazione degli strumenti gestionali e pianificatori del Parco, all'interno dei siti Natura 2000 ricompresi nell'area protetta, sono entrate in vigore le misure di conservazione individuate per le specie di interesse comunitario presenti. In particolare, per il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), il gallo forcello (*Tetrao tetrix*) ed il francolino di monte (*Bonasa bonasia*) alcune indicazioni prevedono una limitazione spazio/temporale alle attività selvicolturali realizzate all'interno dell'area protetta, nei periodi connessi alle fasi riproduttive delle specie in questione.

Nel caso specifico del gallo cedrone, oltre alla distribuzione delle arene di canto attive, nell'individuazione delle aree da sottoporre a limitazione, si tiene conto dell'utilizzo del suolo, della tipologia del soprassuolo, dell'orografia e dell'idoneità ambientale dell'area per la specie. In questo senso vengono quindi escluse dalle



limitazioni selvicolturali aree ritenute non idonee secondo i Modelli di Valutazione Ambientale (MVA) a disposizione e quelle sufficientemente discoste dai siti di riproduzione.

Tale protocollo espone tuttavia il fianco ad alcune criticità legate principalmente all'eterogeneità spaziale dei dati di origine, evidenziando che, per un'efficace ed efficiente applicazione delle limitazioni selvicolturali, i dati riproduttivi (arene di canto e indici riproduttivi) dovrebbero essere aggiornati e verificati quasi annualmente: un'utopia, soprattutto considerando il quadro economico attuale.

Pur confermando l'importanza e la validità dei dati riproduttivi, porre rimedio a tali criticità significa individuare una nuova fonte informativa, uniforme e disponibile per tutto il territorio del Parco su cui basare nuove strategie di conservazione della specie e del suo habitat.

### ***Forestry and capercaillie (Tetrao urogallus): the management choices of Adamello Brenta Nature Park***

**Keywords:** capercaillie; forestry limitations; habitat.

Trentino forests cover an area of 390,463 hectares, corresponding to 63% of the whole provincial territory. The most represented typologies are characterized by a prevalence of spruce (*Picea abies*; 32%), beech (*Fagus sylvatica*; 14%), larch (*Larix decidua*; 13%) and silver fir (*Abies alba*; 11%). According to the National Forest Inventory, the wood mass stored in the Trentino is about 106 million m<sup>3</sup>.

73% of forests are public property, while 24% belongs to private owners. As well as the largest private ones, public properties are subjected to regular forestry management plan. Therefore it's clear that all the silvicultural activities linked to the sustainable use of the wood resource represent an important item in the municipalities' economic balance. In this context, it's also necessary to consider the conservation needs for some fauna species close related to forest environments such as the capercaillie. The species has an undisputed naturalistic, conservationistic and social interest, even not only in Italy (LN 157/92 and subsequent mod.). It's mentioned in Annex III of the "Berne Convention" (1979), in Annex II of the "Bonn Convention" (1979) and in Annex I (and II.2) of the "Birds Directive" (79/409 / EEC).

Today the alpine capercaillie populations are confined to the central-eastern Alps where this species has assumed a spotted and discontinuous distribution, decreasing at the western boundaries. Therefore it seems evident how the Trentino and more specifically Adamello Brenta Nature Park, close to the south-western limit of the species' range, should be considered an important area for the conservation of the alpine capercaillie populations.

On the Alps the species selects environmental areas similar to the original ones typical of the northern-boreal regions: coniferous forests, characterized by the presence of large, mature and more or less isolated trees. An arboreal structure with sparse cover rich in undergrowth which alternates with more youthful and dense stadiums. Capercaillie, looking for precise and defined environmental characteristics, is a very demanding species from an ecological point of view, extremely sensitive to the alterations and fragmentation of its habitat. Therefore, the conservation of this species is closely linked to the conservation of its habitat and in particular of its reproduction sites (leks), key-areas for this goal.

Given that the protected area is part of Natura 2000 network, conservation measures were identified for the species of Community interest. For capercaillie, black grouse (*Tetrao tetrix*) and hazel grouse (*Bonasa bonasia*) space and time limitations to forestry activities are applied.

In case of capercaillie, limitations are reported to the active leks and also to other areas according to land use, forest type, orography and the feasibility model for the species. Thus, areas considered unsuitable according to the feasibility model and/or those sufficiently far from the reproduction sites are therefore excluded by limitations.

This protocol, however, has some critical issues mainly related to the spatial heterogeneity of the available data, and shows that for an effective and efficient application of such kind of limitations, reproductive data (leks and reproductive areas) should be updated and verified almost annually: an utopia, especially considering the current economic situation.



While confirming the importance and validity of reproductive data, remedying these critical issues means identifying a new information source, uniform and available for the entire territory of the Park on which to base new strategies for the conservation of the species and its habitat.

\*\*\*

### **S. 2.02 Conservazione della biodiversità e gestione forestale: indagini sulla congruenza tra taxa delle biocenosi del suolo in rimboschimenti di *Pinus nigra***

Debora Barbato, Claudia Perini, Giovanni Bacaro, Gianni Bettini, Elisa Bianchetto, Silvia Bruschini, Paolo Cantiani, Isabella De Meo, Lorenzo Gardin, Silvia Landi, Simona Maccherini, Maurizio Marchi, Stefano Mocali, Enrico Tordoni, Elena Salerno

**Parole chiave:** *Pinus nigra*; “cross-taxon congruence”; biodiversità del suolo; gestione forestale; SelPiBioLife.

Gli ecosistemi forestali risultano fondamentali per la produzione di numerosi beni e utilità, siano questi di tipo culturale, di approvvigionamento, di regolazione degli equilibri e di supporto alla vita. Il suolo, che opera all'interfaccia tra litosfera, biosfera, idrosfera e atmosfera, svolge esso stesso un ruolo dinamico alla base di tali servizi, regolando processi chiave in ambito ecologico: il benessere e la rigenerazione degli ecosistemi forestali, ad esempio, dipendono significativamente dalla velocità di trasformazione dei materiali organici, mediata dall'intricata rete di organismi e interazioni di tipo biotico e abiotico. Nonostante questa importanza, molti studi sono soliti descrivere dinamiche ecologiche concentrandosi sulle singole utilità ecosistemiche con poca enfasi sulla dimensione suolo. Le moderne tecniche di gestione forestale dovrebbero quindi essere in grado di soddisfare il compromesso tra le esigenze economiche e il mantenimento e / o miglioramento di altri servizi ecosistemici come la conservazione della biodiversità in tutte le sue componenti, compreso il suolo.

In questo contesto, il progetto multidisciplinare EU-Life (SelPiBioLife, LIFE13 BIO / IT / 000282), cominciato nel 2014, ha lo scopo di testare scientificamente l'applicazione e gli effetti di un'innovativa tecnica di gestione forestale di piantagioni di *Pinus nigra* su una vasta gamma di organismi: Bacteria, Plantae (piante vascolari), Fungi (micelio nel suolo, funghi ovvero carpofori epigei, ectomicorrize (ECM) sulle punte delle radici) e Animalia (nematodi, microartropodi, carabidi). Il principale scopo del progetto è di fornire innanzitutto una descrizione accurata della biodiversità prima di qualsiasi intervento di gestione forestale (fase "pre-trattamento") e in seguito testare con metodologia scientifica e un'analisi multi-taxon gli effetti di un innovativo trattamento selvicolturale su tutti i livelli di biodiversità del suolo (fase "post-trattamento").

Sulla base dei dati raccolti nelle attività “pre-trattamento”, gli obiettivi di questo studio sono stati quelli non solo di testare la cross-taxon congruence (congruenza tra gruppi biologici) tra la biodiversità di vari gruppi di organismi, ma anche di esplorare il ruolo di predittori abiotici (variabili del suolo e spaziali-topografiche) e biotici (variabili dendrometriche) nel guidare tali congruenze prima di qualsiasi intervento selvicolturale. Le correlazioni tra taxa sono state analizzate attraverso test di Mantel e test di Mantel parziali, mentre la partizione della varianza è stata utilizzata per valutare la variabilità totale di ciascun taxon dipendente dall'effetto puro di un altro taxon, dall'effetto puro del suolo o di altri dati ausiliari (fattori spaziali-topografici, variabili dendrometriche, ecc.). Il modello di distribuzione di quasi tutti i gruppi analizzati ha mostrato una profonda congruenza globale tra i gruppi e anche una stretta relazione con il set di dati delle variabili ambientali-spaziali. Tuttavia, dopo la rimozione dell'effetto ambientale, solo le relazioni batteri/micelio e funghi/micelio hanno mantenuto una correlazione statisticamente significativa, dimostrando una stretta interazione batterica-fungina di tipo biotico. Considerando i risultati della partizione della varianza, i batteri rappresentano il taxon con la variabilità maggiormente spiegata dall'insieme di variabili utilizzate in questo studio, risultando inoltre essere coinvolti in quasi tutti i casi in cui la variabilità attribuita esclusivamente all'effetto puro dei predittori biotici o abiotici è risultata significativa. Di rilevanza, la relazione significativa tra i parametri dendrometrici e l'interazione nematodi-batteri: questo potrebbe trovare una spiegazione





nella variazione della biomassa radicale, che a sua volta dipende da quella epigea della foresta. L'orizzonte radicale rappresenta, infatti, l'ambiente naturale del collegamento trofico tra nematodi e batteri.

Da questo studio risulta che l'effetto condiviso totale e parziale di tutti i gruppi di predittori riesce a spiegare la porzione più elevata di variazione totale in tutti i taxa considerati: sebbene i biota del suolo e quelli subaerei siano stati tradizionalmente considerati come sottosistemi isolati e indipendenti, la nostra ricerca ha confermato la complessa rete di collegamenti ecologici implicati nel controllo delle proprietà e dei processi degli ecosistemi nei suoli di *Pinus nigra*, dimostrando la natura indissolubile di tutte le relazioni biologiche all'interno del suolo e l'impossibilità di valutare l'efficienza reciproca di taxa surrogati senza tenere in considerazione l'influenza ambientale e dell'habitat. Per questo motivo, nello sviluppo di indicatori della qualità del suolo nei rimboschimenti di *Pinus nigra*, risulta decisivo analizzare non solo i vari taxa ma anche i loro rapporti con caratteristiche biotiche/abiotiche, al fine di tentare di dare una spiegazione a tutti i complicati collegamenti ecologici nel biota suolo.

### ***Linking biodiversity conservation to forest management: disclosing cross-taxon congruence across soil biota in Pinus nigra plantations***

**Keywords:** *Pinus nigra*; cross-taxon congruence; soil biodiversity; forest management; SelPiBioLife.

Forest ecosystems provide a wide range of goods and services to the human-kind, including provisioning, regulating, cultural and supporting utilities. Soil, operating at the interface of lithosphere, biosphere, hydrosphere and atmosphere, plays a dynamic role in the fundamental forest ecosystems services as it helps to regulate key-ecological processes such as transformation of organic materials from which wellness and sustainability of forest ecosystems depend. In spite of its importance, most studies have described ecosystem focusing on single aspects but only with little emphasis on soil. Modern forestry management must therefore be able to meet the compromise between the economic use and maintaining and/or improving other ecosystem utilities such as biodiversity conservation, of all soil components.

In this context, a multidisciplinary EU-Life project (SelPiBioLife, LIFE13 BIO/IT/000282) was established in 2014 aiming at testing the application of an innovative forest management on black pine *Pinus nigra* artificial stands along with its effects on a wide range of organisms belonging to four different kingdoms: Bacteria, Plantae (vascular plants), Fungi (mycelium in the soil, mushrooms above ground, ectomycorrhizae on root tips) and Animalia (nematodes, microarthropods, carabids). The main goals of the project were to provide an accurate description before any kind of forest management ("before treatment" phase) and then to scientifically test the effects of an innovative silvicultural treatment on the overall level of soil biodiversity ("after treatment" phase), using a multi-taxon analysis.

Based on data collected in the "before treatment" phase, our first aim was to test the significance of cross-taxon congruence in community composition of different groups of organisms exploring how abiotic (soil and spatial-topographic variables) and biotic (dendrometric variables) predictors drive the community concordances among taxa. Correlations between taxa were performed through Mantel and partial Mantel tests, while variation partitioning analysis was used to assess the total variance of each dependent taxon in the pure effect of another taxon, pure effect of soil or other ancillary data (i.e. spatial-topographic factors, dendrometric variables, etc.). The distribution pattern of almost all the analysed groups showed deep and strong inter-group congruence and a close relationship with the overall dataset of environmental-spatial variables. However, only bacteria/mycelium and mushrooms/mycelium correlations remained significant after removing the environmental effect, demonstrating a close biotic bacterial-fungal interaction.

Considering the variation partitioning results, bacteria represent the response taxon most explained by the set of variables used in this study. Furthermore, they resulted to be involved in almost all the cases where the variance attributed solely to pure effect of biotic or abiotic predictors was significant. Interestingly, we found a significant relationship between dendrometric parameters and nematode-bacteria interaction: this could be explained with the variation of root biomass, which in turn depends on the epigeal biomass of the



forest. The root horizon represents in fact the natural environment of the trophic liaison between nematodes and bacteria. However, little is still known about the relationship between structural components and biodiversity in managed forests and further in-depth analyses are needed.

Remarkably, in all dependent taxa, total shared or partial shared effect of all sets of predictors always explained the highest portion of total variation: although above–below ground biota have been traditionally considered as isolated and independent subsystems, our research confirmed the complex network of clutched ecological linkages in controlling ecosystem properties and processes in soil. This demonstrated the indissoluble nature of all biological relationships within soil as well as the impossibility to assess the mutual surrogate efficiency of taxa avoiding the environmental and habitat influence. For this reason, in the development of improved indicators of soil quality in artificial black pine stands, it is decisive to analyse not only multiple taxa but also their relationships with biotic/abiotic features, in order to disentangle all the ecological linkages between above-below ground biota. This study represents the initial piece of an experimentation that will end with post-treatment data evaluation.

\*\*\*

### **S. 2.03 Effetto della riduzione della densità del popolamento sulla resilienza alla siccità degli ecosistemi forestali**

Alessandra Bottero, David I. Forrester, Ulrich Kohnle, Maxime Cailleret, Arthur Gessler, Anthony W. D'Amato, Brian J. Palik, John B. Bradford, Shawn Fraver, Miranda T. Curzon, Andreas Rigling

**Parole chiave:** cambiamento climatico; densità del popolamento; gestione forestale.

I cambiamenti ambientali rappresentano una sfida per i gestori forestali e per la formulazione di efficaci strategie di gestione volte a promuovere la resilienza degli ecosistemi forestali. In seguito al cambiamento climatico, la frequenza e l'intensità della siccità sono previste in aumento in molte regioni dell'emisfero settentrionale, con grandi rischi per le dinamiche, la produttività ed i servizi ecosistemici di interi ecosistemi forestali.

Trattamenti selvicolturali che riducono la densità dei popolamenti forestali, mantenendo un'elevata diversità strutturale, risultano efficaci per la mitigazione dello stress causato dalla siccità sulla crescita degli alberi, potenzialmente salvaguardando la fornitura dei prodotti forestali e dei servizi ecosistemici. Tuttavia, al fine di definire strategie di gestione forestale più efficaci per mitigare l'impatto di futuri estremi climatici, occorre valutare in che misura diversi trattamenti gestionali siano in grado di conferire resilienza nei diversi ecosistemi forestali.

Qui abbiamo esaminato come diversi livelli di densità dei popolamenti forestali influenzino la resilienza di singoli alberi e di interi popolamenti nel tempo e in relazione ad eventi di siccità estremi. Per quantificare l'impatto di diversi trattamenti selvicolturali (inclusi tagli successivi, tagli saltuari e taglio raso) sulla resistenza alla siccità di interi popolamenti, abbiamo utilizzato dati provenienti da inventari forestali e dati di accrescimento annuali ottenuti dal campionamento di più di 6700 alberi, in diversi esperimenti a lungo termine che coprono un ampio gradiente climatico e di composizione specifica negli Stati Uniti e in Europa centrale. I siti di studio sono rappresentativi delle foreste temperate nordamericane (a dominanza di conifere, latifoglie, e misti di conifere e latifoglie) e delle foreste miste di abete bianco e abete rosso in Europa centrale. In ogni sito, a partire dagli anni '50 - '70, le aree di controllo non gestite e le diverse parcelle trattate, caratterizzate da diversi livelli di densità del popolamento, sono state misurate periodicamente. L'impatto dei diversi trattamenti selvicolturali (espressi in termini di densità di popolamento) sulla risposta alla siccità è stato quantificato a livello di singolo albero e di popolamento, ed è stato espresso come indici di resistenza, resilienza e ripresa. Queste tre "componenti di resilienza" sono ampiamente utilizzate per valutare la capacità dei singoli individui, così come di interi popolamenti, di evitare riduzioni della crescita durante la siccità (resistenza), di recuperare i livelli di crescita e la funzionalità antecedenti alla siccità (resilienza) e di riprendersi in seguito alla siccità (ripresa).



I nostri risultati mostrano come la crescita degli alberi e dei popolamenti forestali rifletta le variazioni della densità dei soprassuoli forestali nel tempo (in seguito agli interventi di gestione), con tassi medi di crescita più elevati nei soprassuoli gestiti a bassa densità. La crescita dei popolamenti è diminuita durante la siccità, soprattutto nei periodi di siccità estremi. Tuttavia, gli alberi che crescono in popolamenti meno densi sono stati caratterizzati, in media, da una maggiore resistenza alla siccità, mostrando una minore vulnerabilità agli eventi di siccità analizzati.

In presenza di imminenti cambiamenti climatici, la gestione degli ecosistemi forestali che mantiene basse densità dei popolamenti rappresenta una strategia di gestione promettente per migliorare la resilienza alla siccità in diverse condizioni climatiche e foreste. Tuttavia, i trattamenti gestionali possono anche alterare l'espressione dei tratti funzionali di interi popolamenti forestali. Pertanto, l'attuazione di strategie di gestione volte a promuovere la resilienza degli ecosistemi forestali deve anche tener conto dei potenziali compromessi tra i diversi obiettivi gestionali quali la tolleranza alla siccità e la conservazione della biodiversità.

### ***Effects of forest density reduction on drought resilience in forest ecosystems***

**Keywords:** climate change adaptation; drought impacts; stand density.

Global environmental change poses exceptional challenges to forest managers, landowners, and policymakers, who are increasingly searching for adaptive management strategies aim to foster resilience in forest ecosystems. Under climate change scenarios, droughts are predicted to increase in frequency and intensity in many regions of the Northern Hemisphere, leading to unprecedented risks for forest health and productivity, as well as for ecosystem services.

Manipulating tree population density by maintaining stands at low density levels and high structural diversity is advocated as a possible mechanism for moderating drought-induced stress and growth reductions, such that the provision of forest products and ecosystem services continues. However, in order to develop efficient adaptive management strategies, we must evaluate the extent to which forest management practices impart resilience and affect the structure and function of diverse forest ecosystems.

Here, we examined how different stand density levels influenced the resilience of tree- and stand- growth over time, and during and after extreme drought events. We used datasets from long-term historic inventory data, and tree-ring data sampled from more than 6700 trees, to quantify how different silvicultural systems (including single-tree selection, shelterwood, and clearcutting), impact drought resilience of entire tree populations in several long-term experiments covering a broad climatic and compositional gradient across the United States and in Central Europe. The research sites are representative of North American temperate forests (conifer- and hardwood-dominated, and mixed conifer-hardwood), and fir-spruce mixed forests in Central Europe. At each site, unharvested control, and diverse treatment plots covering a range of densities, have been repeatedly measured since the 1950-1970s. The impact of the different silvicultural systems (expressed in terms of stand density) on growth response to drought was quantified at tree- and stand-level, and expressed as indices of resistance, resilience and recovery. These three 'resilience components' are widely used to evaluate the capacity of single individuals, as well as entire stands, to avoid growth reduction during drought (resistance), regain pre-drought level of growth and function (resilience), and recover after drought (recovery).

Our results show that tree and stand growth patterns reflected the changes in stand density over time (i.e., following the harvesting interventions), with higher average growth rates in stands managed at low density. Forest growth declined during drought, especially during periods of severe drought. However, trees growing in less dense stands were characterized, on average, by higher drought resistance and recovery, showing lower vulnerability to the analyzed drought events.

Under impending changes in climate, managing forest ecosystems at low tree population density represents a promising adaptive strategy for enhancing drought resilience in different climates and forests. However, silvicultural systems can also alter the expression of traits in forest communities.



Therefore, the implementation of efficient adaptive management strategies must also take into account potential trade-offs between different objectives, such as drought stress tolerance and measures of biodiversity.

\*\*\*

#### S. 2.04 Biodiversità e servizi ecosistemici nella gestione forestale delle aree protette

Gabriele Bovo, Guido Bogo

**Parole chiave:** progetto LIFE SAM4CP; Simulsoil; aree protette; PFA; gestione forestale; Città Metropolitana.

Le aree protette ed i Siti Rete Natura 2000 assolvono prioritariamente funzioni di tutela e conservazione della biodiversità attraverso la salvaguardia degli habitat e delle specie vegetali ed animali individuate dalle direttive europee in materia. La tutela della biodiversità è, d'altra parte, principio imprescindibile per consentire ai sistemi naturali di massimizzare l'erogazione dei servizi ecosistemici indispensabili alla vita dell'uomo. Il patrimonio forestale situato all'interno di tali aree svolge indubbiamente un ruolo fondamentale e prioritario per la tutela della biodiversità e dei servizi ecosistemici, ma contemporaneamente esplicita anche funzioni di tipo economico e produttivo

Per le Aree Protette di competenza della Città Metropolitana di Torino, caratterizzate dalla presenza di proprietà forestali di rilievo, è stato elaborato il piano forestale aziendale (PFA), che rappresenta lo strumento di programmazione e gestione degli interventi di 'selvicoltura naturalistica' secondo principi di sostenibilità e di mantenimento della multifunzionalità.

Attraverso il progetto europeo Life SAM4CP recentemente conclusosi, in collaborazione con ISPRA, CREA, CSI Piemonte e Politecnico di Torino, è stato predisposto un apposito strumento informatico denominato Simulsoil tramite il quale è possibile effettuare l'analisi e la valutazione, sia in termini biofisici che economici, di 8 tra i principali servizi ecosistemici che il suolo libero fornisce e simularne le possibili perdite in caso di trasformazione dello stesso.

Sebbene l'obiettivo prioritario del progetto LIFE SAM4CP fosse quello di fornire uno strumento conoscitivo che potesse supportare scelte di trasformazione urbanistica e territoriale più sostenibili da parte degli amministratori, l'applicazione di tale strumento è stata sperimentata anche per determinare il valore di alcuni servizi ecosistemici - stoccaggio di carbonio, produzione legnosa e qualità degli habitat - persi a causa dei recenti incendi boschivi del 2017, in particolare sull'area del Parco del Monte 3 Denti e Freidouur.

Grazie ai risultati soddisfacenti ottenuti da tale esperienza, si valuterà la fattibilità di un impiego del simulatore Simulsoil per stimare i servizi ecosistemici forniti attualmente dai boschi in gestione alla CMTO e quelli attesi in seguito all'esecuzione degli interventi selvicolturali programmati nei PFA vigenti. Si analizzeranno anche le potenzialità del simulatore quale strumento di supporto alle decisioni per orientare le future scelte ed apportare i necessari correttivi gestionali in sede di revisione/aggiornamento dei PFA.

\*\*\*

#### S. 2.05 Biodiversità animale e gestione delle foreste

Pietro Brandmayr, Antonio Mazzei, Pierpaolo Storino, Sergio Urso, Gaetano Aloise, Roberto Pizzolotto

**Parole chiave:** gestione forestale; foreste vetuste; boschi cedui; avifauna, insetti saproxilici; micromammiferi; fauna del suolo.

In anni recenti si è intensificato l'interesse per lo studio dei rapporti fra biodiversità animale e gestione forestale, con un crescente orientamento degli studi verso la foresta vista come ecosistema, fonte quindi di vari e complessi "servizi ecosistemici", in alternativa al tradizionale approccio della zoologia forestale, che si focalizzava prevalentemente sugli organismi dannosi alla produttività legnosa. A questa evoluzione ha





contribuito certamente anche l'emanazione della Direttiva 92/43 CEE, che istituendo la rete Natura 2000 in tutta l'Europa comunitaria ha incentivato gli studi sulla conservazione delle specie forestali di vertebrati ed invertebrati, riconoscendo a questa componente della biocenosi un ruolo fondamentale nelle catene trofiche ed in genere negli equilibri del bosco. In tale processo hanno acquisito anche maggiore importanza il coinvolgimento dei cittadini ("citizen science") e la consapevolezza del valore sociale della foresta, con esempi notevoli quali il Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale "Bosco Fontana" gestito dai Carabinieri Forestali ed altri. In tutta Italia sono ormai numerosi gli studi su vari aspetti della gestione forestale in relazione alla conservazione di singole specie o di comunità e guilds, mentre a livello internazionale esiste un'ampia documentazione sull'impatto della gestione forestale nei confronti della biodiversità animale (Chaudhary et al., 2016).

Obiettivo di questa sintesi è quello di collegare la conservazione della biodiversità animale al tipo di gestione forestale, con particolare attenzione alla situazione italiana. Emerge da tutto il contesto degli studi esaminati che la biodiversità faunistica si conserva in modo ottimale in boschi disetanei, ricchi di alberi d'alto fusto e di piante contorte ma monumentali, di chiarie provocate dalla caduta di colossi arborei, di nutrienti del suolo, di componenti fungine diversificate, di necromasse che producono insetti saproxilici, larve ed adulti, in grado di sostenere una ricca avifauna, e comunque caratterizzati da un soprassuolo arbustivo ed arboreo ricco di specie legnose. Nel seguito alcune delle risultanze più evidenti:

- (i) L'impianto di specie esotiche, specialmente se resinose, è generalmente poco favorevole alla fauna autoctona, soprattutto a quella fillofaga e xilofaga, che mal digerisce legno estraneo, tranne forse la Robinia (Della Rocca et al., 2016)). Esistono anche indicazioni, ma meno pressanti, sulla influenza negativa che impianti o la semplice espansione di specie aliene (ad esempio l'ailanto) hanno sulla fauna del suolo, benché uno studio recente condotto con il Prof. Poldini sul Carso Goriziano dimostri che la componente predatoria ne è poco influenzata.
- (ii) Il ceduo naturale di latifoglie è comunque meno favorevole alla biodiversità animale dell'alto fusto secolare ed oltre, una successione ecologica che porti ad un alto fusto partendo da aree aperte richiede per la fauna del suolo un tempo di ricostituzione variabile ma solitamente non inferiore ai 60 anni se si tratta di rimboschimento spontaneo o guidato e con essenze autoctone, boschi della stessa età ma non gestiti presentano generalmente una pedofauna più ricca ed equilibrata. L'essenza arborea è di grande importanza in questo processo. Esperimenti svolti in Calabria sul ciclo forestale dei castagneti dimostrano comunque che una comunità ricca e strutturata di coleotteri carabidi, uccelli e rettili si insedia solo in particelle di almeno 80-100 anni, dove si osserva anche la comparsa di specie di carabidi dendrofile, legate alla presenza di piante vecchie e/o cave.
- (iii) Le foreste vetuste (old growth forests) sono il nerbo della conservazione della biodiversità animale, una campagna di quasi 5 anni svolta in Sila (nell'ambito dell'azione di programma: Foreste Vetuste, coordinata dal collega Carlo Blasi e promossa dal Ministero dell'Ambiente) ha dimostrato che esse sono non solo più ricche di specie, ma soprattutto di specie rare di uccelli, coleotteri saproxilici, coleotteri carabidi, anfibi e rettili. Dati sui pipistrelli, micromammiferi ed altri taxa in diversi contesti italiani sembrano dimostrare la stessa cosa. In queste foreste entra in gioco anche il fattore continuità, cioè se la foresta è stata sempre integra o se ha subito tagli rasi e discontinuità tali da far estinguere una parte delle specie più legate a questo habitat. L'esempio del Bosco Farneto di Trieste, foresta suburbana di 240 ettari, pur vecchia di secoli, ma tagliata a raso nel 1944/45, ne è la dimostrazione più evidente, con la conseguente estinzione locale di quasi il 40% delle componenti meso- o igrofile della comunità (Brandmayr et al., 2009). In questa foresta risultano purtroppo estinte anche tutte le specie elencate nella Direttiva 92/43 "Habitat".

Non va sottovalutato infine il rapporto che le popolazioni locali, ad esempio quelle residenti nei Parchi, hanno con foreste di alto fusto rispettate da secoli in seguito ad usanze tradizionali.

\*\*\*



## S. 2.06 Dinamiche di rinnovazione in un ecosistema forestale interessato dalla tempesta di vento del marzo 2015. Un caso di studio nella Foresta di Vallombrosa (FI)

Elisa Carrari, Martina Cambi, Giovanni Galipò, Elisa Pelagani, Marco Landi, Antonio Zoccola, Carlo Saveri, Andrea Laschi, Alberto Maltoni, Barbara Mariotti, Enrico Marchi, Federico Selvi, Andrea Tani

**Parole chiave:** rinnovazione naturale; compattazione del suolo; tempesta di vento; biodiversità; utilizzazioni; foresta di Vallombrosa; impatto ungulati.

Il 5 marzo 2015 venti di burrasca con raffiche fra fortunale e urgano hanno provocato il collasso di interi popolamenti forestali nella Foresta di Vallombrosa. Nei casi peggiori, alcune aree di diversa estensione sono state interessate dallo schianto dell'intero soprassuolo. L'intensità straordinaria dell'evento ha indotto l'alterazione di numerosi ecosistemi forestali, anche su notevoli superfici manifestando, a seguito dell'utilizzazione forestale di rimozione del materiale legnoso, l'opportunità, ma anche la necessità, di approfondire con studi specifici le dinamiche evolutive. Ciò allo scopo di proporre adeguate indicazioni gestionali per il ripristino dell'ecosistema valorizzando al contempo la biodiversità della comunità naturale. In questo contributo si riportano i risultati al secondo anno di un'indagine di lungo periodo avviata con l'obiettivo di comprendere nel tempo l'evoluzione della compagine floristica, arbustiva e arborea in termini di abbondanza e diversità specifica, tenendo in considerazione anche il livello di biodiversità di ecosistema e di paesaggio, come risposta alla violenta manifestazione del "fattore ecologico vento". Sono variabili monitorate anche gli effetti del carico di ungulati e dell'utilizzazione forestale (compattamento del suolo). A tale scopo è stato realizzato un sistema di monitoraggio permanente per la valutazione dell'efficacia della rinnovazione naturale nel ricolonizzare le aree private della vegetazione arborea. L'area di studio è situata in una particella di abete bianco interessata, per circa 3 ha, dal crollo totale del soprassuolo, dove il materiale legnoso è stato prelevato facendo ricorso ad un livello medio alto di meccanizzazione delle operazioni, utilizzando un forwarder e uno skidder. In base alle metodologie classiche per studi sulla rinnovazione sono stati tracciati due transetti lineari, ortogonali tra loro (direzione NORD-SUD e EST-OVEST), nei quali sono stati individuati punti di monitoraggio permanente che, in modo alterno, includono ed escludono l'impatto della fauna. Per ciascun punto, a cadenza periodica, vengono identificate, contate e misurate le diverse specie vegetali presenti. Questi punti di monitoraggio sono stati integrati con altri collocati all'interno delle vie di esbosco percorse dallo skidder e dal forwarder che, a causa della differenza del loro peso, hanno provocato diversi livelli di compattazione al suolo che potrebbero influenzare la nascita e la crescita della vegetazione spontanea. Sono state censite, in totale, 125 specie vegetali, 7 di esse segnalate per la prima volta nella Foresta di Vallombrosa. Di queste, 5 sono presenti negli elenchi di cui alla L.R. Toscana 6 aprile 2000 n. 56 relativa alla tutela degli habitat naturali e seminaturali. Le analisi sono state e saranno indirizzate in particolare a trovare relazioni tra la risposta della vegetazione all'evento catastrofico e: (i) le differenze micro ambientali; (ii) la presenza di ungulati a diverse distanze dal margine del bosco; (iii) i diversi livelli di compattazione determinati dai sistemi di esbosco adottati. A tre stagioni vegetative dalle operazioni di taglio, l'effetto del mezzo di esbosco è ancora significativo su densità apparente e porosità del suolo. Il passaggio dello skidder, che ha un impatto minore sui due parametri, determina una maggiore ricchezza specifica della vegetazione erbacea e diminuisce quella arborea, mentre il forwarder esercita un effetto maggiore e diametralmente opposto. La fauna selvatica, invece, sembra non essere in queste prime fasi un fattore limitante per l'affermarsi della vegetazione. In generale, dal momento del taglio si osserva un incremento della ricchezza specifica erbacea fino a maggio 2017, mentre il numero delle aree con rinnovazione arborea continua a crescere fino a luglio 2017. Il monitoraggio, che fornisce già interessanti risposte sulle dinamiche di rinnovazione della componente arborea e sulla ricolonizzazione da parte della componente erbaceo-arbustiva, verrà ripetuto anche nelle prossime stagioni vegetative.



## **Regeneration dynamics after the windthrow of March 2015: a case study in the Vallombrosa forest**

**Keywords:** forest regeneration; soil compaction; windthrow; biodiversity; logging; Vallombrosa forest; ungulate impact.

The storm of 5th of March 2015 caused a catastrophic windthrow involving broad stands in Vallombrosa forest. In several cases entire forest units have been completely destroyed. The intensity of such event determined the alteration of normal ecosystems processes, providing an opportunity to observe the evolution dynamics after the forest operations to remove the fallen trees. Monitoring the natural evolution of the forest stand after such catastrophic wind-throw can help to identify the most suitable management options to restore the ecosystem with the priority of biodiversity conservation. In the present study, we provide a picture of the vegetation successional stage at the second year of a long term monitoring study; the floristic dynamic in terms of abundance and species diversity at plot and ecosystem levels is described as response to the wind-throw as ecological driver. In such observation of the ecological dynamics, two main factors are considered: the impact of the fauna and of the logging system type, in terms of soil compaction. The permanent monitoring system is placed in a Silver fir even-aged stand, with a windthrow area of around 3 ha. Here, the fallen trees were completely removed by using forwarder or skidder (logging types). The aim of the study is to describe the status of the plant community dynamics after the catastrophic event, considering, in particular the effects of: (i) micro environmental differences; (ii) the presence of ungulates at different distances from the edge of the forest; (iii) the different levels of compaction determined by the logging systems adopted. Hence, two transects have been defined in two main directions (North-South and East-West); along them a total of 58 monitoring points with circular shape (1m of diameter) have been set. In order to identify ungulate impact, half of them were closed with a net in alternate order. Moreover, to describe the effect of the logging type, a second group of plots have been placed along the skidder and the forwarder lines. After 3 seasons from the forest operations, the effect of the logging systems is still significant on the bulk density and the porosity of soil. In each plot, the floristic survey is conducted 3 times per year. At the last survey (Summer 2017) 125 plant species were recorded, of those 7 resulted new for the flora of Vallombrosa. Five of them are included in the conservation list of L.R. Toscana 56/2000 for natural and semi-natural habitats. The use of the skidder, characterized by a less impact on the two parameters, determines a higher species richness of the understorey species, while it decreases the tree species richness; the use of the forwarder had a stronger effect, but diametrically opposite. On the contrary, the ungulate impact seems not to be a limiting factor for forest recolonization at early stages. Generally, we observed an increment in plant species richness from the moment of the forest operations until May 2017, while the number of plots with tree regeneration kept growing until July 2017. Other than the present interesting results on the dynamics of the tree component regeneration and understorey re-colonization determined by the event of the 5th of March 2015, the preliminary situation emerged from the monitoring 2018, which is now on track, will be also presented.

\*\*\*

### **S. 2.07 La gestione dei popolamenti artificiali di pino nero. Come i trattamenti selvicolturali influiscono sullo spazio occupato dalle chiome**

Umberto Di Salvatore, Maurizio Marchi, Paolo Cantiani

**Parole chiave:** selvicoltura; pino nero; volume di chioma; competizione; struttura verticale.

Le dimensioni, la forma e la distribuzione delle chiome definiscono la struttura verticale ed orizzontale dei popolamenti forestali, un attributo fondamentale per meglio comprendere i processi di crescita e di competizione negli ecosistemi forestali.



L'analisi delle variabili che definiscono il profilo delle chiome ed il volume da esse occupato, oltre a fornire informazioni sulle relazioni interdimensionali, sullo spazio verticale occupato da ciascun albero e sui livelli di competizione, stabilità, vitalità e produttività dei popolamenti forestali, fornisce utili elementi per comprendere i livelli di diversità strutturale dei popolamenti forestali, i parametri microclimatici ed in ultima analisi i livelli di biodiversità.

Diversi studi si sono occupati di indagare le relazioni esistenti tra lo spazio occupato dalle chiome e altre caratteristiche fondamentali degli ecosistemi forestali, quali ad esempio:

- (i) i livelli di biodiversità animale e vegetale;
- (ii) il grado di competizione inter ed intra-specifica;
- (iii) la stabilità meccanica dei popolamenti;
- (iv) la valutazione del potenziale comportamento in caso di incendio.

Tuttavia, la distribuzione, la composizione e la struttura verticale delle foreste sono solo in parte determinate dai fattori ecologici e dalle esigenze delle singole specie, in quanto queste hanno subito nel corso del tempo gli effetti delle attività umane ed, in particolare, della gestione forestale.

Un aspetto molto importante quindi, e che necessita approfondimento, è la valutazione degli effetti dei trattamenti selvicolturali sullo spazio occupato dalle chiome nei soprassuoli forestali e come questo incida, quantitativamente e qualitativamente, sulla capacità fotosintetica e sui livelli di competizione con le piante concorrenti. È importante tenere presente come gli interventi selvicolturali svolgano un ruolo fondamentale nella caratterizzazione della massa fogliare dei popolamenti forestali, andando ad incidere su quelli che sono i rapporti competitivi modificando le posizioni sociali delle piante che restano in piedi, in base agli spazi creati e alle risorse cedute dalle piante che cadono al taglio.

A questo scopo il presente lavoro si propone di valutare gli effetti di diverse modalità di trattamento selvicolturale in popolamenti artificiali di pino nero presenti in centro Italia. In particolare, viene valutato l'effetto di un diradamento di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso), su popolamenti di pineta in fase giovanile a livello non solo dei classici parametri dendrometrici (area basimetrica, diametro ed altezza media, volume cormometrico, ecc..) ma anche a livello di volume di chioma e di trasmittanza a livello del suolo (PAR).

Il calcolo del volume delle chiome si basa sulla messa a punto di un modello, già impiegato da autori centro-europei per diverse specie forestali, di sviluppo della forma delle chiome di pino nero attraverso una procedura di calcolo standard che descrive la variazione del raggio di chioma all'aumentare della distanza dalla cima. Il modello, ottenuto tramite la misurazione in campo di diversi parametri quali l'altezza totale, l'altezza di inserzione della chioma, l'altezza in cui la chioma raggiunge la massima espansione, il raggio medio di chioma, il raggio di chioma alla base, prevede la distinzione della chioma in due parti, una porzione esposta alla radiazione luminosa diretta ed una all'ombra.

Il dataset impiegato per questo lavoro è costituito da 4171 piante di pino nero misurate nelle aree di studio del Monte Amiata (SI) e del Pratomagno (AR) nell'ambito del progetto LIFE SelPiBio.

### ***The management of artificial populations of black pine. How silvicultural treatments affect crown size and ground coverage***

**Keywords:** silviculture; black pine; crown volume; competition; vertical structure.

The size, shape and distribution of the crowns define the vertical and horizontal structure of the forest stands, a fundamental attribute to understand the processes of growth and competition in forest ecosystems.

The analysis of the variables that define trees' crown profile and the volume they occupy provides useful elements to understand the levels of structural diversity of forest ecosystems and therefore, the microclimatic parameters and ultimately the biodiversity levels. Moreover these can provide useful information on interdimensional relationships, on the vertical space occupied by each tree and on the levels of competition, stability, vitality and productivity of forest stands,





Several studies have investigated the relationships between the space occupied by the canopy and other fundamental features of forest ecosystems, such as:

- (i) levels of animal and plant biodiversity;
- (ii) the degree of inter and intra-specific competition;
- (iii) the mechanical stability of the trees;
- (iv) assessment of potential strategies in case of fire.

However, the distribution, composition and vertical structure of forests are only partly determined by the ecological factors and the needs of the individual species, as these have undergone over time the effects of human activities and, in particular, forest management.

A very important aspect is the evaluation of the effects of silvicultural treatments on the space occupied by the canopy in forest stands and how these, quantitatively and qualitatively, affects the photosynthetic capacity and the levels of competition. It is important to keep in mind how silvicultural interventions play a fundamental role in the characterization of the foliar mass of forest populations, affecting the competitive relationships by modifying the social positions (rank) of the remaining trees, based on the spaces created and the resources ceded by plants that fall when cut.

For this purpose, the present work aims to evaluate the effects of different silvicultural treatments in artificial black pine plantations present in central Italy. In particular, the effect of a selective thinning compared to the thinning from below is evaluated not only through classical dendrometric parameters (basal area, diameter at the breast height, mean height, standing volume, etc.) but also through variations in crown volume and photosynthetically active radiation (PAR).

The analysis of crown profile and crown volume structure is based on the use of a model, already used by Central European authors for different forest species, of the development of the shape of the black pine crown through a standard calculation procedure that describes the variation of the radius of crown as the distance from the top increases.

The model, obtained through the measurement in the field of different parameters such as total height of the tree, the height to crown base, the height of the largest crown width, the average crown radius, the crown radius at the base, uses a segmented approach, dividing the crown into an upper (crown part exposed to the sunlight) and lower portion (shaded part of the crown) at the point of the largest crown width.

The dataset used for this work consists of 4171 black pine trees measured in the study areas of Monte Amiata (SI) and Pratomagno (AR) as part of the SelPiBio-LIFE project.

\*\*\*

## S. 2.08 Selvicoltura e conservazione degli habitat forestali: verso un binomio possibile

Mauro Frattegiani, Daniela Gigante, Paola Mairota, Fabio Maneli, Roberto Venanzoni

**Parole chiave:** Natura 2000; selvicoltura naturalistica; stato di conservazione; resilienza.

La pubblicazione del Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia ha stimolato il confronto sulle tematiche legate alla valutazione dello stato di conservazione (SC) degli habitat forestali. In quest'ottica l'Associazione Pro Silva Italia con la "Società Italiana Scienza della Vegetazione" (SISV) e la "Società Italiana Selvicoltura ed Ecologia Forestale" (SISEF) ha promosso e organizzato due primi incontri per avviare un confronto costruttivo tra approcci scientifici e professionali diversi e individuare sinergie e metodologie condivise per la gestione forestale nelle aree della Rete Natura 2000.

Entrambi gli incontri, cui hanno partecipato numerosi ricercatori (botanici, ecologi forestali, naturalisti) e professionisti (selvicoltori), sono stati articolati alternando momenti di riflessione impostata su relazioni illustrative dei diversi punti di vista ed esperienze, sopralluoghi in bosco e una discussione plenaria conclusiva. Il primo incontro si è svolto a Biemonte (BI) nel 2017 e ha riguardato faggete presenti all'interno del SIC IT1130002 "Val Sessera", ascritte all'habitat 9110 "Faggeti del Luzulo Fagetum" e sottoposte a diverse



modalità di gestione selvicolturale improntate alla selvicoltura naturalistica e coerenti con gli obiettivi di conservazione specifici per il sito. Il secondo incontro si è svolto a Collestrada (PG) nel 2018 ed ha riguardato boschi a prevalenza di querce delle ZSC IT5210077 "Boschi a farnetto di Collestrada" e IT5210033 "Boschi Sereni - Torricella", ascritti agli habitat 91M0 "Foreste Pannonico-Balcaniche di cerro e rovere" e 91L0 "Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*)", interessati da diverse scelte gestionali: interruzione degli interventi selvicolturali, interventi di avviamento all'alto fusto secondo metodi tradizionali, interventi colturali in fustaie irregolari ispirati alla selvicoltura naturalistica.

I sopralluoghi sono stati finalizzati alla valutazione collegiale dello SC degli habitat forestali alla scala locale (uno dei livelli della valutazione dello SC ai sensi della Direttiva Habitat finalizzata al reporting periodico ex art 17), nonché alla valutazione degli effetti degli interventi selvicolturali su tale SC. In particolare, si è posta attenzione alla struttura spaziale (stratificazione e tessitura) delle fitocenosi oltre che alla loro composizione floristica ed alle loro dinamiche evolutive, facendo quindi riferimento alla definizione completa di SC favorevole contenuta nella Direttiva Habitat (art 1, lettera e-C1). In entrambi i casi gli habitat forestali visitati sono l'esito di secoli di attività antropiche, anche relativamente intense e frequenti, che hanno contribuito a plasmarne sia la struttura sia la composizione floristica e a determinarne il livello di biodiversità raggiunto. Ciò non contraddice le finalità della Direttiva Habitat, che di fatto include nell'All. I, un gran numero di habitat semi-naturali, ovvero di tipi vegetazionali la cui dinamica è inibita entro un particolare stadio successionale. Nei siti osservati si è potuto constatare come né la storia di gestione selvicolturale, né gli interventi recenti abbiano comportato modificazioni sostanziali delle combinazioni fisionomiche e sintassonomiche di riferimento per queste formazioni, considerate termini relativamente maturi delle rispettive serie dinamiche. Inoltre, si è potuto osservare come l'assenza/presenza di alcune specie tipiche o di particolari facies di un habitat, ovvero la vitalità sub-ottimale di alcune specie arboree, in alcune stazioni sia piuttosto da riconnettere a particolari condizioni micro-ambientali e/o alla loro ubicazione rispetto agli areali di distribuzione. Ciò tuttavia non determina necessariamente uno SC non soddisfacente per le specie, né tantomeno per l'intero habitat (a scala regionale). Le discussioni finali hanno evidenziato come, ai fini della valutazione dello SC, particolarmente alla scala locale, sia necessario un approccio transdisciplinare volto ad interpretare tutte le caratteristiche della fitocenosi, con riferimento quindi alla sua storia ed alle condizioni ambientali, anche attraverso il confronto con situazioni ecologicamente affini e/o con rilievi precedenti. Analogo approccio risulta necessario nella scelta degli indicatori da utilizzare per i diversi habitat, in particolare quando piuttosto che differenze compositive si rilevino soprattutto differenze di tipo strutturale tra tratti diversi di uno stesso tipo di habitat. Inoltre, è stato riconosciuto come un certo tipo di selvicoltura possa contribuire a mantenere struttura e composizione floristica rispondenti ad uno SC soddisfacente, ovvero ad aumentare la resilienza della fitocenosi, o ancora a indirizzare questi sistemi verso stadi evolutivi più avanzati (sia pure nel rispetto dei limiti imposti dagli obiettivi di conservazione sito-specifici). Si è anche sottolineato come una certa attenzione dovrebbe essere posta, nell'ambito della pianificazione degli interventi, anche ad habitat non forestali, di origine secondaria, limitrofi o inclusi all'interno delle cenosi forestali, per evitarne la scomparsa causata da dinamiche successionali post-utilizzo. Il raggiungimento degli obiettivi della Direttiva Habitat nella gestione delle aree delle Rete Natura 2000 presuppone un continuo approfondimento delle conoscenze su politiche e aspetti normativi, definizione degli habitat e del loro SC, predisposizione degli studi d'incidenza ambientale e dei piani di gestione e/o delle misure di conservazione, monitoraggio.

Risulta quindi fondamentale la sensibilizzazione/formazione su tali argomenti a vari livelli: enti gestori, professionisti, operatori, residenti.

### ***Silviculture and conservation of forest habitats: towards a possible synergy***

**Keywords:** Natura 2000; close to nature silviculture; conservation status; resilience.

The publication of the Italian handbook for the monitoring of species and habitats of Community interest (Directive 92/43/EEC) has stimulated the debate on the issues related to the assessment of the conservation status (CS) of forest habitats. Therefore, the Pro Silva Italia Association with the "Italian Society of Vegetation



Science" (SISV) and the " Italian Society of Silviculture and Forest Ecology" (SISEF) promoted and organized two first meetings to start building a dialogue between scientific approaches and different professionals and identify synergies and shared methodologies for forest management in the sites of the Natura 2000 network. Both meetings, attended by several researchers (botanists, forest ecologists, naturalists) and professionals (silviculturists), alternated workshops for the illustration of different points of view and experiences, forest surveys and final plenary discussions. The first meeting took place at Bielmonte (BI) in 2017 and with reference to the beechwoods of the SCI IT1130002 "Val Sessera", ascribed to the habitat type 9110 "Luzulo-Fagetum beech forests" which had experienced different methods of silvicultural management based on close to nature forest management principles and consistent with the specific conservation objectives for the site. The second meeting took place at Collestrada (PG) in 2018 with reference to oaks woodlands of the ZSC IT5210077 "Boschi a farnetto di Collestrada" and IT5210033 "Boschi Sereni - Torricella", ascribed to the habitat types 91M0 " Pannonian-Balkan turkey oak-sessile oak forests" and 91L0 " Illyrian oak-hornbeam forests (*Erythronio-Carpinion*)", which had experienced different management practices: interruption of silvicultural interventions, initiation of conversion to high forest according to traditional methods, silvicultural interventions in irregular forests inspired by close to nature forest management principles.

Forest surveys were aimed at the collective evaluation of the SC of forest habitats at the local scale (one of the levels of CS assessment in accordance with the Habitat Directive for periodic reporting ex art 17), as well as the evaluation of the effects of forest management interventions on this CS. In particular, attention was paid to the spatial structure (stratification and texture) of phytocoenoses as well as their floristic composition and their dynamics, thus referring to the complete definition of favorable CS contained in the Habitats Directive (art 1, letter e-C1). In both cases, the forest habitats visited are the result of centuries of anthropic activities, even relatively intense and frequent, which have shaped both the structure and the floristic composition and determined the level of biodiversity achieved. This does not contradict the aims of the Habitats Directive, which in fact includes in the All. I, a large number of semi-natural habitats, or vegetational types, whose dynamics are inhibited within a particular successional stage. In the observed sites it has been found that neither the history of silvicultural management nor recent interventions have entailed substantial modifications of the physiognomic and syntaxonomic combinations of reference for these formations, considered relatively mature terms of the respective dynamic series. Furthermore, it has been possible to observe how the absence/presence of some typical species or particular facies of a habitat, or the sub-optimal vitality of some tree species, in some stations, is rather to be reconnected to particular micro-environmental conditions and/or at their location with respect to distribution range. However, this does not necessarily determine an unfavourable CS for the species, nor for the whole habitat (on a regional scale).

The final plenary discussions highlighted how, for the purposes of the CS assessment, particularly at the local scale, a transdisciplinary approach is necessary to interpret all the characteristics of the phytocoenosis, with reference to its history and environmental conditions, also through comparison with ecologically similar situations and/or with the results of phytosociological relevés. A similar approach is necessary when choosing indicators to be used for the different habitats, in particular when, rather than compositional differences, there are mainly structural differences between different features of the same type of habitat. Furthermore, it has been recognized that a certain type of silviculture can contribute to maintain the spatial structure as well as the floristic composition that satisfies a favourable CS, that is to increase the resilience of the phytocoenosis, or to direct the system towards more advanced evolutionary stages (though within the limits imposed by site-specific conservation objectives). It has also been emphasized how attention should be paid, when the planning the interventions, also to non-forest habitats, of secondary origin, adjacent or included within the forest coenosis, to avoid their disappearance caused by successional post-use dynamics. The achievement of the objectives of the Habitats Directive in the management of the areas of the Natura 2000 network presupposes a continuous advance of knowledge on policies and regulatory aspects, definition of habitats and their CS, preparation of Appropriate Assessment (AA) studies and management plans and/or conservation measures, monitoring. It is therefore essential to raise awareness/training on these topics at various levels: managing bodies, professionals, operators, residents.



## S. 2.09 La micoflora della Foresta di Vallombrosa. Mappatura e stato di conservazione

Giovanni Galipó, Massimo Antonini, Daniele Antonini

**Parole chiave:** macromiceti; mappatura; conservazione habitat; Foresta di Vallombrosa.

Studi micofloristici nella Foresta di Vallombrosa (Firenze, Toscana), sono stati condotti nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dall'allora Ufficio per la Biodiversità del Corpo Forestale dello Stato, oggi Raggruppamento Biodiversità dell'Arma dei Carabinieri nel biennio 2013-2014. L'attività di ricerca produsse una check-list preliminare di oltre 1000 taxa di macromiceti.

L'importanza dello studio e della conservazione dei macromiceti della Foresta di Vallombrosa (una delle 130 Riserve Naturali dello Stato) si origina dagli aspetti storiografici del territorio in esame che possiedono i caratteri della unicità e rappresenta un elemento imprescindibile per una adeguata pianificazione forestale. Fin dal XVII sec. troviamo testimonianze sull'interesse dei funghi della Foresta, attraverso gli studi condotti da alcuni monaci vallombrosani, successivamente ampliati dallo scienziato e naturalista fiorentino Pier Antonio Micheli nella prima metà del 1700, fino ad arrivare alle indagini dell'abate trentino Giacomo Bresadola intorno al 1900; personaggi che hanno contribuito ad accrescere la notorietà di Vallombrosa tanto da essere considerata da molti micologi come la "culla della moderna micologia". *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres., una specie localmente conosciuta con il nome dialettale di "dormiente", fu descritto originariamente proprio da Micheli in queste abetine ed è tuttora presente nella Foresta a distanza di quasi tre secoli dalla sua scoperta.

Dopo quasi un secolo privo di studi sistematici in loco, ulteriori preziose informazioni sulla componente micofloristica sono arrivate da una serie di giornate di studio che si sono susseguite nell'ultimo decennio.

Le indagini della fase progettuale hanno invece interessato le tipologie forestali più significative sotto il profilo della naturalità e del valore storico-paesaggistico. Nel corso dei monitoraggi sono stati elaborati i dati ecologici relativi a ciascuna popolazione fungina osservata, documentando i reperti con immagini digitali e prelevando campioni successivamente analizzati in laboratorio e conservati come essiccata in un apposito erbario micologico. Ogni taxon è stato inoltre sottoposto ad approfonditi studi tassonomici basati su esami macromorfologici, chimici, microscopici e bibliografici, permettendo una adeguata classificazione speciografica e sistematica.

In rapporto all'estensione del territorio, che ricopre una superficie di 1273 ha, e al breve periodo di indagine, il numero dei macrofunghi censito è da considerare ragguardevole, sia per la ricca micodiversità evidenziata, sia per i numerosi taxa rari presenti. Significativo il dato in cui almeno il 30% delle specie censite siano considerate a rischio di conservazione e inserite in varie Red-lists a livello regionale ed europeo e alcune proposte per l'inserimento nella "IUCN Global Fungal Red-list". L'analisi dei dati sulle popolazioni ha inoltre permesso di evidenziare 14 microaree, estese da 1 a 10 ha, denominate Hot Spots micologici, selezionate in base alla maggiore concentrazione di specie a elevato interesse scientifico e conservazionistico.

Le peculiarità ecologiche consentono ai macrofunghi un ruolo fondamentale negli ecosistemi, essendo bioindicatori per eccellenza. L'equilibrio tra specie micorrizogene e saprobionti può determinare una migliore successione fitodinamica delle associazioni vegetali. In proposito si evidenziano alcune abetine d'impianto ad *Abies alba* collocate in prossimità delle fonti dei Camerlenghi, di Santa Caterina e a Villa del Lago, oltre alla faggeta presso Croce Vecchia; ambienti dove le specie ectomicorrizogene sono più rappresentate, con numerosi taxa appartenenti ai generi *Cortinarius*, *Amanita*, *Cantharellus*, *Boletus* s.l., *Russula*, *Lactarius* ecc. L'area prativa estesa tra l'Abbazia e la stazione forestale, notoriamente esposta a azioni notevole pressione antropiche antropiche, ha rivelato una inattesa quanto eccezionale ricchezza di saprobionti e di specie caratteristiche delle cosiddette grasslands particolarmente sensibili agli agenti inquinanti, tanto che i micologi inglesi li raggruppano sotto l'acronimo di "CHEGD Fungi", ovvero rari taxa appartenenti ai generi *Dermoloma*, *Hygrocybe*, *Cuphophyllus*, *Camarophyllus* e alla famiglia delle Entolomataceae. Inoltre, per effetto della particolare collocazione geografica e grazie alle fasce altitudinali comprese tra i 450 e i 1450 m s.l.m., nella Riserva incontriamo





numerosi microclimi, i quali determinano peculiarità micogeografiche di rilievo, come specie tipiche della fascia altimontana appenninica collocate a breve distanza da altre della fascia submediterranea.

Tra le criticità emerse, risulta particolarmente invasiva la presenza del parassita *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen, che ha letteralmente colonizzato intere abetine, come ben evidenziato dalle radici esposte e dai numerosi alberi abbattuti a seguito delle tempeste di vento del 2013 e del 2015.

Le indagini preliminari sulla micoflora della Foresta di Vallombrosa hanno dunque evidenziato un patrimonio micologico meritevole di ulteriori approfondimenti con studi specifici sulla sua componente effettiva, sulla tassonomia dei taxa più critici, avvalendosi anche dell'uso delle moderne tecniche molecolari; sulla tutela delle specie e degli habitat più vulnerabili, mediante una accurata geolocalizzazione dei dati sulle popolazioni e con l'istituzione di particelle sperimentali finalizzate alla naturalizzazione degli habitat micologici e alla relativa cenologia. Lo studio conferma che la pianificazione di un sistema biologico dotato di un livello di complessità così elevato non può prendere in considerazione la sola componente arborea, ma deve prendere in considerazione tutti gli elementi che caratterizzano la biodiversità dell'ecosistema.

### ***The mycoflora of Vallombrosa State Nature Reserve: Mapping and Conservation Status***

**Keywords:** macromycetes; mapping; habitat conservation; Vallombrosa forest.

Micofloristic studies in the Vallombrosa Forest (Florence, Tuscany), were conducted as part of a research project funded by the then Biodiversity Office of the State Forestry Corps, today Grouping Biodiversity of the Carabinieri Army in the two years period 2013-2014. The research activity produced a preliminary check-list of more than 1000 taxa of macromycetes. The importance of the study and conservation of the macromycetes of the Vallombrosa Forest (one of the 130 Natural Reserves of the State) originates from the historiographical aspects of the territory in question which can be considered an essential element. Since the seventeenth century testimonies on the interest of forest mushrooms, through the studies conducted by some Vallombrosan monks, subsequently expanded by the Florentine scientist and naturalist Pier Antonio Micheli in the first half of the 1700s, until the events of the Trentino abbot Giacomo Bresadola around 1900; characters that have contributed to increase the notoriety of Vallombrosa so much to be considered by many mycologists as the "cradle of modern mycology". *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres., A species locally considered with the dialect name of "sleeper", was originally from Micheli in these words is still present in the Forest at the distance of almost three centuries since its discovery. After almost a century without systematic studies on site, additional valuable information on the micofloristic component came from a series of study days that have followed in the last decade. The researches of the design phase have instead interested the most significant forest types in terms of naturalness and historical-landscape value. During the monitoring, the ecological data relating to each observed fungal population are processed, documenting the findings with digital images and taking samples subsequently analyzed in the laboratory and stored as exsata in a special mycological herbarium. Each taxon has also been subjected to extensive taxonomic studies on a macromorphological, chemical, microscopic and bibliographic basis, allowing a specific and systematic compliance. In relation to the extension of the territory, which covers an area of 1273 ha, and the short period of investigation, the number of registered macrofungi is to be considered considerable, both for the wealth and for the exposure. Significant is the data in which at least 30% of the species recorded are considered a risk of conservation and inclusion in various red and global lists of mushrooms "IUCN Global Fungal Red-list". The analysis of the data on the hypotheses allowed to highlight 14 micro-areas, extended from 1 to 10 ha, called Mycological Hot Spots, selected on the basis of greater pollution of species of scientific interest and conservation. Ecological peculiarities are a fundamental role in ecosystems, being bioindicators par excellence. The balance between mycorrhizogenic species and saprobionts can include a better phytodynamic sequence of plant associations. In this regard we highlight some abetine plants at *Abies alba* located near the sources of the Camerlenghi, Santa Caterina and Villa del Lago, in addition to the beech forest near the Old Cross; environments with the ectomycorrhizogenic species are more represented, with taxa



countries associated with *cortinari* genera, *amanita*, *cantarellus*, *boletus* s.l., *russula*, *lactarius* etc. The grassland is very interesting as regards forests and wild forests grouped under the acronym of "CHEGD Fungi", or rare taxa belonging to a genus *Dermoloma*, *Hygrocybe*, *Cuphophyllus*, *Camarophyllus* and the family of Entolomataceae. Between 450 and 1450 m above sea level, in the Reserve we encounter numerous microclimates, which determine relevant mycogeographic peculiarities, like species of the Apennine mountain range located a short distance from others of the submediterranean belt. Among the criticalities that have emerged, the presence of the parasite *Heterobasidion abietinum* Niemelä and Korhonen, which literally has colonized entire firs, is particularly evident from the exposed roots and the numerous trees felled as a result of the windstorms of 2013 and 2015. Preliminary research on the mycoflora of the Forest of Vallombrosa have therefore highlighted a mycological patrimony deserving further study with specific studies on its actual component, on the taxonomy of the most critical taxa, also making use of the use of modern molecular techniques; on the protection of the most vulnerable species and habitats, with a geological precision of the data on the populations and on the set of experimental particles aimed at the naturalization of mycological habitats and relative cenology. The study states that it is not better to consider the biodiversity of the ecosystem.

\*\*\*

### **S. 2.10 Aree permanenti di ampia superficie per il monitoraggio delle dinamiche nelle foreste vetuste di faggio**

Diego Giularelli, Barbara Ferrari, Piermaria Corona, Emanuela Masini, Antonio Tomao, Anna Barbati

**Parole chiave:** monitoraggio di lungo termine; aree permanenti di ampia superficie; foreste vetuste; microhabitat; boschi appenninici di faggio.

Le foreste lasciate alla libera evoluzione per lunghi periodi di tempo rappresentano situazioni particolarmente rilevanti per lo studio delle dinamiche evolutive dei popolamenti forestali; fattori esterni, come i disturbi naturali, e fenomeni intrinseci, quali la senescenza degli individui arborei orientano, di fatto, questi processi. Gli stadi di sviluppo tardo successionali di una foresta svolgono un ruolo chiave nell'architettura di una progressiva diversificazione strutturale. La morte di uno o più alberi crea aree eterogenee per disponibilità di luce, nutrienti e microclimi, all'interno dell'ecosistema forestale, e innescano dinamiche di gaps, contraddistinte da sviluppo di rinnovazione arborea, differenziazione di nicchie ecologiche, produzione di necromassa e formazione di microhabitat. Il monitoraggio delle foreste in queste fasi successionali è quindi sostanziale per comprendere lo sviluppo degli aspetti biologico-funzionali e dei servizi ecosistemici nella cosiddetta condizione "old growth". In questa prospettiva, gli attributi strutturali (ad esempio, numero di alberi di grandi dimensioni diametriche, necromassa) sono considerati validi indicatori delle funzioni ecosistemiche e variabili proxy della biodiversità facilmente misurabili. È stato dimostrato che la scelta della strategia di campionamento, per esempio la delimitazione di plots relativamente ampi rispetto alla realizzazione di una rete di piccole unità di sondaggio, ha effetti rilevanti sull'affidabilità delle stime dei parametri strutturali. Di fatto, questi potrebbero risultare sovrastimati qualora estrapolati da una rete di piccole aree di saggio, anziché da unità di monitoraggio relativamente estese. Peraltro, su piccola scala, parametri che identificano caratteristiche di vetustà, come la densità di alberi di grandi dimensioni diametriche, potrebbero esprimere livelli di variabilità poco affidabili. In generale, aree di saggio di ampiezza limitata hanno comunque intrinseche limitazioni: un numero minore di alberi se confrontati con plots più estesi e, proporzionalmente, un più rilevante effetto di margine. In Europa, la maggior parte degli studi condotti in foreste vetuste di faggio sono basati su plots di dimensioni relativamente ridotte (0.5-2 ha). Per di più, ad oggi, solo un numero limitato di ricerche è basato su aree di saggio di dimensioni sufficientemente ampie a cui è stata associata la georeferenziazione dei fusti arborei, al fine di descrivere la diversità strutturale del popolamento forestale.



Nel lavoro qui presentato, i principali parametri strutturali sono stati censiti all'interno di un plot permanente di 10 ha, in una foresta di faggio, prossima alla vetustà, ubicata sulla cima del Monte Cimino, isolato rilievo di origini vulcaniche nell'Italia centrale (Lazio). Tutti i fusti arborei sono stati rilevati e georiferiti nel 2004 e nel 2016. Tra i due inventari il numero di alberi di grandi dimensioni (diametro a petto d'uomo  $\geq 70$  cm) è aumentato, in media, di 8 fusti per ettaro, mentre il volume di massa legnosa ha registrato un incremento medio annuo di  $4,93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . La presenza di legno morto è stata rilevata nel 2016, differenziandone i componenti e il grado di decadimento. La quantità di necromassa è stata stimata pari a  $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , un valore significativamente più alto rispetto a quello riscontrato in boschi di faggio appenninici ordinariamente gestiti. Gli alberi con presenza di microhabitat sono stati inventariati nel 2016. La presenza di microhabitat su un fusto arboreo, quale indicatore di conservazione della biodiversità o strumento di monitoraggio degli obiettivi di conservazione della natura, è stato oggetto di studio solo in tempi molto recenti. L'osservazione di microhabitat su singoli alberi occupa spesso un ruolo marginale nei rilievi inventariali, rispetto, per esempio, ad altre caratteristiche di vetustà (necromassa o alberi di grandi dimensioni), così che le conoscenze in merito sono rimaste finora relativamente limitate.

Nello studio proposto sono stati rilevati comuni microhabitat, di facile osservazione, correlati alle foreste di faggio. All'interno del plot, i microhabitat presenti sui singoli individui arborei sono stati inventariati codificandoli in 25 classi. La presenza di microhabitat è stata rilevata sul 70% di tutti gli alberi censiti. Limitatamente agli alberi vivi, il numero di microhabitat osservato per classi diametriche è risultato variabile da 1 a 4-5, proporzionalmente al valore della classe.

Il monitoraggio di lungo termine su plots di ampie dimensioni potrà consentire di approfondire le conoscenze sulle dinamiche di gaps e di reclutamento dei microhabitat in foresta. Inoltre, potrà fornire valori di riferimento per l'applicazione di approcci selvicolturali orientati a riprodurre le dinamiche naturali, per esempio attraverso la creazione o il mantenimento di elementi strutturali con differente grado di vetustà, anche all'interno di foreste di faggio ordinariamente gestite.

### ***Large size plot for monitoring old-growth beech stand dynamics***

**Keywords:** long-term monitoring; large-size plot; old-growth forests; microhabitat; beech Italian forest.

Forests left unmanaged for an extended period of time are regarded outstanding hotspots for analysing stand evolution under endogenous (tree ageing) and exogenous (natural disturbances) dynamics. Forest senescence plays a fundamental role in shaping up structural diversification. The death of one or more canopy trees produces spots of environmental heterogeneity (light, nutrient, regeneration micro-sites) in the forest ecosystem and triggers gap dynamics (natural regeneration, niche partitioning, deadwood and microhabitat formation). Therefore, monitoring is crucial to understand how biological values, forest functionality and ecosystem services provision unfold during the late forest successional stages, the so-called old-growth condition.

In this perspective, structural attributes (e.g. number of large trees, volume of deadwood elements) are regarded a good proxy of ecosystem functions and a readily measured surrogate for habitats of many taxa. The choice of the sampling strategy, i.e. census over relatively large sites vs. network of small sampling units, has been demonstrated to have substantial effects on the reliability of estimation of these structural parameters. These may be overestimated when extrapolated from a network of small monitoring plots to larger extents. Further, 'old-growth' measures such as the density of large trees may have unreliable levels of variability at small spatial scales. In general, small plots have intrinsic limitations, such as fewer trees compared to larger plots, and proportionally greater edge effect. Most intensive studies in old growth forests of European beech have been restricted to relatively small extents (e.g. 0.5–2 ha). Few studies to date have established plots of sufficient size with known tree stem positions to enable a quantitative description of the within-stand diversity of forest structure.

In this study, some structural variables are analyzed from repeated censuses performed on a 10-ha permanent plot established in the nearly old-growth beech forest of Monte Cimino, placed on an isolated



relief of volcanic origin in Central Italy (Lazio Region). The Monte Cimino forest, classified as an Apennine-Corsican montane beech forest, has been left unmodified by forestry operations since the past seventy years. In this large-size plot, all trees were surveyed and georeferenced in 2004 and 2016. During this period, the number of large trees (DBH  $\geq$  70 cm) increased on average by 8 trees per ha<sup>-1</sup>, while the growing stock volume had a mean annual increment of 4,93 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Deadwood occurrence was also surveyed in 2016, so to assess deadwood volume, deadwood components and decay stages. The amount of deadwood was estimated as high as 35 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, a value significantly higher than Apennine's managed beech stands. Micro-habitat bearing trees have been inventoried in 2016 as well.

The use of microhabitat trees, as proxy variables for maintaining biodiversity or as monitoring tools to assess nature conservation objectives have only recently been studied. Especially, when compared to other old-growth characteristics, like deadwood or large trees, tree microhabitats are not accurately described so related scientific knowledge is still relatively limited.

In this study, we focused on common microhabitats, easy to observe and generally known for their relationship with beech forests. Microhabitat bearing trees were inventoried according to 25 classes. Microhabitats were recorded on 70% of living and dead trees. On living trees, the number of microhabitats per DBH classes ranges from 1 to a maximum of 4-5 and increases proportionally to DBH size.

Long-term monitoring on this large-size plot will help to understand microhabitat and forest gap dynamics and will provide baselines values for silvicultural approaches aimed at reproducing such a natural dynamic, so that desirable levels of old-growth structural attributes might develop even from managed beech forests.

\*\*\*

### **S. 2.11 La selvicoltura e l'ecologia forestale sono strumenti utili per l'elaborazione di Misure di Conservazione degli habitat forestali Natura2000?**

Giorgio Iorio, Carlo Urbinati

**Parole chiave:** boschi appenninici; selvicoltura; Direttiva Habitat; Rete Natura 2000.

Negli ultimi anni sono state molteplici le attività e i documenti relativi alla gestione dei Siti Natura2000 italiani. Dopo la recente realizzazione dei Manuali nazionali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario, ora sono in fase di predisposizione delle Linee Guida ministeriali per la Valutazione d'Incidenza. A questi strumenti si devono aggiungere le Misure di Conservazione degli habitat e delle specie segnalate, necessarie per il ripristino o il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat presenti nel sito.

Nell'Appennino centrale i Siti Natura2000 sono contraddistinti dalla rilevante superficie occupata da habitat, definiti 'prioritari' o di 'interesse comunitario', costituiti da praterie e da formazioni forestali. Tra gli habitat forestali sono molto diffuse le formazioni a prevalenza di faggio censite come "9210\* Faggeti degli Appennini con *Taxus e Ilex*", quelle a prevalenza di cerro e/o di roverella, censite come "91L0 Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*)", "91M0 Foreste panonico-balcaniche di quercia cerro-quercia sessile", 91AA\* Boschi orientali di quercia bianca, e quelle a prevalenza di leccio, censite come "9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*". Per queste formazioni forestali le relative Misure di Conservazione sono state determinate dalle Regioni competenti e, per i siti ricadenti nelle aree protette, dagli Enti Parco. Molte di queste Misure, che legalmente sono le prescrizioni necessarie per eseguire gli interventi gestionali, risultano troppo spesso svincolate dalle conoscenze di ecologia forestale degli ambienti appenninici e della selvicoltura che ne deriva. Alcuni esempi eclatanti per le faggete censite nell'habitat 9210\* si possono ritrovare nelle Misure di Conservazione della Regione Umbria (divieto di taglio di individui delle seguenti specie: ... omissis.... Faggio") o del Parco Nazionale dei Monti Sibillini ("Quasi ovunque sono sfruttate per la produzione del legname", "nelle ostriofaggete favorire il riassetto forestale per il recupero dell'Habitat 9210 con l'obiettivo di aumentare la consistenza delle specie mesofile (faggio, carpino bianco, cerro, frassino maggiore e aceri) e ridurre quella del carpino nero", "È vietata qualsiasi operazione selvicolturale sulle formazioni forestali situate su terreni aventi pendenza media superiore





a 60 gradi”). L’analisi di dettaglio di molte Misure per la gestione degli habitat forestali indicati ne evidenzia, troppo spesso, l’assenza di riferimenti alle attuali conoscenze delle strutture e delle dinamiche delle formazioni forestali, almeno in Appennino, la mancanza di selvicoltura realmente applicabile, ma soprattutto (o proprio per questo) ne segnala l’inefficacia nel raggiungere l’obiettivo previsto e vincolante, cioè “ripristinare o mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente le specie e gli habitat segnalati nel sito”.

La ricca bibliografia sulla gestione degli habitat forestali in Italia appare ancora permeata da un’avversione stereotipata e diffusa nei confronti della gestione attiva ed il governo a ceduo in particolare. Minori preoccupazioni sembra destare l’abbandono colturale che spesso invece ha determinato significative trasformazioni degli stessi habitat.

Oggi, soprattutto in Italia, la selvicoltura è sempre più una raffinata applicazione dell’ecologia forestale ed in grado di esprimere nuove formulazioni adattative, utili ad una gestione con obiettivi multifunzionali e non prioritariamente a carattere produttivo. Lo testimoniano i numerosi progetti LIFE Natura calibrati su interventi attivi in cenosi forestali, che costituiscono esempi di processi virtuosi e sinergici fra esperti di più discipline e che dovrebbero essere trasferiti nella gestione forestale ordinaria.

\*\*\*

### **S. 2.12 Quali fattori influenzano la presenza dei microhabitat in foreste appenniniche non gestite?**

Fabio Lombardi, Serena Antonucci, Pasquale Antonio Marziliano, Roberto Tognetti, Gherardo Chirici, Diego Giuliarelli, Piermaria Corona, Marco Marchetti

**Parole chiave:** legno morto; microhabitat; struttura forestale, indicatori di biodiversità; foreste vetuste.

Al fine di integrare e migliorare i sistemi di monitoraggio forestale per preservare ed incrementare la biodiversità, è essenziale individuare nuovi approcci metodologici che considerino indicatori innovativi per valutare la biodiversità presente in un popolamento forestale.

Gli ecosistemi forestali caratterizzati da un elevato grado di naturalità possono essere considerati un riferimento fondamentale a fini conservativi. In Italia, alcune aree forestali montane, anche di estensione rilevante, sono oggi caratterizzate da processi evolutivi naturali, in corso già da alcuni decenni, come risultato dell’abbandono delle aree rurali e boschive e della riduzione delle pratiche forestali tradizionali. Le dinamiche forestali in assenza di attività selvicolturali sono principalmente caratterizzate da processi evolutivi indotti dai disturbi naturali e dalla competizione naturale. In questo contesto, i popolamenti forestali possono sviluppare strutture diversificate, avvicinandosi gradualmente alle caratteristiche più tipiche delle foreste naturali.

La struttura forestale, la diversità delle specie arboree presenti, le quantità di legno morto, ma anche la presenza ed abbondanza di microhabitat, sono parametri importanti per valutare e preservare la biodiversità negli ecosistemi forestali. In particolare, il termine "microhabitat" fa riferimento a piccoli substrati presenti sugli alberi vivi e sul legno morto, utilizzati da numerose specie, o gruppi di specie, per crescere, nidificare, nutrirsi, ma anche come rifugio. Pertanto, la loro quantificazione, opportunamente integrata con la descrizione delle caratteristiche strutturali del bosco, risulta utile per descrivere i livelli di naturalità occorrenti in bosco; essi possono quindi essere considerati degli idonei indicatori di biodiversità.

Di recente, molti studi hanno quantificato la presenza di microhabitat in relazione all’intensità di gestione, ma le relazioni tra le caratteristiche strutturali, la presenza di legno morto ed i microhabitat sono ancora poco conosciute, in particolar modo negli ecosistemi forestali dell’Europa meridionale.

Scopo di questo lavoro è stato quello di identificare quali parametri strutturali possano influenzare la formazione dei microhabitat, ma anche la loro tipologia ed abbondanza, in foreste montano-mediterranee non gestite da alcuni decenni (faggete e boschi misti di faggio-abete bianco), situate sull’Appennino. Si è ipotizzato che l’evoluzione naturale, in atto dopo l’abbandono delle pratiche selvicolturali, stia incrementando l’eterogeneità strutturale dei popolamenti studiati. Di conseguenza, strutture più complesse



ed abbondanza di legno morto in piedi ed a terra, dovrebbero favorire la creazione di nuovi microhabitats, permettendo di comprendere le dinamiche legate alla loro formazione.

Sono state quindi individuate sette aree di studio, localizzate in aree forestali indisturbate lungo un transetto latitudinale in Italia, e selezionate sulla base di riferimenti bibliografici ed informazioni storiche inerenti le attività antropiche condotte in passato. In ogni sito, i parametri strutturali, la presenza del legno morto e l'abbondanza e l'eterogeneità di ventitre tipologie di microhabitats, sono stati interamente censiti in aree di campionamento estese 1 ettaro.

Allo scopo di verificare se le caratteristiche strutturali abbiano influenzato quantità e tipologie di microhabitats presenti, sono state applicate delle tecniche statistiche (correlazione, analisi della regressione stepwise e metodi multivariati), considerando anche gli anni trascorsi dagli ultimi interventi selvicolturali. Le analisi sono state condotte mediante il software R.

I risultati hanno evidenziato un'elevata eterogeneità tra i siti per ciò che concerne i volumi di massa viva ed i quantitativi di legno morto, oscillando rispettivamente tra 363 e 702 m<sup>3</sup> per ettaro e tra 17 e 143 m<sup>3</sup> per ettaro. Inoltre, si è riscontrata un'elevata variabilità nel numero e nella tipologia di microhabitats presenti (da 35 a 380 unità per ettaro). Quanto più l'evoluzione naturale avanza, più è probabile riscontrare strutture complesse e maggiore abbondanza di microhabitats. Considerando i singoli individui arborei, ad un incremento del diametro corrisponde un più elevato numero di microhabitats, che sono inoltre maggiormente presenti su alberi morti in piedi, e sul legno di latifoglie più che di conifere. Il diametro può essere considerato il miglior predittore per la presenza di microhabitats. A livello di popolamento, gli anni trascorsi dagli ultimi interventi selvicolturali, quindi l'assenza di disturbi antropici, è il parametro che maggiormente supporta l'incremento del numero di microhabitats.

Nel contesto della gestione forestale sostenibile, approfondire lo studio dei fattori che influenzano la formazione, presenza ed abbondanza dei microhabitats, consentirebbe al mondo scientifico di fornire ai gestori forestali delle indicazioni selvicolturali, scientificamente fondate, per l'adozione di pratiche silvane utili a preservare la biodiversità. Sebbene gran parte della letteratura inerente le strategie di gestione orientate alla conservazione della biodiversità si è focalizzata sugli indicatori di biodiversità forestale spesso considerandoli separatamente gli uni dagli altri, questo lavoro ha evidenziato che lo studio integrato di integratori multipli e della loro relativa interazione, fornisce informazioni più approfondite per meglio descrivere le funzioni degli ecosistemi forestali nel loro complesso.

### ***Factors affecting microhabitats occurrence in montane unmanaged forests of the Apennines***

**Keywords:** deadwood; forest structure; indicators for biodiversity; old growth forests; tree microhabitats.

In order to improve forest monitoring, with the aim of increase or preserve forest biodiversity and naturalness, research is essential to provide quantitative methods but also new indicators to assess biodiversity. Forest ecosystems with a high degree of naturalness could provide references for conservation issues. Many mountain forests have evolved more natural processes over the past decades, as a result of the recent abandonment of rural and forested areas, due to a decline in traditional forest practices, especially on the mountainous areas of Italy. The absence of silvicultural activities induced forest dynamics to take successional pathways mainly driven by natural disturbances. In this context, forests can develop diversified stand structures, approaching the level of a native natural forest.

Stand structure, tree species diversity, deadwood amounts, but also microhabitats, are important features to preserve biodiversity in forest ecosystems. Particularly, the term "microhabitat" encompasses several structural features on single trees and small substrates used by numerous species, or groups of species, to grow, nest or forage. They are useful to describe the level of forest naturalness, integrated with structural features and deadwood amounts, since they could be used as indicators for biodiversity. Therefore, tree microhabitats support a large food chain and may have an important role in the functioning of forest ecosystems.



Recently, quite a lot of studies investigated the occurrence of tree microhabitats by comparing managed and unmanaged forests, but the connection between stand characteristics, deadwood and microhabitats remain poorly explored for forest ecosystems of the Southern Europe.

The aim of this study is to identify which structural factors support the occurrence, types and density of microhabitats in Mediterranean montane unmanaged forests (beech dominated and mixed beech-silver fir forests), located on the Apennines. We based this research on the hypothesis that the ongoing natural evolution, after the abandonment of silvicultural practices, is increasing the heterogeneity of the investigated forests. Then, an high amount of standing deadwood and dying trees should give the opportunity to better understand the dynamics that create microhabitats.

Seven study sites located in undisturbed forest stands were selected across the Italian peninsula on the basis of literature references and historical information on past anthropic activities in the areas. Stand structural parameters, deadwood and the heterogeneity in types and frequencies of 23 microhabitats were surveyed on a 1-ha sample plot for each site.

Statistical techniques (correlation and regression analysis with stepwise selection and multivariate approach) were applied to verify if structural traits influence the amount and type of microhabitats, also in relation the years since the last harvest. The statistical analysis were carried out using R statistical software.

Living tree volumes and the amounts of deadwood indicate a large variability among the investigated forest stands, ranging from 363 to 702 m<sup>3</sup> per ha for living trees and from 17 to 143 m<sup>3</sup> per ha for deadwood. Moreover, an high variability of the number and types of microhabitats was observed, ranging from 35 to 380 units per ha. As the forest aged, the overall structural complexity and microhabitats occurrence increased. At the tree level, large-diameter trees, standing dead trees and non-coniferous species supported a higher richness of microhabitats than trees of small diameter, living trees, and conifers. Moreover, tree diameter was the best predictor of the occurrence of most microhabitats. At the stand level, time since last cutting was the best predictor of density of microhabitats.

In the framework of sustainable forest management, a better knowledge of the factors influencing microhabitats would allow forest managers to adopt scientifically-based practices to preserve biodiversity. Although most studies of biodiversity-oriented management strategies focus on forest biodiversity indicators separated from each other, integrating multiple indicators was proved more practical to better describe the overall functions of forest ecosystems.

\*\*\*

### S. 2.13 Pianificazione forestale in cenosi forestali con forte carico di ungulati

Fabio Maistrelli

**Parole chiave:** selvicoltura; ungulati; pianificazione.

La media ed alta Val Venosta che coincide completamente con l'estensione dell'Ispettorato Forestale di Silandro (123.000 ha), rappresenta un unicum in Provincia di Bolzano, non solo per le condizioni climatiche particolari tipiche della Regione endalpica centrale che costituisce l'ambiente più secco e continentale delle Alpi Centrali, ma anche per la struttura della proprietà boschiva, che è per il 99% pubblica, mentre nel resto dell'Alto Adige è al 62% privata.

Questi boschi con anche le superfici alpicole sono tutti gestiti da più di quarant'anni da piani di gestione aziendale regolarmente revisionati. In alcuni casi i piani partono addirittura dagli anni '50 del secolo scorso (6 decenni!). Per anni uno dei principali scopi selvicolturali di questi piani era l'aumento dei livelli provvigionali, il miglioramento dei caratteri strutturali, e della composizione proprio favorendo solo la rinnovazione naturale presente e discretamente abbondante fino ai primi anni '90 del secolo scorso. Erano popolamenti in cui dai tardi anni venti a tutta la seconda guerra mondiale si era praticata una selvicoltura di rapina con tagli a raso su vaste superfici principalmente nel versante in ombra (esposto a N). Il versante



solatio della Val Venosta, praticamente senza copertura forestale è stato invece oggetto di vaste opere di rimboschimento con pino nero in purezza ad ondate successive per quasi un secolo. In questi rimboschimenti da più di vent'anni è in corso un'opera di rinaturalizzazione con ampio impiego di latifoglie autoctone.

La panificazione forestale è stata messa però in crisi dagli anni '90 in poi dall'aumento esponenziale della popolazione di ungulati, primariamente del cervo. Nei primi anni '90 è stata svolta un'indagine scientifica condotta dall'Ufficio Caccia e Pesca con il supporto scientifico della BOKU di Vienna (pubblicata poi nel 1995) su 973 punti con rinnovazione naturale, per determinare l'impatto del morso della selvaggina sulla rinnovazione stessa. Tra il 2012 al 2014 l'indagine è stata ripetuta (coordinamento Bonardi e Pedrotti) con lo stesso sistema (su 996 punti). I danni da morso sono stati classificati, entrambe le volte, sulla base di tre categorie: tollerabili, non tollerabili ed alteranti il grado di mescolanza delle specie secondarie. La consistenza numerica della popolazione del cervo è stata stimata con censimenti mediante conteggi primaverili notturni che si susseguono in zona dall'anno 2000. Si hanno inoltre a disposizione i dati sui piani di prelievo e sugli abbattimenti effettivamente realizzati.

La situazione già grave all'anno 1995 è decisamente peggiorata nel 2014. Le piantine censite fino a 130 cm di altezza costituenti la rinnovazione sono diminuite da 136.095 a 94.792, mentre la percentuale di morso sulle piantine è salita dal 61% all'80%. La densità media del cervo è pari a 6,4 cervi/km<sup>2</sup>, che sale a 18,4 cervi/km<sup>2</sup> quando la popolazione si concentra nelle zone di svernamento.

Nel corso dei rilievi per la revisione dei 51 piani di gestione boschiva dell'Ispettorato di Silandro, suddivisi in 1631 particelle forestali con una provvigione media di 252 mc/ha ed un incremento corrente pari a 3,81 mc/ha/anno, e nel cartografare puntualmente le strutture questo dato emerge chiaramente. La superficie in rinnovazione (1% della superficie produttiva) rimane costante o addirittura in molti piani, viene riclassificata come vuoto (totale vuoti 5%) stante il totale brucamento ripetuto delle piantine da parte dei selvatici che assumono l'aspetto di "bonsai". Diminuiscono anche le fasi a spessina (2%) e perticaia (5%) ed i popolamenti invecchiano sempre più (26% adulto, 30% maturo e 31% multiplano). Mancano da 30 a 40 anni di bosco in popolamenti a prevalente funzione protettiva (70% di tutta la superficie boschiva).

Per quasi un ventennio si è segnalato a tutti gli amministratori dei boschi il problema ed alle riserve di diritto di caccia si è fortemente consigliato, nelle apposite commissioni che valutano i prelievi, un aumento degli stessi, ma i risultati come si è visto sopra sono stati pressoché nulli.

Considerando l'incremento dei danni e la stabilità della popolazione di cervi chi redige i piani si trova davanti ad un bivio, o continuare a mantenere i livelli di ripresa costante (49.000 mc/anno, 0,7 mc/ha/anno), recintando tutte le aree utilizzate con costi immani (22 €/metro lineare), con un controllo costante dello stato di manutenzione delle chiudende e con un impatto paesaggistico notevole ed un aggravamento della situazione del morso nel restante bosco, o ridurre la ripresa annuale prolungando il più possibile il ciclo vitale dei popolamenti fino a che non si abbia un calo della popolazione di cervi. La nostra scelta è stata ovviamente la seconda, sia per la prudenza nell'utilizzo del bosco, sia per la notevole percentuale di boschi a funzione protettiva, ben sapendo però che nel lungo periodo si procrastina solo il problema e non si risolve la situazione.

Assieme alla riduzione del numero dei capi (conditio sine qua non) dovranno essere intraprese anche altre misure (aumento delle superfici aperte all'interno dei popolamenti, corridoi ecologici fra zone di svernamento ed estive ecc.)

### ***Forest management in forests with high population density of ungulates***

**Keywords:** silviculture; ungulates; forest management.

The middle and upper part of the Val Venosta – located in the West of South Tyrol and in forest means directed by the regional forest office of Silandro - is a interesting area for a variety of reasons. As far as the climatic conditions are concerned, this region is known for its poor annual precipitation, typical for the continental climate of the Inneralps. Another rather unusual characteristic is the property distribution of the





forest. While the percentage of forest owned by public institutions in the whole south Tyrolean area amounts to just 28%, in the upper part of Val Venosta this part amounts to 99%.

Since approximately 50 years this public forest areas are organized by so called “Forest management plans”. To be always up to date, these plans are undergoing revision every ten years. The main objectives of these plans have been: increase of the growing stock volume and improvement of the stand composition and mixture in order to favorize the natural regeneration, which worked well until the early 90`s.

During these years the entity has observed a lingering process that was going on. The population density of ungulates, especially red deer, has been exploding and creating big damages to the natural regeneration due to browsing. Therefore, in the early 90`s the competent department of wildlife in collaboration with the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU) started a scientific survey to evaluate the browsing impact of the ungulates in Val Venosta. The research was based on 973 samples taken within juvenile stands where the number of browsed trees had been evaluated.

After publishing the results in 1995 the same project was repeated in 2012 – 2014 with the identical monitoring procedure. Both times the browsing damage of ungulates had been classified into three categories: tolerable, intolerable and change of secondary tree layer due to browsing. The data of the population density of red deer had been estimated by the medium number of counted animals during spring nights every year since 2000. In addition, data of the annual removal of red deer are also available.

The results of both studies show a dramatic situation: while in 1995 the situation has been already distressing, in 2012 the situation got worse. The percentage of browsed trees rose from 61% (1995) to 80% (2012). The medium population density of red deer in the studied area has been estimated by 6,4 heads per square kilometer, which reaches a peak of 18,4 heads/ha within the winter habitats.

These results are confirmed by the assessment of the forest development stages realized during the elaboration of forest management plans. The areas classified “rejuvenation” represent 1 % of the whole productive forest area and this for more than two decades. Furthermore, have some “rejuvenation sites” been downgraded to “open space” (total area of 5%). Also, the percentage of the ticket stage and pole stands are decreasing (2% respectively 5%) and the aging of the mature stands is unavoidably progressing (26% of adult stage, 30% mature and 31% of multiaged stages). The lack of natural regeneration creates a big problem primarily for the forests with a protective function, as 70% of the forests in Val Venosta have.

Since more than 20 years this development and the consequent problems are being constantly communicated to all forest owners as well as to the competent commissions in order to achieve a radical increase of the number of approved removals of red deer. But, as the results show, the implemented action didn`t mitigate the problem at all.

Given the annual increase of the forests and the still growing red deer population there are two possibilities for future forest management plans: firstly, persist on the actual allowable cut rate (49.000 m<sup>3</sup> a year or 0,7 m<sup>3</sup>/ha/year) and subsequently fence all the worked areas to ensure the establishment of natural regeneration with all the consequences: immense costs (22€ per running meter), annual surveillance of intactness, high impact on landscape level and relocation of the primary problem to non-fenced areas. The second possibility – and that`s our way – will be to decrease the annual allowable cut rate in order to stretch the lifetime of mature forests until the population density of red deer has been downsized a lot by hunting. Our way ensures a careful management of the forests as in particular the high amount of protective forests require it. Thus, knowing that the original problem is just delayed.

The solution of this regional problem will require more than the adjustment of only one parameter. Of course, the reduction of the red deer population density is one of the crucial points, but other parameters such as creating more regeneration friendly forest stands or establish game corridors between winter and summer habitats should be taken into consideration as well.

\*\*\*



### S. 2.14 Dinamiche di facilitazione della rinnovazione naturale di pino marittimo a favore di una piantagione di leccio sottoposta ad un'intensa azione di brucatura nella tenuta di San Rossore (PI)

Alberto Maltoni, Barbara Mariotti, Francesca Logli, Sofia Martini, Andrea Tani, Roberto Tognetti

**Parole chiave:** ripristino ambientale; *Pinus pinaster*; *Quercus ilex*; *Dama dama*.

Da alcuni decenni la cocciniglia *Matsucoccus feytaudi* sta arrecando ingenti danni nelle pinete di pino marittimo che si trovano nella porzione più mediterranea dell'areale di distribuzione. In queste aree la specie viene a trovarsi in condizioni ecologiche non ottimali che ne diminuiscono la resistenza e le infestazioni di questo insetto sono risultate devastanti: migliaia di ettari di pinete di *Pinus pinaster* sono andati distrutti nel sud della Francia così come in Liguria e in Toscana. Nel Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli (la nostra area di studio) la fascia di vegetazione litoranea costituita dalla pineta di pino marittimo si presentava nel 2010 completamente invasa da *Matsucoccus feytaudi*. I gestori del Parco hanno così dato avvio agli interventi fitosanitari di lotta obbligatoria, così come previsti per legge, dapprima con tagli a raso su piccole superfici di forma e orientamento diversi, successivamente con tagliate di maggiori dimensioni. Il progetto di ripristino della copertura forestale ha previsto la sostituzione di specie con l'introduzione del leccio: la piantagione è stata realizzata con semenzali di 1 anno allevati in contenitore. Il forte carico di ungulati presenti nella Tenuta di San Rossore risulta da tempo incompatibile con i processi di rinnovazione naturale delle specie arboree ed arbustive e, nel caso specifico, per favorire l'attecchimento e la successiva affermazione delle piantine di leccio sono state utilizzate protezioni individuali (Tubex™ di forma cilindrica, alti 1,2 e di diametro variabile da 9 a 12 cm) contro la buccatura ad opera del daino (*Dama dama* L.). Negli anni successivi ai tagli a raso il pino marittimo ha manifestato meccanismi di resilienza con una abbondante rinnovazione naturale a ricostituire, potenzialmente, la pineta.

Nello studio che viene qui presentato vengono analizzate le relazioni che si sono manifestate tra la rinnovazione naturale di pino marittimo e la rinnovazione artificiale di leccio. In particolare le ipotesi sottoposte a verifica sono state:

- (i) l'impatto della brucatura dei daini sui lecci circondati da numerose piante di pino marittimo è più basso rispetto a quanto avviene a carico dei lecci cresciuti isolati o circondati da un minor numero di pini;
- (ii) la protezione fornita dalle piante di pino marittimo dipende da caratteri dimensionali come l'altezza e le dimensioni della chioma. Lo studio mira a quantificare la protezione esercitata dalla rinnovazione naturale nei confronti della piantagione di leccio e a definirne le dinamiche temporali allo scopo di produrre alcune linee guida per la gestione forestale nei casi di ripristino ambientale da attuare in situazione dove la pressione di brucatura si attesta su livelli esiziali.

I rilievi effettuati nel 2016 sono stati eseguiti in 12 aree di saggio, ognuna delle quali comprendeva 18 piantine di leccio piantate 7 anni prima. Su ogni leccio sono state rilevate sopravvivenza e crescita e attorno ad esse è stata individuato un sub-plot quadrato di 4 m<sup>2</sup> all'interno del quale sono stati effettuati rilievi di dettaglio sulla rinnovazione naturale insediatasi successivamente al taglio raso della pineta. Le variabili prese in considerazione sono state: copertura complessiva, eventuale presenza di rami sovrastanti l'apertura superiore dello shelter, poi, per ogni singola piantina, specie di appartenenza della piantina, posizione rispetto al semenzale di leccio posto a dimora, altezza, sviluppo laterale della chioma e nel caso delle piantine di pino marittimo, la loro età (stimata) e la presenza, o meno, di strobili maturi.

La brucatura ripetuta che si verifica quando la piantina di leccio raggiunge il bordo superiore della protezione può compromettere il successo della piantagione ma la probabilità di essere brucata è significativamente maggiore laddove la rinnovazione naturale di pino risulta meno abbondante. La rinnovazione naturale, dove presente, è rappresentata da piante vigorose, non attaccate dalla cocciniglia (almeno fino a quando la corteccia, fessurandosi, diviene ospitale per l'insetto). Quando le piante sono riunite in nuclei consistenti vicino ai lecci piantati queste sono in grado di influenzarne positivamente l'affermazione. In questo le piante di pino marittimo si sono rivelate più efficaci rispetto agli shelter utilizzati e grazie ai risultati dello studio è possibile definire valori discriminanti per



quanto riguarda la densità della rinnovazione e le dimensioni delle piante che determinano i fenomeni di facilitazione. In casi analoghi è ipotizzabile un intervento in due tempi con la piantagione (o eventualmente la semina) da effettuarsi in corrispondenza di nuclei di rinnovazione alcuni anni dopo il taglio raso del soprassuolo preesistente; tutto ciò avvalendosi anche della tolleranza dell'ombra che caratterizza il leccio.

Durante la stagione vegetativa 2018 sono stati condotti ulteriori rilievi per verificare l'ipotesi di una progressiva azione di facilitazione da parte della rinnovazione naturale del pino marittimo nei confronti della piantagione di leccio.

### ***Mechanical facilitation by maritime pine against severe browsing pressure on holm oak plantation in San Rossore forest (Pisa)***

**Keywords:** forest restoration; *Pinus pinaster*; *Quercus ilex*; *Dama dama*.

Over the last decades, the maritime pine bark scale, *Matsucoccus feytaudi*, has been severely damaging maritime pine (*Pinus pinaster*) in the Mediterranean side of its distribution, far from its ecological optimum. Thousands of hectares of maritime pine forest were destroyed in southern France and northern-central Italy. Maritime pine stands of the Regional Park Migliarino San Rossore Massaciuccoli (Tuscany), in 2010, were completely invaded by the pine bark scale. The forest managers of the Park started harvesting damaged pine stands, as required by law in presence of *M. feytaudi* attack. This was firstly accomplished with clear-cut on small surfaces, then on larger areas. To restore the forest canopy cover a plantation project was promoted nine years ago: logging was followed by planting of holm oak (*Quercus ilex*) using 1 years old plantlets. Since ungulate density is many times higher than the density compatible with forest regeneration dynamics 1.2-m tall tree-shelters were used to protect the establishment of planted holm oak seedlings from *Dama dama* L. (fallow deer) browsing pressure. *Pinus pinaster* showed resilience by widespread but not homogeneous natural regeneration.

In the framework of a wide evaluation of this forest restoration project, we present a study on the relationships between natural regeneration of maritime pine occurring after clearcutting and oak plantation development. In particular, we hypothesized:

- (i) that the impact of fallow deer browsing on holm oak seedlings grown in the presence of maritime pine saplings is lower than in their absence;
- (ii) the protective capacity of maritime pine, naturally regenerating after clear-cutting, on planted holm oak is dependent on tree structure and crown size of maritime pine. Further, we evaluated short-term effects of browsing-facilitation intersections on the spatial aggregation of holm oak seedlings in the presence and absence of facilitative maritime pine. The study assessed the effects of holm oak – maritime pine facilitation on seedling survival and stem form in holm oaks, and the results are discussed with the aim of providing information and guidance for effective forest management, leading to the survival of holm oak seedlings for restoration purposes.

Data on browsing and oak survival and growth were collected in 2016 in twelve sample plots, including each 18 holm oaks. Then, 216 sub-plots of 4 m<sup>2</sup> (18 sub-plots each plot) with the center where a holm oak was planted were sampled to collect data on the relationship between natural vegetation and, in particular, on maritime pine natural regeneration and holm oak seedlings. Data included species, position of the plants in relation to the holm oak seedling, height, crown radius, canopy cover, number of branches dominating the tree-shelter, and, only for maritime pine, plant age and presence of mature cones.

Repeated browsing strongly compromised holm oak plantation success. The probability of oak seedlings being browsed, however, was lower for individuals growing amid pines than for those growing in isolated shelters. Regeneration of maritime pines was vigorous and the young pine cohort was resistant to pine bark scale. Oak establishment and growth increased as seedlings grew close to vigorous pines. According to our 7-year results, pine regeneration was more effective in promoting oak survival and establishment than shelters and we could define average values of density and growth and crown development of maritime pines, as well as distance from oaks, effective in promoting holm oak seedling establishment. Thus, salvage logging should be



avoided across excessively large areas, to allow lateral dissemination of maritime pine regeneration. Moreover, since holm oak is a shade tolerant species, plantation should be established 2-3 years after harvesting, without shelter, and localized according to pine natural regeneration density and growth.

In 2018 more data were collected to verify our conclusions on mechanical facilitation of holm oak by growing maritime pine.

\*\*\*

### **S. 2.15 Dalla ricerca alla pratica: l'utilizzo dei martelloscopi per trasmettere le innovazioni della ricerca ai portatori di interesse in ambito selvicolturale**

Maurizio Marchi, Andres Bravo-Oviedo, Piermaria Corona, Mariachiara Manetti, Susanna Nocentini, Davide Travaglini, Francesco Pelleri

**Parole chiave:** Abetone; selvicoltura sistemica; percezione sociale; trasferimento dell'innovazione.

In questo contributo si riportano i risultati di un caso studio in cui, a un campione di 24 persone, scelte in modo da fornire un quadro ampio della società e includendo tecnici forestali e non, uomini e donne, giovani (under 40) e senior (over 40), è stato chiesto di eseguire sullo stesso popolamento (una fustaia di faggio ed abete bianco con latifoglie sporadiche e conifere derivanti da piantagione, in differenti fasi di sviluppo) e in modo completamente autonomo, due tipi diversi di trattamento. In un'area di 80 metri di lato (circa 6400 metri quadrati) diviso in 16 settori, tutti gli alberi sono stati preventivamente misurati e numerati progressivamente. È stato così predisposto un sistema di riferimento accessibile tramite un apposito software che è stato fornito a ciascuno dei 24 soggetti coinvolti per registrare le loro attività in bosco. I due sistemi di trattamento testati sono:

- (i) il diradamento previsto dal piano di gestione, di tipo basso e con l'obiettivo di favorire le latifoglie sporadiche e regolarizzare la struttura del bosco;
- (ii) l'approccio sistemico atto a favorire la disetaneizzazione del soprassuolo e la diversità compositiva e strutturale attraverso interventi di bassa intensità ravvicinati nel tempo.

Le performances di ogni soggetto sono state analizzate in termini di area basimetrica e numero totale di alberi rimossi. La distribuzione delle piante in classi di diametro post intervento per ognuno dei due trattamenti (diradamento dal basso e approccio sistemico) è stata inizialmente confrontata con la distribuzione ottenuta da un ricercatore esperto (modello di riferimento) e, successivamente, nell'ambito dello stesso soggetto per valutare la capacità di discriminare e diversificare i due trattamenti. Le distanze tra il modello di riferimento e le ripetizioni realizzate dallo stesso individuo sono state valutate attraverso il Kruskal-Wallis test. Infine è stato utilizzato un modello lineare generalizzato (GLM) per determinare quale tra i vari fattori oggetto di studio fosse il più determinante nell'influenzare le scelte del soggetto.

L'analisi dei dati ha evidenziato come sia difficile per le persone apprendere e mettere in pratica nuove tecniche colturali. Nella maggior parte dei casi, le distribuzioni di frequenza post diradamento scaturite dalla martellata dei vari soggetti, sono risultate difformi da quanto effettuato dai ricercatori (modello di riferimento). Inoltre, soltanto 3 persone su 24 hanno differenziato propriamente i due sistemi. Tutti e tre i soggetti erano uomini, esperti di scienze forestali e appartenenti o con legami stretti al mondo della ricerca. In generale, i soggetti di sesso femminile sono riusciti a differenziare maggiormente i due sistemi, tuttavia soltanto il grado di conoscenza delle tecniche selvicolturali (background) è risultato essere stabilmente significativo nel modello.

***From research to practice: the use of martelloscopes for innovation transferability in forestry***

**Keywords:** Abetone; systemic silviculture; social perception; innovation transfer.

In this contribution we present the main results from a sociological experiment with 24 individuals, selected among the possible stakeholders connected to the forestry sector. We included experts and unskilled persons,





males, females, young (younger than 40 years old) and old (older than 40). People were asked to perform two different tree marking systems working individually in a “martelloscope” drawn out in a mixed-forest composed by European beech and silver fir with many sporadic species and artificial introduction of Norway spruce). The testing area was a 80 x 80 metres plot (approximately 6400 square metres) divided in 16 sub-quadrants. In this martelloscope, all trees were fully measured and numbered progressively. All records were stored in a database distributed to all the involved stakeholders to support the field operations. Main aim of this work was to test whether people are able to apply novel silvicultural methods. The two methods were:

- (i) a classic thinning from below with particular attention to favouring sporadic broadleaves, which is the regular intervention according to the forest management plan for this stand, with the aim of regulating the distribution of trees across the whole area;
- (ii) the systemic approach, a novel method not yet currently applied in forestry and aimed at promoting an unstructured and uneven-aged forest with high spatial variation by means of frequent thinnings.

Three variables were here considered and analysed to evaluate influence on tree marking: background (i.e. the degree of knowledge of the silvicultural practices by each person), sex and age (younger or older than 40 years-old). The activity of each stakeholder was monitored and analysed in terms of ratio between the total number of trees marked and basal area they removed. The impacts on the diameter distribution of the stand generated by each marker were compared with a benchmark made by experts. This was done to evaluate the closeness of their marking scheme to experts' performance (i.e. quality of the performance). In addition, the structure of the stand after thinning was studied within each marker, to assess the ability to differentiate the two systems. The statistic distance between the theoretical thinning (i.e. expert) and the applied one (i.e. stakeholder) as well as between the two marking systems was evaluated by means of the Kruskal-Wallis test. Finally, a Generalised Linear Model (GLM) was run to determine the most influencing factors among the considered source of variations.

Results showed that the two methods were not differentiated enough by 21 of the 24 stakeholders. Actually, individuals performed just one of the proposed systems correctly and then replicated it during the second training session. The 3 subjects which were able to perform both systems correctly were male and connected to the forestry sector (i.e. forest technicians or researchers). Females were generally more able to differentiate the two approaches, even though this difference was not supported by statistical significance. Finally, GLM highlighted only “background” as a key factor in tree marking.

\*\*\*

## S. 2.16 La comunità ornitica della Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa

Ilaria Martini, Giovanni Galipò, Clara Sargentini

**Parole chiave:** Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa; biodiversità; comunità ornitica.

Scopo del lavoro è lo studio della comunità ornitica della Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa, in provincia di Firenze. La foresta, compresa nel Sito di Interesse Comunitario «Vallombrosa e Foresta di S. Antonio» (codice IT5140012 di Rete Natura 2000) ai sensi della Direttiva comunitaria 92 /43 /CEE “Habitat” e Sito di Importanza Regionale (SIR, n. 46) ai sensi della LRT n. 56/2000, si estende per circa 1273 ettari, tra i 470 m e 1440 m di quota, sul versante nord-occidentale della dorsale del Pratomagno, tra il Valdarno superiore e il Casentino. Le tipologie forestali predominanti sono: formazioni a prevalenza di conifere; formazioni miste di conifere e latifoglie o formazioni con presenza sia delle une che delle altre in percentuali variabili; formazioni di latifoglie a prevalenza di faggio; aree marginali comprendenti le poche aree aperte presenti nella riserva.

Lo studio è stato effettuato tramite monitoraggio dell'avifauna con il metodo dei punti di ascolto. Questi sono stati in numero di 41 distribuiti lungo la rete viaria che attraversa la Riserva. La distanza tra i punti era di almeno 200 m per evitare sovrapposizione di conteggio. Ogni stazione è stata visitata una volta al mese nel periodo settembre 2013-agosto 2014. I rilievi sono stati eseguiti a partire dal sorgere del sole per le successive 5 ore. La posizione delle 41 stazioni è stata registrata in campo sia su cartografia cartacea (carta



della vegetazione forestale in scala 1:10.000 allegata al Piano di Gestione 2006-2025) sia mediante ricevitore GPS. I risultati dei conteggi hanno permesso il calcolo di: Abbondanza per stazione (n), Ricchezza (S), Diversità di Shannon-Wiener (H'), Equiripartizione (J'), Incidenza di Non passeriformes (NP). I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica utilizzando il test non parametrico di Kruskal-Wallis considerando come fonti di variabilità la formazione vegetale, la stagione (periodo pre-riproduttivo, comprendente i mesi di Febbraio e Marzo; periodo riproduttivo: Aprile, Maggio, Giugno e Luglio ; periodo post-riproduttivo: Agosto, Settembre, Ottobre e Novembre; inverno: Dicembre e Gennaio) e la quota altitudinale (600-800 m s.l.m.; 800-1000 m s.l.m.; 1000-1200 m s.l.m.; 1200-1400 m s.l.m.). I gruppi sono stati confrontati con il test non parametrico di Dunn. Sono state censite in totale 47 specie di uccelli, tra le quali Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) e Picchio nero (*Dryocopus martius*), di particolare interesse conservazionistico ai sensi della direttiva comunitaria 147/2009 - "Conservazione degli uccelli selvatici". Di *Dryocopus martius* è stata confermata la nidificazione con il ritrovamento di cavità nido e sono stati censiti diversi siti di alimentazione.

L'abbondanza è risultata maggiore nelle aree marginali, nel periodo pre-riproduttivo e alla quota compresa tra 800 e 1000 m s.l.m. La ricchezza è stata maggiore nelle aree aperte, nel periodo pre-riproduttivo e riproduttivo e alle quote più basse; l'indice di diversità è risultato maggiore nelle aree aperte, nel periodo riproduttivo ed alle quote più basse. L'equiripartizione, maggiore nel periodo riproduttivo, è inferiore nelle formazioni a prevalenza di latifoglie ed alle quote più alte. L'incidenza di non passeriformes, minore nelle latifoglie, è risultata significativamente maggiore nel periodo pre-riproduttivo e riproduttivo e alle quote più basse.

*Fringilla coelebs* (fringuello), *Periparus ater* (cincia mora), *Certhia brachydactyla* (rampichino), *Sitta europaea* (picchio muratore), *Regulus regulus* (regolo), *Turdus merula* (merlo), *Garrulus glandarius* (ghiandaia), *Cyanistes caeruleus* (cinciarella), *Erithacus rubecula* (pettirosso), *Troglodytes troglodytes* (scricciolo), *Turdus phylomelos* (tordo bottaccio), *Dendrocopos major* (picchio rosso maggiore), *Turdus viscivorus* (tordela), *Poecile palustris* (cincia bigia), *Regulus ignicapilla* (fiorrancino), *Columba palumbus* (colombaccio) e *Sylvia atricapilla* (capinera) hanno fatto registrare un numero di contatti superiore a 100. La maggior parte dei contatti per quasi tutte le 17 specie è avvenuta in zone con presenza di conifere, sia in purezza che miste a latifoglie. Hanno presentato comportamento diverso Cincia bigia, presente principalmente in aree a latifoglie e nelle aree marginali, Cinciarella, Merlo e Capinera la cui maggiore presenza è stata riscontrata soprattutto nelle aree marginali.

I parametri ecologici della comunità ornitica indicano la Foresta di Vallombrosa come sito di grande interesse per la biodiversità.

### **Ornithic community of Vallombrosa Biogenetic National Nature Reserve**

**Keywords:** Vallombrosa Biogenetic National Nature Reserve; Biodiversity; ornithic community.

Aim of the work is the study of the Vallombrosa Biogenetic National Nature Reserve ornithic community. The Vallombrosa forest is included in the "Vallombrosa and Forest of S. Antonio" Community Interest Site (code IT5140012 of Natura 2000 Network) according to Council Directive 92/43 / EEC. Vallombrosa forest is also a Site of Regional Importance (SIR, No. 46) according to the Tuscany Regional Law No 56/2000. The forest covers about 1273 hectares, at altitudes between 470 m and 1440 m above sea-level, in Florence area. It is located on the north-western side of the ridge of Pratomagno, between upper Valdarno and Casentino valley. The main forest types are: coniferous woodland; mixed woodland of coniferous and deciduous trees into variable percentages; deciduous woodland with a prevalence of beech; open areas including vegetation clearings. The study was carried out by monitoring the birds with the method of listening points. The 41 listening points were distributed along the forest roads. The distances between the points were at least 200 m to avoid counting overlap. The position of the 41 stations was recorded in the field both on paper cartography (map of forest vegetation on a 1: 10,000 scale attached to the 2006-2025 Management Plan) and through a GPS receiver. Each station was monthly visited from September 2013 to August 2014. The surveys were performed starting from sunrise for the next 5 hours. The results of the counts allowed the calculation of: Abundance per station (n), Richness (S), Shannon-Wiener diversity (H'), Equipartition (J'), Non-



passeriformes incidence (NP). The data were analyzed using Kruskal-Wallis non-parametric test, considering the forest type (coniferous woodland, mixed woodland of coniferous and deciduous trees, deciduous trees, open areas), the season (pre-breeding period, including the months of February and March, reproductive period: April, May, June and July), post-breeding period: August, September, October and November, winter: December and January) and altitude (600-800 masl, 800-1000 masl, 1000-1200 masl, 1200-1400 masl) as sources of variability. Dunn's test was used to compare the groups. A total of 47 species of birds are listed, including Honey buzzard (*Pernis apivorus*) and Black woodpecker (*Dryocopus martius*), species of conservation interest according to the UE directive 147/2009 – “Conservation of wild birds”. Cavity-nests and feeding excavations of *Dryocopus martius*, breeding in Vallombrosa forest, were found. Abundance was higher in open areas, in pre-reproductive period and at 800-1000 masl of altitude. The richness was higher in open areas, in reproductive and pre-reproductive periods and at lower altitudes. Diversity index was higher in open areas, in the reproductive period and at lower altitudes. The equipartition, greater in the reproductive period, is lower in the deciduous trees woodland and at higher altitudes. Non-passeriformes incidence was significantly lower in deciduous areas and higher in the pre-reproductive and reproductive period and at the lower altitudes above sea-level. *Fringilla coelebs* (chaffinch), *Periparus ater* (coal tit), *Certhia brachydactyla* (short-toed treecreeper), *Sitta europaea* (eurasian nuthatch or wood nuthatch), *Regulus regulus* (goldcrest), *Turdus merula* (common blackbird), *Garrulus glandarius* (eurasian jay), *Cyanistes caeruleus* (eurasian blue tit), *Erithacus rubecula* (european robin), *Troglodytes troglodytes* (eurasian wren), *Turdus phylomelos* (song thrush), *Dendrocopos major* (great spotted woodpecker), *Turdus viscivorus* (mistle thrush), *Poecile palustris* (marsh tit), *Regulus ignicapilla* (common firecrest), *Columba palumbus* (common wood pigeon) and *Sylvia atricapilla* (eurasian blackcap) was registered more than 100 contacts. The most part of contacts for almost 17 species occurred in coniferous areas, also mixed with deciduous trees. *Poecile palustris* is present in broad-leaved areas and in open areas. *Cyanistes caeruleus*, *Turdus merula* and *Sylvia atricapilla* were found especially in open areas.

Ecological indices of the ornithic community indicate the Vallombrosa Forest as a site of primary interest for biodiversity.

\*\*\*

### **S. 2.17 Sperimentazione di microchiudende per la prevenzione dei danni da ungulati alla rinnovazione forestale: valutazione dell'efficacia e sostenibilità del metodo a 10 anni dall'avvio del progetto**

Sandro Nicoloso, Alfredo Bresciani, Francesca Martini, Loretta Leonessi, Paolo Semenzato, Lilia Orlandi

**Parole chiave:** Foreste Casentinesi; microchiudende; rinnovazione forestale; danni; ungulati.

Le Foreste Casentinesi (Arezzo, Italia) rappresentano nello scenario italiano un ambiente unico grazie alla disponibilità di serie storiche di dati riguardanti la selvicoltura iniziata nel XII secolo con i monaci Camaldolesi e proseguita con i Piani di Gestione del complesso forestale di cui l'ultimo ha validità per l'arco temporale 2008-2017 e attualmente in fase di revisione. A partire dal 1998, per conto della Regione Toscana, sono stati condotti in modo sistematico e con continuità temporale che non trova eguali nel contesto nazionale, i monitoraggi finalizzati alla stima delle popolazioni di ungulati e delle loro dinamiche evolutive; azioni che sono proseguite per iniziativa del Parco Nazionale con le stesse metodologie ed avvalendosi dello stesso supporto tecnico dal 2007 ad oggi. L'istituzione del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna ha fatto sì che la gestione del territorio fosse finalizzata alla rinaturalizzazione mediante tecniche di selvicoltura naturalistica senza trascurare gli aspetti storico-culturali attraverso il mantenimento di tipologie di soprassuoli che, lasciati alla loro naturale evoluzione, non si sarebbero potute mantenere, quali ad esempio le abetine di abete bianco (*Abies alba*). Questo obiettivo, per piccole porzioni di territorio, è stato perseguito andando ad individuare nuove tecniche di gestione che garantissero il migliore equilibrio tra la possibilità di mantenere popolamenti forestali in grado di assolvere in pieno alle loro molteplici



funzioni e la presenza di popolazioni di ungulati selvatici, anch'essi parte integrante del patrimonio naturale nell'ottica della conservazione. A partire dagli anni '80 sono stati sperimentati diversi metodi di prevenzione dei danni alla rinnovazione: impiego di sostanze repellenti, protezione degli apici vegetativi, shelter commerciali, protezioni individuali create per dimensioni e materiali in base alle esigenze specifiche della rinnovazione da difendere da un lato e dalle specie di ungulati presenti sul territorio.

Con il Piano di Gestione Forestale già citato (PGF), allo scopo di conservare alcune delle abetine storiche, è stata avviata la sperimentazione di un innovativo metodo definito "microchiudende", ovvero recinzioni di piccole dimensioni adattabili alla morfologia del territorio, disposte a macchia di leopardo e intervallate da ampi corridoi. Nell'ipotesi di fattibilità i vantaggi ipotizzati con questo tipo approccio erano molteplici: se una certa percentuale di chiudende viene danneggiata prima che la rinnovazione si affermi, ad esempio dalla caduta di un albero, viene comunque garantita la continuità della ripresa forestale dalle chiudende rimanenti; la presenza dei corridoi fa sì che gli ungulati non abbiano necessità di entrare all'interno delle chiudende per procurarsi il cibo; viene garantito l'accesso con mezzi meccanici nelle fasi di intervento dei rimboschimenti (pulizie, diradamenti, tagli intercalari) ed infine, ma non certo per ordine di importanza, viene garantita comunque la continuità della copertura forestale nel rispetto delle normative vigenti, sia nel breve periodo, ma in particolare a lungo termine (rispetto ai turni forestali specifici) come simulato con tecniche GIS integrate ai parametri selvicolturali noti per questa tipologia di soprassuoli.

Al fine di valutare l'efficacia del metodo nel medio-lungo periodo è stato definito un protocollo sperimentale basato sul monitoraggio nelle aree degli interventi realizzati attraverso accurati rilievi a partire dall'anno "0". All'anno del taglio e successiva realizzazione delle chiudende e degli impianti artificiali (2008) è stato messo in atto un protocollo di rilievo accurato dello stato dei soprassuoli in modo da disporre di una fotografia della situazione iniziale, indispensabile per le valutazioni future sull'efficacia e sostenibilità del nuovo approccio. I rilievi all'anno 0 hanno riguardato: rilievi sulla struttura e morfologia delle superfici di taglio, sia all'interno delle singole chiudende che sulle superfici lasciate libere, localizzazione delle ceppaie relative al vecchio impianto; stima del numero di piante di abete bianco messe a dimora e distribuzione per fasce di densità, rilievi fitosociologici e vegetazionali; rilievi specifici su tutte le piante di abete bianco, sia naturali che impiantate (danni, vitalità, accrescimento, ecc.), rilievi sulla vegetazione circostante per valutare possibili influenze sull'accrescimento dell'abete.

Il presente lavoro ha lo scopo di fornire una prima valutazione, a 10 anni dall'avvio del progetto, utilizzando i risultati dei diversi monitoraggi finalizzati all'analisi dei danni alla rinnovazione forestale che sono stati realizzati durante la validità dell'ultimo PGF.

\*\*\*

## **S. 2.18 Variazioni ecologiche e fauna forestale italiana. Tempo, clima e intervento umano**

Luigi Masutti

**Parole chiave:** fauna forestale; tempo; variazioni ecologiche.

Nel manifestarsi di variazioni interessanti la dinamica degli ecosistemi di foresta temperata, alcuni elementi paiono meritare un contributo di rinnovata riflessione per quanto riguarda la vita e l'azione della fauna. In particolare, pare oggi urgente approfondire la ricerca sulle entità zoologiche del suolo e sulle frequenti, progressive modificazioni delle zoocenosi forestali. Come è noto, l'attività della fauna edafica *sensu lato* dipende sia dalla disponibilità di materiale ottenuto per naturale caduta, sia dalla presenza di sostanza vegetale o fungina sintetizzata nel suolo: perciò essa è sostenuta dall'insieme dei residui abbandonati da organismi di un sistema di sintesi primaria agente sopra- ed entro-terra e anche, talora in misura cospicua, dai resti diretti della produzione di piante, muschi, licheni e funghi epifiti. Pur considerata la straordinaria diversità floristica tra i popolamenti forestali del pianeta, non sembra trascurabile che nei soli vegetali vascolari circa il 10% sia rappresentato da entità epifite (Benzing, 2015). È noto, inoltre, ma per lo più trascurato, che anche nei boschi della zona temperata la produttività, e pertanto anche il rinnovo della





biomassa, è in larga parte influenzata dalla fotosintesi di licheni arboricoli. Nel quadro della vita animale nel suolo della foresta, accanto alla principale funzione di rimaneggiamento dei residui biologici, si colloca in variabile parte il concorso alla dispersione del seme. L'azione e la presenza stessa della fauna nell'habitat edafico del bosco risentono in varia misura delle alterate disponibilità idriche e degli incendi.

Gli esami delle modificazioni avvenute negli assetti faunistici di biocenosi forestali non sempre dedicano un'adeguata attenzione all'importanza del fattore tempo, che domina in generale ogni processo, ma che impone termini particolari a ciascun tipo di organismi. Per questo i cambiamenti delle situazioni ecologiche nei boschi, più che in altri ambienti terrestri, sono il risultato di continui adattamenti cronologici in una rete di eventi al cui susseguirsi le piante legnose, soprattutto gli alberi, concorrono a proporre un costante contributo di attenuazione vitale. Ne consegue il configurarsi di eventi che superano, per delicatezza e complicazione, quanto di analogo può verificarsi nell'agricoltura, anche perché nei popolamenti arborei non sempre è facile eseguire tempestivi accertamenti e por mano a interventi di controllo.

Variazioni più o meno ampie nel prospetto sistematico e/o nella distribuzione delle zoocenosi forestali avvengono per introduzioni o spostamenti direttamente o indirettamente dovuti a iniziative umane e per diffusioni spontanee, quali le invasioni di insetti e altri artropodi (trattate in altra sessione del Congresso) e le incursioni e le migrazioni di vertebrati. A quest'ultimo riguardo, destano interesse i casi particolari degli uccelli, per fenomeni di rarefazione o di incremento numerico, di ampliata diffusione, di variato manifestarsi dei passi stagionali, di sfruttamento di nicchie ecologiche in ambienti urbani. Riveste un'importanza particolare la presenza dell'ape nel bosco. *Apis mellifera* Linnaeus colonizza naturalmente e favorevolmente la foresta mediterranea, ma trova crescenti difficoltà nell'affrontare habitat di popolamenti arborei di climi temperati in un gradiente termico negativo verso l'alto o verso nord, tanto da esigere, in Italia, un sostegno più o meno consistente da parte dell'uomo per la stagione fredda.

Quanto sopra esposto prefigura un arricchirsi del piano generale di specifiche competenze selvicolturali nel settore operativo e nella ricerca.

### ***Ecological changes in Italian forest fauna. A problem of time, climate and man's action***

**Keywords:** forest fauna; time; ecological changes.

Considering the changes occurring in temperate forest biocoenoses, some important issues deal with faunal life. In particular, nowadays it seems extremely urgent to enhance the research on the function of zoological soil entities and on the frequent progressive modifications of forest zoocoenoses. It is widely acknowledged that the action of edaphic fauna *sensu lato* depends both on natural fallen material and on plant or fungal matter synthesized underground. Hence it is supported by all the remains scattered by organisms acting in a system of primary synthesis above and under the surface of the ground and, sometimes, by what is left of epiphytic fungal, plant, moss and lichenous productions. Holding in due consideration the remarkable floral diversity of the world forest environments, it is not negligible that there is an amount of near to 10% of epiphytic entities among vascular plants (Benzing, 2015). It is also commonly known, but mostly disregarded, that the productivity, that is the renewing of the biomass, is considerably influenced by some epiphytic lichens which may synthesize a large quantity of primary production also in temperate forests. Animal life in forest soils is acting upon the distribution of seeds as well as upon litter decomposition. Either scanty water resources in soil or frequent events of forest fire have a variable, not always well-known influence on presence, abundance or function of soil fauna.

A scarcely discussed question concerns the concept of time in the happening of ecological processes in wooded habitats. In fact, each woodland community is subjected both to time in a general sense and time peculiar to a single organism: there is, thus, a time for each woody or non-perennial plants, and for each long- or short-lived animal. Everything considered, it is a matter of chronological adaptation to changing conditions of the woodland biocoenoses. More than in agricultural ecosystems, variations in the forest faunal complexes depend on different events, because of forcibly delayed control or, at least, of prompt detection in woods.



According to general observation, the composition changes are a direct or indirect result of man's actions or a consequence of natural spreading trends and real migrations. As for silviculture, the most important of them regard insects (and other arthropods), a special object of another section of the Congress, and several vertebrates; among the latter, birds are a matter of considerable interest, in particular about the changing presence of the small passeriforms, the increasing colonization by some medium-sized species, the irregular occurring of autumnal passage, the offering of oases of urban permanence. A relevant topic is to be found in the forest settling of honeybees. *Apis mellifera* Linnaeus is naturally well-integrated into the Mediterranean forest ecosystem, but it is facing increasing difficulties in inhabiting woods of cold places; its life and activities in many mountain Italian regions are therefore greatly supported by the presence of man.

All the above things considered, several tasks seem deserving to be added to the usual operating silvicultural job and research.

\*\*\*

### S. 2.19 Stato di conservazione e ruolo scientifico, naturalistico e culturale delle foreste vetuste piemontesi

Renzo Motta, Alberto Dotta, Pier Giorgio Terzuolo

**Parole chiave:** foreste vetuste; servizi ecosistemici; selvicoltura; dinamica forestale; struttura.

In Europa, a differenza di altri continenti, quasi tutte le foreste sono state nel passato intensamente sfruttate dall'uomo. Solo alcuni lembi di bosco hanno conservato, o a volte riacquistato nel tempo, una struttura e caratteristiche di naturalità molto prossime alle foreste primarie. Non tutte le foreste primarie sono però foreste vetuste ma solo le fasi più mature di queste che si sono sviluppate in assenza di disturbi naturali (di forte magnitudo) o antropici per un lungo periodo di tempo.

Esistono molte definizioni di bosco vetusto che utilizzano criteri strutturali, successionali o biogeochimici. Inoltre le definizioni ed il rigore di applicazione variano nelle diverse regioni geografiche: ad esempio il criterio di estensione minima è necessariamente molto diverso in Europa rispetto ad altri continenti. Secondo la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) una foresta vetusta è un "bosco primario o secondario che abbia raggiunto un'età nella quale specie e attributi strutturali normalmente associati con foreste primarie senescenti dello stesso tipo, si siano sufficientemente accumulati così da renderlo distinto come ecosistema rispetto a boschi più giovani". Secondo un recente lavoro che ha mappato le foreste vetuste in Europa utilizzando dei criteri rigorosi ma adeguati alla situazione continentale (Sabatini et al. 2018), solo lo 0.7% delle foreste europee ha caratteristiche tali da essere definito bosco vetusto.

L'Italia è un paese ad alta densità demografica in cui le foreste sono state intensamente utilizzate per millenni. Utilizzando una definizione rigorosa in Italia non ci sono foreste che hanno le caratteristiche di bosco vetusto ma la riduzione della pressione antropica degli ultimi decenni ha permesso la ri-naturalizzazione di alcuni lembi forestali che stanno gradualmente riacquistando alcune caratteristiche strutturali tipiche delle foreste vetuste che erano assenti o molto rare nelle foreste italiane anche solo alcuni decenni orsono (ad esempio la presenza di legno morto in piedi o a terra).

Il Testo Unico forestale recentemente approvato (DL 34, 3 Aprile 2018) ha, per la prima volta, riconosciuto l'importanza, dal punto di vista naturalistico, culturale e scientifico, delle foreste vetuste ed ha previsto per queste "speciali azioni di conservazione". Nella definizione di foreste vetuste il TUF non si è però limitato agli aspetti naturalistici e strutturali ma ha preso in considerazione, tenendo conto della sensibilità e del ruolo che le foreste hanno nell'immaginario collettivo italiano, anche foreste che presentano caratteri di preminente interesse per "ragioni storiche, letterarie, toponomastiche o paesaggistiche, culturali e spirituali".

In questo lavoro viene discusso lo stato di conservazione delle foreste piemontesi e viene proposto un primo elenco di foreste che hanno caratteristiche tali da essere definite vetuste evidenziando gli aspetti scientifici, naturalistici e culturali che hanno portato alla redazione di questa lista.



## **Conservation status and scientific, naturalistic and cultural role of Piedmont's old-growth forests**

**Keywords:** old-growth forests; ecosystem services; silviculture; forest dynamics; structure.

European forests have been intensively and pervasively managed for centuries and, as a consequence most of the current forest stands have lost their original structure. According to Sabatini et al. (2018) only 0.7% of the European forest can be classified as “old-growth forests”. The definition of an old-growth forest is a controversial issue and can be applied using structural, successional or biogeochemical indicators. According to Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) an old-growth forest is a “primary or secondary forest which has achieved an age at which structures and species normally associated with old primary forests that type have sufficiently accumulated to act as a forest ecosystem distinct from any younger age class” but this kind of definition is applied in different ways among regions and continents being less restrictive where the forests have been intensively used by man. Actually if we apply a conservative definition there are no more “old growth forests” in Italy but, due to the fact that in the last decades a substantial part of forest cover has been withdrawn from regular forest management and human land use, some forest stands has re-developed some old-growth structural features e.g. presence of coarse-woody debris.

The new Italian forest law (DL 34, 3 Aprile 2018) has recognized the importance of old-growth forests and has lined up “special protection actions” for them. The same law has used a wide and comprehensive definition of old-growth forests including not only the traditional structural indicators but also forests that have important “historical, literature, aesthetic, cultural and spiritual” values.

In this paper we discuss the present conservation status of the Piedmont's forests and we present a first list of regional old-growth forests pointing out the scientific, cultural and naturalistic values.

\*\*\*

### **S. 2.20 Selvicoltura, biodiversità, fauna: 10 anni dopo il Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura**

Susanna Nocentini

**Parole chiave:** conservazione della biodiversità, habitat forestali, complessità

A dieci anni dal Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura le tematiche sperimentali e operative riguardanti la conservazione della diversità biologica e le interrelazioni con la selvicoltura e la gestione forestale sono tuttora al centro di un forte interesse nel mondo forestale. Il confronto con i temi trattati allora e proposti adesso forniscono lo spunto per alcune interessanti riflessioni.

Ancora oggi i fattori di criticità per la conservazione degli habitat forestali e della biodiversità derivano soprattutto da due diversi e contrastanti fenomeni: da un lato l'abbandono del territorio e dei boschi, e dall'altro la semplificazione delle tecniche colturali e la concentrazione delle utilizzazioni, soprattutto in quei cedui che si trovano in condizioni di accessibilità e di mercato favorevoli. Ma accanto a questi fattori si stanno manifestano con sempre maggiore evidenza le conseguenze dei cambiamenti delle condizioni climatiche e ambientali e del mutamento, ancora più rapido, delle condizioni socio-economiche globali.

La conservazione della biodiversità forestale deve quindi tener conto del cosiddetto paradosso della conservazione, cioè che cerchiamo di conservare ciò che per sua natura è invece costante cambiamento. Per superare questo paradosso occorre spostare l'obiettivo della conservazione dal mantenimento di determinate stati del sistema al mantenere i processi e le funzioni che garantiscono la resilienza del sistema. In questo senso l'aumento delle conoscenze sull'effetto delle complesse interazioni fra fattori ecologici e fattori antropici sulle dinamiche evolutive delle foreste è indispensabile per poter delineare scenari utili alla definizione di azioni di conservazione condivise e realmente coerenti con gli obiettivi posti. È necessario implementare e rafforzare le azioni di monitoraggio per consentire la verifica e l'adattamento delle azioni di conservazione nei vari contesti, in un approccio realmente adattativo.



## ***Silviculture, biodiversity, wildlife: 10 years after the Third Italian National Congress of Silviculture***

**Key words:** biodiversity conservation; forest habitats; complexity.

Ten years after the Third Italian National Congress of Silviculture, experimental and operational aspects of biodiversity conservation and the relationship with silviculture and forest management, are still at the center of a strong interest in the forestry world. The comparison with the main aspects which had been discussed in that Congress allow for some interesting considerations.

Today the main critical factors affecting forest habitat and forest biodiversity conservation descend from two different and contrasting phenomena: forest and land abandonment and, on the other hand, intensification of forest exploitation, especially in easily accessible coppice forests.

But together with these factors, there is evidence of the increasing consequences of climate change and of the changes in global socio-economic conditions on forest ecosystems diversity and functioning.

Forest biodiversity conservation must therefore take into account the so-called paradox of conservation, that is, that we seek to preserve something which instead is constantly changing. To overcome this paradox, we must shift the object of conservation from maintaining defined states of a system to maintaining the processes that sustain the system's resilience.

In this sense the increase in knowledge on the effects of the complex interactions between ecological and anthropological drivers on forest dynamics is essential for identifying scenarios that can help in defining forest biodiversity conservation actions which are shared and coherent with the aims of conservation.

To this end research in monitoring must be strengthened, integrating different indicators and processes, to allow for a truly adaptive management approach in the various contexts.

\*\*\*

### **S. 2.21 L'accumulo di carbonio nel suolo è stimolato dalla ricchezza specifica e dalla diversità funzionale delle piante**

Chiara Palandrani, Flavio Fornasier, Giorgio Alberti

**Parole chiave:** ricchezza specifica; diversità funzionale; accumulo di C nel suolo; imboschimenti.

Una lunga serie storica di teoria e sperimentazione, principalmente basate su comunità erbacee, sostiene l'ipotesi che la biodiversità sia fortemente correlata con funzioni e servizi ecosistemici. Esperimenti atti a correlare questi servizi con la biodiversità forestale sono in aumento, ma a causa delle grandi dimensioni e dei numerosi livelli di diversità specifica, sono solo di recente installazione e rappresentano un numero limitato di tipologie forestali. Il suolo è in grado di accumulare circa 3 volte la quantità di carbonio (C) rispetto la vegetazione e di stoccarlo per periodi di tempo più lunghi. Queste grandi riserve di C sono il risultato di un equilibrio dinamico tra input (lettiera, radici morte, essudati radicali) e output (decomposizione microbica, percolamento). Di conseguenza, questo bilancio può essere affetto da cambiamenti nella composizione specifica e dai differenti tassi di crescita delle piante, da sfalci o potature o altri elementi di disturbo, come anche da cambiamenti climatici o deposizioni di azoto. In particolare, la decomposizione della lettiera e il turnover della materia organica nel suolo possono essere alterati dalla diversità specifica delle piante a causa delle differenze in quantità, qualità, tempi di deposizione della lettiera, ma anche delle condizioni microclimatiche nel sottobosco. Nonostante alcuni studi abbiano evidenziato effetti positivi della ricchezza specifica delle piante sulle dinamiche del suolo, solo pochi lavori hanno considerato interi ecosistemi forestali e/o ideato esperimenti per comprendere specificatamente le relazioni tra diversità funzionale e dinamiche del C organico nel suolo. Questo, in parte, è dovuto ai lenti cambiamenti dei pool di C, all'elevata eterogeneità dei suoli e alla complessità dei processi coinvolti.





Abbiamo studiato le relazioni tra ricchezza specifica, diversità funzionale e accumulo di C nel suolo in sei impianti misti stabiliti 19 anni fa a Coseano (Udine, Nord-est d'Italia) su terreni precedentemente coltivati a mais. Gli impianti si differenziano solo per il numero di specie (3, 4, 6, 7, 9 e 11) mentre condizioni climatiche, età e densità degli impianti, tipologia di suolo, irrigazione e fertilizzazione sono gli stessi.

In ogni impianto sono stati identificati quattro plot. In tutti i plot sono stati misurati composizione specifica, diametro e altezza degli alberi e sono stati prelevati 5 campioni di suolo (0-15 cm) e 3 campioni di foglie per ogni specie. In aggiunta sono stati prelevati dal campo coltivato a mais più vicino all'impianto 5 campioni di suolo (0-15 cm), come riferimento per la marcatura isotopica di tipo C4 della materia organica nel suolo. In più, abbiamo indagato sulla variazione dell'accumulo di C lungo il profilo del suolo. A questo scopo abbiamo prelevato una carota di 60 cm in ogni plot e in ogni campo di mais utilizzando una trivella pneumatica a benzina (Eijkelkamp, the Netherlands). Ogni carota è stata successivamente divisa in 4 orizzonti (0-15, 15-30, 30-45, 45-60 cm), essiccata e conservata in vials. Per ogni punto di campionamento (e di profondità per i profili di 60 cm) sono stati misurati il contenuto totale di C organico e azoto (N) ( $\text{g kg}^{-1}$ ),  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  utilizzando un analizzatore elementare CHNS (Vario Microcube, © Elementar) associato a uno spettrometro di massa a flusso continuo (Isoprime 100, © Elementar). Prima dell'analisi tutti i campioni di suolo sono stati trattati con HCl per eliminare i carbonati. I valori di  $\delta^{13}\text{C}$  della materia organica sono stati utilizzati per calcolare la proporzione del nuovo carbonio presente nel suolo ( $f_{\text{new}}$ , il C derivato dall'attuale vegetazione forestale) utilizzando un'equazione a bilanciamento di massa. È stata calcolata anche la densità del suolo per ogni orizzonte utilizzando il profilo di suolo di 60 cm. Per ogni campione di foglie sono stati misurati in laboratorio area fogliare specifica, spessore fogliare, contenuto di C e N ( $\text{g kg}^{-1}$ ),  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ . Con questi tratti, insieme con la matrice di abbondanza delle specie per impianto, è stato calcolato l'Indice di Dispersione Funzionale, un proxy di diversità funzionale.

Lo stock di C nel suolo risulta diminuire lungo il profilo in tutti gli impianti e campi di mais considerati e in generale, la maggior parte di C organico è stoccata nei primi 2 orizzonti (0-15 e 15-30 cm). L'utilizzo del suolo ha influito significativamente sull'accumulo del C sia nei primi 15 cm che lungo l'intero profilo visto che gli impianti mostrano un significativo aumento del C totale accumulato in 19 anni dalla conversione con chiare differenze legate al numero delle specie presenti e alla diversità funzionale. Infatti è stato trovato un aumento significativo del rapporto tra accumulo totale di C negli impianti e stock totale di C nei campi di mais, sia in relazione alla ricchezza specifica che alla diversità funzionale degli impianti e che  $f_{\text{new}}$  è correlato positivamente con entrambe queste misure.

I nostri risultati sono coerenti con quelli ottenuti in altri esperimenti con manipolazione del numero di specie eseguiti su comunità erbacee e danno una prima indicazione del fatto che la diversità funzionale può essere più importante della ricchezza specifica nel sequestro di C nel suolo.

### ***Soil carbon sequestration is enhanced by tree species richness and functional diversity***

**Keywords:** species richness; functional diversity; soil carbon stock; forest plantations.

A long history of ecological experimentation and theories, mostly based on grassland ecosystems, supports the idea that ecosystem functions (EFs) and services (ESs) are strongly related to biodiversity. Initiatives aimed at relating tree richness to EFs/ESs are emerging, but large scale experiments and networks encompassing several richness levels have been installed only recently and represent a limited number of forest types. Soils store three times more carbon (C) than terrestrial vegetation and for longer periods of time. This large C reservoir results from a dynamic equilibrium between C inputs (i.e. aboveground litter, dead roots and root exudates) and outputs (microbial decomposition and leaching). Therefore, this balance may be affected by changes in species composition and plant growth, harvesting and other disturbances as well as it to other processes such as climate change and nitrogen deposition. In particular, litter decomposition and the turnover of labile soil organic matter (SOM) could be affected by tree species diversity due to differences in litter quantity and quality, in timing of litter inputs, but also in microclimatic conditions within a stand. Even though several studies have underlined the positive effects of plant species richness on soil processes, only few of them have considered forest ecosystems and/or have been designed to specifically



investigate the links between functional diversity and soil organic C dynamics. This is partially due to the fact that C pools change slowly, soil heterogeneity is large, and the processes involved are complex.

Hence, we investigated the relationships between tree species richness, functional diversity and soil C storage in six mixed deciduous plantations established 19 years ago in Coseano (Udine, North-east of Italy) on former arable lands (maize). The plantations differed only in the number of species (3, 4, 6, 7, 9 and 11) whereas climatic conditions, stand age, tree density, soil type, past irrigations and past fertilizations were the same.

In each plantation, four sampling plots were identified. In all the plots, tree species composition was assessed, tree diameter and height were measured, five soil samples (0-15 cm) and three leaf samples per species were collected. In addition, five soil samples (0-15 cm) were taken at the nearest maize-cultivated field to each plantation, as reference for the C4 isotopic signature of SOM. We also investigated the variation of soil C accumulation along the soil profile. For this purpose, we took one soil core up to 60 cm depth in each plot by using a petrol driven pneumatic auger (Eijkelkamp, the Netherlands). Each soil core was then divided in four different horizons (0-15, 15-30, 30-45, 45-60 cm), dried and stored in plastic tubes.

Total soil organic C and nitrogen (N) (g kg<sup>-1</sup>),  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  were measured for each single sampling point (and depth in the case of the 0-60 cm soil profile) using a CHNS Elemental Analyser (Vario Microcube, © Elementar) coupled to a continuous flow measurement mass spectrometer (Isoprime 100, © Elementar). Prior to analyses, soil samples were treated with HCl to eliminate carbonates.  $\delta^{13}\text{C}$  values of the SOM were used to calculate the proportion of new soil carbon ( $f_{\text{new}}$ , i.e. the C derived from the current forest vegetation) by using a mass balance equation. Soil bulk density was also assessed for each soil depth by using the 0-60 cm soil profile.

Specific leaf area, leaf thickness, C and N content (g kg<sup>-1</sup>),  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  were also measured in the lab for each leaf sample. Then, we calculated the Functional Dispersion Index, a proxy of functional diversity, using the measured leaf traits and the tree species' abundance matrix within each plantation.

Soil C stocks decreased with depth and most of the soil C was stored in the first 30 cm at all the considered maize fields and plantations. Land use significantly influenced the soil C stock both at 0-15 cm and along the entire profile as the 19-years-old plantations showed a clear and significant increase in total soil C with clear differences related to the number of planted species and the functional diversity. In fact, a significant increase in the ratios between the total soil C stock in the plantation and the total C stock in the close-by maize's field were detected with both tree species richness and overall functional diversity and  $f_{\text{new}}$  was positively related with these two metrics.

Our results are consistent with those made in several controlled experiments by manipulating the number of species in grasslands and give a first indication that tree functional diversity is even more important than tree species richness for soil C sequestration.

\*\*\*

### **S. 2.22 Relazioni tra struttura forestale e abbondanza dei coleotteri saproxilici in un bosco misto di latifoglie dell'Appennino centrale**

Francesco Parisi; Mirko Di Febbraro, Fabio Lombardi, Alessandro Bruno Biscaccianti, Alessandro Campanaro, Roberto Tognetti, Marco Marchetti

**Parole chiave:** successione forestale; coleotteri saproxilici, legno morto, Joint Species Distribution Models; Appennino; bosco misto.

Legno morto e microhabitat svolgono un ruolo fondamentale in molti processi ecologici nei popolamenti forestali. Forniscono substrati per una moltitudine di organismi dipendenti dal legno, oltre a garantire la salute dell'ecosistema ed aumentare la funzionalità complessiva delle foreste.

Nei sistemi forestali montano-mediterranei, sono ancora limitati gli studi realizzati per la valutazione delle relazioni tra la struttura forestale e gli indicatori di biodiversità.

In questo lavoro, è stato ipotizzato che la ricchezza ed abbondanza delle specie di coleotteri saproxilici siano influenzati dalla quantità e tipo di legno morto presente, dall'eterogeneità e densità dei microhabitat,



nonché dalle caratteristiche strutturali della foresta. È stato anche valutato lo stato di conservazione delle specie saproxiliche, considerando i loro tratti funzionali (es. livello trofico).

Lo studio è stato realizzato in un bosco misto di latifoglie situato nell'Appennino centrale (Bosco Pennataro), ad un'altitudine compresa tra 900 e 1100 m s.l.m. (Molise, Italia). La foresta si estende per circa 300 ettari, principalmente è caratterizzata da un ceduo invecchiato, dove però spesso si riscontrano fasi di transizione naturale verso la fustaia. Queste strutture complesse sono legate all'evoluzione dell'ecosistema, considerato che non sono stati più effettuati interventi selvicolturali negli ultimi 60 anni. Il sito fa parte della Riserva MaB di "Collemeluccio-Montedimezzo-Alto Molise", istituita nel 1977 per salvaguardare ecosistemi naturali e gestiti, promuovendo in tal modo approcci gestionali innovativi e sostenibili dal punto di vista ambientale.

Il campionamento della fauna saproxilica è stata effettuato utilizzando due metodi di campionamento: trappole a finestra e trappole emergenti (eclettori). Sono stati materializzati 50 plots di campionamento, all'interno dei quali sono stati rilevati i parametri strutturali, l'abbondanza del legno morto ed i microhabitats; inoltre, al centro di ogni plot, è stata installata una trappola a finestra, per un totale di 50 sistemi di cattura. In ogni plot, sono state inoltre posizionate fino a tre trappole ad emergenza, in base alla presenza di legno morto appartenente alle diverse classi di decadimento.

La fauna saproxilica è stata campionata nel 2014 e 2015, raccogliendo 3983 esemplari ripartiti come segue: 2700 individui appartenenti a 224 specie nel 2014 e 1276 esemplari appartenenti a 116 specie nel 2015. Sono state rilevate complessivamente 46 famiglie. Tra i coleotteri campionati, il 68,6% è attribuibile a coleotteri con abitudini prettamente saproxiliche, ovvero 2375 esemplari appartenenti a 103 specie riferite a 35 famiglie.

È stata quantificata l'abbondanza (numero di individui intrappolati) di ciascuna specie campionata, utilizzata come variabile di risposta nelle analisi statistiche. Per ogni specie identificata oltre al livello trofico occupato è stato assegnato lo stato di conservazione IUCN.

Secondo i risultati del Joint Species Distribution Models (JSDM), i microhabitats hanno evidenziato una relazione significativa e positiva con l'abbondanza degli insetti xilofagi, mentre è stata negativamente correlata con l'abbondanza dei saproxilofagi. Inoltre, sono emerse relazioni significative, ma negative, tra l'area basimetrica ed i coleotteri micofagi, ed anche tra la presenza di snags e gli insetti xilofagi. I risultati ottenuti hanno inoltre indicato una correlazione significativa e positiva tra legno morto e l'abbondanza dei predatori. Inoltre, sebbene non statisticamente significativo, si evince un effetto positivo della biomassa legnosa viva e dell'area basimetrica sull'abbondanza di micofagi e saproxilofagi. Infine, sia la biomassa viva che il legno morto influenzano positivamente la presenza di predatori e saproxilofagi. Per quanto riguarda le categorie IUCN, solo l'area basimetrica ha mostrato un'influenza positiva sull'abbondanza delle specie saproxiliche di categoria NT (quasi minacciate).

JSDM ha mostrato chiaramente relazioni significative tra le variabili (forestali ed entomologiche) considerate, riflettendo l'eterogeneità della struttura forestale e dei microhabitats per le componenti vive e morte. Il modello ha rivelato che il volume degli alberi vivi e l'eterogeneità strutturale svolgono un ruolo cruciale nella diversificazione dei modelli di distribuzione delle specie saproxiliche.

Si evidenzia inoltre che i modelli previsionali sulla distribuzione delle specie possono essere opportunamente integrati con modelli climatici e fenologici, al fine di evidenziare gli effetti dei cambiamenti climatici e della gestione forestale sulle comunità saproxiliche.

Mentre molti studi sulle strategie di gestione orientate alla conservazione si concentrano sugli indicatori di biodiversità considerandoli separatamente gli uni dagli altri, in questo studio è stata evidenziata l'importanza di integrare più indicatori per un monitoraggio completo ed integrato dei soprassuoli forestali.

### ***Relationships between stand structural attributes and saproxyllic beetle abundance in a broadleaf mixed forest of Central Apennines***

**Keywords:** forest succession; saproxyls, deadwood; Joint Species Distribution Models; Apennines; broadleaved stands.

Deadwood and microhabitats play a fundamental role in many forest ecosystem processes. They provide substrates for a multitude of wood-dependent organisms, as well as maintaining the ecosystem health and



increasing the overall forest functionality. In Mediterranean forest ecosystems, the relationship between stand-structure attributes and species-diversity indicators is still poorly studied. In this study, we hypothesized that richness and abundance of saproxylic species were influenced by the amount and type of deadwood, the heterogeneity in type and density of microhabitats, and the forest structural traits. We also evaluated the conservation status of the saproxylics species, considering their functional traits (i.e., trophic level).

The study was realized in a broadleaf mixed forest located in Central Apennines (“Bosco Pennataro”), at an altitude ranging between 900 and 1100 m a.s.l. (Molise Region, Italy). The forest extends on approximately 300 ha. It is mainly characterised by a mixture of old coppices, with patched of high forest and transitory phases. These complex structures are associated with the ongoing natural evolution of the forest stands since no silvicultural interventions have been carried out during the last 50 years. The site is part of the MaB United Nations Environmental, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Reserve of “Collemeluccio-Montedimezzo-Alto Molise”, established in 1977 to safeguard natural and managed ecosystems, thus promoting innovative approaches to economic development that are environmentally sustainable.

The experimental area extends over 240 ha. Overall, 50 sampling plots: 43 were located at a regular distance of 250 m to each other; 7 plots were randomly positioned at shorter distances, using a systematic aligned scheme.

The identification of the saproxylic beetle fauna was carried out using two sampling methods: window flight trap for flying beetles and emergence trap for beetles moving on the surface of dead trunks/branches or also emerging from deadwood at different stages of decay. At the centre of each sampling plot, one window flight trap was installed at a height of two meters above the forest floor. Emergence traps, made of bags enveloping a portion of deadwood, were connected to a jar for the collection of emerging insects. In each plot, up to three emergence traps were positioned, according to the presence of deadwood belonging to different decay classes.

The saproxylic fauna was sampled during 2014 and 2015, collecting 3983 specimens repartitioned as: 2700 specimens belonging to 224 species in 2014, and 1276 specimens belonging to 116 species in 2015. A total of 46 families were detected. Among the sampled beetles, 68.6% is attributable to saproxylic beetles, namely 2375 specimens belonging to 103 species referring to 35 families of Coleoptera.

At plot level, we quantified the abundance (i.e., count of trapped individuals) of each sampled species, which we then used as response variable in the statistical analyses, and for each identified species, the trophic categories were characterised. In addition, we assigned the IUCN conservation status

According to Joint species distribution models (JSDM) results, microhabitats showed a significant and positive relationship with the xylophagous abundance, while it was negatively correlated with the saproxylophagous abundance. We found significant, negative relationships between Basal area and mycophagous, and also between snag and xylophagous abundances. In addition, our results indicated a significant and positive correlation between coarse woody debris and the abundance of predators. Moreover, although not statistically significant, we found a positive effect of Biomass and Basal area on the abundance of mycophagous and saproxylophagous, respectively. Finally, we highlighted a negative effect of biomass and coarse woody debris on the abundance of predators and saproxylophagous, respectively. With regard to IUCN categories, only basal area showed a significant, positive effect on the abundance of NT (Near Threatened) saproxylic species

JSDM clearly showed significant relationships between the variables (forest and entomological) considered, reflecting the heterogeneity of forest structure and microhabitats for both living and deadwood components in the study area. Microhabitats sampled on living trees resulted differently distributed from those on deadwood components. Models that predict species distribution can be conveniently integrated with climate and phenological models in order to highlight effects of climate change and forest management on saproxylic communities. In this sense, appropriate monitoring of saproxylic populations in Mediterranean mountain forests, for which information is scarce, is an important step toward forecasting ecosystem dynamics at these latitudes.

\*\*\*





## S. 2.23 Il Prontuario Operativo per gli interventi di gestione forestale nella Regione Veneto

Isabella Pasutto, Franco Contarin, Luigi Alfonsi, Giovanni Carraro

**Parole chiave:** siti Natura 2000; valutazione di incidenza ambientale; selvicoltura sostenibile; effetti dei cantieri boschivi.

La regione Veneto ospita, all'interno dei siti Natura 2000, 76 habitat elencati nell'Allegato I della Direttiva Habitat, per un totale di superficie terrestre pari a 414.675 ha.

Nello specifico si possono contare 104 SIC (Siti di Importanza Comunitaria) che coprono una superficie di 369.882 ha e 67 ZPS (Zone di Protezione Speciali) che coprono una superficie di 359.884 ha, parzialmente sovrapposti tra loro. Gli habitat forestali sono 19 e ricadono in area biogeografica alpina e continentale, occupando una superficie complessiva di 168.043 ha pari al 40,5% della superficie boscata regionale. Dalla designazione di tali siti, la Giunta Regionale con specifici atti deliberativi ha più volte specificato nel corso degli anni che gli interventi di pianificazione e gestione forestale, programmati annualmente da un Piano regionale di tali attività, come definito all'art. 35 della Legge Forestale Regionale, e realizzati con l'intento di perseguire su tutto il territorio una selvicoltura in linea con i principi della gestione forestale sostenibile, fossero da ritenersi garanzia di conservazione dei siti oggetto di protezione comunitaria. Con DGR. n. 1456/2014, la Regione ha redatto le Linee guida di pianificazione e gestione forestale nelle aree della Rete Natura 2000, ritenendole elementi integrativi ai concetti generali di salvaguardia già disposti nelle deliberazioni precedenti, al fine di conferire agli interventi selvicolturali una maggiore efficacia di conservazione e/o miglioramento degli habitat.

Secondo le successive disposizioni della normativa regionale (DGR n. 2299 del 9/12/2014, a denominazione "Guida metodologica per la valutazione di incidenza ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, recentemente sostituita dalla DGR n. 1400 del 29 agosto 2017), in linea con quanto disposto dal D.P.R. n. 357 del 8/9/1997, l'obbligo di effettuare la valutazione di incidenza ha però riguardato tutti i piani o interventi che possono determinare incidenze significative negative sui siti della Rete Natura 2000, indipendentemente dal fatto che tali interventi fossero conformi a linee guida regionali. Si è reso, dunque, necessario sottoporre a valutazione di incidenza ambientale le Linee guida di cui alla DGR n. 1456/2014, con particolare riferimento alle operazioni selvicolturali di abbattimento, allestimento ed esbosco (cantieri boschivi), escludendo la parte pianificatoria, che di fatto non determina effetti diretti e misurabili sul territorio, ma si limita a fornire indicazioni gestionali di indirizzo e programmatorie dei tagli nel tempo.

Per una più facile ed immediata comprensione del testo, si è ritenuto opportuno riorganizzare le suddette linee guida nel Prontuario Operativo per gli interventi di gestione forestale, di fatto un vero e proprio manuale per la selvicoltura nel Veneto, costituito da otto schede monografiche sulla base delle diverse tipologie di intervento previste. Tale documento è stato sottoposto con esito positivo, alla procedura di Valutazione di incidenza ambientale da parte dell'Autorità regionale competente in materia in data 4 dicembre 2017 ed è stato adottato con DGR n.7/2018.

Ne consegue che tutte le tipologie di cantiere boschivo descritte nel Prontuario, se eseguite in conformità con le prescrizioni evidenziate, non necessitano di ulteriore procedimento di studio di incidenza. Nell'esposizione vengono presentate le schede descrittive delle diverse tipologie di cantiere boschivo, le procedure autorizzative al taglio, gli indirizzi selvicolturali e le fasi dello screening che hanno portato all'evidenza della non significatività delle incidenze su habitat e specie.

### ***Operating handbook on forest management and harvesting in Veneto Region***

**Keywords:** Natura 2000 sites; assessment procedure; sustainable forest management; forest harvesting.

Veneto Region hosts, in Natura 2000 sites, 76 habitats listed in Annex I of Habitat Directive, covering a land surface of 414,675 ha. In particular 104 SCIs (Sites of Community Importance) extended over 369,882 ha and



67 SPAs (Special Protection Areas) extended over 359.884 ha can be counted, partially overlapped between them. There are 19 forest habitats, included in alpine and continental biogeographical areas, that take up a surface of 168,043 ha, equal to the 40.5% of the regional forest area. Starting from the selection of such areas, the regional Council, through specific resolutions over the years, stated that forest planning and management practices, yearly scheduled by a Regional Programme of such activities (as defined by the Regional Forest Law) and carried out with the aim at pursuing a silviculture in line with the principle of Sustainable Forest Management, are to be considered a sort of conservation warranty for the protected sites. Particularly with the resolution number 1456/2014, Veneto Region drew up the Forest Planning and Management Guide Lines, considering them as supplementary concepts to the general protection rules already ordered in the previous regulations, in order to assure a greater effectiveness in conservation and/or improvement of the sites concerned during forest practices.

According to the following instructions of the regional rules (Resolution n. 2299/2014 and n. 1400/2017, called "Methodological Guide for the Appropriate Assessment of Habitat Directive"), in line with the National Legislative Decree n. 357/1997, the legal obligation to subject to an appropriate assessment all plans or activities that can impact negatively on Natura 2000 sites is compulsory, regardless of whether these interventions conform to regional guidelines.

In such circumstance it was necessary to submit the regional guidelines on forest planning and management to appropriate assessment or at least to document a screening result of all possible effects of timber harvesting, leaving out planning part that doesn't make direct measurable effects on environment, but is restricted to give general information on the status of forest stands and management objectives. In order to achieve an easier and prompt understanding of the text by the stakeholders, it was considered appropriate rework the Forest Planning and Management Guide Lines in the new Operating Handbook on forest management, processing and harvesting, consisting of eight forms based on the different types of harvesting allowed.

This document was submitted with a positive result to the appropriate assessment by the Nature Conservation Public Authority at regional level on 4th December 2017 and was adopted with the Regional Council Resolution n.7/2018. It follows that the different types of forest management and timber harvesting related in the Handbook, if carried out in compliance with the prescriptions highlighted, don't require a further process of impact screening.

In the presentation slides will be display the eight forms on forest management and harvesting, cutting authorization procedures, forestry lines and screening steps to point out and conclude that these activities are not likely to have a significant negative effects on sites and species concerned.

\*\*\*

## **S. 2.24 Neofite: esperienze di gestione in aree forestali e pascolive della Provincia Autonoma di Bolzano**

Marco Pietrogiovanna

**Parole chiave:** neofite; specie invasive.

Le neofite invasive rappresentano attualmente un importante fattore di disturbo degli ecosistemi. Anche in una piccola regione alpina, quale è l'Alto-Adige, pochi ambienti sono risparmiati dal fenomeno delle "invasioni vegetali".

Le conseguenze di tali squilibri a medio e a lungo termine non sono chiaramente prevedibili, poiché molteplici sono i fattori che influenzano ed influenzeranno lo sviluppo delle diverse specie.

In un contesto di questo tipo assume notevole importanza acquisire informazioni e soprattutto esperienze pratiche, relative alla possibilità di contenere lo sviluppo delle neofite. L'obiettivo è quello di controllare o quantomeno indirizzare, almeno in parte o in ambienti circoscritti, la diffusione delle specie invasive.



Per queste ragioni, il Corpo Forestale della Provincia Autonoma di Bolzano ha cercato, a partire dal 2012, di organizzare un sistema di gestione delle neofite su scala provinciale, limitatamente ad alcuni ambienti, ovvero i boschi ed i pascoli.

In una prima fase è stato attivato un sistema per il monitoraggio dello stato di diffusione delle specie di interesse. Quindi si è passati ad una fase sperimentale, ancora in atto, durante la quale si sono testate in campo, limitatamente ad alcune specie e a determinati ambienti, diverse metodologie di contenimento. I risultati ottenuti, in parte incoraggianti, fanno ritenere che sia possibile una gestione mirata, calibrata ad hoc per le diverse specie, ottenendo in alcune aree un soddisfacente contenimento delle stesse.

Si presentano nel dettaglio le esperienze effettuate su *Heracleum mantegazzianum*, *Senecio inaequidens* e *Ailanthus altissima*.

### ***Neophytes: management experiences in forest and pasture areas of the Autonomous Province of Bolzano***

**Keywords:** *neophytes; invasive species.*

Invasive neophytes are currently an important factor in disturbing ecosystems. Even in a small Alpine region, such as South Tyrol, few environments are spared by the phenomenon of "plant invasions". The consequences at medium and long-term are not clearly foreseeable, since there are many factors that influence the development of the different species.

In such a context, it is important to acquire information and above all practical experiences regarding the possibility of containing the development of neophytes. The goal is to control or at least address, in part or in limited environments, the spread of invasive species.

For these reasons, the Forestry Corps of the Autonomous Province of Bolzano has tried, starting from 2012, to organize a system of management of the neophytes on a regional scale, limited to some environments: forest and pastures areas. In a first phase a system was activated to monitor the state of diffusion of the species of interest. Then we moved on to an experimental phase, still in progress, during which various containment methods were tested in the field, limited to some species and to particular environments. The results, partly encouraging, suggest that targeted management is possible, calibrated ad hoc for the different species, obtaining satisfactory containment in some areas.

The experiences of *Heracleum mantegazzianum*, *Senecio inaequidens* and *Ailanthus altissima* are presented in detail.

\*\*\*

### **S. 2.25 Contributo relativo delle componenti partizionate della beta-diversità alla ricchezza di specie dei lepidotteri notturni in ecosistemi forestali**

Stefano Scalercio, Annamaria Ienco, Leonardo Dapporto, Silvia Greco, Marco Infusino

**Parole chiave:**  $\beta$ -diversità; indici di dissimilarità; lepidoptera; ecosistemi forestali mediterranei.

Il partizionamento della  $\beta$ -diversità nelle componenti di turnover e perdita di specie è un approccio comune per misurare l'importanza di questi processi su larga scala e per studi biogeografici, ma raramente è stato utilizzato su piccola scala e per studi ecologici, sebbene possa fornire spunti importanti per la gestione del territorio. Ciò è probabilmente dovuto alla mancanza di un metodo di partizionamento accettato dalla maggior parte degli autori e alla scarsa disponibilità di dataset sufficientemente grandi e derivanti da campionamenti standardizzati, necessari per gli studi ecologici. In questo lavoro abbiamo testato l'efficacia delle metriche proposte da Baselga per misurare il contributo del turnover ( $\beta_{sim}$ ) e della nestedness-resultant dissimilarity ( $\beta_{nes}$  – misura della perdita di specie) alla  $\beta$ -diversità generale ( $\beta_{sor}$ ), sia a scala regionale che locale, dove i processi ecologici recenti sono più forti di quelli storici nel plasmare la  $\beta$ -diversità.



Inoltre, abbiamo studiato il significato del controverso concetto di  $\beta_{nes}$  in cerca di una chiave di lettura ecologica per questa metrica. Abbiamo analizzato un ampio set di dati di presenza/assenza riguardante 593 specie di lepidotteri notturni campionati con trappole luminose all'interno di 72 stand di quattro ecosistemi forestali in Calabria, nel sud Italia. Metodi di ordinamento e analisi delle somiglianze sono stati usati per valutare il contributo relativo di  $\beta_{sim}$  e  $\beta_{nes}$  a formare  $\beta_{sor}$  e per valutare le loro relazioni con le variabili ecologiche selezionate. Abbiamo riscontrato che  $\beta_{sor}$  era dovuto principalmente al turnover, che generava circa il 98,5% della  $\beta$ -diversità dell'intero campione (scala regionale) e circa il 91% di quella delle singole foreste (scala locale). Le analisi di ordinamento basate su  $\beta_{sim}$  raggruppano gli stand a seconda degli ecosistemi forestali a cui appartengono, mentre  $\beta_{nes}$  li ordina solo in base alla loro ricchezza in specie. Tuttavia, l'aggiunta di  $\beta_{nes}$  a  $\beta_{sim}$  (cioè  $\beta_{sor}$ ) ha prodotto un raggruppamento degli stand ecologicamente coerente, in quanto  $\beta_{nes}$  ha influenzato significativamente la risposta dei pattern di  $\beta$ -diversità alle variabili ecologiche selezionate, soprattutto alla copertura vegetale dominante. Nel castagneto, l'effetto sulla  $\beta_{nes}$  della copertura vegetale dominante è risultato particolarmente significativo, come previsto per un habitat altamente perturbato. Lo stesso si è verificato per la foresta di pino nero calabrese, dove i prati erbacei sono il risultato di forti disturbi umani, come il pascolo intensivo delle mucche e la lavorazione del terreno. Infatti, questi habitat non ospitano comunità caratteristiche di lepidotteri e presentano una bassa ricchezza di specie, di cui solo tre esclusive. Perciò  $\beta_{sim}$  non è in grado di discriminare gli habitat erbacei dagli alberi, ma può differenziare alberi ed aree erbacee dagli arbusti, poiché hanno un più alto tasso di turnover a causa di una particolare composizione floristica. Anche nella foresta di abete bianco, dove non ci sono habitat erbacei di origine naturale, l'ordinamento degli stand in base alla copertura vegetale dominante viene migliorato quando  $\beta_{nes}$  è aggiunto a  $\beta_{sim}$ . Un'eccezione è la faggeta del Pollino, l'unica foresta in cui la  $\beta_{nes}$  non è significativamente correlata alla copertura vegetale dominante. Ciò è dovuto alla presenza di habitat erbacei di origine naturale popolati da particolari specie di lepidotteri e da una ricchezza di specie relativamente alta, che determina una maggiore importanza del turnover anche nelle praterie pascolate. In conclusione, quando la valutazione della  $\beta$ -diversità coinvolge più di un ecosistema, la  $\beta_{nes}$  contribuisce a perfezionare il significato ecologico dei modelli di diversità se aggiunto al turnover. Inoltre, abbiamo visto che  $\beta_{nes}$  ha un significato ecologico più immediato a scala locale, quando viene analizzato un singolo ecosistema, poiché è in grado di riconoscere pattern causati da processi di perdita di specie che caratterizzano habitat altamente perturbati, come i boschi recentemente ceduati e le praterie di origine antropica, acquisendo un potenziale e importante uso applicativo.

### ***Relative contribution of partitioned beta-diversity components to regional and local assessments of moth richness in forest ecosystems***

**Keywords:**  $\beta$ -diversity; dissimilarity indices; lepidoptera; mediterranean forest ecosystems.

The partitioning of  $\beta$ -diversity into components due to species replacement and species loss is a recurrent practice to measure the importance of these processes at large scales and for biogeographic studies, but it was rarely used at small scales and for ecological studies although it could provide key insights for land management. This is probably due to the lack of a generally accepted partitioning method and to the scarce availability of datasets large enough and deriving from standardized sampling effort, necessary for ecological studies. In this work we tested the efficacy of the popular Baselga's metrics to measure the contribution of spatial turnover ( $\beta_{sim}$ ) and nestedness-resultant dissimilarity ( $\beta_{nes}$ ) to the overall  $\beta$ -diversity ( $\beta_{sor}$ ) at regional and local scales, those where recent ecological processes are stronger than historical ones in shaping  $\beta$ -diversity. Furthermore, we investigated the meaning of the controversial concept of nestedness-resultant dissimilarity, looking for an ecological reading key of this metric. We analyzed a large presence/absence dataset concerning 593 species of nocturnal Lepidoptera sampled by light trapping within 72 stands of four forest ecosystems in Calabria, southern Italy. Ordination methods and Analysis of Similarities were used to assess the relative contribution of  $\beta_{sim}$  and  $\beta_{nes}$  to  $\beta_{sor}$ , and to assess their relationships with selected ecological variables. We found that  $\beta_{sor}$  was mostly due to turnover, around 98.5% in  $\beta$ -diversity assessment of the whole





sample (regional scale), and around 91% in  $\beta$ -diversity assessment of individual forests (local scale). Ordination analyses based on  $\beta_{sim}$  grouped stands according to the forest ecosystems they belong, whilst  $\beta_{nes}$  alone ordinated stands coherently with their species richness. Nevertheless, the addition of  $\beta_{nes}$  to  $\beta_{sim}$  (i.e.  $\beta_{sor}$ ) produced a more ecologically coherent grouping of stands, as the former significantly affected the response of  $\beta$ -diversity patterns to selected ecological variables, mainly to the dominant vegetation cover. In chestnut forests, the effect of dominant vegetation cover on nestedness-resultant dissimilarity was particularly significant, as expected for a highly perturbed habitat, as a coppiced forest is. The same occurred for the Calabrian black pine forest, where herb-dominated stands are only the result of strong human disturbance, such as intensive cow grazing and soil tillage. In fact, sampled herb-dominated habitats did not host their own moth communities, as they had a low species richness and only three exclusive species. This is why  $\beta_{sim}$  was not able to discriminate herbs from trees, but was more able to discriminate trees and herbs from shrubs, as they had a higher rate of species replacement due to the presence of a peculiar floristic composition and a related moth fauna. Also in silver fir forest, where herbaceous habitats of natural origin do not occur, the ordination of stands according to their dominant vegetation cover was ameliorated when  $\beta_{nes}$  was added to  $\beta_{sim}$ . An exception was represented by the Pollino beech forest ecosystem, the only forest where nestedness-resultant dissimilarity was not significantly related to dominant vegetation cover. This pattern was due to the presence of herbaceous habitats of natural origin inhabiting peculiar moth species and a relatively high species richness, determining an increased importance of turnover also in extensively grazed prairies. In conclusion, when the  $\beta$ -diversity assessment involves more than one ecosystem,  $\beta_{nes}$  contributes to refine ecological significance of diversity patterns, if added to a measure of pure turnover. We also found that  $\beta_{nes}$  had a more immediate ecological meaning at local scale, when an individual ecosystem was analyzed, being able to recognize patterns determined by species loss processes, characterizing highly perturbed habitat such as recently coppiced woodlots and grasslands of anthropogenic origin, acquiring a potential and important applicative use.

\*\*\*

### S. 2.26 Interazioni fra ungulati selvatici e foresta: necessità di una gestione integrata

Francesco Sorbetti Guerri, Orazio La Marca, Sara Bartolozzi

**Parole chiave:** ungulati selvatici; foresta, gestione.

Solo negli ultimi anni alcuni lavori scientifici hanno iniziato a prendere in considerazione le conseguenze di tipo ecologico della presenza della fauna ungulata selvatica sui diversi ecosistemi della nostra penisola. Tale problematica, più spesso sottovalutata anche a causa del prevalente interesse nei confronti dei danni di tipo economico arrecati alle attività agricole da tali specie selvatiche, dovrebbe invece destare una maggiore attenzione per le gravi, e spesso irreversibili conseguenze che può determinare nei confronti di una corretta gestione ambientale. In particolare è da rilevare il notevole impatto che può essere determinato dalle popolazioni di cervidi sui sistemi forestali sia per quanto riguarda gli aspetti relativi all'asportazione totale di biomassa, che alla selettività alimentare di tali selvatici nei confronti delle diverse specie forestali in relazione alle specifiche caratteristiche eco-etologiche degli stessi.

Per quanto riguarda il primo aspetto non devono essere considerate solo le conseguenze prevedibili in termini di riduzione del materiale legnoso utilizzabile (per quantità complessiva, per riduzione della qualità, per differenziazione quantitativa dei diversi assortimenti ricavabili, ecc.) quanto, piuttosto, per gli effetti che possono determinarsi nell'armonica ed equilibrata distribuzione delle diverse specie arboree in quei contesti in cui si voglia tendere alla costituzione ed alla conservazione di complessi forestali finalizzati al ripristino, alla conservazione ed all'accrescimento della biodiversità.

Alcune ricerche condotte in vari contesti, e particolarmente in ambiente appenninico, hanno fornito indicazioni interessanti ma riteniamo che sia ancora necessario approfondire le indagini in particolare per quanto riguarda gli



aspetti relativi alla determinazione delle densità sostenibili di ungulati nei differenti contesti forestali in relazione alle esigenze notevolmente diverse delle varie specie animali ed alle più appropriate tecniche di gestione forestale. Fino ad oggi le normative riguardanti la gestione degli ungulati selvatici hanno considerato come “vocati alle diverse specie” i terreni forestali e “non vocati” quelli a destinazione agricola. Per i primi, sono pertanto definite “densità obiettivo sostenibili” in base a criteri finalizzati principalmente alla stesura di piani di prelievo faunistico piuttosto che finalizzate a definire corretti parametri indispensabili per una gestione integrata del complesso fauna-foresta. I piani di gestione faunistica non tengono quindi in alcun conto le specifiche caratteristiche delle diverse tipologie di bosco. Inoltre i valori di densità definiti per i diversi comprensori spesso non sono rilevati in modo accurato, attendibile e finalizzato alla determinazione dei limiti di sostenibilità in termini di compatibilità fra componente animale e componente vegetale forestale. Gestione faunistica e gestione forestale non possono quindi essere considerati due aspetti diversi ininfluenti fra loro ma devono integrarsi per far sì che la componente animale rappresenti elemento di arricchimento della biodiversità forestale e non fattore disequilibrante.

Alcune esperienze, seppur parziali e incomplete condotte negli ultimi anni da vari ricercatori, sembrano indicare la necessità di approfondire alcuni aspetti del fenomeno, ed in particolare suggeriscono di affinare lo studio e la sperimentazione di specifiche metodologie di indagine finalizzate a:

- (i) monitorare con adeguata attendibilità la presenza specifica e la consistenza delle diverse popolazioni animali per comprensori omogenei,
- (ii) studiare i vari gradi di vulnerabilità delle diverse specie vegetali presenti nei confronti del morso degli animali,
- (iii) definire valori di densità sostenibile di selvatici in relazione alle tipologie, forme di governo e di trattamento della componente forestale,
- (iv) correlare i parametri di densità sostenibile generale di comprensorio con valori di densità periodica locale determinati da interventi di tipo selvicolturale (interventi di rinnovazione artificiali, utilizzazione di cedui, ecc),
- (v) individuare in termini di efficacia e di sostenibilità forme e tipologie di intervento di prevenzione e protezione dai potenziali danni arrecati dalla fauna selvatica.

Ciò assume particolare importanza, proprio per la loro peculiare vocazione, in quelle aree soggette a forme di gestione più accurata (parchi, riserve naturali, ecc.) nei quali gli specifici obiettivi di conservazione e protezione degli ecosistemi richiedono una maggiore attenzione per il raggiungimento di corretti equilibri ecologici.

La gestione delle popolazioni animali nei complessi forestali non può quindi prescindere dal considerare le componenti animali e vegetali come fattori interagenti.

Come ricorda Odum (1966) “Dovrebbe essere sottinteso che il genere umano è una parte della natura, dal momento che stiamo usando il termine natura per comprendere tutto il mondo vivente” quindi spetta ai soggetti deputati alla gestione ambientale intervenire con azioni adeguate laddove si presentino situazioni di rischio attuale o potenziale per la conservazione di corretti equilibri ecologici.

\*\*\*

## **S. 2.27 La caccia usata per perseguire finalità di riequilibrio ecologico: l'esperienza altoatesina**

Luigi Spagnoli

**Parole chiave:** sistema caccia; Alto Adige.

Il sistema caccia in Alto Adige:

- (i) Le riserve di diritto
- (ii) Le riserve private
- (iii) Il Parco dello Stelvio



- (iv) Il cacciatore ideale: un volontario formato che si autofinanzia per eseguire piani di prelievo finalizzati a conservare e migliorare gli equilibri ecologici interni all'ecosistema e tra l'ecosistema e le attività umane viciniori

Come correlare i dati faunistici con i danni al bosco ed all'agricoltura, e come di conseguenza pianificare i prelievi faunistici. Esperienze e considerazioni, sulla base di alcune criticità:

- (i) Mentalità del cacciatore altoatesino (gli animali selvatici sono patrimonio della collettività ma anche più "miei", perché ci vivo vicino, che del resto della popolazione; i censimenti servono, però chi conosce la riserva ne sa di più; cacciatori di movimento e cacciatori stanziali; eccetera)
- (ii) Abitudini, tradizioni, innovazioni
- (iii) La difficoltà di creare un dialogo propositivo con le associazioni ambientaliste, con i proprietari dei boschi e con i cittadini in generale: la tendenza dei cacciatori a farsi i fatti propri per evitare discussioni di principio con persone che spesso non sono disposte a sentire altre ragioni che le loro, generando contrapposizioni nette ed improduttive.

### ***Hunting used to pursue ecological rebalancing goals: the experience in South Tyrol***

**Keywords:** hunting system; South Tyrol.

The hunting system in South Tyrol:

- (i) The hunting system in South Tyrol:
- (ii) Hunting grounds by law
- (iii) Private hunting grounds
- (iv) The Stelvio National Park

The ideal hunter: a trained, self-funded volunteer who executes withdrawal plans in order to preserve and improve the ecological balance inside the ecosystem and between the latter and nearby human activities.

How do we relate the data concerning the fauna to forest and farming damage and how can we consequently plan the game withdrawal: experiences and considerations on the basis of critical issues:

- (i) The mentality of the South Tyrolean hunter (e.g.: the game belongs to the community, however I have a "major claim" on it since I live closer to it than others; censuses can be useful, although the people who are familiar with the game reserve do know better; moving hunters vs stationary hunters etc.)
- (ii) Customs and habits, traditions, innovations
- (iii) -The struggle in the achievement of a constructive dialogue with environmental organisations, the woodland owners and the citizens: the hunter's habit of minding their own business in order to avoid arguments concerning matters of principles with people who often are not willing to listen to reasons other than their owns, generating unproductive conflicts.

\*\*\*

### **S. 2.28 Effetto della eterogeneità dimensionale, della dominanza e della posizione nella distribuzione dimensionale studiate in foreste montane Europee di *Picea abies*-*Abies alba*-*Fagus sylvatica***

Chiara Torresan, Torben Hilmers, Monica Notarangelo, Miren del Río, Tzvetan Zlatanov, Franz Binder, Kamil Bielak, Maciej Pach, Michal Bosela, Zuzana Sitkova, Thomas A. Nagel, Andrei Boncina, David I. Forrester, Martina Hobi, Hans Pretzsch

**Parole chiave:** produttività; struttura dei popolamenti forestali; condizioni stagionali; modelli lineari ad effetti misti; Azione Cost CLIMO (CA15226).

Nonostante la letteratura a supporto della relazione positiva tra mescolamento di specie e produttività delle foreste sia ampia, le conoscenze relative all'influenza dell'eterogeneità dimensionale, della dominanza in specie e della distribuzione delle specie nella distribuzione dimensionale sono ancora deboli.



Per contribuire alla conoscenza delle relazioni struttura-produttività, si è svolto uno studio attraverso l'impiego di dati provenienti da 85 aree di saggio permanenti composte da *Picea abies* (Pa), *Abies alba* (Aa) and *Fagus sylvatica* (Fs) situate in Bulgaria, Germania, Polonia, Slovacchia e Svizzera. Le aree di saggio sono state inventariate almeno 3 ed al massimo 10 volte durante 60 anni ed i dati dendrometrici raccolti sono stati elaborati nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro "European Smart FOrests NETwork (ESFONET)" dell'Azione Cost CLIMO (CA15226).

Attraverso attributi dimensionali, quali diametro ed area basimetrica, tre gruppi di variabili predittive, espressione dell'eterogeneità dimensionale, della dominanza in specie e della distribuzione delle specie nella distribuzione dimensionale, sono stati considerati nello studio.

Modelli lineari ad effetti misti sono stati impiegati per analizzare gli effetti dei tre gruppi di predittori sulla produttività. Inoltre, per tenere conto della variabilità stazionaria dovuta alle caratteristiche morfologiche, climatiche e pedologiche dei siti in cui erano posizionate le aree di saggio, una selezione di predittori è stata considerata nel modello.

Risultati preliminari indicano che entrambi i gruppi di predittori, legati alla struttura forestale ed alle condizioni stazionali, hanno un effetto sulla produttività. Nello specifico, la produttività è risultata essere positivamente influenzata dal volume residuo e dall'ampiezza della distribuzione diametrica, mentre è risultata essere negativamente influenzata dal diametro quadratico medio e dall'area basimetrica degli alberi più grandi di Pa. Suoli originatisi da rocce di tipo moderatamente o fortemente consolidato sono risultati avere un effetto negativo sulla produttività.

#### ***Effect of tree size heterogeneity, dominance and species' share in the size distribution studied in Picea abies-Abies alba-Fagus sylvatica mountain forests in Europe***

**Keywords:** productivity; forest structure; site conditions; linear mixed models; Cost Action CLIMO (CA15226).

Although there is ample literature supporting the positive relationship between tree species mixing and productivity in forests, the knowledge regarding the influence of tree size heterogeneity, tree species dominance and share in the size distribution (i.e. species position in size distribution) is still weak.

To improve the knowledge of those structure-productivity relationships a study was carried out based on data from 85 permanent plots in stands of *Picea abies* (Pa), *Abies alba* (Aa) and *Fagus sylvatica* (Fs), located in Bulgaria, Germany, Poland, Slovakia, Slovenia and Switzerland. The plot had been surveyed at least 3 times and at most 10 times over 60 years and were compiled in the framework of the activities of working group "European Smart FOrests NETwork (ESFONET)" within the Cost Action CLIMO (CA15226).

By means of tree size attributes, such as diameter and basal area, three groups of predictors expressing size heterogeneity, species dominance, and species position in the size distribution of Pa, Aa, Fs were considered. Linear mixed models were used to analyze the effects of the three groups of predictors on productivity. Moreover, to account for sites variability due to morphological, climatic and pedological conditions, a selection of predictors were also added to the model.

Preliminary findings indicate that both groups of predictors, related to forest structure and site conditions, affect the productivity. Specifically productivity was positively influenced by the residual standing volume and width of diameter distribution, while it was negatively influenced by the quadratic mean diameter and the basal area of larger trees of Pa. Soils originated from moderately to intensively consolidated rocks had a negative effect on the productivity.

\*\*\*





## S. 2.29 La stima della biodiversità forestale attraverso dati ottici e dati LiDAR: studio dell'ipotesi della variazione spettrale e dell'ipotesi della variazione di altezze attraverso il nuovo indice Rao Q

Michele Torresani, Duccio Rocchini, Ruth Sonnenschein, Marc Zebisch, Giustino Tonon

**Parole chiave:** biodiversità forestale; Rao Q; ipotesi variazione spettrale; ipotesi variazione dell'altezza.

Le foreste coprono circa il 30 per cento della superficie terrestre, rappresentano l'ecosistema con maggiore biodiversità e sono alla base di molti ed importanti servizi e processi ecologici. La perdita di biodiversità mette a rischio i benefici che noi tutti deriviamo dalle foreste. La stima della biodiversità forestale è quindi un importante obiettivo da raggiungere che può risultare difficile e dispendiosa se raggiunta tramite solo attività di raccolta dati in campo. Attraverso dati telerilevati è possibile stimare in maniera più oggettiva la diversità specifica forestale, usando limitate risorse, coprendo ampie superfici usando dati standardizzati e di alta qualità.

Uno dei metodi per stimare la biodiversità da dati telerilevati è attraverso l'uso di dati ottici, applicando il concetto dell'Ipotesi della Variazione Spettrale (Spectral Variation Hypothesis – SVH -). La SVH indica che, maggiore è la variazione spettrale di un'immagine, maggiore è l'eterogeneità spaziale e quindi la diversità specifica di quell'area. La SVH è stata testata in letteratura usando diversi indici e misure; recentemente l'indice Rao Q applicato a dati telerilevati è stato testato in maniera teorica come una nuova e innovativa misura di variazione spettrale.

Nella prima parte di questa ricerca, è stata testata per la prima volta, la SVH attraverso l'indice Rao Q usando una serie temporale di NDVI derivata dal satellite Sentinel 2 (con una risoluzione spaziale di 10m) e da Landsat 8 (con una risoluzione spaziale di 30m) correlando la variazione spettrale con dati di diversità specifica (calcolati attraverso l'indice di Shannon) raccolti direttamente in campo in 20 aree di saggio (con copertura vegetale a maggioranza di conifere) di 1 ha.

La seconda parte della ricerca è focalizzata nell'uso di dati LiDAR per la stima della biodiversità forestale attraverso lo studio della struttura verticale che, secondo la letteratura, è direttamente correlata alla diversità specifica. In questa sezione dello studio è stato sviluppato il nuovo concetto dell'Ipotesi della Variazione di Altezza (Height Variation Hypothesis –HVH-) indicando che, maggiore è la variazione dell'altezza degli alberi (Canopy Height - CH-) derivata da dati LiDAR, più diversificata è la struttura forestale e maggiore è la diversità specifica di quell'area. Anche in questo caso, il concetto della HVH è stato testato attraverso l'indice Rao Q e correlato con i dati di diversità specifica delle 20 aree di studio precedentemente menzionate. I risultati hanno mostrato che Rao Q è un ottimo indice di variazione per lo studio della SVH e della HVH. Nello studio della SVH, per entrambi i satelliti, la correlazione con i dati di campo ha avuto lo stesso trend dell'NDVI, raggiungendo il più alto valore di correlazione (attraverso il coefficiente di determinazione  $R^2$ ) in giugno, quando l'NDVI raggiungeva i valori massimi. In questo caso, la correlazione ha raggiunto valori di  $R^2=0.61$  per Sentinel 2 e di  $R^2=0.45$  per Landsat 8, mostrando che la SVH dipende dalla risoluzione spaziale e dal sensore preso in considerazione.

La HVH ha mostrato eccellenti risultati: la correlazione della variazione delle altezze con i dati di campo ha raggiunto valori di  $R^2=0.74$  con CH a risoluzione spaziale (SR) di 2.5m, mostrando una diminuzione della correlazione ( $R^2$ ) al diminuire della SR (SR 5m  $R^2=0.73$ ; SR 10m  $R^2=0.62$ ; SR 20m  $R^2=0.15$ ) mettendo in evidenza che la HVH dipende dalla SR.

In conclusione, lo studio della diversità specifica attraverso i concetti della SVH e della HVH usando l'indice Rao Q hanno mostrato ottimi e promettenti risultati nel nostro caso di studio.

**Forest biodiversity estimated from optical and LiDAR data: testing the Spectral Variation Hypothesis and the Height Variation Hypothesis through the Rao's Q index.**

**Keywords:** forest biodiversity; Rao's Q; Spectral Variation Hypothesis; Height Variation Hypothesis.

Forests cover about 30 percent of the earth surface, they are the most biodiverse terrestrial ecosystems and they are at the base of many ecological processes and services. The loss of forest biodiversity makes in risk the benefits



that the humans derive from them. The assessment of biodiversity is therefore an important and essential goal to achieve. However, biodiversity assessment can be difficult, time consuming and expensive if estimated through field data. Through remote sensing, it is possible to estimate in a more objectively way the species diversity, using limited resources, covering broad surfaces with high quality and standardized data.

The Spectral Variation Hypothesis (SVH) is one of the approaches to estimate biodiversity from remote sensing data by using optical data. The assumption of this approach is that the higher the spectral variation of an image, the higher the environmental heterogeneity and the species diversity of the studied area. The SVH has been tested using different indexes and measures. Recently, the Rao's Q index, applied to remote sensing data has been theoretically tested as a new and innovative spectral variation measure. In the first part of this study for the first time, the SVH through the Rao's Q index has been tested by using a NDVI time series derived from Sentinel 2 (spatial resolution of 10m) and Landsat 8 satellites (spatial resolution of 30m). The Spectral variation results were correlated with data of tree species diversity (through Shannon's H) collected in 20 forest plots (mainly covered by conifers) of 1ha each.

The second part of this research was focused on the use of the LiDAR data to analyze the vertical structure of the forest that, according to several studies, is often related to the species diversity of the forest. Specifically, a new concept called Height Variation Hypothesis (HVH) has been devised and developed. According to this theory the higher the variation of the height of the trees (Canopy Height –CH) derived from LiDAR, the more diverse the structure of the forest and the higher the species diversity of the analyzed area. In this case, the concept of HVH has been tested through the Rao's Q index, and validated against data of tree species diversity (through Shannon's H) collected in the above-mentioned 20 forest plots. In the study of the SVH, for both Sentinel 2 and Landsat, the correlation of Rao's Q with Shannon's H reached the highest value in June when the NDVI peaked. In this case the correlation reached a value of 0.61 (R<sup>2</sup>) for the Sentinel 2 and 0.45 for the Landsat 8, showing that the SVH is a scale- and sensor-dependent variable. The HVH showed also promising results and resulted to be also scale-dependent. Indeed, the correlation (R<sup>2</sup>) between Shannon's H and Rao's Q index based on CH reached a value of 0.74 when the spatial resolution (SR) was 2.5m and then it decreased decreasing the resolution (SR 5m R<sup>2</sup>=0.73; SR 10m R<sup>2</sup>=0.62; SR 20m R<sup>2</sup>= 0.15). The study of forest biodiversity through the concept of the SVH and HVH using the Rao's Q index showed promising results in the studied forest.

However, further studies and deeper analyses are needed to understand the applicability of this method to the high structural variety of the alpine forests. Additionally, the use of different spectral data respect to NDVI could be a further opportunity to be tested in forests as well as in other ecosystems.

\*\*\*

### S 2.30 Selvi-cultura

Carlo Ubertini

**Parole chiave:** selvi-cultura; interesse dell'uomo, del bosco, dell'ambiente.

Quando si vivono cambiamenti radicali propri di passaggi d'epoca, intervengono modifiche sui fini delle azioni umane. Sul piano culturale siamo tuttora immersi nella fase di transizione tra l'epoca moderna e quella postmoderna. Sul piano storico la dimensione della crisi ecologica riveste crescente centralità.

Il tema del rapporto tra l'uomo e la natura risulta il fulcro di queste grandi trasformazioni, esponendo nuove visioni della natura cui commisurare nuovi approcci umani.

L'epoca moderna risulta caratterizzata dal dominio tecnico sulla natura, nell'ambito di una concezione assoluta, "sacrale", dell'uomo e relativa, materiale, geometrica, meccanica della natura. Tutto ciò storicamente produce la dimensione della crisi ecologica, con gli epocali fenomeni del cambiamento climatico e della perdita di biodiversità.



Al cospetto di tale approdo si fa largo l'epoca postmoderna, contrassegnata da una visione per cui, recuperando categorie premoderne, la natura riacquista senso e valore.

Il quadro complessivo degli elementi descritti investe direttamente la concezione ed il ruolo delle foreste, provocando una loro epocale ed universale risonanza. Se lo sguardo della modernità sulle foreste è stato prevalentemente di ordine tecnico-economico, la contemporaneità produce su di esse uno sguardo etico, estetico, ecologico.

Alla luce di tali presupposti, tenendo fede così anche al testimone ereditato dal precedente congresso, affrontare oggi la tematica selvicolturale significa avere la capacità di inquadrarla in un'ampia cornice storico-culturale, dimostrandosi all'altezza di una sfida epocale.

Significa in sostanza aprire le scienze forestali alla cultura perché la cultura si apra alle scienze forestali, così trasformando la selvicoltura in selvi-cultura.

La selvicoltura ha radici nella modernità ma le "chiome" nella postmodernità, immerse nelle scottanti tematiche attuali che la interrogano, tanto da pretendere il riallineamento di radici e chiome su un nuovo presupposto fondativo. La cura delle foreste deve discendere dal ripensato rapporto tra uomo e natura, corrispondendo alle esigenze dell'epoca, deve ancorarsi a nuove categorie etiche, proiettandosi verso la definizione di nuovi valori e nuovi diritti.

Tra cultura moderna ed antitesi postmoderna, in chiave premoderna, all'interno della cultura forestale, ecologica, evolutivistica, "umanisticamente" naturalistica, emergono nuove visioni della natura e della foresta, in grado di provocare quel riallineamento tra radici e chiome sopra indicato, così da preparare una nuova stagione selvicolturale perfettamente aderente ai richiami dell'oggi.

Emerge una visione sistemica in grado di cogliere il ruolo dell'uomo come parte dell'ecosistema, al contempo fruitore e custode del bosco, in condizioni di perseguire l'equilibrio ecologico di quest'ultimo ed, attraverso quest'ultimo, l'equilibrio complessivo dell'ambiente.

Entra in gioco una rimodulazione dei fini selvicolturali, unici a poter legittimare l'adozione di nuovi metodi tecnico-applicativi funzionali ai fini stessi, in condizione di associare all'interesse dell'uomo anche l'interesse del bosco e dell'ambiente. Entra in gioco, in definitiva, una nuova selvicoltura il cui valore si amplia a tal punto da essere concepita non più, solo, a servizio dell'uomo ma anche del bosco e dell'ambiente. Simmetricamente a ciò, con l'esaltazione del valore della foresta e della sua cura, viene a magnificarsi il valore, il ruolo, la dignità dei relativi cultori accademici e professionali.

Con la sintonizzazione ai bisogni dell'epoca attuale viene a rilegittimarsi il ruolo storico delle scienze forestali, fondate sulla selvi-cultura.

### **Silvi-culture**

**Keywords:** silvi-culture; Interests of man, forest and environmental.

When living through radical adjustments, in particular during the change of an era, modifications in the objectives of human actions take place. From a cultural point of view we are still absorbed by the transition between a modern and post-modern age. From a historical aspect the magnitude of the ecological crisis is of increasing concern. The theme of the relationship between man and nature has become the core of this great transformation, demonstrating a new concept regarding nature and the need for a different approach. The modern age is characterized by the technical dominance of nature, in the sphere of an absolute conception, "sacred" to man and relative, material, geometric and mechanical to nature. All of this has historically created the magnitude of the ecological crisis, with the enormous phenomenon of climate change and the loss of biodiversity. In the presence of this situation, the post-modern age comes into being and, marked by a line of vision, nature retrieves sense and value by recuperating pre-modern categories. The overall picture of the elements described directly impacts the conception and the role of the forests, making them important and of universal and historic interest. If in modern times forests were observed mainly from a technical and economical viewpoint, nowadays they are looked at from an ethical, aesthetic and ecological perspective. In



the light of these assumptions, and in keeping with the declarations made at the previous congress, to address the silvi-cultivable theme today means to have the competence to place it within a wide, historical and cultural framework, demonstrating the ability to face a phenomenal challenge. In short this implies introducing forestry science to this culture so that the culture itself extends to forestry science, thereby transforming silvi-cultivation into silvi-culture. Silvi-cultivation has its roots in modern times, while the “crowns” are post-modern. They are involved in the current burning issues under examination, so much so that a realignment of roots and crowns is expected as a new fundamental requirement. The safeguard of the forests must derive from the reconsidered relationship between man and nature, in correspondence with the demands of the era and must create a link with new ethical categories, thereby aiming towards the definition of new values and new laws. Between modern culture and antithesis of post-modern, in pre-modern terms, within the forestry, ecological, evolutionary and “humanly” naturalistic culture, new aspects regarding nature and forests have emerged. These are capable of provoking that realignment between roots and crowns indicated previously, thus defining a new silvi-cultivable period perfectly in line with today’s demands. A systemic concept comes to light, permitting man’s role to become part of the ecosystem, to be simultaneously a beneficiary and guardian of the woods, to be capable of pursuing their ecological balance and, by way of the latter, achieve an environmental equilibrium. A modification of the silvi-cultivable objectives comes into play, uniquely able to justify the implementation of new technical application methods, meet requirements and create the conditions to unite the interests of man, forest and environment. Finally a new silvi-cultivation has come on the scene - the value of which increases to such an extent that it is recognised as not being only beneficial to man, but also to the forests and the environment. The acclamation of the importance of the forests and their protection, at the same time exalts the value, the role and the status of the related academic and professional enthusiasts. In tune with the needs of the current age, the historical role of forestry sciences, based on silvi-culture, has been reestablished.

\*\*\*

### S. 1.31 Ecologia e previsione della pasciona nelle foreste temperate

Giorgio Vacchiano, Davide Ascoli, Andrew Hacket-Pain

**Parole chiave:** faggio; abete rosso; ecologia della riproduzione; cambiamenti climatici; catene trofiche; modellistica.

La pasciona è una produzione altamente variabile e sincrona di semi da parte delle piante. La pasciona può avere effetti a cascata sulla dinamica delle popolazioni vegetale e sulle dinamiche forestali (accrescimenti, rinnovazione, ciclo dei nutrienti e composizione specifica). Inoltre, la pasciona ha effetti di vasta portata sulle funzioni e sui servizi degli ecosistemi, come il sequestro del carbonio, e sulle catene trofiche delle comunità, comprese quelle che coinvolgono uccelli, mammiferi e vettori di malattie umane.

Nonostante un grande volume di ricerche incentrate sulla pasciona, la sua ecologia, il suo emergere nell’evoluzione del regno vegetale, le caratteristiche della sua variabilità spaziale e temporale e i fattori ambientali che la influenzano sono ancora oggetto di intenso dibattito. Ad esempio, si ritiene che gli eventi di pasciona siano stimolati da particolari condizioni climatiche sincronizzate su ampie aree (“effetto Moran”) negli anni che precedono la fioritura. Tuttavia, non è stato ancora raggiunto un consenso generale sull’insieme completo di processi e meccanismi che causano la pasciona.

Qui riassumiamo le ricerche condotte negli ultimi due anni dal nostro gruppo internazionale con l’obiettivo di comprendere le cause immediate e le pressioni selettive della pasciona su grande scala spaziale e temporale. Queste conoscenze consentiranno in seguito di prevedere più accuratamente le strategie riproduttive degli alberi e la loro risposta ai cambiamenti climatici e ambientali.

Innanzitutto, abbiamo raccolto dati di pasciona su una vasta scala spaziale (distribuzione della specie) e temporale (secolare) per le due principali specie forestali temperate in Europa, il faggio (*Fagus sylvatica* L.) e l’abete rosso (*Picea abies* (L.) H. Karst.). Abbiamo raccolto dati di pasciona da un totale di 359 fonti attraverso una revisione





della letteratura esistente da fonti di dati non pubblicati. Il set di dati ha un totale di 1.747 serie e 18.348 osservazioni annuali da 28 paesi e copre il periodo di tempo 1677-2016 e 1791-2016 rispettivamente per faggio e abete rosso. Questo è il database specie-specifico più completo pubblicato fino ad ora sulla pasciona.

In secondo luogo, abbiamo analizzato come la pasciona nel faggio è influenzato dalle precipitazioni, dalla temperatura e dalla siccità a scala europea, e quanto le relazioni clima-pasciona siano stabili nello spazio e nel tempo. La pasciona del faggio esibisce una sincronizzazione generale dipendente dalla distanza tra popolazioni e strutturata in tre ampi gruppi geografici, coerenti con i principali regimi climatici europei. Le analisi di correlazione e una regressione logistica hanno mostrato un pattern costante nella risposta climatica della pasciona nel faggio, che risponde negativamente alla temperatura nell'estate 2 anni prima della fruttificazione e positivamente alla temperatura estiva nell'anno precedente. L'analisi delle otto cronologie regionali più lunghe (74-114 anni) ha rivelato che le tra temperatura e pasciona sono stabili nel tempo.

In terzo luogo, abbiamo dimostrato che negli ultimi 60 anni l'Oscillazione Nord-Atlantica (NAO), nelle sue componenti ad alta frequenza (estiva e primaverile) e a bassa frequenza (nel periodo invernale) sono altamente correlati all'intensità della pasciona nel faggio e nell'abete rosso. Le relazioni sono più deboli (non stazionarie) all'inizio del XX secolo. Questa scoperta migliora la nostra comprensione di come le oscillazioni climatiche influenzino la sincronizzazione su larga scala della pasciona. Inoltre, supportano la connessione tra cause immediate e fattori evolutivi della pasciona: infatti, le caratteristiche su larga scala della circolazione atmosferica guidano in modo coerente le risorse per la pasciona così come i suoi driver evolutivi, come l'efficienza di impollinazione, l'abbondanza di agenti di dispersione di semi, e i regimi di disturbo naturale.

Infine, abbiamo esaminato più di 170 articoli sulle formulazioni modellistiche della pasciona e abbiamo sintetizzato in quale modo i principali processi coinvolti nella pasciona possono essere incorporati in modelli di simulazione forestali a diversi gradi di complessità. Grazie a questo, proponiamo quali debbano essere gli elementi principali di un modello di simulazione della pasciona fisicamente basato, che possa essere utilizzato per migliorare l'accuratezza dei modelli forestali esistenti e per implementarli laddove mancanti. Un'implementazione completa della pasciona nei modelli forestali dovrebbe includere funzioni per l'allocazione delle risorse e per l'efficacia di pollinazione, in risposta alla variabilità della struttura forestale e delle condizioni meteorologiche negli anni precedenti alla produzione di semi. Quando i modelli operano a scale spazio-temporali non corrispondenti a quelle dei processi di pasciona, o se non sono disponibili dati per la calibrazione, la simulazione può essere basata sulla parametrizzazione di pattern osservati di pasciona (variabilità, sincronizzazione e frequenza). Tali pattern possono anche essere utilizzati come validazione di simulazioni fisicamente basate che intendano descrivere quantitativamente la pasciona come fenomeno emergente.

### ***Ecology and management of masting in temperate forest species***

**Keywords:** beech; Norway spruce; reproduction ecology; climate change; trophic cascades; forest modeling.

Masting is the highly variable and synchronous production of seeds by plants. Masting can have cascading effects on plant population dynamics and forest properties such as tree growth, regeneration, nutrient cycling, or future species composition. Additionally, masting has far-reaching effects on ecosystem functions and services, such as carbon sequestration, and on community trophic cascades, including birds and mammals, and vectors of human diseases.

Despite a large volume of research focused on masting, its evolutionary ecology, spatial and temporal variability, and environmental drivers are still matter of debate. The synchronized annual variability displayed by masting has been explained by several hypotheses. Masting events are thought to be "cued" by particular climatic conditions synchronized over large areas (i.e., Moran effect) in the years that precede flowering. However, no general consensus has been reached yet on the complete set of processes and mechanisms causing masting.

Here we summarize the research efforts conducted over the last two years by our international group and aiming at understanding the proximate and ultimate causes of masting at broad spatial and temporal scales, which will subsequently enable us to predict tree reproductive strategies and their response to changing environment.

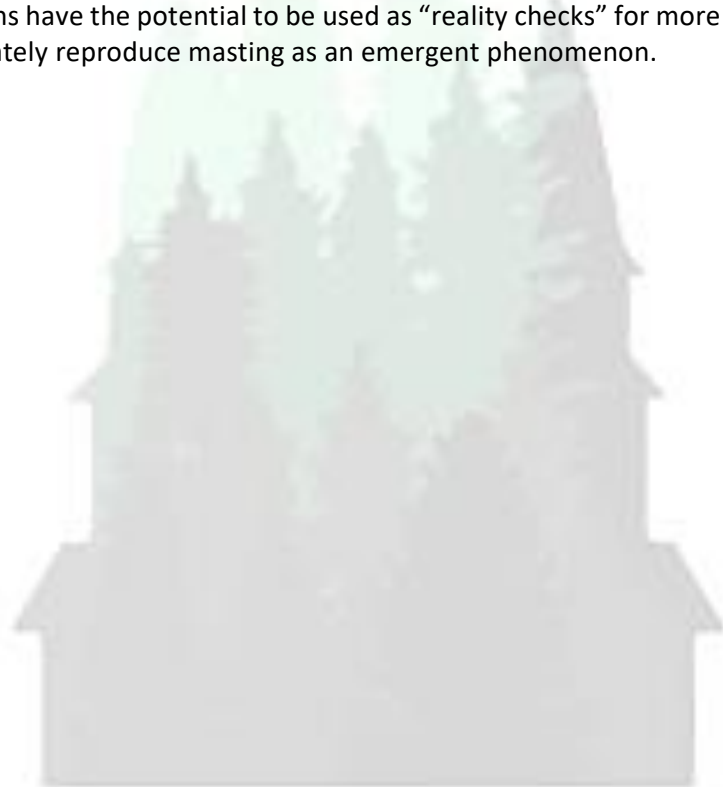
First, we collected broad spatial (distribution range-wide) and temporal (century) masting data for the two main masting tree species in Europe, European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.). We collected masting data from a total of 359 sources through an extensive literature review and from unpublished surveys. The data set has a total of 1,747 series and 18,348 yearly observations from 28



countries and covering a time span of years 1677–2016 and 1791–2016 for beech and spruce, respectively. To our knowledge, this is the most comprehensive published database on species-specific masting behavior. Second, we analysed the spatial pattern of masting across the entire geographical range of European beech, how it is influenced by precipitation, temperature and drought, and the temporal and spatial stability of masting–weather correlations. Beech masting exhibited a general distance-dependent synchronicity and a pattern structured in three broad geographical groups consistent with continental climate regimes. Spearman’s correlations and logistic regression revealed a general pattern of beech masting correlating negatively with temperature in the summer 2 yr before masting, and positively with summer temperature 1 year before masting (i.e. 2T model). The temperature difference between the two previous summers (DeltaT model) was also a good predictor. Moving correlation analysis applied to the longest eight chronologies (74–114 years) revealed stable correlations between temperature and masting, confirming consistency in weather cues across space and time.

Third, using data on the Northern Atlantic Oscillation (NAO), we showed that in the last 60 years both high-frequency summer and spring NAO, and low-frequency winter NAO components are highly correlated to continent-wide masting in European beech and Norway spruce. Relationships are weaker (non-stationary) in the early twentieth century. This finding improves our understanding on how climate variation affects large-scale synchronization of tree masting. Moreover, it supports the connection between proximate and ultimate causes of masting: indeed, large-scale features of atmospheric circulation coherently drive cues and resources for masting, as well as its evolutionary drivers, such as pollination efficiency, abundance of seed dispersers, and natural disturbance regimes.

Finally, we reviewed more than 170 published papers on mechanistic formulations of masting, and summarized how the main processes involved in masting and their related patterns can be incorporated in forest models at different degrees of complexity. We outline the building blocks of a general process-based model of masting that can be used to improve the oversimplified functions in different types of forest models, and to implement them where missing. A complete implementation of masting in forest models should include functions for resource allocation and depletion, and for pollination, as regulated by both forest structure and weather in the years prior to seed production. When models operate at spatio-temporal scales mismatched with the main masting processes, or if calibration data are not available, simulation can be based on parameterizing masting patterns (variability, synchrony, or frequency). Also, observed masting patterns have the potential to be used as “reality checks” for more process-based forest models wishing to accurately reproduce masting as an emergent phenomenon.





## Sessione 3 - Selvicoltura e tutela del territorio forestale

### Session 3 - Silviculture and forest land protection

#### S. 3.01 ASFORESEE: un modello armonizzato per la valutazione monetaria del servizio protettivo delle foreste contro la caduta massi

Cristian Accastello, Simone Blanc, Filippo Brun, Stefano Bruzzese

**Parole chiave:** foreste di protezione; caduta massi; valutazione monetaria; Alpine Space.

Negli ultimi anni, la relazione tra ambiente e società nelle Alpi è stata interessata da numerosi cambiamenti le cui conseguenze stanno ora diventando evidenti, presentando nuove sfide alla vivibilità dell'area. Tra le altre, marcate variazioni demografiche, turismo e abbandono delle pratiche tradizionali hanno portato ad una riduzione delle superfici di foreste e pascoli gestiti in maniera attiva e, in direzione opposta, all'aumento degli abitanti in poche ma popolate città la cui fruibilità dev'essere assicurata in maniera continuativa. Insieme a questi cambiamenti sociali, anche gli effetti legati al riscaldamento globale si ritengono particolarmente intensi per i fragili ecosistemi alpini, aumentando così le incertezze sul futuro di questo Sistema Socio-Ecologico peculiare.

In questo contesto, le foreste di protezione possono rappresentare un elemento chiave per lo sviluppo sostenibile di queste aree, assicurando la vivibilità dei loro abitanti e aumentando la resilienza territoriale nei confronti dei rischi naturali grazie alle loro capacità di adattamento. In questo lavoro, sviluppato nel progetto Interreg Alpine Space "RockTheAlps", il ruolo delle foreste di protezione nei confronti della caduta massi è stato studiato con un modello economico di valutazione. Tra i numerosi rischi naturali che colpiscono le zone montane, la caduta massi, a causa della sua imprevedibilità, è uno dei meno considerati, anche se le conseguenze del suo verificarsi possono essere localmente molto rilevanti. Nonostante ciò, diversi studi precedenti hanno evidenziato come le foreste di protezione possano essere efficaci nella mitigazione di questo rischio e assicurare la sicurezza di persone e beni, fornendo un servizio che può essere supportato tramite una gestione forestale attiva dedicata.

Il modello ASFORESEE (Alpine Space FORest Ecosystem Services Economic Evaluation) è uno strumento multidisciplinare capace di combinare a) dati tecnici sul fenomeno di caduta massi considerato; b) dati forestali sulla capacità della foresta di mitigare questo rischio; c) la domanda di protezione richiesta dagli stakeholders; d) il dimensionamento standardizzato delle opere protettive artificiali; e) i costi di una gestione forestale attiva. La combinazione di questi elementi in un modello di calcolo ha permesso di compiere una valutazione monetaria del servizio ecosistemico di protezione che la foresta fornisce agli stakeholder. Questo approccio multidisciplinare è stato sviluppato in maniera armonizzata adottando il principio del Costo di Sostituzione per misurare il valore di questo servizio, assicurando la ripetibilità della valutazione anche in altre aree montane affette da questo tipo di fenomeno. Inoltre, nel modello sono state sviluppate diverse opzioni di calcolo per compiere la valutazione, consentendo di adottare la più adatta in relazione alle caratteristiche forestali ed alle necessità di protezione.

Queste diverse opzioni per la valutazione sono state applicate in alcune aree delle Alpi italiane al fine di testare il modello. L'efficacia della foresta nella mitigazione del rischio è stata stimata adottando il Rockfall Protection Index sviluppato dal progetto Arange, mentre le linee guida europee ETAG 027 sono state utilizzate per il dimensionamento delle strutture difensive standard da costruirsi in alternativa alla foresta. Infine, gli interventi selvicolturali relativi alla gestione attiva delle foreste di protezione, pianificati con l'obiettivo di mantenere, o ove possibile aumentare, la loro efficacia contro la caduta massi, sono stati ipotizzati, calcolandone i relativi costi con la classica procedura del valore di macchiatico. L'orizzonte temporale considerato per tutti gli elementi coinvolti nella stima è di 25 anni.



I risultati del modello consistono in una misura monetaria del valore di protezione di un popolamento forestale in considerazione delle caratteristiche specifiche del fenomeno, della foresta e del livello di rischio accettato dagli stakeholder. Poiché uno degli obiettivi del progetto è la diffusione di questa valutazione a fini decisionali e facilitare la loro comprensione anche al di là dell'ambiente scientifico, i risultati sono espressi in diverse forme alternative (€, €/ha and €/ha/anno) al fine di renderli disponibili per policy- e decision-makers. Queste valutazioni possono infatti fornire un supporto per la sensibilizzazione riguardo all'importanza delle foreste di protezione, e delle nature-based solution in genere, per la mitigazione dei rischi naturali, specialmente alla luce della crescente intensità e frequenza dei disturbi legati al cambiamento climatico e al soddisfacimento dei diversi bisogni degli stakeholder. L'inclusione di queste valutazioni economiche nelle strategie locali di gestione del rischio consentirebbe infatti la promozione di una gestione attiva e sostenibile delle foreste, una risorsa abbondante ma spesso sottovalutata.

***ASFORESEE: an harmonised model for the monetary evaluation of forest protection service against rockfall***

**Keywords:** protection forests; rockfall; monetary evaluation; Alpine Space.

In the last decades, the relationship between the environment and the society in the Alps has faced several changes, whose consequences are becoming now evident, posing new threats to the liveability of the area. For example, demographic variations, tourism and abandonment of historical practices led to a reduction of the surface of forests and pastures actively managed and, on the other hand, to the concentration of the dwellers in larger cities inhabited all year-round. Together with these societal changes, the effects of climate change revealed to be particularly intense for the fragile Alpine ecosystems, increasing the uncertainties on the future of this peculiar Socio-Ecological System.

The ASFORESEE model (Alpine Space FOrEst Ecosystem Services Economic Evaluation) is a multidisciplinary tool that combines a) technical data on the rockfall phenomena; b) forest data on the ability of the forest to mitigate the risk; c) the demand for protection of the stakeholders; d) an harmonised artificial defensive facility sizing, and e) the costs of an active forest management. These elements are combined in a computational model in order to perform a monetary evaluation of the protective ecosystem service that forests provide to stakeholders. This multidisciplinary approach was implemented in a harmonized methodology that adopted the Replacement Cost method as basic principle to assess the value of the service, allowing the replicability of the evaluation on other mountainous regions subjected to this risk. Moreover, within the model, different options to perform the evaluation were established, in order to adopt the most suitable one in relation to the features of the forest and the needs of the stakeholder.

These evaluation options were tested in the Italian Alps in areas with different characteristics in terms of forest features and rockfall mitigation effects. The forest effectiveness in mitigating the rockfall risk was estimated adopting the Rockfall Protection Index developed in the Arange project; while the European guidelines ETAG 27 were used to shape standard defensive facilities to be possibly built in case the forests was not sufficient. Finally, intervention related to the active management of the protection forests in order to maintain, or eventually increase their effectiveness against rockfall were hypothesized, and their costs computed with the standard economic assessment procedure. The timespan considered for all the elements involved in the evaluation is 25 years.

The result of the model consists in a monetary measure of the protection value of forest stands able to take in account the specific features of the rockfall phenomena, the forest and the levels of risk acceptance in relation to the goods to be protected. Since one of the aims of the model is to support the adoption of these evaluation for policy decisions and improve their understanding outside the scientific audience, monetary results were expressed in various forms (€, €/ha and E/ha/y) in order to ease their comprehension by policy- and decision-makers. These evaluations can, in fact, help raising awareness about the importance of forests and other nature-based solutions in general for the mitigation of natural hazards, especially in consideration of the increasing disturbances due to climate change and the various





needs of the different stakeholders involved. The inclusion of this evaluation in the local risk management strategies would help fostering an active management of forests, a widespread but often undervalued resource.

\*\*\*

### **S. 3.02 La gestione della vegetazione arborea in prossimità della rete ferroviaria: la nascita di un protocollo di gestione**

Fulvio Anselmo, Carmelo Fruscione, Luisa Perona

**Parole chiave:** protocollo; ferrovie; selvicoltura.

Una gestione moderna della vegetazione arborea in prossimità della rete ferroviaria è un argomento delicato in quanto deve analizzare aspetti di natura e complessità diversa, a volte in contrasto tra di loro, come ad esempio: la sicurezza umana, la naturalità del sito (linee all'interno di Siti d'Interesse Comunitario [SIC] o Aree Protette), il paesaggio, la funzione idrogeologica, la selvicoltura da attuare, i costi di intervento, i costi di un'eventuale interruzione del servizio ferroviario nonché il coinvolgimento di molti proprietari privati di particelle forestali confinanti con la rete ferroviaria. Come si può intuire l'argomento ha, in realtà, un interesse internazionale e, in effetti, alcuni stati esteri tra cui Svizzera, Gran Bretagna, Germania e Australia hanno già affrontato il tema realizzando dei protocolli d'intervento di diverso respiro. In Italia il tema è normato dal DPR 753 del 1980 che ignora completamente gli aspetti ecologici ed ambientali, essendo basato su rigide regole geometriche che prescindono dal valore e dal ruolo svolto dal bosco, lasciando dubbi interpretativi e problematiche nell'applicazione. Di fatto allo stato attuale non esiste in Italia un protocollo di gestione dei soprassuoli forestali lungo le infrastrutture ferroviarie. Con questo intervento si vuole evidenziare la problematica, accogliere eventuali suggerimenti e presentare lo stato dell'arte del protocollo in fase di realizzazione in seno alla Città Metropolitana di Torino (ex Provincia di Torino) ad opera di un tavolo tecnico di cui fa parte l'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Torino. L'esigenza di un protocollo di gestione è nata in seguito a un intervento selvicolturale di cui la Città Metropolitana di Torino si è dovuta occupare, su richiesta delle Ferrovie dello Stato (FSI), in un popolamento monoplano di *Pinus sylvestris* L. all'interno del SIC IT1110022 denominato "Stagno di Oulx" oltreché Area Protetta Provinciale e che ha comportato l'applicazione del DPR753/1980 senza possibilità di mediazione, per mancanza di documenti tecnici idonei da applicare.

#### ***The management of the arboreal vegetation in proximity of the rail network – the birth of a management protocol***

**Keywords:** protocol; railway service; silviculture.

A modern management of the arboreal vegetation in proximity of the rail networks is a delicate issue because it concerns aspects of different and sometimes contrasting nature and complexity, such as human safety, the natural features of the site (e.g. railway lines in Site of Community Importance [SCI] or Parks), the landscape, the hydrogeological function, the forestry that must be implemented, the intervention costs, the interruption of the railway service as well as the involvement of many private properties in proximity of the rail network. As it can be understood, this topic has an international interest and some countries such as Swiss, Great Britain, Germany and Australia have already dealt with this issue and create different protocols. In Italy this problem is governed by the Presidential Decree No. 753/1980 which resolutely ignores the ecological and environmental aspects, as it is based on strict geometrical rules disregarding the value and the role of the forests. This leaves doubts of interpretation and issues in the application of the Decree. As things stand, in Italy there isn't a management protocol of the forest areas along the railway infrastructure. The aim of our contribution is to highlight this issue, to accept suggestions and to present the state of the art of the protocol during the implementation phase in the province of Turin in a technical panel which includes the Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali of the province of Turin. The need of a management protocol resulted from a forestry intervention undertaken by the province of Turin, upon request from the Ferrovie dello Stato



(FSI), on a population of *Pinus sylvestris* L. in the SCI IT1110022 area called “Stagno di Oulx” as well as Provincial Park. This led to the application of the Presidential Decree 753/1980 without any possibility of mediation because of the lack of appropriate technical documents.

\*\*\*

### **S. 3.03 Analisi dei controlli eseguiti dal Corpo Forestale/Carabinieri Forestale sulle utilizzazioni boschive nel periodo 2009-2017 in provincia di Firenze. Stato dell’arte: evoluzione o involuzione?**

Luigi Bartolozzi, Carlo Luigi Fabbri, Stefano Ignesti

**Parole chiave:** utilizzazioni boschive; controlli forestali; direzione dei lavori.

E’ stata effettuata un’analisi completa dei dati relativi al periodo compreso fra il 2009 ed il 2017 dei controlli eseguiti in provincia di Firenze, dal Corpo Forestale dello Stato prima del 1 gennaio 2017 e dai Carabinieri Forestali successivamente, su dichiarazioni ed autorizzazioni di tagli boschivi in applicazione della Legge Regionale 39/2000 e del relativo Regolamento di attuazione.

Vengono analizzati i risultati ottenuti, approfondendo i profili di violazione alle norme riscontrati più comunemente, ed i relativi riflessi concernenti la conservazione dei boschi e la salvaguardia del territorio, allo scopo di orientare i possibili ulteriori sviluppi giuridico-normativi in materia.

L’attività effettuata pone in evidenza la sempre maggiore complessità dell’esecuzione di questa tipologia di controlli, basata sulla conoscenza del territorio, e sulla preparazione e la professionalità dell’operatore. Controlli volti alla verifica degli aspetti tecnico-culturali con l’utilizzo di idonee strumentazioni tecnologiche, ma anche della legalità dell’impiego della manodopera e del rispetto delle norme inerenti la sicurezza sui luoghi di lavoro di cui al Decreto L.vo 81/2008 e s.m.i.. L’attività di contrasto a queste problematiche sempre più diffuse deve essere affrontata sia nella forma della repressione con controlli congiunti tra Forze di Polizia, ASL, Ispettorato del Lavoro, ecc.; sia con attività di prevenzione con l’ausilio della Associazioni di categoria e l’adozione di norme che ne limitino, o addirittura annullino, il fenomeno (esempio con l’introduzione del tesserino di abilitazione per l’utilizzo della motosega e con l’estensione dello strumento dell’Albo delle Ditte Boschive).

L’esperienza acquisita consente inoltre di proporre la valorizzazione di una direzione tecnica dei cantieri forestali da parte di tecnici forestali e una maggiore attenzione all’organizzazione del cantiere soprattutto per tutti gli aspetti legati alla sicurezza degli operatori.

### **Control activity by State Forestry Corps/Carabinieri Forestry on forest fellings in Florence province during 2009-2017 period. State of the art: evolution or involution?**

**Keywords:** forest utilizations; forest controls; work supervision.

For the period between 2009 and 2016 the former State Forestry Corps (C.F.S. Corpo Forestale dello Stato) and after 1st January 2017 the Carabinieri Forestry Corp had made a comprehensive analysis regarding police checks carried out within Florence province, about forms concerning declarations and authorizations for forest fellings under the 39/2000 Tuscany Regional Law and subsequent implementing Regulations.

In order to inform further legal and regulatory developments on this subject, the most commonly found regulation violations were listed and discussed with particular concern about the impact to forest conservation and safeguarding of the territory. The always increasing complexity in implementing this type of controls was highlighted, and knowledge of the territory, technical skills and competence of the operator remained the essential features of approach to the single cases.

Controls mainly concerned:

- (i) verification of technical-cultural aspects using suitable technological equipment;
- (ii) compliance of legality in workforce employment and safety in workplace, defined by Italian Legislative Decree No. 81/2008 and subsequent amendments and addenda.

To contrast the increasingly widespread phenomenon of rule violations, survey should be tackled through repression actions - with joint controls among Police, Local Health Authority (ASL) and Labor Inspectorate



etc. - and prevention activities - fostering cooperation with Trade Associations; while introduction of rules aimed to limit or even to cancel out the phenomenon would be recommended (e.g., introducing a qualification card for chainsaw use and extending the Register to Forest Companies). Moreover, the here-presented analysis suggested the introduction of a new professional figure: the forest worksite director, devoted to pay attention to worksite organization, especially for all those aspects related to worker safety.

\*\*\*

### **S. 3.04 Gestione attiva delle foreste come garante della funzione regimante e antiersiva del bosco**

Mario Broll

**Parole chiave:** gestione forestale attiva; gestione vincolo idrogeologico; sviluppo sostenibile del territorio montano.

La Provincia di Autonoma di Bolzano per quasi metà del suo territorio è coperta da foreste (336.689 ha). Molte di queste sono ancora oggi gestite in modo attivo comprese ed anche boschi a funzione protettiva (il 58% della superficie boschiva) che necessitano di interventi adeguati proprio volti a conservare e migliorare la loro struttura per esaltarne la capacità di protezione (etero e autoprotezione).

Ma perché da noi si pratica una gestione attiva e non si abbandonano i boschi?

Forse per il millenario legame della popolazione altoatesine (bosco privato= bosco contadino=maso chiuso) con la foresta. Certamente si è visto che il bosco non era solo visto come fonte periodica di reddito e come “cassa di risparmio” o “assicurazione” del proprietario di maso chiuso in caso di bisogno, ma anche sempre con un profondo rispetto. Poche volte però si pone l’accento sulla Legge Forestale (Ordinamento Forestale, 21 ottobre 18996 nr. 21) e specialmente sul suo successivo Regolamento di attuazione (DPGP 31 luglio 2000, n. 29).

La nostra Legge Forestale ha la sua base nella Legge Serpieri del 1923 e ciò risulta evidente fin dall’articolo 1 (Finalità della legge).

Uno degli scopi di essa è stato l’adeguamento della Legge del 1923 ai tempi odierni e la nostra legge più che interessarsi a definizioni di bosco o di tipi di taglio, cosa comunque di per sé non sbagliata, pone si l’accento (Art. 1) sulla tutela dei terreni di qualsiasi natura ma assicurandone la conservazione e la stabilità con la continuità della produzione nel tempo e favorendone l'utilizzazione più razionale, allo scopo di salvaguardare l'incolumità, la salute ed i beni della collettività un unicum per conservarne la continuità.

Grazie all’impegno di tutto il Servizio Foreste con il suo Corpo Forestale Provinciale in più di 20 anni si è cercato di applicarne tutti gli aspetti, dalla pianificazione sul 100% della superficie grazie ai Piani di Gestione e alle Schede boschive, ai lavori previsti e condotti in regia (viabilità forestale ed alpicola, interventi di difesa, tutela fitosanitaria ecc.) grazie ad una buona allocazione e disponibilità di risorse economiche. Si è quindi esaltata proprio la gestione attiva prevista dalla legge da parte dei proprietari, senza dimenticarsi certamente delle attività di controllo e di repressione, ma senza neppure esagerare nella loro applicazione puntando molto sulla consulenza ai proprietari. Ad esempio il fatto di impiegare il proprio personale attivamente in ca. 7.000 martellate annuali, alle quali è quasi sempre presente il proprietario del bosco, ha spostato l’accento da un mero atto autorizzativo del taglio ad un capillare servizio di consulenza in bosco, condotto da personale costantemente aggiornato, cosa ben gradita dalla popolazione rurale che ci vede non solo in funzione di gendarmi. Il fatto che tutti i movimenti di terreno in zona vincolata a scopi idrogeologico-forestali siano soggetti a valutazione ed autorizzazione da parte dell’autorità forestale costituisce un ulteriore momento di garanzia a tutela della stabilità dei versanti a difesa delle popolazioni di fondovalle e delle pianure.

Nonostante la presenza di molti pur validissimi piani delle zone di pericolo e per la classificazione del rischio che si concentrano però precipuamente o sulle aste torrentizie o nei centri abitati (zone rosse, gialle o verdi) assumendo anche una importante funzione urbanistica, la legge forestale interviene su tutti i terreni di qualsiasi natura. Una buona gestione del territorio sempre sulla base del vecchio e caro vincolo idrogeologico riconfermato dalla nostra legge che copre quasi il 100% del territorio montano esplica una funzione di prevenzione capillare.

Il nostro compito è prendere decisioni concrete in bosco, in montagna; assumersi la responsabilità anche di scelte difficili che vengono per la maggior parte, ma non sempre facilmente condivise col proprietario è parte della gestione attiva. Per mantenere la gente in montagna, difendere lo sviluppo sostenibile del territorio a garanzia di



tutta la collettività conservandone nel tempo i valori, i servizi, le conoscenze, le ricchezze sociali, culturali ed economiche oltre che la dignità, serve il coordinato impegno di tutti.

### ***Active management of forests as guarantor of the water regulation and anti-erosive function of the forest***

**Keywords:** active forest management; hydro-geological constraint management; sustainable development of mountain areas.

The Autonomous Province of Bolzano for almost half of its territory is covered by forests (336.689 ha). Many of these are still managed in an active way including and also forests with a protective function (58% of the wooded area) that require appropriate interventions aimed at preserving and improving their structure to enhance their ability to protect (hetero and self-protection.)

But why do we practice active management and do not leave the woods behind?

Perhaps for the millennial link between the South Tyrolean population (private forest = farmer forest = 'maso chiuso' - closed farm) with the forest. Certainly, since the forest was not only seen as a periodic source of income and as a "savings bank" or "insurance" of the owner of the farm closed in case of need, but also always with a deep respect. A few times, however, the emphasis is on the Forest Law (Forestry Ordinance, 21 October 1996 No. 21) and especially on its subsequent Implementing Regulation (DPGP 31 July 2000, No. 29).

Our Forest Law has its base in the Serpieri Law of 1923 and this is evident from Article 1 (Purpose of the law). One of the purposes of this was the adaptation of the Law of 1923 to today's times and our law more than to be interested in definitions of wood or types of cutting, which in any case is not wrong, places the accent (Art. 1) on. protection of land of any kind but ensuring its preservation and stability with the continuity of production over time and encouraging its more rational use, in order to safeguard the safety, health and goods of the community a 'unicum' to preserve its continuity.

Thanks to the commitment of the whole Provincial Forestry Corp in more than 20 years we have tried to apply all the aspects, from the planning on the 100% of the surface thanks to the Management Plans and the Private Forestry Data Sheet, to the planned works and conducted in directing (forest and alpine roads, defense interventions, phytosanitary protection, etc.) thanks to a good allocation and availability of economic resources. It has therefore exalted the active management required by law by the owners, without forgetting of the activities of control and repression, but without even exaggerating in their application focusing very much on the advice to the owners. For example, employing one's own personnel actively in approx. 7.000 annual tree marking operations, to which the owner of the wood is almost always present, has shifted the accent from a mere authorization act of cutting to a capillary forest counseling service, conducted by constantly updated personnel, which is well appreciated by the rural population see not only as gendarmes. The fact that all land movements in the area bound for hydrogeological-forestry purposes are subject to evaluation and authorization by the forest authority constitutes a further guarantee moment to protect the stability of the slopes in defense of the populations of the valley and plains.

Despite the presence of many very valid plans of the danger zones and for the classification of the risk that are concentrated mainly on the torrential auctions or in the inhabited centers (red, yellow or green areas) assuming also an important urbanistic function, the forest law intervenes on all terrains of any nature. A good management of the territory always based on the old and dear hydrogeological constraint reconfirmed by our law that covers almost 100% of the mountain territory has a capillary prevention function.

Our task is to make concrete decisions in the woods, in the mountains; taking responsibility for difficult choices that come for the most part, but not always easily shared with the owner is part of active management. To keep people in the mountains, to defend the sustainable development of the territory as a guarantee of the whole community, preserving its values, services, knowledge, social, cultural and economic wealth over time as well as dignity, serves the coordinated commitment of all.

\*\*\*





### **S. 3.05 Risorse forestali e risorse acquifere: primi dati e riflessioni per lo sviluppo di politiche per la tutela di foreste di protezione di acquiferi potabili**

Enrico Calvo, Stefano Portovenere, Alessia Donadoni

**Parole chiave:** foreste di protezione; foreste e acquiferi; gestione forestale.

Il rapporto tra foreste e ciclo dell'acqua è scientificamente ben conosciuto anche se molte relazioni e fattori non hanno ancora trovato in modo certo e diffuso una precisa quantificazione e definizione.

Tale rapporto si esplica, a livello diverso in funzione di una molteplicità di parametri e in condizioni di scale spazio-temporali differenti, sul bilancio idrologico di un bacino così come sulla qualità delle acque che attraversano un sistema forestale.

I meccanismi di tale ultimo processo sono da individuare, principalmente, nella origine delle acque, generalmente meteoriche e quindi non oggetto di fenomeni di inquinamento diretto derivante da attività umane, nelle caratteristiche dei soprassuoli forestali, ma soprattutto nella capacità filtro degli ecosistemi forestali, grazie alla percolazione dell'acqua nei suoli che hanno specifiche caratteristiche chimico-fisiche, ma soprattutto biologiche. La capacità degli ecosistemi forestali di "trattare" le acque di percolazione che vanno poi a caricare le falde che originano sorgenti costituisce pertanto un'opportunità che andrebbe non solo meglio studiata ed indagata, ma soprattutto valorizzata.

Le foreste costituiscono un fondamentale sistema biologico depurativo che a costi ridotti consente di ridare alle acque trattate standard qualitativi tali da poterle considerare potabili o, comunque, di alto valore biologico. Gran parte delle fonti di acque potabili nei nostri paesi provengono da sorgenti o falde che si arricchiscono sotto la copertura di foreste e boschi.

Identificare tali situazioni, pianificare correttamente la gestione, promuovere buone pratiche costituiscono le giuste forme di un investimento a favore di una risorsa la cui importanza è essenziale e vitale, ma anche a favore di un modello di produzione biologica che, conti alla mano, risulta anche più economica.

Tali orientamenti sono presenti nei Principi e Criteri di gestione sostenibile della Conferenza Interministeriale sulla protezione delle Foreste in Europa (MCPFE 2007) che nella Seconda Risoluzione "Foreste e acqua" dichiara la necessità di una migliore gestione forestale per tutelare e rendere disponibili le acque a fini potabili prodotte dagli ecosistemi forestali.

Lo stesso Protocollo Foreste Montane della Convenzione delle Alpi prevede all' art. 8 l'impegno per l'adozione di misure che assicurino efficacemente la protezione delle risorse idriche.

Nell'ambito di un più generale studio sul tema delle foreste alpine per la protezione degli acquiferi potabili, condotto per il Mountain Forests Working Group della Convenzione delle Alpi, sono state indagati i dati delle Regioni alpine italiane relativi alle captazioni e alle sorgenti presenti in bosco, alle potenzialità produttive ed alla superficie forestale interessata da destinazioni protettive per la tutela delle sorgenti. Allo stesso modo sono state indagate le fonti di acqua minerale presenti nei territori alpini e potenzialmente interessate da soprassuolo forestali.

L'intervento intende quindi:

- (i) fornire un primo quadro rappresentativo della consistenza di fonti, potabili e minerali, presenti sul territorio alpino e particolarmente interessato da superfici forestali la cui gestione dovrebbe essere orientata alla specifica protezione, tutela e salvaguardia delle fonti idropotabili;
- (ii) presentare alcune riflessioni sulla gestione delle foreste per la protezione dell'acqua potabile, in termini di orientamenti generali e di indicazioni selvicolturali;
- (iii) sviluppare alcune considerazioni su aspetti particolari (servizi di remunerazione; costi e benefici degli interventi; marchi di qualità e certificazione forestale; politiche idroforestali).

***First data and reflections for the development of policies for the management of protective forests of drinking water resources on the Italian alpine mountain***

**Keywords:** protective forests; forests and drinking water; forest management.

The relationship between forests and the water cycle is scientifically well known although many relationships and factors have not yet found a precise quantification and definition in a certain and widespread way.



This relationship is expressed, on a different level according to a multiplicity of parameters and in conditions of different spatio-temporal scales, on the hydrological balance of a basin as well as on the quality of the waters that pass through a forest system.

The mechanisms of this last process are mainly to be found in the origin of waters, generally meteoric and therefore not subject to direct pollution phenomena deriving from human activities, in the characteristics of forest stands, but above all in the filtering capacity of forest ecosystems, thanks to the percolation of water in soils that have specific chemical-physical characteristics, but above all biological.

The ability of forest ecosystems to "treat" the percolating waters that then go to load the stratum that originate springs is therefore an opportunity that should not only be better studied and investigated, but above all enhanced.

Forests are a fundamental biological purification system which, at reduced costs, makes it possible to restore quality standards to treated waters that can be considered as potable or, in any case, of high biological value. Most of the sources of drinking water in our countries come from sources or layers that are enriched under the cover of forests and forests.

Identifying such situations, correctly planning the management, promoting good practices are the right forms of an investment in favor of a resource whose importance is essential and vital, but also in favor of a model of organic production that, in hand, is also cheaper.

These guidelines are present in the Sustainable Management Principles and Criteria of the Interministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE 2007) which in the Second Resolution "Forests and Water" declares the need for better forest management to protect and make water available for potable produced by forest ecosystems.

The Mountain Alpine Protocol itself of the Alpine Convention provides in art. 8 the commitment to adopt measures that effectively ensure the protection of water resources.

As part of a more general study on the theme of alpine forests for the protection of drinking water, conducted for the Alpine Forests Working Group of the Alpine Convention, data were collected from the Italian Alpine Regions concerning the uptake and sources present in the forest, production potential and the forest area affected by protective destinations for the protection of springs. In the same way, the sources of mineral water present in the Alpine territories and potentially affected by forest topsoil were investigated.

The intervention therefore intends to:

- (i) provide a first representative picture of the consistency of sources, potable and mineral, present on the Alpine territory and particularly affected by forest areas whose management should be oriented to the specific protection of drinking water sources;
- (ii) present some reflections on the management of forests for the protection of drinking water, in terms of general guidelines and silvicultural indications;
- (iii) develop some considerations on particular aspects (remuneration services, costs and benefits of the interventions, quality and forest certification marks, hydro-temporal policies).

\*\*\*

### **S. 3.06 Risultati di rimboschimenti realizzati in ambiente golenale con 'POBIA' un miscuglio clonale di Pioppo nero**

Pier Mario Chiarabaglio, Achille Giorcelli, Lorenzo Vietto, Gianfranco Minotta, Giacomo Debernardi

**Parole chiave:** *Populus nigra*; POBIA; miscuglio clonale; riqualificazione fluviale.

Il pioppo nero europeo (*Populus nigra* L.) è una delle specie costitutrici degli habitat naturali di interesse comunitario '91.E0\* Foreste alluviali di *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* e *Salix alba* e '91.F0 Boschi misti ripari dei grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *F. angustifolia* ed è stato inserito nella 'Red list' delle specie a rischio di estinzione della International Union for Conservation of Nature, categoria "Least Concern – LC".

Gli ecosistemi fluviali hanno subito un intenso sfruttamento da parte dell'uomo per lo svolgimento di attività agricole e industriali. La costruzione di opere di difesa idrogeologica ha limitato la dinamica fluviale, ridotto



la superficie degli habitat tipici della specie e condizionato negativamente la disseminazione e la sua rinnovazione naturale. Inoltre, l'impiego del pioppo nero cipressino (*Populus nigra* var. *italica* L.) per la costituzione di viali e alberate insieme alla coltivazione intensiva a scopi industriali nelle aree golenali di cloni *Populus xcanadensis* (con cui il pioppo nero è interfertile), favoriscono l'erosione del suo patrimonio genetico.

Attraverso l'applicazione dello 'European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN)' alcuni Paesi europei hanno promosso la conservazione in-situ ed ex-situ del *P. nigra*. Il CREA Centro di ricerca Foreste e Legno – sede di Casale Monferrato (AL) fin dalle prime fasi del programma EUFORGEN ha dapprima individuato e poi raccolto e descritto genotipi autoctoni in tutto il territorio nazionale.

Circa 500 accessioni sono conservate in archivi vegetali presso l'Azienda Sperimentale Mezzi annessa al CREA. Per ogni genotipo sono state descritte le caratteristiche morfologiche, di accrescimento e di resistenza alle principali avversità.

Il materiale genetico è stato utilizzato da circa 25 anni per la realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale, fluviale in particolare, per un totale di oltre 200 ha di piantagioni.

Grazie alle esperienze fino ad oggi realizzate è stato possibile selezionare un gruppo di 35 genotipi provenienti dal Centro-Nord Italia che garantisce una ampia variabilità genetica. I diversi individui sono stati scelti sulla base delle loro caratteristiche di attecchimento, di accrescimento, di resilienza in condizioni ambientali differenti e di comportamento verso le principali avversità biotiche. Il miscuglio comprende cloni di sesso maschile e femminile (22 maschi e 13 femmine) per garantire la possibilità di fecondazione e quindi di diffusione di seme per la ricolonizzazione di aree idonee e per il mantenimento della specie.

Il CREA Centro di ricerca Foreste e Legno ha recentemente proposto l'iscrizione al Registro Nazionale dei Materiali Forestali di Base di questo miscuglio clonale di pioppo nero, denominato 'POBIA' - nome dialettale piemontese con cui viene denominato il pioppo nero europeo - secondo le prescrizioni previste dal Decreto Lgs. 386/2003. Nel presente lavoro vengono illustrati alcuni dei risultati fino ad oggi ottenuti in rimboschimenti realizzati in ambito fluviale in circa venticinque anni con il miscuglio clonale "POBIA". I risultati riguardano le caratteristiche vegetative in termini di sopravvivenza, accrescimento, sensibilità alle principali avversità biotiche, in funzione degli ambienti e dei modelli di rimboschimento adottati. Queste indagini rappresentano quindi un contributo a una più puntuale valutazione della adattabilità dei singoli cloni inclusi nel miscuglio "POBIA" alla realizzazione degli interventi di rinaturalizzazione degli ambienti fluviali.

### **Reforestation realized in floodplain with 'POBIA', a clonal mixture of European black poplar**

**Keywords:** *Populus nigra*; POBIA; clonal mixture; restoration activities.

European black poplar (*Populus nigra* L.) is one of the species of the European interest habitat 91.E0\*: Alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) and 91.F0: Riparian mixed forest with *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* or *Fraxinus angustifolia* and it is one of the species in the 'Red list' of the Threatened Species according to the International Union for Conservation of Nature, category "Least Concern – LC". Riparian ecosystem suffered an intensive exploitation by human activities, especially industrial and agricultural activities, limiting the fluvial dynamic through the river banks and reducing typical habitats of *P. nigra*. Furthermore, the use of Lombardy poplar (*Populus nigra* var. *italica* L.) for realization of linear plantations with the cultivation of *Populus xcanadensis* clones (interfertile with European black poplar) in intensive poplar plantations can cause genetic erosion of Black poplar gene pool. The 'European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN)' promotes in-situ and ex-situ conservation of *P. nigra*. The Council for Agricultural Research and Economics Research Centre for Forestry and Wood in Casale Monferrato (AL) identified, collected and characterized autochthonous genotypes of *P. nigra* all over Italy. About 500 accessions are maintained in vegetal archives at Azienda Sperimentale Mezzi annexed to the Research Centre in Casale Monferrato. For each genotype morphologic characteristics, rate of growth and main pests and diseases resistance were described. Genetic material was employed by 25 years for realization of restoration activities, in particular in flood areas, for a total of 200 hectares of plantations. Thanks to the experiences up to now realized, it was possible to select a clonal mixture of 35 genotypes coming from Centre-Nord Italy to guarantee a large genetic variability. Each clone were been chosen on the basis of their characteristics of rooting, growth, resiliency in different environmental conditions and behaviour towards main biotic adversities. The mixture includes male and



female clones (22 males and 13 females) to ensure the possibility of fertilization and therefore seed diffusion for re-colonization of suitable areas and the maintaining of the species. The Research Centre for Forestry and Wood has recently proposed the inscription inside the National Register of the Basic Material of this clonal mixture, called 'POBIA' - dialectal name with which it is called the European black poplar - according to the prescription provided by Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material. In the present work are illustrated some of the results obtained up to now in restoration plantations realized in flood areas in about 25 years with the clonal mixture 'POBIA'. The results concern vegetative characteristics, as survival and resilience, growth, susceptibility to the main biotic and abiotic adversities, in connection with the localisation, the ecosystem and the planting model. These surveys represent therefore a contribution to a more precise evaluation of adaptability of each clone included in the POBIA mixture to the realization of restoration activities in flood plain.

\*\*\*

### ***S. 3.07 Wood, soil, water. Interactions and forest management in the face of global environmental change scenarios***

Lorenzo Ciccarese

**Keywords:** climate change; wood; soil; water; forest management.

Forests are managed for multiple, usually complementary, objectives: supply of wood and non-wood products (provisioning services) and a wide range of 'priceless' services (climate regulation and mitigation of global climate change, tourist-recreational and historical-cultural one).

Over the latest two decades, climate change has dominated environmental policy and research. With regard to forests, the focus has been given to the role that they have as stores of carbon. Yet, forests provide other benefits that are equally important. The hydrologic cycle regulation service is paramount and should be recognized as given higher priority.

Forest watershed provide a high proportion of water for homes, agricultural, commercial and ecological needs, both upstream and downstream areas. Forests—particularly in Italy, due to its geomorphological and hydrographic conformation—are important for stabilizing soils from erosion and landslides, defending dams from siltation and protecting groundwater systems from pollution. In addition, both soil and water are essential drivers of forest health and growth.

Integrating forest effects on the water cycle on energy balance, and on climate into policy actions is key for the successful pursuit of disaster risk reduction, biodiversity conservation and adaptation and forest carbon-related mitigation and adaptation goals.

In this respect, carbon sequestration should be considered a co-benefit in forest management strategies, which should therefore put the protection and restoration of the hydrological cycle and the management of forest ecosystems in their full complexity at the centre of their objectives.

A call for action on forests, water and climate is emerging on many fronts. The Sendai framework for disaster risk reduction (DRR), the Agenda for Sustainable Development, the Strategic Plan for Biodiversity and the Paris Agreement—although it has been turned to the carbon-related role of forests—likewise emphasizes that DRR, CC mitigation and adaptation, and biodiversity agendas are to be handled in synergy. This agenda could learn to marshal land-atmosphere carbon, water and energy cycles in ways that optimize their potential.

Forest and landscape managers are presented with a key task of balancing this wide range of multi-sectoral forest benefits without detriment to water resources and ecosystem function.

To address this priority, the following aspects are proposed as important.

- (i) The role of research is key, as there's a pressing need for greater understanding of the interactions between vegetation, soil and water, for better recognition and capacity strengthening in forest hydrology, and for translating this knowledge into policies and decision-making processes. Understanding both the trend in predicted futures and the uncertainties surrounding environmental changes is critical to policy formation.





- (ii) The inventory and monitoring of the areas affected by instability and the dynamics of land use and transformation are indispensable tools for the effective planning and enhancement of forest management with a protective function.
- (iii) The identification and promotion of Sustainable Forest Management aimed at the prevention of hydrogeological instability (and therefore the mitigation of other disturbances that may accentuate it: fires, plant diseases, wind blows, etc.) and the development of SFM standards and indicators for the evaluation of the effectiveness of the interventions and the reduction of the hydro-geological and residual risk.
- (iv) Greater coordination and integration between the different levels of planning and implementation of the interventions (of which a significant example are the forest management plans as an integral part of the watershed management plans, the “rivers’ contracts”).
- (v) Lastly, it is necessary to identify financial instruments, among the ordinary ones and those made available by sectoral and environmental policies to promote sustainable forms of forest management and to encourage the monitoring of mountain areas.

\*\*\*

### **S. 3.08 La mena delle bufale: una particolare modalità di manutenzione dei corsi d’acqua**

Alfonso de Nardo, Alessio De Dominicis, Francesco Iovino, Antonino Nicolaci

**Parole chiave:** gestione vegetazione ripariale; manutenzione del territorio; prevenzione del dissesto idrogeologico.

La ‘pulizia’ degli alvei è quel complesso di operazioni, riconducibili tutte alla manutenzione ordinaria del reticolo idrografico, che comprendono il taglio della vegetazione ripariale e la rimozione degli interrimenti. Si tratta di operazioni periodiche, essenziali per mantenere in efficienza le linee di deflusso contrastando le dinamiche naturali che determinano la perdita di officiosità delle sezioni idrauliche. Operazioni rese sempre più difficili e costose dall’attività antropica. Infatti l’apporto di materiali solidi favorisce le strozzature negli alvei, le immissioni reflue organiche producono eutrofizzazione delle acque (quindi maggior sviluppo delle specie vegetali negli alvei), rendendo problematica la riutilizzo dei sedimenti; l’impermeabilizzazione dei suoli accentua il rischio di esondazione e rende, di fatto, impraticabili gli ampi tratti di alveo tombinati nell’attraversamento delle aree urbanizzate.

In un’indagine sulle azioni che hanno contribuito positivamente alla manutenzione del territorio, piuttosto che esserne antagoniste, assume interesse la ricerca sulle origini, lo sviluppo e il declino del sistema tradizionale – in uso particolarmente nelle pianure campane – di utilizzazione di una pratica zootecnica, propria dell’allevamento delle bufale, per finalità di manutenzione delle opere idrauliche: la ‘mena delle bufale’, praticata almeno dal ‘600 all’800, quindi in epoca vicereale e borbonica.

Il lavoro vuole fornire un contributo alla gestione della vegetazione ripariale, quale attività di manutenzione dei corsi d’acqua per la prevenzione contro i pericoli naturali e le piene, illustrando la tecnica applicata in un particolare momento storico e in un peculiare contesto territoriale.

Sulla base della documentazione storica disponibile, nel lavoro vengono riportate l’origine della tecnica, la periodicità con cui era praticata, il carico di bestiame occorrente, la forma del rapporto istauratosi tra Comuni e allevatori (appalti remunerati con fondi comunali, recuperati magari dal taglio dei boschi), gli effetti in termini idraulici prodotti dalla tecnica e quelli derivanti dalla sua mancata applicazione, sui quali, peraltro, non esisteva uniformità di pensiero.

***Mena delle bufale: an interesting method for the maintenance of waterways***

**Keywords:** management of riparian vegetation; territory maintenance; prevention of hydrogeological instability.

The “cleaning” of riverbeds is a complex of operations, responsible for all of the ordinary maintenance of the hydrographic network, which includes the cutting of riparian vegetation and the removal of silt. It deals with periodic operations, essential for keeping the outflow lines efficient, counteracting the natural dynamics that



determine the loss of functionality of the hydraulic sections. Operations are always rendered more difficult and expensive from anthropic activity. In fact, the contribution of solid materials favors the bottlenecks in the structures in the riverbeds, the input of organic waste water produces eutrophication of the waters (therefore greater development of vegetable species in riverbeds), making the reuse of sediments problematic; the waterproofing of the soil accentuates the risk of flooding and renders, in fact, the wide stretches of the drained riverbed in the crossing of urbanized areas impracticable.

In a survey of the actions that have positively contributed to the maintenance of the territory, rather than being antagonistic, research on the origins is of interest, the development and decline of the traditional system – particularly in the plains of Campania – of using of a zoo-technical practice, the breeding of buffaloes, for the purpose of maintaining hydraulic works: the “mena delle bufale”, practiced at least from the 600s to the 800s, therefore in the Viceroy and Bourbon eras.

The task aims to provide a contribution to the management of riparian vegetation, as a management activity of the waterways for the prevention of natural hazards and floods, illustrating the technique applied in a particular historical moment and in a peculiar territorial context.

On the basis of the historical documentation available, the work shows the origins of the technique, the frequency with which it was practiced, the load of livestock needed, the form of the relationship established between municipalities and breeders (contracts reimbursed with communal funds, recovered perhaps from the cutting down of the woods), the effects in hydraulic terms produced by the technique and those deriving from lack of its application, on which, moreover, didn't exist uniformity of thought.

\*\*\*

### **S. 3.09 Interazione fra vegetazione ripariale e corrente idrica: approcci ingegneristici tradizionali e sviluppi recenti**

Antonino D'Ippolito, Francesco Calomino, Giancarlo Alfonsi, Agostino Lauria

**Parole chiave:** idraulica fluviale; vegetazione; resistenze al moto; metodi numerici.

La vegetazione lungo le sponde fluviali e/o nelle aree golenali svolge indiscutibilmente un importante ruolo da un punto di vista sia ecologico, sia paesaggistico e ricreazionale. Essa determina, da una parte, un aumento della stabilità delle sponde e, dall'altra, un aumento della scabrezza. Quest'ultima ha come conseguenza, a parità di portata, una riduzione della velocità con un aumento dei tiranti idrici e quindi del rischio di esondazione. E' pertanto importante stabilire con quali tiranti e con quali velocità defluisce un'assegnata portata in determinate condizioni della vegetazione spondale. Per lo studio del fenomeno dal punto di vista idraulico, si fa riferimento ad alcune schematizzazioni, divenute di uso frequente nella letteratura, e che consistono nella distinzione tra vegetazione rigida e flessibile, emergente o sommersa. Mentre in passato si faceva riferimento ad un approccio monodimensionale, oggi le nuove risorse di calcolo stanno stimolando una modellazione molto più dettagliata.

Nel presente lavoro si richiamano i principali aspetti degli approcci tradizionali e i più recenti sviluppi nella modellazione numerica.

In particolare, con riferimento all'approccio tradizionale e considerando la vegetazione rigida, si evidenzia come i tiranti idrici si calcolano, usualmente, con l'impiego di una formula pratica nella quale si utilizza il coefficiente di scabrezza di Manning (o coefficienti simili). Questo coefficiente si può determinare a partire da indicazioni descrittive, da riferimenti fotografici o in base a metodi analitici. Nell'ambito di questi ultimi, la sua stima è rimandata alla determinazione del coefficiente di resistenza idrodinamico. Nella letteratura sono stati individuati, a partire da prove sperimentali, delle relazioni che consentono la determinazione di quest'ultimo in base alla densità della vegetazione, cosa che consente di dare una solida base fisica alla valutazione della velocità e dell'altezza della corrente.

Lo sviluppo delle nuove risorse di calcolo e gli approfondimenti nella modellazione numerica hanno però fornito opportunità inimmaginabili fino a qualche decennio fa. Infatti a partire dalle equazioni fondamentali della meccanica dei fluidi, è possibile costruire i campi di moto anche in presenza di ostacoli diffusi. Con specifico riferimento al caso dei canali la vegetazione è stata rappresentata inizialmente come una resistenza



aggiuntiva simulando prove di laboratorio con risultati soddisfacenti. Gli stessi modelli sono stati impiegati, successivamente, per simulare eventi reali. Più recentemente nei codici di calcolo la vegetazione è stata rappresentata in maniera esplicita.

Sia l'approccio classico, sia la modellazione numerica, sono di ausilio nella gestione della vegetazione ripariale perché consentono di valutare altezze della corrente e velocità con diversi scenari e quindi di pianificare il taglio degli alberi evitando l'eliminazione totale che usualmente viene praticata per motivi di sicurezza idraulica. I modelli numerici arrivano a descrivere anche i campi di velocità e possono fornire maggiori informazioni utili per la conservazione degli habitat e della biodiversità.

### ***Interaction between riparian vegetation and flow: traditional engineering approaches and recent developments***

**Keywords:** fluvial hydraulics; vegetation; flow resistance; numerical methods.

The vegetation along riverbanks and/or on floodplains unquestionably plays an important role from an ecological point of view, considering also landscaping and recreational aspects. The presence of riparian vegetation increases, on the one hand, the bank stability and, on the other hand, the hydraulic roughness. The latter results in reduced flow velocity and increased river flood levels, and therefore in the risk of flooding of side areas. It is therefore important to know the water depth and velocity for a given flow in given riparian conditions. In the hydraulic literature, a few schemas are usually assumed, that is rigid or flexible, submerged or emergent vegetation. In the past, the one-dimensional approach was followed, but nowadays the new calculation resources are stimulating a much more detailed modeling.

In this work, the main aspects of traditional approaches and the latest developments in numerical modeling are presented. In particular, with reference to the traditional approach and considering rigid vegetation, the flow depth are usually calculated using a practical formula in which the Manning (or similar) roughness coefficient is used. This coefficient can be estimated from descriptive indications, photographic reports or based on analytical methods, among which the use of the hydrodynamic drag coefficient. In the literature, one can find experimental tests allowing the evaluation of drag coefficients based on the vegetation density. The development of new computing resources and in-depth analysis in numerical modeling, however, provide opportunities that were unimaginable until a few decades ago. In fact, starting from the fundamental equations of Fluid Mechanics, CFD (Computational Fluid Dynamics) techniques allow simulation of the flow field even in the presence of diffused obstacles. With reference to channel flow, the vegetation was initially represented as an additional resistance and laboratory tests were simulated with satisfactory results. The same models were used, later, to simulate real events. More recently in the computational codes the vegetation has been explicitly represented.

Both the classical and the CFD approach are useful in the management of the vegetation along riverbanks and/or on floodplains because they allow evaluation of water depth and velocity with different scenarios, in order to plan the cutting of trees avoiding their total elimination, usually practiced for hydraulic safety reasons. The numerical models, which also simulate the flow fields, can provide more information useful for the conservation of habitats and biodiversity.

\*\*\*

### **S. 3.10 Stima diretta dell'erosione del suolo nei boschi cedui del Marganai (Sardegna)**

Filippo Giadrossich, Enrico Guastini, Ilenia Murgia, Antonio Ganga

**Parole chiave:** erosione del suolo; bosco ceduo; simulatore di pioggia; Marganai; selvicoltura mediterranea, *Quercus ilex*.

Eventi naturali e antropici possono causare una diminuzione temporanea o totale dell'effetto protettivo delle chiome al suolo. Tra questi, la ceduazione rappresenta una potenziale esposizione del suolo al rischio di erosione e di perdita di materia organica. Tuttavia la dinamica di rigenerazione della vegetazione limita nel



tempo i potenziali impatti negativi del taglio. La manifestazione di fenomeni erosivi, inoltre, dipende dalla concomitanza di numerosi fattori, tra i quali l'intensità delle piogge, la pendenza, il tipo di suolo, le pratiche selvicolturali. Il presente studio nasce con l'intento di verificare in campo l'erodibilità dei suoli del Marganai in zone sottoposte a ceduzione.

L'area sperimentale ricade in due differenti particelle forestali (una su suolo franco sabbioso e una su suolo franco limoso). Le particelle sono state caratterizzate dal punto di vista fisico e floristico (pendenza, presenza di lettiera e pietrosità, vegetazione). Dopodiché, per ogni particella sono stati individuati 8 plot. I test sono stati condotti tramite simulazione di pioggia controllata su 16 plot sperimentali, valutando la risposta in termini di quantità di sedimento e di materiale organico trasportato dall'acqua di scorrimento superficiale (runoff). Il disegno sperimentale prevede tre trattamenti, P1, P2 P3, rappresentanti differenti condizioni di umidità iniziale del suolo prima dell'esecuzione di ogni test (simulazione di pioggia). Un secondo fattore è rappresentato dalla copertura del suolo, rappresentato da due livelli, con copertura del suolo (C), e senza copertura del suolo (S). La simulazione di pioggia è stata fatta da 4 m di altezza su plot di 1,5 mq, utilizzando un ugello calibrato Lechler mod. 490.888 montato su un telaio modulare in legno. L'ampiezza dell'angolo di bagnamento è stata di 120°, in modo da ottenere una ampia ed uniforme precipitazione sull'area considerata. Per la stima della precipitazione effettiva al suolo, al netto delle possibili riduzioni di precipitazione dovute al vento o alla variazioni di pressione dovute a perdite di carico, sono stati disposti tre pluviometri nell'immediato intorno di ogni plot. Per ogni singolo test è stata condotta una simulazione di pioggia della durata di 30 minuti con una intensità di circa 45 mm/h. L'umidità del suolo è stata valutata all'inizio ed al termine di ogni prova, raccogliendo ogni volta un campione indisturbato e tre campioni disturbati in tre settori diversi nell'immediato intorno del plot. È stato inoltre condotto un campionamento del terreno sia per valutare la densità apparente che la tessitura del suolo in ogni plot.

I risultati dei test hanno mostrato un deflusso superficiale estremamente ridotto, dovuto all'elevato tasso di infiltrazione di acqua nel suolo, nonostante la notevole intensità di pioggia al quale sono stati sottoposti i plot sperimentali. L'infiltrazione media calcolata su tutti i test non mostra differenze evidenti tra plot con copertura e senza il suolo forestale non vede modificate quindi in maniera sensibile le proprie caratteristiche idrologiche. Per quanto riguarda la pendenza, variabile dal  $35 \pm 6\%$  e dal  $49 \pm 11\%$  nelle due particelle, rispettivamente, l'effetto sull'infiltrazione è risultato ridotto, sia in relazione alla copertura vegetale, sia in relazione ai diversi tipi di terreno. Il materiale solido trasportato dal deflusso superficiale risulta al di sotto di valori di riferimento di letteratura.

### ***Soil erosion assessment in the coppice forests of Marganai (Sardinia, Italy)***

**Keywords:** soil erosion; coppice forest; rainfall simulator; mediterranean silviculture; *Quercus ilex*.

Natural and anthropogenic events can cause a temporary or total decrease in the protective effect of canopies on the ground. Among these, coppice represents a potential exposure of the soil to the risk of erosion and loss of organic matter. However, the regeneration dynamics of vegetation limit the potential negative impacts of the harvest in time. Furthermore, the erosive phenomena depends on the concomitance of many factors, among which the intensity of the rains, the slope, the type of soil, and silvicultural practices. The present study aim to assess the erodibility of the Marganai soils in areas undergoing cuttings.

The experimental area falls into two different forest parcels (one on sandy loam soil and one on loam silty soil). The forest parcels have been characterized from the physical and floristic point of view (slope, presence of litter, vegetation, stoniness). After that, 8 plots were identified for each particle. The tests were conducted by means of controlled rain simulation on 16 experimental plots, evaluating the response in terms of sediment quantity and organic material transported by surface runoff water. The experimental design includes three treatments, P1, P2 P3, representing different initial soil moisture conditions before the execution of each test (rain simulation). A second factor is represented by the land cover, represented by two levels, with ground cover (C), and without ground cover (S). The rain simulation was made from 4 m high on a 1.5 square meter plot, using a calibrated Lechler mod. 490.888 mounted on a modular wooden frame. The amplitude of the wetting angle was 120°, in order to obtain a wide and uniform precipitation on the considered area (plot). For the estimation of effective ground precipitation, net of possible precipitation reductions due to wind or pressure variations due to load losses, three rain gauges were placed in the immediate surroundings of each plot. For each single test a rain simulation lasting 30 minutes was conducted with an intensity of about 45 mm / h. Soil moisture was





assessed at the beginning and at the end of each test, collecting an undisturbed sample each time and three disturbed samples in three different sectors immediately around the plot. A soil sampling was also conducted to assess the bulk density and soil texture in each plot.

The test results showed an extremely low surface runoff due to the high rate of water infiltration in the soil, despite the notable rainfall intensity to which the experimental plots were submitted. The average infiltration calculated on all the tests does not show evident differences between plots with coverage and without the forest soil does not therefore significantly modify its hydrological characteristics. Regarding the slope, variable from  $35 \pm 6\%$  and from  $49 \pm 11\%$  in the two particles, respectively, the effect on the infiltration was reduced, both in relation to the vegetation cover, and in relation to the different types of soil. The solid material carried by the surface runoff is below reference literature values.

\*\*\*

### S. 3.11 La montagna appenninica non ha più pazienza!

Adriano Gradi

**Parole chiave:** amministrazione forestale italiana; attività selvicolturali; montagna appenninica; boschi.

Le sistemazioni idrauliche sono in rovina e molti rimboschimenti eseguiti con specie pioniere provvisorie sono rimasti alla densità iniziale senza nessun intervento teso alla perpetuazione del bosco. Banale disinformazione è affermare che i boschi sono aumentati di superficie dato l'abbandono delle aree agricole. Non è affatto corretto attribuire significato di "bosco" a tali superfici sulle quali in tempi lunghissimi e solo in pochi casi la natura, con una precisa sequenzialità floristica, ricostituisce il bosco nella sua specifica struttura e giusta definizione.

Di ricostituire poi le decine di migliaia di ettari di boschi ogni anno incendiati, non se ne parla così come di rimboschire 5-6 milioni di ettari di terreni abbandonati in preda all'erosione ed al ruscellamento. Le utilizzazioni forestali sono molto ridotte e gravi menomazioni subiscono le specie che necessitano di tagli intercalati costanti e ben mirati: è frequente il caso della non applicazione dei costosi piani di assestamento mentre, addirittura, si riportano a taglio ceduo molte superfici boscate in fase avanzata di conversione anche dove esistano tutti i requisiti tecnici ed economici giustificativi della conversione. Mancando le attività selvicolturali, conseguentemente la vivaistica forestale, salvo poche eccezioni, è in desolante declino, così tutte le iniziative tese al miglioramento genetico dei popolamenti forestali con la istituzione (1961) del primo libro nazionale dei boschi da seme, le leggi regionali conseguenti a quella nazionale collegata a precise direttive comunitarie, appaiono dimenticate. Solo il Centro sperimentale di selvicoltura di Arezzo riesce ancora ad operare ma è una "vox clamans in deserto". Se si decidesse a riprendere in maniera razionale le ricostituzioni boschive, i rimboschimenti ecc. occorrerebbero da due a quattro anni (semenzali - trapianti) per rimettere in produzione i vivai forestali: anche i privati non sarebbero più pronti ad offrire produzioni in tal senso.

Infine la fusione Arma Carabinieri - Corpo Forestale, organo preminentemente tecnico dello Stato, non può non suscitare perplessità: alla montagna non serve "una grande polizia specializzata" ma investimenti, lavoro, difesa dell'ambiente e ripresa di vecchie e nuove economie. È accettabile questa situazione? La montagna non ha più pazienza!

\*\*\*

### S. 3.12 I rimboschimenti litoranei in Calabria: miglioramento e conservazione

Francesco Iovino, Carlo Galiano, Antonino Nicolaci, Vincenzo Perrone, Salvatore Spanò

**Parole chiave:** rimboschimenti; selvicoltura; protezione del territorio; ecosistemi costieri; biodiversità.

In Calabria, così come in altre Regioni, nel secolo scorso i rimboschimenti interessarono oltre ai bacini montani anche i settori costieri. In questi ultimi assunsero il carattere di opere tendenti al consolidamento di dune lungo i litorali e alla protezione dai venti marini delle retrostanti pianure. La loro esecuzione costituì la premessa



indispensabile per un'adeguata utilizzazione agricola dei terreni, dove si concentrava gran parte delle attività irrigue. Gli interventi hanno modificato, in modo significativo, il paesaggio costiero creando nuovi ecosistemi che nel tempo hanno assunto una valenza ambientale, come testimoniato dall'inserimento di alcuni di essi nella Rete Natura 2000. Il lavoro ha l'obiettivo di verificare, a distanza di circa 60 anni dalla loro realizzazione, le condizioni strutturali dei popolamenti, le loro dinamiche legate ai fenomeni di competizione e di successione ecologica dovute anche agli incendi e le criticità attribuibili ad altre forme di impatto antropico (fruizione turistica non regolamentata, ecc.). Le aree oggetto di studio sono i rimboschimenti litoranei del versante ionico e di quello tirrenico. Nel primo vengono esaminati quelli più significativi, anche in termini di superficie, dei settori centrosettentrionali, dove si riscontrano ampie fasce realizzate lungo i litorali antistanti le zone di bonifica idraulica della Piana di Sibari, di Punta Alice, della Foce del Neto e di quella che da Isola Capo Rizzuto si spinge fino a Soverato. Nel versante tirrenico viene esaminata un'ampia fascia del Golfo di Santa Eufemia, antistante la Piana di Lamezia. Per ciascuna delle aree, l'esame delle tecniche di rimboschimento adottate (preparazione del suolo, densità di impianto, specie impiegate e materiale di impianto) viene eseguito utilizzando la documentazione dei progetti reperiti negli archivi degli Enti che all'epoca eseguirono i lavori. L'analisi, a distanza di circa 60 anni, delle diverse realtà mediante verifica delle attuali situazioni, mette in evidenza i risultati conseguiti e consente di delineare interventi di miglioramento e di conservazione di tali ecosistemi che hanno una valenza protettiva e paesaggistico-culturale.

### ***Coastal Reforestation in Calabria: improvement and conservation***

**Keywords:** reforestation; silviculture; landscape recovery coastal ecosystems; biodiversity.

As in other Italian regions, the reforestation in Calabria involved not only the mountain basins, but also the coastal areas in the 20th century. The coastal reforestation became works of dunes consolidation along the seabords, leading to a better protection of the inner plains from the sea winds. Their implementation was the precondition for the agricultural use of the soils, which were the most abundant part of the irrigated activities. These interventions significantly modified the coastal landscape by creating new ecosystems which became of environmental value, as witnessed by the inclusion of some of them in the Rete Natura 2000.

Our work aimed to verify: the structural conditions of the populations 60 years after their realisation; their dynamics linked to the phenomena of competition and ecological succession (also those due to fires); and the criticalities attributable to other forms of anthropogenic impact (unregulated tourist use, etc.). We included in this study the coastal reforestation on both the Ionic and the Tirrenian sides. Regarding the Ionic side, we examined the reforestation of the northern region, where it is possible to observe wide areas along the coasts close to the cleaning-up areas of Piana di Sibari, Punta Alice, Foce del Neto, and in the area between Isola Capo Rizzuto and Soverato. On the Tirrenian side, we examined a wide area in the Sant'Eufemia gulf located beforehand the Lamezia plain.

We used the original projects, procured in the registries of the Institutions that executed the works at that time, in order to analyse the reforestation techniques adopted in all the areas of interest in terms of soil preparation, planting density, species used, and planting material.

The analysis of the different scenarios through the verification of current situations, approximately 60 years after their realisation, highlights the achieved results, and allows us to outline interventions for the improvement and conservation of these ecosystems that have a protective and landscape-cultural value.

\*\*\*

### **S. 3.13 Gestione forestale e prevenzione del dissesto idrogeologico in territori ad elevata vulnerabilità in Campania**

Francesco Iovino, Antonino Nicolaci, Alfonso De Nardo, Vincenzo Esposito

**Parole chiave:** gestione forestale sostenibile; dissesto idrogeologico; conservazione del suolo; pianificazione forestale.



Il lavoro affronta il tema della compatibilità tra gestione dei boschi e conservazione del suolo sui versanti, con riferimento ai cedui di alcuni territori della Campania caratterizzati da particolare vulnerabilità al dissesto idrogeologico per condizioni morfologiche e pedoclimatiche. In ambito regionale i cedui ricoprono, in gran parte, versanti caratterizzati da coperture piroclastiche intensamente pedogenizzate, ma instabili di fronte ad eventi piovosi intensi. I suoli, particolarmente suscettibili all'erosione idrica accelerata e diffusa, sono dotati di una elevata capacità di ritenzione idrica, che determina il loro notevole appesantimento nei periodi caratterizzati da elevata piovosità, con conseguente innesco di slittamenti, la cui portata e le conseguenze sono talvolta catastrofiche.

In questi territori la gestione dei cedui presenta attualmente delle criticità dovute alla loro utilizzazione, tra le quali sono di rilievo: l'ampiezza delle superfici interessate dalle singole tagliate, le modalità di concentrazione e di esbosco, l'assenza di programmazione della viabilità forestale, spesso realizzata sulla spinta delle motivazioni contingenti legate alle esigenze di ogni singola utilizzazione, la carenza di manutenzione e di cure colturali, con conseguente aumento del rischio incendi.

Partendo dal quadro conoscitivo e da quello normativo di riferimento in tema di prevenzione dei rischi e messa in sicurezza dei territori maggiormente esposti a fenomeni di dissesto idrogeologico, vengono delineate linee operative di gestione forestale sostenibile, anche con esempi applicati allo specifico ambito interessato dai tragici eventi del maggio 1998. Tale approccio, che riesce a coniugare l'utilizzo dei cedui con la conservazione del suolo, può essere messo in atto con una pianificazione forestale riferita al bacino idrografico.

### ***Forest management and prevention of hydrogeological instability in territories of high vulnerability in Campania***

**Keywords:** forest sustainability management; hydrogeological instability; soil conservation; forest planning.

This paper deals with the theme of compatibility between forest management and soil conservation on slopes, with reference to the coppices of some territories of Campania characterized by particular vulnerability to hydrogeological instability due to morphological and pedo-climatic conditions. In the regional scope, the coppices cover, in large part, slopes characterized by intensely pedogenised pyroclastic coverage, but unstable when facing intense rainy events. The soil, particularly susceptible to accelerated and widespread water erosion, is endowed with a high capacity of water retention, which determines its significant weight in periods characterized by heavy rainfall, with consequent triggering of slips, whose extent and consequences are at times catastrophic. In these areas, the management of coppices currently presents some critical issues due to their usage, among those which are of significance: the size of the surfaces affected by the single cut, the methods of concentration and logging, the absence of forest road planning, often carried out on the basis of the contingent motivations linked to the needs of each individual use, the lack of maintenance and cultivation, with a consequent increase in fire risk. Starting from our previous knowledge and legislative framework referring to risk prevention and protection of those areas which are most exposed to phenomena of hydrogeological instability, operational guidelines for sustainable forest management are delineated, also with examples applied to the specific area affected by the tragic events of May 1998. This approach, which is able to combine the use of coppices with soil conservation, can be put into practice with forest planning related to the hydrographic basin.

\*\*\*

#### **S. 3.14 Foreste di protezione contro la caduta massi: analisi multiscala dal masso alle Alpi**

Emanuele Lingua, Paola Bolzon, Francesco Bettella, Maximiliano Costa, Matteo Garbarino, Fabio Meloni, Emanuele Sibona, Marco Piras, Elena Belcore, Bruna Comini, Paola Comin, Ruggero Alberti, Frédéric Berger

**Parole chiave:** foreste di protezione; caduta massi; Alpi.

Tra le varie funzioni che svolgono le foreste, la funzione di protezione ha da sempre rivestito un ruolo fondamentale per il territorio montano. Per poter ottenere, massimizzare e perpetuare questa funzione, non basta avere una copertura forestale, ma devono essere raggiunte e mantenute particolari strutture dei



popolamenti forestali attraverso una gestione selvicolturale appropriata. Ogni pericolo naturale comporta la necessità di definire un obiettivo gestionale ben preciso e differente ad es. a seconda che la foresta potenzialmente svolga una protezione attiva (es. valanghe) o passiva (es. caduta massi). Per poter gestire al meglio questi popolamenti, occorre prima di tutto conoscerne la distribuzione e valutarne l'attuale efficacia. La disponibilità di una cartografia del genere, armonizzata per tutto l'arco Alpino, per la molteplicità dei pericoli naturali non esiste. Per le foreste di protezione da caduta massi, ad esempio le informazioni sono parziali e solo alcune regioni o province hanno una cartografia delle foreste che svolgono questa funzione. In questo contesto è nato il progetto RockTheAlps, finanziato nell'ambito del Programma transnazionale di Cooperazione Territoriale Europea Spazio Alpino 2014-2020 (ASP462), che riunisce 15 partners di 6 nazioni differenti provenienti dalla regione alpina. Questo progetto si prefigge principalmente di individuare e applicare metodologie innovative per la mappatura del rischio di caduta massi e delle annesse foreste di protezione, con l'obiettivo di trasferire i risultati a decisori e policy maker, fornendo loro un'informazione armonizzata per tutto lo spazio alpino.

Nell'ambito di questo progetto, le analisi dell'effetto delle foreste di protezione sulla riduzione del rischio da caduta massi sono state sviluppate a scale diverse e con approcci e strumenti differenti, avvalendosi dell'utilizzo di dati telerilevati a diversa risoluzione. Alcuni dati sono stati raccolti con tecniche di crowd sourcing utilizzando comuni smartphone. Il contributo presenta i risultati preliminari ottenuti nell'ambito di questo progetto a livello di intero Arco Alpino e con un focus particolare su un caso studio nelle Dolomiti bellunesi. In questo caso studio, oltre ai consueti rilievi in campo dei parametri dendrometrici, per meglio caratterizzare il pendio e il popolamento forestale si sono elaborati dati LiDAR e si è fatta un'acquisizione fotogrammetrica tramite APR (aeromobile a pilotaggio remoto). E' stato inoltre testato un laser scanner mobile con tecnologia SLAM.

Il modello 3D ottenuto con tecniche Structure from motion dalle immagini ottenute con l'APR, ha permesso di spazializzare meglio il dato relativo alla struttura forestale, dando luogo a simulazioni più realistiche della traiettoria della caduta massi all'interno del popolamento forestale.

Attraverso il confronto fra i dati ottenuti in campo e la modellazione numerica con il software Rockyfor3D, si è osservato come le foreste in esame siano effettivamente un efficace strumento di protezione nei confronti delle infrastrutture localizzate a valle della zona di distacco.

Mettendo a frutto tutte le esperienze maturate ai vari livelli di analisi e nei vari casi studio distribuiti sulle Alpi, oltre alla carta delle foreste di protezione a livello di intero Spazio Alpino, alla fine del progetto verranno prodotte delle linee guida di gestione delle foreste di protezione contro la caduta massi.

### ***Protection forest against rockfall: from rock to Alps***

**Keywords:** protection forests; Alps; rockfall.

Forests provide several functions. Among these, the protective function has been always considered one of the preeminent in mountain areas. In order to reach, maximize, and sustain this function, specific forest structures should be reached and maintained through a properly addressed forest management.

Against each natural hazard we have to define a specific management goal with a well-defined forest target, based on the specific protection potentially provided by the forest stands, both in an active (i.e. against avalanches) or in a passive way (i.e. against rockfall).

In order to be able to better manage these stands, it is first of all necessary to know their distribution and evaluate their current effectiveness. Up to now, a similar cartography, harmonized throughout the Alpine range, is not available. Concerning protection forests against rockfall, the information is partial and only some regions or provinces have a map of the forests that perform this function. In this context the RockTheAlps project has been built, and funded by the European transnational cooperation programme Alpine Space (ASP462), bringing together 15 partners from 6 different countries from the Alpine region

This project mainly aims at identifying and applying innovative methodologies for the mapping of the rockfalls risk and of the protection forests, providing to decision makers and policy makers harmonized information for the whole Alpine space.

In the project framework, the analysis of the protection forest effect in runout reduction have been analysed at different scales with different approaches and tools, using remote sensing data at different resolution.





Moreover, a crowd sourcing approach has been developed using regular smartphone. In this paper, preliminary results concerning the entire Alpine space will be presented, with a special focus on a case study on the Dolomites (NE Italy). In this site, beside the classic field survey for assessing the dendrometric parameters of forest stands, LiDAR data have been analysed as well as photogrammetric data acquired through a RPA system (remotely piloted aircraft). A mobile laserscanner with SLAM technology has been tested. The 3D model obtained by structure from motion techniques from the RPA's images, enhanced the forest structure data spatialization, leading to more realistic numerical simulation of rocks trajectories in the forest.

Comparing field information with the output obtained running the Rockyfor3D model, these forests demonstrated to be a reliable protection against the rockfall, making the infrastructure downslope the rocks source area safer.

Taking advantage of all the experiences gained at the different levels of analysis and in the different case studies distributed among Alps, in addition to the map of protection forests for the entire Alpine Space, at the end of the project guidelines for the management of protection forests against the falling rocks will be produced.

\*\*\*

### S. 3.15 Il bosco e la custodia del territorio: il ruolo della selvicoltura

Luigi Portoghesi, Francesco Iovino, Giacomo Certini, Davide Travaglini

**Parole chiave:** boschi, selvicoltura, ecosistemi forestali, biodiversità, tutela.

La presenza della foresta nei sistemi territoriali italiani è sensibilmente aumentata negli ultimi decenni. Innanzitutto nelle zone collinari e montane, che ne sono storicamente più ricche, ma anche in quelle pianiziarie e costiere. L'aumento della superficie forestale ha interessato soprattutto le superfici agricole e le aree occupate in precedenza da praterie, pascoli e incolti, a causa del progressivo abbandono delle aree rurali.

Contestualmente, è aumentata la richiesta di servizi ecosistemici da parte delle comunità umane che vivono nei territori boscati e nelle grandi città. Sono di particolare rilevanza funzioni come: la protezione dai pericoli naturali, il cui rischio è aumentato a causa dell'estremizzazione degli eventi atmosferici; la tutela delle risorse di acqua potabile, bene sempre più scarso; la conservazione della biodiversità, essenziale per gli equilibri del pianeta; il sequestro del carbonio, ai fini della mitigazione del cambiamento climatico; la ricreazione e la tutela dei paesaggi, specie nelle aree urbane, periurbane e costiere dove la popolazione si va sempre più concentrando. A questi e altri servizi con spiccato valore sociale e ambientale si aggiunge la produzione legnosa, rimanendo il legno una risorsa essenziale. Che è sempre più richiesta sia come combustibile rinnovabile, sia come materia prima per le costruzioni, meno energivora del cemento e dell'acciaio, sia come fonte di sostanze chimiche utilizzabili in diversi settori della bioeconomia.

All'aumento del valore economico totale dei boschi fa da contrasto il loro sempre più diffuso abbandono culturale. Se da un lato questo abbandono è positivo perché consentirà ai boschi italiani di aumentare nel tempo il proprio grado di naturalità, dall'altro la sospensione delle utilizzazioni determina l'aumento delle provvigioni legnose e della densità dei popolamenti, ostacola la rinnovazione naturale, accentua nelle aree mediterranee lo stress dovuto alla maggiore siccità estiva, aumenta il rischio di schianti a causa di eventi atmosferici estremi e il rischio incendi. Tutti fenomeni che possono compromettere, almeno nel breve-medio periodo, la capacità del bosco di svolgere le funzioni richieste, anche quella di mitigazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

A queste problematiche si può fare efficacemente fronte con la selvicoltura, che va intesa come strumento il cui primo fine è garantire la funzionalità biologica, la perpetuità e l'uso del bosco. Nella delicata fase che stiamo vivendo, in cui i sistemi socio-ambientali devono fronteggiare le sfide del cambiamento globale, la foresta va curata tenendo conto della sua natura di sistema biologico complesso. L'azione selvicolturale deve avere come obiettivo quello di aumentare la complessità e la diversità del sistema in termini di composizione e struttura somatica e cronologica, a scala di popolamento e a scala di paesaggio, nel rispetto delle peculiarità di ciascun tipo di formazione forestale. Solo operando in questo modo si aumenteranno le capacità degli ecosistemi forestali di adattarsi alle mutate condizioni ambientali e di essere resilienti a fronte degli eventi di disturbo di nuovo tipo, contrastandoli o mitigandone gli effetti.



## ***The forest and the conservation of the territory: the role of silviculture***

**Keywords:** forests; silviculture; forest ecosystems; biodiversity; conservation.

The presence of forests in the Italian territorial systems has increased significantly in recent decades. First in the hills and mountains areas, which are historically richer of them, but also in the plain and coastal areas. The expansion of forests has occurred mainly on agricultural land and on land previously occupied by pastures and natural grassland due to the abandonment of rural areas.

At the same time, the demand for ecosystem services by the human communities living in the wooded areas and in big cities has increased a lot. Particularly important are services such as: the protection from natural hazards (landslides, avalanches, floods) whose risk has risen due to the growing extremism of atmospheric events; the safeguard of drinking water resources, which are becoming increasingly scarce; the conservation of forest biodiversity, which is essential for the future of our planet; the carbon sequestration, for the purpose of mitigating climate change; the recreational use and protection of landscapes, especially in urban, periurban and coastal areas where the population is concentrating. To these and other services with a strong social and environmental value the wood productions added, being wood an essential resource. Which is increasingly in demand, both as a renewable fuel and as less energy-intensive raw material for buildings than cement and steel, and as a source of chemical substances that can be used in various sectors of bioeconomy.

The increase in total economic value of forests contrasts with their widespread cultivation abandonment. If on the one hand this abandonment is positive because it will allow Italian forests to enhance over time their degree of naturalness, on the other the suspension of wood harvesting is determining the increase in stand growing stock and density and, as a result, will hinder natural regeneration, increase the risk of windthrow due to extreme weather events, accentuate in the Mediterranean areas the water stress and the risk of fire due to the greater summer drought. All these phenomena can compromise in many cases, at least in the short to medium term, the ability of the forest to perform the required social and environmental functions.

These problems can be effectively dealt with by silviculture, which must be seen as an instrument whose first aim is to guarantee the biological functionality, the perpetuity and the use of the forest. In the critical phase that we are experiencing, in which the socio-environmental systems must face the challenges of global change, forest must be cared of taking into account its nature of complex biological system and the silvicultural actions must aim at increasing complexity and diversity of the system in terms of tree composition and size and age structure, at stand and landscape scale, albeit respecting the peculiarities of each type of forest. Only by doing so, forest ecosystems will improve their ability to adapt to changing environmental conditions and to be resilient to new types of disturbance events, countering them or mitigating their effects.

\*\*\*

### **S. 3.16 Degradato dei suoli e loro recupero a seguito di rimboschimenti**

Fabio Scarciglia, Francesco Iovino, Salvatore Del Bianco, Antonino Nicolaci, Teresa Pelle, Michele Soligo, Paola Tuccimei, Filippo Terrasi

**Parole chiave:** degrado del suolo; rimboschimento; restauro ecologico del territorio; recupero del suolo; radionuclidi.

In questo lavoro vengono presentati i risultati di uno studio sulla risposta locale di profili di suolo in termini dei principali processi pedogenetici e della loro interazione con le dinamiche geomorfologiche in alcuni siti del Massiccio della Sila, in Calabria, soggetti a rimboschimenti circa 60 anni fa. L'analisi storica ha evidenziato che gli interventi di rimboschimento furono condotti in seguito a fenomeni di estremo degrado del territorio (erosione idrica diffusa e concentrata, frane superficiali e profonde, ingenti piene fluviali), verificatisi in seguito a ripetute fasi di deforestazione e attività agricole o successivo abbandono dei campi coltivati. I rimboschimenti furono effettuati utilizzando prevalentemente pino laricio con preparazione del suolo a gradoni o gradoni e buche in funzione delle diverse condizioni di sito. Lo studio si è concentrato sulle principali proprietà morfologiche, fisiche, chimiche e mineralogiche di alcuni profili di suolo rappresentativi e sulla distribuzione di alcuni radionuclidi, al fine



di comprendere gli effetti degli impianti boschivi nell'ostacolare l'erosione e nel promuovere la formazione del suolo. Le suddette proprietà sono state paragonate con quelle di altri profili pedologici formati sotto boschi rigenerati in condizioni naturali (a volte in seguito a pratiche di ceduzione di faggete) o sotto coltivi. I profili di suolo hanno mostrato complessivamente un basso grado di sviluppo pedogenetico (tessitura grossolana, moderata differenziazione in orizzonti, prevalenza di minerali argillosi fillosilicati a struttura 2:1). I profili nei siti rimboschiti hanno spesso messo in luce orizzonti sepolti e una frazione scheletrica concentrata a diverse profondità, il che suggerisce che si siano accresciuti grazie alla coesistenza e/o alternanza di processi di rimaneggiamento lungo i versanti con processi di sviluppo pedogenetico. Tale comportamento è coerente con alcune datazioni al radiocarbonio, che hanno mostrato età progressivamente crescenti (da moderne a storiche) verso il basso del profilo, insieme alla presenza di  $^{137}\text{Cs}$  (derivante da test di armi atomiche effettuati durante gli anni '60) e ad elevati valori del rapporto  $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$  nell'orizzonte di suolo superficiale sotto rimboschimento, favoriti dall'effetto barriera esercitato dalle chiome degli alberi. La mancanza di  $^{137}\text{Cs}$  nei corrispondenti orizzonti profondi non ha consentito di stimare i tassi di erosione o di accumulo alla scala di profilo pedologico. Inoltre, l'assenza di tale radionuclide nell'orizzonte di superficie dei campi coltivati suggerisce che esso sia stato più facilmente rimosso da processi di lisciviazione o di erosione superficiale, favoriti dall'assenza di una fitta copertura vegetale e dalle pratiche agricole. Tali risultati suggeriscono che i rimboschimenti siano stati efficaci nei confronti dell'erosione, svolgendo una duplice azione:

- (i) intrappolando materiale mobile (sedimenti di suolo e frammenti di roccia) derivanti dalla parte più a monte dei versanti dove l'erosione era ancora attiva;
- (ii) promuovendo la formazione di nuovo suolo, con accumulo di humus in superficie, coerentemente con gli elevati tenori in sostanza organica ed il pH acido.

### ***Soil recovery after land degradation and reforestation***

**Keywords:** soil degradation; reforestation; restoration ecology; soil recovery; radionuclides.

In this paper we investigated the local response of soil profiles in terms of major pedogenetic processes and their interplay with geomorphic dynamics in mountain sites of the Sila Massif (Calabria, southern Italy), reforested about 60 years ago. A historical analysis showed that reforestation measures were carried out following extreme land degradation (diffuse and concentrated water-driven erosion, shallow and deep landslides, huge river floods), which took place after repeated phases of forest clearance and cultivation or abandonment of fields. Reforestation was achieved mainly planting Calabrian pine after soil preparation consisting of terracing and terracing coupled with digging holes according to specific site conditions. Our study focused on the main morphological, physical, chemical and mineralogical properties of selected soil profiles and the distribution of some radiogenic nuclides, in order to understand the effects of forest stands on hampering soil erosion and promoting soil formation. These features were compared with those of soil profiles developed under naturally regenerated forest (in places after coppice management of beech trees) and field crops. The soil profiles showed an overall poor degree of soil development (coarse texture, moderate horizonation, prevalent 2:1 phyllosilicate clay minerals). Those in reforested sites very often exhibited buried horizons and skeletal fraction concentrated at varying depths, suggesting that they were upbuilt by the coexistence and/or alternation of reworking processes along slopes with proper soil-formation processes. This behavior is consistent with some radiocarbon dates, which showed increasing, modern to historical soil ages downprofile, as well as with the presence of some amounts of  $^{137}\text{Cs}$  (derived from nuclear weapon tests during the 1960s) and high values of the  $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$  ratio in the topsoils of forest stands, favored by the barrier effect of tree canopies. The lack of  $^{137}\text{Cs}$  in the corresponding subsoil horizons did not allow us to estimate erosion or accumulation rates at the soil profile scale. Moreover, the absence of this radionuclide in the topsoil of cultivated fields suggests that it was more easily removed by leaching processes or surface erosion, enhanced by the absence of a dense vegetation cover and by agricultural practices. All these findings suggest that reforestation succeeded against soil erosion in the study area, keeping a two-stage action:

- (i) trapping mobile material (soil sediments and rock fragments) derived from upslope where erosion was still active;
- (ii) promoting novel soil development, with accumulation of humus in the topsoils, in line with their high amounts of organic carbon and acidic pH values.



### S. 13.17 Esperienze di gestione della vegetazione forestale lungo le fasce fluviali - integrazione tra servizi ecosistemici

Pier Giorgio Terzuolo, Andrea Ebone

**Parole chiave:** pianificazione; selvicoltura; riqualificazione fluviale; corridoi ecologici.

La vegetazione forestale che si sviluppa lungo i corsi d'acqua svolge importanti servizi ecosistemici quali la protezione del territorio, la conservazione della biodiversità e la connotazione del paesaggio rurale e la fruizione del pubblico, che spesso non sono pienamente riconosciuti; la conseguenza è una gestione spesso inconsapevole e quindi inappropriata, come avviene per altre attività svolte in queste aree che, a torto, sono considerate marginali e spesso di conseguenza degradate.

La gestione boschi ripari deve avvenire adottando un approccio gerarchico tra le diverse funzioni, a partire da quelle protettive:

- (i) consolidamento delle sponde e difesa da erosione del suolo
- (ii) laminazione delle piene (golene) e riduzione del deflusso superficiale (versanti)
- (iii) filtrazione e deposito di sedimenti e materiale flottante
- (iv) fascia tampone a mitigazione dell'inquinamento idrico da residui di attività agricole e insediamenti
- (v) conservazione di habitat e connessioni della rete ecologica
- (vi) regolazione della temperatura dell'acqua e riparo per specie ittiche

Nel contempo occorre evitare che la vegetazione stessa possa divenire un pericolo in caso di eventi alluvionali, senza dimenticarne la rilevanza economica per la produzione di legno in territori facilmente accessibili e spesso fertili.

La gestione forestale delle fasce riparie presenta alcune peculiarità che possono costituire delle criticità, in particolare:

- (i) il quadro normativo complesso, talora di controversa interpretazione, con numerosi soggetti pubblici competenti;
- (ii) gli interventi ai fini idraulici in assenza di pianificazione e concertazione possono rivelarsi inutili se non dannosi;
- (iii) i fiumi di pianura, in Piemonte come per tutta la pianura padano-veneta, sono le principali connessioni della rete ecologica, con nodi ad elevata biodiversità importanti da preservare e valorizzare;
- (iv) le specie esotiche invasive, favorite dal trasporto fluviale, sono un grave problema talora non percepito nella sua complessità;
- (v) la proprietà pubblica, in particolare demaniale, per i boschi golenali e ripariali lungo i principali fiumi di pianura all'interno dei tratti PAI è rilevante - in Piemonte si estende su circa 6.000 ha pari ad oltre il 25% del totale - e può essere un violano per la gestione sostenibile.

Con i progetti europei Interreg Alcotra "EAU CONCERT I e II - Iniziative di coordinamento degli strumenti di gestione partecipata dell'acqua e azioni di valorizzazione degli eco-sistemi fluviali", a partenariato Italia - Francia, si è introdotto in Piemonte un nuovo strumento di gestione della vegetazione lungo i corsi d'acqua: il Piano di gestione e valorizzazione della vegetazione ripariale (PGV), in grado di coniugare gli aspetti di protezione dal rischio idraulico, tutela dell'ecosistema fluviale e promozione della fruizione del territorio.

I PGV sono stati redatti e applicati sperimentalmente per 5 affluenti del Po aventi diverse caratteristiche (Dora Baltea - tratto Piemontese, Stura di Lanzo, Orba, Dora Riparia e Belbo) per le fasce comprese nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI). In base agli esiti degli studi che hanno precisato le esigenze idrauliche e le valenze per la biodiversità sono stati progettati e realizzati numerosi interventi selvicolturali per le principali categorie forestali riparie e golenali, permettendo l'ulteriore affinamento dell'approccio multifunzionale.

I pioppeti e saliceti ripari sono caratterizzati da rilevanti obiettivi di sicurezza idraulica, essendo la prima interfaccia con il corpo idrico, e di conservazione della biodiversità in quanto habitat Natura 2000 prioritari; per la gestione questi popolamenti di specie eliofile, pioniere, tendenzialmente coetanei soggetti a forte dinamica fluviale, si sono attuati tagli a buche, di estensione variabile dai 1500-2000 m<sup>2</sup>, a partire dalle aree con presenza di soggetti con diametri maggiori (media 25-35 cm), che rispecchiano le modalità con cui queste specie rinnovano naturalmente.

Per gli alneti di ontano nero, anch'essi habitat Natura 2000 prioritari con tendenza a generale senescenza a seguito dell'abbandono culturale, si sono applicati diversi interventi in funzione della struttura e dello stadio evolutivo:





- (i) diradamenti misti, dove i popolamenti risultano ancora giovani e stabili, per assecondare le dinamiche in corso e privilegiare i soggetti dominanti;
- (ii) ceduzione in popolamenti adulti, dove non è più presente un adeguato numero di alberi stabili strutturanti;
- (iii) taglio a buche (1.500-3.000 m<sup>2</sup>) in popolamenti senescenti con segni di evoluzione verso forme più mature, riconducibili al querceto-ulmeto, con rinnovazione gamico-agamica (governo misto).
- (iv) Nei querceti golenali, caratterizzati da ampia eterogeneità di composizione e struttura, si sono applicati tagli a scelta colturali per piede d'albero o per gruppi, con prelievi della provvigione anche elevati nei popolamenti di transizione ancora ricchi di grandi pioppi, talora deperenti e a rischio di fluitazione.

L'auspicio è che tale approccio esca dalla fase sperimentale ed i PGV possano essere ordinariamente applicati per la gestione forestale.

### ***Experiences of riparian vegetation management - integration between ecosystem services***

**Keywords:** planning; forestry; river restoration; ecological corridors.

The forest vegetation developing along watercourses provides a relevant ecosystem service such as land protection, conservation of biodiversity and connotation of rural landscape and use by the public, which often is not fully recognized. The consequence is an often unconscious and therefore inappropriate management, as is the case with other activities carried out in these areas, which, wrongly, are considered marginal and often consequently left to degradation. The management of riparian woods should take place adopting a hierarchical approach between different functions, starting from the protective ones:

- (i) consolidation of banks and protection from soil erosion;
- (ii) flood routing (water meadows) and reduction of surface runoff (slopes);
- (iii) filtration and deposit of sediment and floating material;
- (iv) buffer zone to mitigate water pollution from residues of agricultural activities and settlements
- (v) conservation of habitat and ecological network connections;
- (vi) regulation of water temperature and shelter for fish species.

At the same time, it is necessary to avoid that vegetation itself turns into a hazard in the event of floods, without forgetting the economic relevance of timber production in easily accessible and often fertile areas.

The forest management of riparian strips presents some peculiarities, which may become critical, in particular:

- (i) the complex regulatory framework, whose interpretation is sometimes controversial, with several competent public bodies;
- (ii) interventions without planning and consultation may prove useless if not harmful;
- (iii) the lowland rivers, in Piedmont as for the whole Po-Venetian plain, are the main connections of the ecological network, with high biodiversity nodes important to preserve and enhance;
- (iv) invasive alien species, favoured by inland waterway transport, are a serious problem sometimes not perceived in its complexity;
- (v) public ownership, particularly state properties, is relevant in terms of floodplain and riparian woodlands along the main rivers of the plain within the PAI segments - in Piedmont it covers about 6,000 ha, equal to over 25% of the total - and can be a driving force for sustainable management.

The European projects Interreg Alcotra, "EAU CONCERT I and II - Initiatives for coordinating participatory water management tools and actions for the enhancement of river eco-systems", an Italian and French partnership, introduced a new instrument for the management of vegetation along watercourses. The riparian vegetation management plan (PGV), which combines protection from hydraulic risks, protection of the river ecosystem and promotion of the use of land.

PGVs have been drafted and experimentally applied to 5 Po river tributaries, with different characteristics: (Dora Baltea - along the Piedmont stretch, Stura in Lanzo, Orba, Dora Riparia and Belbo rivers) on the stretches included in "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI). Based on the outcomes of the study works, which highlighted hydraulic needs, and value of biodiversity, numerous forestry interventions have been designed and implemented for the main riparian and floodplain forest categories, allowing the further refinement of a multifunctional approach.



The riparian poplar and willow groves are relevant hydraulic safety objectives, being the first interface with the current, and of biodiversity conservation as Natura 2000 priority habitats. For the management of these pioneer, coetaneous and heliophilous species, subject to strong river dynamics, small-patch clearcutting were done, with an extension ranged from 1500-2000 m<sup>2</sup>, starting from the areas populated by the larger diameters subjects (average 25-35 cm). They reflect the ways in which these species naturally renew themselves. For black alder woods, also priority Natura 2000 habitats with a tendency to general senescence following the abandonment, various interventions have been carried out according to the structure and the evolutionary stage:

- (i) mixed thinning, where the populations are still young and stable, to support the dynamics in progress and privilege dominant subjects;
- (ii) coppicing in adult populations, where there is no longer an adequate number of stable structuring trees;
- (iii) small-patch clearcutting (1,500-3,000 m<sup>2</sup>) in senescent populations with signs of evolution towards more mature forms, referable to oak-elm forests with gamic-agamic renewal (mixed government).

Cuttings in the riverside oak stand were made both by single tree selection or group selection, with collecting an high percentage of growing stock in the transition stand still rich in large poplars, sometimes declining and at risk of floating.

The hope is that this approach leaves the experimental phase and PGVs can be routinely applied for forest management.

\*\*\*

### **S. 3.18 Il ruolo delle foreste italiane nelle strategie di mitigazione ed adattamento per il contrasto ai cambiamenti climatici**

Riccardo Valentini

**Parole chiave:** protocolli di Kyoto; riscaldamento globale; foreste.

Negli ultimi 50 anni gli uomini hanno cambiato gli ecosistemi più rapidamente ed in modo più intenso di qualunque altro periodo della storia umana. Ciò ha determinato una perdita sostanziale ed irreversibile di molte funzioni degli ecosistemi del nostro Pianeta. Più terra è stata convertita in agricoltura dal 1945 di quanto non sia avvenuto nel XVIII e XIX secolo. Le risorse idriche sono oggi sotto pressione. Dal 1960 si è quadruplicata la raccolta dell'acqua nei bacini idrici e se ne è raddoppiato il consumo.

All'eccessivo ed insostenibile sfruttamento delle risorse si accompagna la vulnerabilità del sistema climatico che è oggi il tema più attuale ed importante delle politiche ambientali. La concentrazione di anidride carbonica aumenta in modo inesorabile ormai da più di un secolo, passando dai 280 ppm dell'era pre-industriale ai 365 ppm di oggi, raggiungendo il valore più alto degli ultimi 450'000 anni. Un analogo ritmo di crescita si registra anche per il metano (CH<sub>4</sub>) ed il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O). L'insieme determina la miscela esplosiva che noi tutti chiamiamo "gas serra" che ha l'effetto di produrre una alterazione del bilancio energetico del Pianeta, da noi spesso chiamato "effetto serra", ovvero il riscaldamento globale. Ci sono oggi molte osservazioni che sembrano indicare che il cambiamento climatico è già in atto, si tratta ovviamente di segnali, ma la loro frequenza ed intensità puntano decisamente a prendere in seria considerazione la vulnerabilità del Clima. La relazione prende in esame lo stato attuale dei rapporti tra ecosistemi terrestri ed atmosfera e vengono inoltre discussi alcuni processi che determinano la vulnerabilità degli ecosistemi terrestri ai cambiamenti. Inoltre la relazione prende in considerazione le possibilità di mitigazione e quindi di sequestro di carbonio da parte del sistema agricolo-forestale e la situazione italiana nell'ambito del Protocollo di Kyoto.

\*\*\*



### S. 3.19 Criteri di redazione e modalità d'impiego della carta dei boschi di protezione da massi della provincia di Trento

Alessandro Wolynski, Riccardo Campana, Angelo Carriero

**Parole chiave:** pianificazione; servizi ecosistemici; boschi di protezione; Trentino.

Il ruolo dei boschi a protezione degli abitati e delle infrastrutture dalla caduta massi è un patrimonio storico delle aree montane, che in passato in molti casi ha portato alla creazione di boschi banditi a protezione dei centri abitati. In paesi europei dell'arco alpino sono presenti cartografie regionali del bosco con funzioni protettive dal rotolamento di massi o da altri pericoli connessi a fenomeni gravitazionali. Diverse sono le metodologie di redazione di tali carte, mentre le conoscenze sul fenomeno dei crolli e sulle interazioni tra tale fenomeno naturale e la foresta sono cresciute notevolmente negli ultimi anni, grazie a studi scientifici anche di carattere sperimentale e a progetti europei dedicati. La recente approvazione del Testo unico in materia di foreste e filiere forestali attribuisce una particolare attenzione ai boschi aventi funzione di protezione diretta di abitati, di beni e infrastrutture strategiche, individuati e riconosciuti dalle regioni, e ciò rende la localizzazione di tali foreste una tematica particolarmente attuale.

Nel 2015 il Servizio Foreste e fauna ha potuto produrre la prima carta dei boschi di protezione diretta da massi, grazie ad una collaborazione con il Servizio Geologico per la definizione della pericolosità di crollo e con il Servizio Autorizzazioni e Valutazioni Ambientali per le elaborazioni informatiche finalizzate all'identificazione dei boschi di protezione.

Vengono descritti i criteri e i parametri utilizzati dal Servizio Geologico per la definizione delle aree sorgente di crollo e per l'identificazione delle aree soggette a pericolo. I risultati di questa prima elaborazione, avvenuta con l'impiego del software Rockyfor3D di EcorisQ, sono stati poi utilizzati dal Servizio Foreste e fauna per definire le aree boscate con una vocazione protettiva, distinguendo quelle con una funzione indiretta o potenziale da quelle con una funzione protettiva diretta ad obiettivi sensibili. Viene illustrato il problema della disponibilità di informazioni territoriali corrette, che si presenta per entrambe le elaborazioni, e del livello di precisione che ne deriva. Questo può essere anche differenziato, in genere con maggior qualità laddove la presenza di obiettivi particolarmente sensibili metta a disposizione studi locali di dettaglio. La qualità dei dati che alimentano i modelli infatti determina i possibili impieghi della carta e le modalità di gestione tecnico-amministrativa degli effetti dell'informazione contenuta e di aggiornamento delle carte.

Un'altra questione che comporta una analisi approfondita per la differenziazione dei boschi a protezione diretta è quella della classificazione degli obiettivi sensibili, che può appoggiarsi a valutazioni quantitative legate al danno potenziale alle persone o alle cose sui diversi usi del suolo. Si tratta di decisioni che presentano un certo margine di valutazione politica, legato alla soglia di accettazione del rischio residuo, che comunque permane, non essendo comunque realistico ottenere una protezione assoluta dell'intero territorio. Per la carta del bosco di protezione da massi, che in ogni caso non è una carta del pericolo, si è fatto riferimento alle classificazioni utilizzate nel Piano Generale per l'Utilizzazione delle Acque Pubbliche, articolando tuttavia in due sole classi, definite come presenza o assenza di obiettivi sensibili.

Oltre che per quantificare l'estensione e la localizzazione del bosco di protezione da massi, la carta viene già impiegata per definire delle priorità di intervento sulle operazioni di miglioramento selvicolturale previste dal Piano di Sviluppo Rurale. Per l'utilizzo nell'ambito delle richieste di trasformazioni di coltura può fornire per il momento un utile apporto conoscitivo, ma sarebbero necessari approfondimenti sulla quantificazione dell'effetto di riduzione svolto dal bosco sul rotolamento dei massi.

#### **Methods and use of the map of rockfalls protection forests of the province of Trento**

**Keywords:** protection forests; Trentino; forest planning; ecosystem services.

The role of forests to protect the inhabitants and infrastructure from falling rocks is an historical heritage of mountain areas, which in many cases led to the creation of banned forests to protect the inhabited villages. In European countries of the Alpine space there are regional maps of protective forests from rockfalls or other gravitational dangers. There are several methods for drawing up these maps, and the knowledge on rockfalls



and on the interactions between this natural danger and the forest have grown considerably in recent years, thanks to scientific and experimental studies and to specific European projects.

The recent approval of the national Consolidated Law on forests and forestry chains attaches attention to forests that have a protection function on inhabited areas and strategic assets, identified and recognized by the regions, and this makes the localization of these forests a particularly current topic.

In 2015 the Forestry and Wildlife Service was able to produce the first map of the forests protecting from rocks, thanks to a collaboration with the Geological Service for the definition of the danger of rockfall, and with the Environmental Authorization and Assessment Service for computer processing aimed at identifying protective forests.

The criteria and parameters used by the Geological Service for the definition of the collapse source areas and for the identification of the areas subject to danger are described. The results of this first processing, which took place with the Rockyfor3D software by EcorisQ, were then used by the Forestry and Wildlife Service to define the wooded areas with a protective function, distinguishing those with an indirect, or potential function, from those with a function directed to sensitive objectives.

The problem of the availability of correct spatial information, which is present for both processing, and the level of precision that derives from it is discussed.

The level of input data can also be differentiated, generally with greater quality where the presence of particularly sensitive objectives allows the realization of local detailed studies.

The quality of the data that feed the models in fact determines the possible uses of the maps and the technical and administrative management of the effects of the information contained, as well as the updating.

An issue that involves a thorough analysis, for the identification of forests with direct protection, is the classification of sensitive targets, which can rely on quantitative assessments linked to potential harm to people or assets. These decisions have a certain political margin of appreciation, linked to the threshold of acceptance of residual risk, which however remains, since it is not realistic to obtain absolute protection of the entire territory.

For the map of the protection forest from rocks, which in any case is not a hazard map, reference was made to the classifications used in the General Plan for the Use of Public Waters (PGUAP), using only two classes, defined as presence or absence of sensitive objectives.

In addition to quantifying the extent and location of the protection forest, the map is already used to define priorities for silvicultural operations envisaged in the Rural Development Plan.

For use in requests for transformation of the forest into other crops, it can provide for the moment a useful knowledge contribution, but for a more effective use it would be necessary to deepen the quantification of the reduction effect of the forest on the rolling of the rocks.







## Sessione 4 - Selvicoltura, paesaggio e impatti sui cambiamenti dell'uso del suolo

### Session 4 - Silviculture, landscape and impacts on land use changes

#### S. 4.01 Servizi ecosistemici forniti dai sistemi agroforestali resilienti di *Olea europaea* del Sud Italia

Elena Brunori, Mauro Maesano, Rita Biasi, Giorgio Matteucci, Giuseppe Scarascia Mugnozza

**Parole chiave:** sistema agroforestale; oliveti tradizionali; multifunzionalità; paesaggio; resilienza; servizi ecosistemici.

L'olivo è considerato uno degli elementi più importanti che caratterizzano fortemente il paesaggio mediterraneo con sistemi olivicoli diffusi in sistemi naturali, coltivazioni agrarie e agroforestali. In Italia, gli agroecosistemi olivicoli rappresentano un settore cardine per l'economia, soprattutto nelle regioni del Sud, ed in particolar modo, nella Regione Calabria, una delle maggiori regioni olivicole italiane. La sua posizione geografica, la sua complessa eterogeneità ambientale ed orografica favoriscono questi sistemi agro-forestali dell'olivo. In questo contesto, l'impostazione colturale produttiva è basata su sistemi tradizionali, caratterizzati da bassa resa e produttività, bassa densità (generalmente meno di 250 piante ad ettaro), ridotti inputs agricoli e basso grado di meccanizzazione, legati anche alle ridotte dimensioni e alla eccessiva frammentazione delle aziende. L'olivicoltura calabrese interessa circa 200.000 ettari, localizzati prevalentemente nelle aree collinari ed in aree marginali e svantaggiate, contraddistinte da un elevato rischio di degrado ambientale, e di conseguenza, inclini all'abbandono.

L'obiettivo dello studio è stato quantificare i servizi ecosistemi offerti dai sistemi agroforestali tradizionali dell'olivo in Calabria punto centrale del bacino del Mediterraneo.

La metodologia di lavoro ha previsto un'analisi in ambiente GIS (Geographic Information System) comparando dati spaziali inerenti all'uso del suolo, le frane, gli incendi e il consumo di suolo a livello comunale, al fine di identificare le dinamiche di cambiamenti di uso del suolo nel breve periodo con un'analisi diacronica 1990-2012 per la valutazione dello stato di vulnerabilità del territorio regionale. Inoltre, attraverso i principali indici metrici del paesaggio, come la densità delle tessere (patch density - PD), area media delle tessere (mean patch size -MPS), densità dei margini (edge density -ED), etc. quantificare il ruolo ecologico-ambientale che i sistemi agroforestali olivicoli hanno nel preservare e migliorare la qualità del paesaggio mediterraneo. Data la localizzazione dei sistemi olivicoli, è stata valutata anche la capacità di conservare la qualità della risorsa suolo, usando la mappa della quantificazione della fertilità del suolo, un altro importante servizio ecosistemico associato ai sistemi agroforestali.

I risultati hanno evidenziato un aumento delle aree naturali e semi-naturali, oggetto di processi attivi di ri-naturalizzazione a seguito dell'abbandono delle terre coltivate, in particolare, per quei sistemi agroforestali olivicoli in aree a medio-forte pendenza e per i seminativi. L'analisi ha mostrato anche un'intensa crescita del tessuto urbano soprattutto sulla fascia costiera. L'analisi spaziale ha evidenziato che il territorio regionale è particolarmente vulnerabile ai processi di degrado ambientale, legati ad eventi franosi, incendi e fenomeni di desertificazione, che interessano soprattutto le aree più marginali e difficili da coltivare. In queste aree sensibili, i sistemi agricoli più comuni sono risultati proprio i sistemi agro-forestali olivicoli. Tali sistemi concorrono a mantenere la diversità e complessità degli habitat, a preservare la stabilità dei versanti, a prevenire il degrado ambientale e a migliorare la qualità del paesaggio. Questi sistemi sono elementi di presidio del territorio, in particolare modo in ambito costiero, in grado di contrastare il consumo e salvaguardare la fertilità del suolo al pari di sistemi naturali e semi-naturali. I sistemi agroforestali basati sulla coltivazione dell'olivo divengono quindi elementi strategici in aree marginali e sensibili ai fenomeni di degrado ambientale proprio grazie ai caratteri di resilienza che li contraddistinguono, e che li rendono in grado di fornire benefici ecologico-ambientali e economici plurimi. Nei paesi del mediterraneo, la mappatura,



il ripristino dei sistemi agroforestali tradizionali e la loro gestione, può essere considerata una sfida-chiave in coerenza con le esigenze agroambientali, produttive e socio-economiche della nostra attuale società.

### ***Ecosystem services provided by the resilient olive agroforestry systems in Southern Italy***

**Keywords:** agroforestry; traditional olive groves; multifunctionality; landscape; resilience; ecosystem services.

Agroforestry systems based on *Olea europaea* are prominent in the Mediterranean biogeographic region of Europe.

In Italy, in particular in Calabria region, olive groves represent a pivotal primary sector for the regional economy, also in relation to the complex orographic conformation of the territory, not very suited to hosting other crops or agricultural activities. In this contest, olive agroforestry systems are characterized by peculiar structural traits: low yield and productivity, low density (generally less than 250 plants ha<sup>-1</sup>), low agricultural inputs (not irrigated) and low degree of mechanization (manual harvest). They are located in marginal and disadvantaged zones (mountainous and hilly steep slopes areas) with high potential of soil erosion, and consequently they are inclined to abandonment processes.

The present study focus on the ecosystems services supplies by olive agroforestry systems in semi-arid zones of the Mediterranean basin.

A GIS-based approach was used to discriminate thematic layers of land degradation factors such as landslides, fires occurrence and soil consumption at municipality level, and to identify the land-use, land-cover change dynamics in a short-time (1990-2012). The ecological roles of modern and traditional olive groves in maintaining and enhancing the landscape quality has been analysed by landscape metrics indices such as patch density (PD), mean patch size (MPS), edge density (ED), etc). The carbon-sink function at soil level has been quantified using the soil carbon map (gC kg<sup>-1</sup> soil) for defining soil fertility. Overall, the findings show that land cover changes affected slope stability over time. This is due to the increase of the transitional woodland/shrub (ri-naturalized areas after abandonment) and artificial areas (urbanization that lead to soil consumption), decrease in cultivated areas (olive grove and arable lands). Calabria is on the whole very susceptible to erosion processes and fires occurrence, potentially driving landslides or desertification.

In harsh environmental condition such as steep slopes, traditional olive groves were the most common agricultural systems due to their resilience traits. In particular, extensive olive groves, poly-cultural and olive agroforestry systems were based on traditional farming assets and their presence is pivotal to enhance the habitat diversity and the quality of landscape and to counteract land degradation phenomena (landslides, fires and ri-naturalization of terraced systems). Finally, poly-cultural systems based-on olive groves exhibited, on average, a greater content of organic carbon in topsoil than intensive agricultural systems, underlining how agro-forestry systems could be a smart growing system performing a wide range of ecological services.

\*\*\*

#### **S. 4.02 La struttura spaziale della successione secondaria delle piante legnose in un pascolo mediterraneo**

Rafael da Silveira Bueno, Tommaso La Mantia

**Parole chiave:** rigenerazione naturale, GIS, analisi spaziale per indice di distanza, dispersione dei semi

Negli ultimi decenni molte aree agricole e pastorali dell'Europa e del Mediterraneo sono state abbandonate o hanno subito importanti cambiamenti nell'intensità dell'uso antropico, determinando processi di successione secondaria a volte anche rapidi dopo secoli di attività agricola determinando in alcuni casi un forte cambiamento nelle proporzioni tra aree agricole e aree forestali in molti paesi tra cui l'Italia. Nonostante molti studi abbiano descritto gli aspetti fitosociologici e strutturali di questa successione secondaria in diverse



aree del Mediterraneo, la maggior parte di questi studi sono stati condotti su larga scala, con pochi dati disponibili riguardo alla struttura spaziale sviluppata lungo questa successione, specialmente attraverso una scala temporale. Tale caratterizzazione spaziale è molto rilevante per la migliore comprensione delle dinamiche della vegetazione, nonché per migliorare l'efficienza delle azioni selvicolturali da mettere in atto per guidare dove necessario questi processi.

In questo studio abbiamo quantificato l'espansione della vegetazione a livello locale e a scala comprensoriale e caratterizzato la struttura spaziale di questa espansione in un arco di tempo di 24 anni in un pascolo tra i boschi all'interno della Riserva Naturale di Ficuzza (Palermo, PA), un'area protetta comprendente uno dei più importanti complessi forestali della Sicilia occidentale. Per raggiungere gli obiettivi abbiamo delimitato tre aree di saggio di 10 ettari ciascuna in cui la copertura della vegetazione legnosa è stata misurata e delimitata in ambiente GIS combinando classificazioni automatiche basate su pixel e fotointerpretazione. Abbiamo utilizzato immagini satellitari recenti ad alta risoluzione per valutare la copertura corrente e le fotografie aeree per valutare la copertura precedente. Tutta la vegetazione legnosa, macchie grandi e piccole così come alberi e arbusti isolati sono stati digitalizzati, verificati sul campo e classificati. La struttura spaziale dell'espansione della vegetazione è stata analizzata con l'analisi spaziale per indice di distanza (SADIE). In totale, la copertura della vegetazione legnosa naturale è aumentata del 68% lungo i 24 anni rivelando altresì la complessità dei processi di successione secondaria. Sorprendentemente, nonostante la forte espansione, la struttura spaziale aggregata della vegetazione non ha subito variazioni significative, con una correlazione spaziale globale e locale molto elevata, comprendendo sia aree a ridotto aumento di copertura che aree ad elevato aumento di copertura.

I nostri risultati possono contribuire a valutare:

- (i) le dinamiche in corso;
- (ii) a prevedere quali sono le dinamiche che bloccano i processi di successione secondaria a determinati stadi (ad esempio formazioni pure di *Prunus spinosa*);
- (iii) quale è il ruolo delle piante madri;
- (iv) quale è il ruolo dei vettori (uccelli e mammiferi).

Sono tutte questioni chiave per la conservazione della biodiversità e per la selvicoltura. Inoltre, i nostri risultati hanno rivelato delle differenze tra le aree che presentano una forte espansione di copertura e aree ancora prive di rigenerazione a volte anche dopo decenni. Tali risultati consentono di delimitare ad esempio le aree in cui è richiesto uno sforzo maggiore negli interventi attivi e quelle aree in cui la rigenerazione naturale è sufficiente per migliorare la copertura. Naturalmente vanno compiute delle valutazioni di altro tipo (sociali ed economiche nonché sulla biodiversità) perché alcune aree potrebbero essere gestite per preservare i pascoli.

### ***The spatial structure of the secondary succession of woody plants in a Mediterranean pasture***

**Keywords:** natural regeneration; GIS; spatial analysis by distance index, seed dispersal.

In recent decades, many agricultural and pastoral areas of Europe and the Mediterranean have been abandoned or have undergone major changes in the intensity of human use, leading to secondary succession processes, sometimes even quick, after centuries of agricultural activity, leading in some cases to a strong change in the proportions between agricultural areas and forest areas in many countries, including Italy. Although many studies have described the phytosociological and structural aspects of this secondary succession in different areas of the Mediterranean, most of these studies have been conducted on a large scale, with little data is available on the spatial structure developed along this succession, especially through a local and meso-scale. This spatial characterization is very important for the better understanding of the dynamics of vegetation, as well as for improving the efficiency of silvicultural actions to be carried out to guide these processes where necessary.

In this study we quantified the expansion of vegetation at the local and meso-scale and characterized the spatial structure of this expansion over a 24 year period in a pasture surrounded by woodlands within the Ficuzza Nature Reserve (Palermo, PA), a protected area comprising one of the most important forest complexes in western Sicily. To achieve the objectives we have delimited three test areas of 10 hectares each in which the coverage of the woody vegetation has been measured and bounded in a GIS environment combining automatic classifications and photointerpretation. We used recent high resolution satellite images to evaluate current coverage and aerial photographs to evaluate previous coverage. All the woody vegetation,



large and small patches as well as isolated trees and shrubs have been digitized, verified in the field and classified. The spatial structure of the vegetation expansion was analyzed with spatial analysis by distance index (SADIE). In total, the coverage of natural woody vegetation has increased by 68% over 24 years, revealing the complexity of secondary succession processes also in the local scale. Surprisingly, despite the strong expansion, the aggregate spatial structure of the vegetation did not suffer significant variations, with a very high global and local spatial correlation, comprising both areas with a reduced coverage increase and areas with a high increase in coverage.

Our results can help to evaluate:

- (i) the dynamics in progress;
- (ii) to predict which are the dynamics that block the succession processes secondary to certain stages (for example pure formations of *Prunus spinosa*);
- (iii) what is the role of mother plants;
- (iv) what is the role of vectors (birds and mammals).

These are all key issues for biodiversity conservation and forestry. Furthermore, our results revealed differences between areas that exhibit strong coverage expansion and areas that are still lacking regeneration even after decades. These results allow delimiting, for example, areas where greater effort is required in active interventions and areas where natural regeneration is sufficient to improve coverage. Naturally, other assessments (social and economic as well as biodiversity) must be carried out because some areas could be managed to preserve the pastures.

\*\*\*

#### **S. 4.03 Alberi monumentali del Piemonte: tutela, gestione, valorizzazione**

Lorenzo Camoriano, Andrea Ebone, Paolo Gonthier, Diego Noveri, Elisa Olivero

**Parole chiave:** albero monumentale; paesaggio; storia; turismo; fitopatologia.

##### *La tutela*

Nel 2015 si sono avviate in tutta Italia le operazioni di censimento degli Alberi monumentali, in attuazione dell'articolo 7 della L. 10/2013 e del decreto interministeriale 23 ottobre 2014 (Istituzione dell'elenco degli alberi monumentali d'Italia e principi e criteri direttivi per il loro censimento). Secondo tali norme il ruolo fondamentale nel censimento doveva essere svolto dai Comuni, che avrebbero dovuto raccogliere le segnalazioni per il proprio territorio e compilare le dettagliate schede di identificazione degli alberi candidati, preferibilmente con il supporto del Corpo Forestale dello Stato (CFS). In Piemonte, visto il numero elevato di Comuni per lo più di piccola dimensione e non dotati di personale con specifiche competenze tecniche sulla materia, si è scelta una strada almeno in parte alternativa. Con due successive campagne, nella primavera 2015 e 2017, la Regione Piemonte ha chiesto a tutti i 1205 Comuni di far pervenire le schede di segnalazione degli alberi ritenuti meritevoli, provvedendo poi a integrare con indagini di propria iniziativa le poche segnalazioni pervenute. L'attività di verifica tecnica sul terreno è stata affidata all'Istituto Piante da Legno e Ambiente (IPLA), società partecipata regionale, che fin dall'estate 2015 ha provveduto a compilare le schede di identificazione degli alberi candidati, rapportandosi con Comuni e proprietari privati, garantendo un adeguato livello di qualità e omogeneità nella valutazione, e supportando la Regione nella successiva fase di istruttoria sui requisiti di monumentalità. Prima della conclusione della fase istruttoria, i Comuni sono stati coinvolti per la presa d'atto dell'attività svolta sul loro territorio e la notifica ai proprietari delle schede di identificazione e dei vincoli previsti dalla normativa. D'intesa con la Regione, il CFS (dal 1/1/2017 Carabinieri forestale) si è invece occupato prevalentemente della verifica degli alberi già classificati nel Censimento nazionale del 1982. Il Settore regionale Foreste, il Settore regionale Territorio e Paesaggio, l'IPLA, l'Università di Torino – Dip. Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) e i Carabinieri - Forestale compongono il Gruppo di lavoro regionale incaricato delle istruttorie, integrato dalle Soprintendenze Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la valutazione dei criteri di monumentalità paesaggistico, storico e architettonico. Il Piemonte, con propria legge (L.r. 50/1995), aveva già istituito un elenco di alberi monumentali che, al termine della fase di censimento, risultava costituito da 40 esemplari, quasi tutti confluiti nel nuovo elenco regionale costituito ai sensi della L. 10/2013. Con il nuovo censimento, realizzato a partire dal 2015 e aggiornato





annualmente, si è puntato a completare l'elenco con l'inserimento di alberi delle principali specie arboree autoctone, collocate generalmente in aree rurali e montane, a volte anche in ambito boschivo. Attualmente sono 176 gli alberi monumentali individuati dalla Regione Piemonte e inseriti nell'Elenco nazionale approvato dal Ministero Delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) a dicembre 2017, ma si prevede che nell'estate 2018, a seguito delle istruttorie in corso, il numero complessivo supererà i 200 elementi.

#### *La gestione*

Problematiche amministrative: i decreti del 2016 e del 2017 relativi allo scioglimento del CFS e al trasferimento delle competenze in materia di alberi monumentali alla Direzione Foreste del MiPAAF hanno creato una situazione complicata per quanto riguarda il rilascio delle autorizzazioni per gli interventi sugli alberi monumentali, di competenza dei Comuni, ma attualmente subordinate a parere vincolante preventivo da parte della medesima struttura statale, priva di ramificazioni sul territorio. Un gruppo di lavoro tecnico Stato-Regioni, cui partecipa il Settore Foreste della Regione Piemonte, sta elaborando una bozza di Linee guida per la gestione degli alberi, le quali dovrebbero definire per quali interventi sarà necessaria l'autorizzazione. Assistenza tecnica e divulgazione: fin dal 2016 la Regione Piemonte ha cercato di garantire, prevalentemente tramite IPLA, una puntuale assistenza tecnica tramite sopralluoghi, per indirizzare Comuni e privati verso una corretta gestione e cura degli alberi. Gli aspetti più problematici hanno riguardato la valutazione delle condizioni fitostatiche degli esemplari e la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio di cedimenti strutturali, per schianti o crolli di branche o grossi rami. In aggiunta ai sopralluoghi per le singole emergenze, sarà importante avviare un'attività sistematica di informazione e divulgazione sulla gestione degli alberi, tramite incontri sul territorio e altri strumenti di comunicazione. Alla carenza di risorse finanziarie per gli interventi di manutenzione sugli alberi, da parte della Regione e dei Comuni, si dovrà ovviare almeno in parte con sponsorizzazioni e accordi con ditte specializzate nella gestione di alberi e verde pubblico.

#### *La valorizzazione*

L'albero monumentale può essere un elemento importante di valorizzazione sostenibile del territorio, in particolare nelle aree collinari e montane percorse da itinerari turistici ed escursionistici. In quest'ottica si è proceduto alla selezione di un primo gruppo di alberi monumentali rappresentativi, per dimensione, età, specie, valore ecologico, cultura e storia, facilmente accessibili mediante itinerari e percorsi della rete escursionistica regionale. Per ognuno di essi è stata predisposta una scheda descrittiva con taglio divulgativo, corredata con alcune fotografie significative, che è stata inserita sul portale Piemonte Outdoor, sito istituzionale della Regione per la promozione di un turismo sostenibile e consapevole.

### ***Monumental trees in Piedmont: protection, management and valorization***

**Keywords:** monumental tree; landscape; history; tourism; phytopatology.

#### *Protection*

Based on the interministerial decree October 23rd 2014 (Establishment of a list of Monumental Trees in Italy: principles and operating criteria) and on article 7 of the Law 10/2013, since 2015 a census of the Monumental Trees has been conducted across Italy. According to the legislation mentioned above, Municipalities should have played a key role in the census by collecting reports of the presence of Monumental Trees within their administrative boundaries and filling the detailed form identifying candidate trees (i.e. trees putatively suitable to be acknowledged as Monumental Trees), acting in cooperation with the State Forestry Corp (SFC). In Piedmont, this procedure was difficult to implement because of the high number of small Municipalities, where staff members with a specific technical background in forestry and arboriculture were rarely available. Hence, an alternative strategy was set up. In a first step, the Administration of the Piedmont Region asked to its 1205 Municipalities to produce the reports indicating the presence of candidate Monumental Trees. The reports were collected in 2015 and 2017 and, after a preliminary examination, the Regional Administration commissioned specific investigations, which were operatively conducted by the Institute for Wood Plants and Environment - IPLA S.p.A. Since 2015, IPLA has collaborated with Municipalities and private owners to fill the forms aimed at identifying candidate Monumental Trees, in the perspective of providing high technical standards for the homogeneous appraisal of the requisites a candidate tree should display to be scored as monumental. In addition, IPLA supported the Administration of the Piedmont Region to double-check



whether the candidates fulfilled all the above requisites to achieve the status of Monumental Tree. Before the conclusion of this phase, all Municipalities involved were thoroughly informed about the activities carried out within their administrative borders. Similarly, all private owners were notified of the outcomes of the investigations conducted and of the related restrictions imposed by the current legislation on Monumental Trees. In agreement with the Administration of the Piedmont Region, the SFC (from January 1st 2017 incorporated by the Carabinieri corps) verified the conditions of the Monumental Trees resulting from the 1982 census. The Forests Section of the Administration of the Piedmont Region, IPLA, the University of Torino - Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA) and the Carabinieri corps are the members of the Regional Working Group responsible of the assessment of the candidate Monumental Trees, in close cooperation with the Authority for Archaeology, Fine Arts and Landscape. In Piedmont, the Regional Law L.r. 50/1995 had already established a list of Monumental Trees that accounted for 40 trees, which were almost entirely included into the new regional list resulting from the application of the Law 10/2013. The census conducted since 2015, which is yearly updated, encompasses among its main goals the completion of the list of the Monumental Trees, that should include trees of the main local species growing in country and mountain areas, as well as in woodlands. To date, the Administration of the Piedmont Region has identified 176 Monumental Trees, which are included within the National List approved by the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (MiPAAF) in December 2017. Based on the ongoing assessments of candidate Monumental Trees, it is likely that the total number of Monumental Trees will be over 200 by the end of the summer 2018.

#### *Management*

Administrative issues have risen as a side effect of the legislation of 2016 and 2017 that dissolved the CSF and transferred the functions related to the Monumental Trees to the Forestry Authority of MiPAAF, determining a complex situation affecting the release of the authorization necessary to conduct technical operations on Monumental Trees. In fact, such authorization should be issued by the Municipalities, but it must be previously approved by the above-mentioned Authority, which lacks decentralized operative branches at local level. A technical working group involving the central and the Regional Administrations, including the Administration of the Piedmont Region, is going to draft guidelines for the management of Monumental Trees. The resulting guidelines should clarify in which cases the authorization is necessary. As regards technical support and dissemination, since 2016 the Administration of the Piedmont Region and IPLA have tried to provide a timely assistance in order to help the Municipalities in the correct management of Monumental Trees. The most critical aspects related to the management of the Monumental Trees are associated with the appraisal of their mechanical stability and with the planning and realization of the operations aimed at reducing the risk of breakages, uprooting or branch failures. In addition to the surveys conducted for specific and critical cases, a thorough communication activity should be carried out with the aim of disseminating relevant information about tree management. In this frame, meetings at local level in combination to other communication strategies are envisaged. To deal with the scarcity of financial resources available to the Regional Administrations and to Municipalities for the management of trees, sponsorship and agreements with the private sector might represent an opportunity.

#### *Valorization*

Monumental trees can play a key role in the sustainable valorization of the landscape, especially in hill and mountain areas resulting highly attractive to tourists and trekkers. In this perspective, a first selection of Monumental Trees was conducted in order to select those trees which could be particularly representative because of their dimensions, age, species, ecological value, historical and cultural background and that could be easily accessible through the regional network of itineraries for trekkers. A descriptive panel was realized for each selected tree, including pictures and relevant information easily accessible by the large public. The panel was also uploaded online where it can be consulted through the institutional site Piemonte Outdoor, the virtual platform where the Administration of the Piedmont Region promotes a sustainable tourism.

\*\*\*



#### S. 4.04 I cambiamenti d'uso del suolo nelle città: artefici di paesaggi e boschi non ufficiali

Thomas Campagnaro, Giuseppe Segno, Paolo Semenzato, Tommaso Sitzia, Giovanni Trentanovi

**Parole chiave:** pianificazione urbana; paesaggio; boschi; rinnovazione urbana; biodiversità; silvicoltura urbana.

L'importanza di superare le politiche settoriali e di promuovere l'adattabilità delle città al cambiamento climatico sono due punti fondamentali nella politica dell'Unione Europea per il periodo di programmazione 2014-2020 in conformità al 7° programma di azione per l'ambiente adottato con la Decisione del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 1386/2013/UE. In una prospettiva di lungo termine, la sfida di fermare il consumo di suolo e di capitalizzare, in termini ambientali, lo spazio dedicato alla natura gioca un ruolo essenziale. Ciò ha acquisito rilevanza particolare a seguito della pubblicazione di due Comunicazioni della Commissione Europea: la COM/2005/0718 "Strategia tematica sull'ambiente urbano" e la COM/2013/0249 "Infrastrutture verdi - Rafforzare il capitale naturale in Europa", nonché di rapporti e di linee guida nazionali. Questi documenti indicano chiaramente come la salubrità e la sostenibilità dell'ambiente e dei luoghi nei quali l'uomo abita passi necessariamente attraverso la ridefinizione e la progettazione degli spazi aperti urbani e periurbani, coinvolgendo quindi, in primis, discipline quali l'ecologia e la pianificazione urbanistica. Quest'ultima, fino a un ventennio fa, si era sempre occupata per lo più dell'espansione e della crescita della città edificata; così lo spazio rurale interno e contermini alla città, spesso non più coltivato e soggetto ad un progressiva rinaturalizzazione spontanea, è sempre stato considerato luogo di attesa per nuove destinazioni. Parallelamente, anche le aree variamente urbanizzate (infrastrutture viarie, capannoni industriali e aree commerciali, zone residenziali parzialmente edificate, aree militari) e progressivamente abbandonate nel corso dei decenni per il sopravvento di nuove e contingenti dinamiche socio-economiche e politiche, subiscono analoghi processi di ricolonizzazione spontanea della vegetazione, in attesa che la disciplina urbanistica ne ridetermini l'uso e la funzionalità. Queste situazioni creano nel tempo dei mosaici paesaggistici disordinati e casuali internamente al perimetro urbano, definiti, pionieristicamente, già nel 1973, da Richard Mabey, "unofficial countryside", a rimarcare la loro esuberanza e spontaneità, che ne deve stimolare una ridefinizione nell'ambito più ampio della definizione europea di paesaggio, ovvero di uno spazio che deriva dall'interrelazione tra elementi naturali ed elementi antropici. In alcuni casi queste aree diventano spazi ricreativi, luoghi di scoperta e di avventura; in altri casi divengono rifugi della società o sede di incontri più o meno leciti. Solamente in epoche più recenti e quasi esclusivamente in realtà extra-nazionali, queste aree sono diventate parte integrante del disegno della città e delle aree periurbane. Quale ne sia la destinazione, queste aree sono soggette a processi di successione ecologica secondaria, cioè a cambiamenti nella composizione delle comunità vegetali ed animali che le caratterizzano. Col tempo, possono divenire veri e propri boschi, tessere di un particolare tipo di paesaggio non intenzionale, erogatore di una molteplicità di servizi ecosistemici. Questo lavoro offre un primo inquadramento di questi boschi spontanei, in relazione al riconoscimento che essi dovrebbero ottenere da parte del pianificatore e del selvicoltore, alla luce delle attuali sfide alla sostenibilità e alla qualità degli insediamenti umani e della necessità che le nostre città si adattino ai cambiamenti climatici e socio-economici del nostro tempo. Più precisamente, gli obiettivi di questo lavoro sono: a) dare una definizione di bosco selvatico urbano; b) individuare le difficoltà che l'attuale quadro normativo in Italia incontra nel riconoscimento del ruolo del bosco selvatico nella pianificazione sostenibile della città; c) proporre una chiave di lettura finalizzata ad avere un nuovo approccio nel considerare le aree interessate dalla presenza di boschi spontanei negli strumenti di pianificazione urbanistica e silvo-pastorale.

**Urban land use changes: a source of unofficial countrysides and woodlands**

**Keywords:** urban planning; landscape; woodlands; urban regeneration; biodiversity; urban forestry.

The importance of overcoming sectorial policies and promoting the adaptability of cities to climate change are two key points in the European Union policy for the 2014-2020 programming period in accordance with the 7th Environment Action Program adopted with the Decision of the European Parliament and of the Council n. 1386/2013/EU. From a long-term perspective, the challenge of stopping land consumption and capitalizing in nature, the space dedicated to nature plays an essential role. This has acquired particular



importance following the publication of two Communications of the European Commission: COM/2005/0718 "Thematic strategy on the urban environment" and COM/2013/0249" Green infrastructure — Enhancing Europe's natural capital", as well as of reports and national guidelines. These documents clearly indicate how the health and sustainability of the environment and of the places where humans live necessarily passes through the redefinition and planning of urban and suburban open spaces, thus involving, above all, disciplines such as ecology and urban planning. Up to twenty years ago, the latter had always dealt with the expansion and growth of the built city; in this way the rural spaces within the city, often no longer cultivated and subject to a progressive spontaneous rewilding, has always been considered a place of waiting for new destinations. At the same time, even the variously urbanized areas (road infrastructures, industrial warehouses and commercial areas, partially built residential areas, military areas) and progressively abandoned over the decades due to new and contingent socio-economic and political dynamics, undergo similar processes of spontaneous expansion of vegetation, waiting for the urban planning to redefine their use and functionality. These situations may create disordered and random landscape mosaics inside the urban perimeter, defined, as early as 1973, by Richard Mabey, "unofficial countryside", to emphasize their exuberance and spontaneity, which must stimulate a redefinition of their meaning in accordance with the European definition of landscape, that is a space that derives from the interrelation between natural and anthropic elements. In some cases these areas become recreational spaces, places of discovery and adventure; in other cases they become shelters for outcasts from society or venues for more or less legitimate meetings. Only in more recent times and almost exclusively in extra-national urban settings, these areas have become an integral part of the design of the city and of the suburban areas. Whatever the destination, these areas are subject to processes of secondary ecological succession, that is to changes in the composition of the plant and animal communities that characterize them. Over time, they can become true forests, building a particular type of unintentional landscape, which provides a multiplicity of ecosystem services. This work offers an initial overview of these spontaneous woodlands, in relation to the recognition that they should obtain from the planner and the forester, in the light of the current challenges to sustainability and the quality of human settlements and the need for our cities to adapt to climate and socio-economic changes of our time. More precisely, the objectives of this contribution are: a) to define a wild urban forest; b) identify the difficulties that the current regulatory framework in Italy encounters in recognizing the role of the wild urban forest in the sustainable planning of the city; c) to propose a reading key aimed at having a new approach in considering the areas affected by the presence of spontaneous forests in urban and forest planning instruments.

\*\*\*

#### **S. 4.05 Analisi dei cambiamenti nella copertura in sistemi agro-forestali con quercia da sughero in Sardegna**

Sandro Dettori, Giovanni Deplano, Juan Escamilla Molgora, Maria Rosaria Filigheddu, Damiano Muru, Maddalena Ruiu, Luigi Sedda

**Parole chiave:** *Quercus suber*, agro-selvicoltura; cambiamenti nell'uso del suolo; politica agricola comunitaria; indice di segregazione di Dixon; modelli geostatistici lineari.

La quercia da sughero partecipa, nel settore occidentale dell'area circum-mediterranea, alla formazione sia di foreste a media e alta densità che di sistemi agro-forestali "aperti" e pluristratificati per la presenza di un piano erbaceo. In Sardegna circa 80.000 ettari di sugherete rade (pascoli arborati) sovrastano pascoli naturali ovvero erbai autunno-vernini. Questo tradizionale sistema biplano offre numerosi servizi ecosistemici e paesaggistici quali redditi diversificati, un importante stoccaggio di carbonio e identitari paesaggi rurali, tanto da essere riconosciuto dalla politica agricola comunitaria come un modello sostenibile coerente con gli obiettivi dello sviluppo rurale. D'altra parte una vasta letteratura sottolinea il progressivo decremento e la frammentazione della componente quercina la cui rinnovazione è ostacolata dalle arature andanti e dagli alti carichi pascolanti.





La ricerca ha analizzato e mappato l'intensità e probabilità locali di cambiamento nella copertura dei suoli legata alla quercia da sughero, esaminando due aree agro-forestali della Sardegna collinare interna: Mandrolisai (quota media 600 m s.l.m.), e Sa Serra (quota media 500 m s.l.m.), entrambi nella sempre più spopolata provincia di Nuoro. L'analisi diacronica di immagini aeree (1954 vs. 2016 per il Mandrolisai, e 1998 vs. 2016 per Sa Serra) ha quantificato i cambiamenti nell'uso del suolo, utilizzando per la prima volta una versione spazio-temporale dell'indice di Dixon per valutare sotto il profilo statistico la segregazione spaziale in classi di uso del suolo. Nel sistema agricolo policulturale del Mandrolisai, l'analisi dei cambiamenti in 2.363 ettari ha evidenziato la trasformazione dei pascoli naturali in pascoli arborati con sughera, che quadruplicano la loro superficie passando dal 3,8 al 15,2% della superficie totale. In questo territorio la conferma della filiera del latte ovino è accompagnata dalla riscoperta della bovinicoltura, realizzata con tradizionali modelli semi estensivi dove l'alimentazione del bestiame (derivante dall'incrocio di razze locali con quelle specializzate da carne francesi) si basa sulle granaglie cerealicole dei seminativi, integrate dal prelievo diretto di biomassa nei pascoli arborati quercini.

Nell'area di Sa Serra, dove l'allevamento dell'ovino da latte rappresenta l'attività principale, l'aggiornamento al 2016 di una precedente ricerca (1954 vs. 1998) segnala che l'erosione e la frammentazione delle sugherete sono proseguite con una riduzione dell'8% sulla superficie totale, risultante da un'espansione del 10% e una contrazione del 18%. I cambiamenti si sono concretizzati nella trasformazione, eterogenea nello spazio e nella sua intensità, delle sugherete in "altre foreste" e in "pascoli naturali", confermando le tendenze già rilevate nel precedente studio.

L'indice di Dixon, di norma utilizzato per quantificare la diversità biologica degli ecosistemi, ha permesso l'identificazione e mappatura dei cambiamenti di copertura del suolo statisticamente significativi, rappresentando un'interessante alternativa ai comuni metodi di analisi del cambiamento nelle coperture di uso del suolo.

#### ***Cover change analysis of cork oak agro-forestry systems in central Sardinia***

**Keywords:** *Quercus suber*; agro-forestry; land use change; CAP; Dixon's index of segregation; geostatistical linear models.

The cork oak woodlands form in the western sector of the Mediterranean area both high or medium density forests and stratified agro-forestry systems which combine the growing of crops with trees. In Sardinia, 80,000 hectares of these grassy savannahs cover natural pastures (agro-sylvo-pastoral systems) or plowed lands where winter multispecies meadows (agro-forestry) are cultivated. The numerous ecosystem and landscape services offered by the traditional biplane systems (diversified rural income, important carbon capture and storage, valorization of the countryside as a cultural and identity factor) justify the positive judgment of the CAP, which includes agroforestry among sustainable rural development models. On the other hand, an extensive research literature underlines the progressive decrease and fragmentation of the forest component due to the difficulties of these systems to regenerate in presence of livestock activities and frequent ploughings.

In this work, we estimated and mapped the local rate or risk of cork oak forest cover change in two internal hill zones of Sardinia: Mandrolisai (mean elevation 600 m a.s.l.), and Sa Serra (mean elevation 500 m a.s.l.), both being in the Nuoro province and experiencing depopulation. Diachronic aerial image analysis (1954 vs. 2016 for Mandrolisai, and 1998 vs. 2016 for Sa Serra) quantified long-term soil cover change. For the first time a Dixon index was used to evaluate spatial segregation in land cover classes between two periods.

In the fragmented and diverse farming system of Mandrolisai, the change analysis (2,363 ha.) showed the conversion of natural pastures into open cork oak forests (from 3,8 to 15,2% of total area). In this area, progress in the production of milk from sheep was accompanied by the reintroduction of meat-breed cattle using a crossbreed of French bulls. The calf fattening uses grain from arable lands while cork oak open forests are used for grazing.

In the Sa Serra area, where milk sheep is the prevalent income, the change analysis confirmed a significant decrease in cork oak forest cover during the last 18 years with a surface regression equal to 8% of the total area, a result of an expansion of 10% and a contraction of 18%. These changes are in addition to the ones already experienced in the same area between 1954 and 1998, where 29% of cork oak forests were transformed in "other forests" and "natural pastures".



The Dixon's index of segregation gave a measure of uncertainty at each point location, providing the relative significance for the segregation values. All these properties together make the Dixon's index of segregation superior when compared to traditional methods such as confusion matrices or cell-wise stacking and processing of images.

\*\*\*

#### S. 4.06 Analisi delle dinamiche recenti in Italia degli alberi fuori foresta e radure

Marco di Cristofaro, Lorenzo Sallustio, Matteo Vizzarri, M.M. Hashmi, Bruno Lasserre, Marco Marchetti

**Parole chiave:** alberi fuori dalle foreste; radure; Modifica dell'uso del suolo; Inventario; Italia; pianificazione del paesaggio.

I drivers antropici hanno fortemente influenzato le dinamiche del paesaggio attraverso i cambiamenti di uso del suolo (LUC), soprattutto nel corso dell'ultimo mezzo secolo. In particolare, nel Bacino Mediterraneo i fenomeni di emigrazione da zone marginali verso i centri hanno determinato espansione forestale in ambito montano in seguito all'abbandono delle pratiche rurali (agricoltura e pastorizia), e urbanizzazione ed intensificazione agricola nei fondivalle e lungo le coste, implicando una generale riduzione dell'eterogeneità del paesaggio. Le piccole componenti del paesaggio (small patches) sono le prime a subire l'influenza del LUC, in ragione della loro limitata estensione. Tali small patches sono rappresentate da Alberi Fuori Foresta (AFF), boschetti e corridoi che ricadono in usi del suolo non forestali, e radure, piccole aree all'interno dei boschi prive di copertura arborea. AFF e radure contribuiscono alla conservazione della biodiversità e alla fornitura di diversi servizi ecosistemici, aumentando l'eterogeneità e la complessità del paesaggio. La ricerca ha considerato a lungo le small patches "supplementari" anziché "complementari" alle patch di grandi dimensioni. Le lacune scientifiche su questo argomento sono poi ulteriormente dimostrate dall'attuale assenza di lavori che monitorino in maniera sistematica status e trend passati relativi a tali elementi del paesaggio a una scala più ampia, come ad esempio quella nazionale. Inoltre, le relazioni tra dinamiche delle small patches e LUC resta un ambito di studio particolarmente interessante e tutt'ora poco esplorato.

Il presente studio è volto dunque a proporre un'analisi dei cambiamenti in termini di estensione, numero e dimensione media di AFF e radure in Italia tra il 1990 e il 2013 attraverso l'integrazione ed uso congiunto di approcci inventariali e cartografici. Per mezzo dell'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI), sono stati dapprima identificati 368 punti di campionamento classificati come small patches, poiché ricadenti in poligoni di superficie inferiore a 0.5 ha all'interno di usi del suolo differenti dal proprio intorno di analisi. I punti di campionamento sono stati quindi classificati in radure in bosco ed AFF in altri usi del suolo non forestali, e le small patches classificate come radure sono state ulteriormente suddivise in due sottocategorie: radure in bosco (RB) e radure ai margini del bosco (RMB). Successivamente, le small patches contenenti i punti di campionamento precedentemente individuati sono state cartografate ai due istanti temporali (1990-2013) mediante fotointerpretazione. A partire da tali dati si è dunque proceduto alla stima di estensione, numerosità e grandezza media delle patches a scala nazionale.

I risultati principali hanno mostrato un aumento significativo sia in termini di abbondanza (numero delle patches) che di superficie delle small patches nel periodo di riferimento. Nello specifico, le radure sono aumentate in numero (+181.6%) e in superficie (+18.0%), riducendo però sensibilmente la loro dimensione media (-56.3%). Questa riduzione è per lo più dovuta ai fenomeni di ricolonizzazione e espansione della copertura delle chiome dei popolamenti in cui le radure ricadono. L'analisi incrociata tra tipologie di radure (RB e RMB) ed anni (1990 e 2013) mostra che la metà del campione totale ha subito cambiamenti (nuove patches, scomparsa o transizione tra le due sottocategorie), a testimonianza delle forti dinamiche in atto nel paesaggio forestale; dinamiche che meritano attenzione particolare da un punto di vista delle politiche e della pianificazione forestale in relazione non solo alle traiettorie ma anche all'intensità di tali cambiamenti. Per quanto riguarda gli AFF, tra il 1990 e il 2013 questi elementi sono aumentati del 17.1% in numero di patches e del 27.4% in termini di superficie coperta, mantenendo pressoché invariata la loro dimensione media. Questi risultati offrono preziose informazioni per comprendere meglio il ruolo di tali elementi



all'interno della rete delle infrastrutture verdi, contribuendo così a chiarire anche la loro funzione in termini di connettività ecologica.

In generale, questo lavoro contribuisce ad aumentare le conoscenze relative allo stato e ai trend di cambiamento di AFF e radure, nonché alle principali implicazioni sia ecologiche che socio-economiche nei paesaggi forestali e non forestali italiani. L'approccio integrato risulta particolarmente efficace, rispondendo positivamente alle attuali lacune nella ricerca scientifica sull'argomento. La metodologia applicata, infatti, ha permesso di ottenere stime affidabili e accurate su scala nazionale con tempi e costi limitati, consentendo inoltre di analizzare in maniera congiunta le dinamiche delle small patches e i LUC in corso. Questi vantaggi rendono l'approccio adottato un utilissimo strumento da integrare nelle future azioni di monitoraggio e valutazione. L'inclusione delle small patches nei sistemi di monitoraggio del paesaggio rappresenta infatti una prospettiva auspicabile al fine di fornire informazioni più complete e utili a supporto delle politiche e della pianificazione del paesaggio, contribuendo così alla loro conservazione e al miglioramento dei benefici che esse sono in grado di fornire.

### ***Recent trends in trees outside forests and clearings in Italy***

**Keywords:** trees outside forests; clearings; Land Use Change; Inventory; Italy; landscape planning.

In the second half of the last century, humans strongly influenced landscape dynamics through land use changes (LUC). In particular, the heterogeneity of Mediterranean landscapes progressively reduced, due to the migratory flows from marginal to urbanized areas. The abandonment of traditional rural practices (i.e., extensive agriculture and pastoralism) led to the forest expansion in mountain areas, and the urbanization and agricultural intensification in lowlands and coastal areas. LUC primarily affected small landscape patches, because of their limited extension. Such small patches refer to Trees Outside Forests (TOF) – small woods and corridors falling in other land uses than forest – and clearings – uncovered small areas falling within forests. Both contribute to preserve biodiversity, to provide ecosystem services and to increase landscape heterogeneity and complexity. Available research considers small patches as a supplement to, but not a replacement for, large patches. Research gap on this topic is widened by the fact that only small-scale studies can be found so far in the literature. Furthermore, relationships between small patches dynamics and LUC remains a relatively unexplored topic as well as their understanding at a broader scale (e.g., national).

Accordingly, the present study proposes an integrated approach to assess changes occurred in terms of number, coverage and average size of both TOF and clearings across the entire Italian national territory between 1990 and 2013. The approach is based on the integration of inventory and cartographic techniques. Indeed, on the basis of the Italian Land Use Inventory (IUTI), 368 sampling points were classified as "small patches". These points fell within polygons smaller than 0.5 ha in size and were characterized by a different land use from the surrounding area. Sampling points were classified into TOF, within the other non-forested land uses, and clearings, within the forests domain. Clearings were then further classified into Densely Vegetated Forest Clearings (DVFC) and Sparsely Vegetated Forest Clearings (SVFC). Polygons in which all the points fell were mapped at both 1990 and 2013 through photointerpretation. A design-based estimation approach was then implemented in order to estimate the abundance, coverage and average size of such features at national scale at the two time-steps.

Main results showed a significant increase of small patches in both number and covered surface during the 1990-2013 period. An overall increase of clearings coverage was observed, mainly due to their increase in number. Indeed, while clearings increased in number and surface by 181.6% and 18.1% respectively, their average patch size decreased by 56.3%. The latter, may depend on the reduction of forest gaps due to trees encroachment and the increase of the canopy cover in forest stands. Results about transitions between clearing sub-types (SVFC and DVFC) show that half of the total sample classified as clearings has changed from 1990 to 2013 (new patches, disappearance or shift between the two categories), confirming the important changes in structures occurring within Mediterranean landscapes. These dynamics deserve particular attention from forest policy and planning, in relation to not only trajectories but also their rates of change. During the reference period, TOF increased by 17.1% in number and 27.4% in covered surface, while its average size remains almost stable. These results offer valuable insights to better understand the role of such elements within the green infrastructure network, thus contributing to clarify their role, both past and present, for ecological connectivity.



Our findings contribute to the understanding of the current conditions and recent trends regarding TOF and clearings, as well as of the main implications for both the ecological and social-economic side in forested and non-forested landscapes in Italy. From a methodological point of view, the integrated approach is particularly efficient, responding positively to current gaps in scientific research on the topic. In fact, the applied methodology allowed obtaining reliable and accurate estimates at national scale with limited time and costs for the photointerpretation process. In addition, the adoption of IUTI allowed to compare the small patches dynamics with the LUC occurred during the same period. Accordingly, such an approach represents a viable support tool to be integrated in future assessment and monitoring actions. In this regard, including small patches within landscape monitoring systems may be a feasible perspective to provide more comprehensive information to better support landscape policy and planning frameworks, thus contributing to their conservation and enhancing related benefits.

\*\*\*

#### **S. 4.07 I "giganti" di Vallombrosa. Analisi storico-strutturale di un popolamento di interesse monumentale**

Carlo Luigi Fabbri, Giovanni Galipò, Stefano Ignesti, Marco Mencucci, Giuliano Savelli

**Parole chiave:** alberi monumentali; *Pseudotsuga menziesii*; specie esotiche.

Nel corso dei rilievi per la costituzione del nuovo elenco di alberi monumentali per la provincia di Firenze, eseguiti dal personale dei Carabinieri Forestali in collaborazione con la Regione Toscana, si è proceduto a delimitare e rilevare un gruppo di abeti di Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) ubicati in località "Metato" nel comune di Reggello (FI), all'interno della Foresta di Vallombrosa.

Il gruppo di douglasie, di circa 120 anni di età, risulta caratterizzato da parametri incrementali ancora significativi, e dalla presenza di esemplari arborei che risultano essere gli alberi più alti di Italia con oltre 62 metri di altezza.

Il popolamento è stato sottoposto ad un rilievo strutturale di dettaglio e ad una successiva fase di analisi; è stato inoltre approfondito il quadro delle caratteristiche stazionali dell'area, nonché operata la ricostruzione della sua storia culturale. Si tratta infatti di uno dei primi gruppi di piante (certamente il più noto agli "addetti ai lavori") posti a dimora dal prof. Aldo Pavari per testare la risposta ecologica di specie esotiche al di fuori dell'areale di origine.

Mediante l'utilizzo di un drone è stata effettuata anche una ricognizione di dettaglio dello stato vegetativo e fitosanitario delle chiome, allo scopo di valutare la possibile influenza determinata dagli eventi meteorici di elevata intensità abbattutisi negli ultimi anni sulla foresta. Tale fase di studio ha permesso di confermare il valore aggiunto che le moderne tecnologie sono in grado di fornire ai tecnici.

Il lavoro realizzato ha permesso di mettere in risalto il particolare pregio bioecologico, naturalistico, storico e paesaggistico assunto da tale popolamento di natura esotica e di impianto sperimentale. La fattispecie, singolare, ma certamente non unica sul territorio nazionale, ha permesso di riflettere sulla opportunità di promuovere maggiormente l'assegnazione del "titolo" di monumentalità anche a "popolamenti" in possesso delle caratteristiche elencate nella normativa di riferimento.

#### **The "giants" of Vallombrosa. Historical-structural analysis of a population of monumental interest**

**Keywords:** monumental trees; *Pseudotsuga menziesii*; exotic species.

During recognition activities for the new list of monumental trees in province of Florence - carried out by the Carabinieri Forestry Corp in collaboration with the Tuscany Region - a group of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) was detected in "Metato" locality within the Vallombrosa Forest in municipality of Reggello. This approximately 120 year-old Douglas-fir tree group was characterized by a still significant growth increments. Furthermore, some specimens are the highest trees in Italy, exceeding 62 meters of height.





A detailed stand structural survey was carried out, including site condition and forest stand history. This was one of the first groups of Douglas-fir trees - certainly the best known to foresters - planted by Prof. Aldo Pavari to test their ecological response outside the natural range.

Drone observations allowed a detailed survey of the vegetative and phytosanitary status of the tree crowns, in order to evaluate the effects of the high-intensity meteorological events in recent years, confirming the value of drones/unmanned aerial vehicles technology.

This work highlighted the particular bio-ecological, naturalistic, historical and landscape value assumed by this experimental plantation of exotic tree species. This particular stand, singular, but certainly not unique on the national territory, allowed to consider the opportunity to further promote the assignment of the monumentality "award" also to forest stands achieving features listed in the reference legislation.

\*\*\*

#### **S. 4.08 La tutela degli alberi monumentali: la legge n. 10/2013 e i profili di collaborazione tra istituzioni e stakeholders**

Angela Farina

**Parole chiave:** alberi monumentali; tutela; patrimonio culturale; paesaggio; legge n. 10/2013.

La legge n. 10/2013, oltre a dettare regole per lo sviluppo degli spazi verdi urbani, va a rafforzare, con il suo articolo 7 dedicato alla tutela degli alberi monumentali, il quadro legislativo esistente in materia, introducendo prima di tutto una definizione giuridica univoca di "albero monumentale" valida a livello nazionale e quindi identificando tutti i passaggi necessari per garantire il riscontro alle disposizioni di tutela paesaggistica prevista dal D Lgs. n. 42/2004 e sue integrazioni per questa tipologia di beni.

La legge prevede che i comuni debbano provvedere a effettuare un censimento degli alberi monumentali situati nel territorio di propria competenza amministrativa, inoltrando i risultati, per il mezzo delle regioni, al Mipaaf, in modo che si possa stilare un elenco nazionale di alberi monumentali, da tenere regolarmente aggiornato e pubblicato sul sito web.

La presentazione illustrerà i risultati dell'attività di catalogazione svolta finora, i rapporti tra le varie istituzioni, le procedure amministrative relative alla protezione dell'albero monumentale. Attenzione sarà rivolta anche alle linee guida per la gestione degli alberi monumentali.

#### ***Protection of monumental trees: the implementation of Act 14 January 2013, n. 10 and new profiles of collaboration between government and stakeholders***

**Keywords:** monumental trees; protection; cultural heritage; landscape; law n. 10/2013.

The law n. 10 of 2013, as well as dictating rules for the development of urban green spaces, goes to strengthen, with its art. 7 dedicated to monumental trees, the existing legislative framework by introducing first of all an univocal legal definition of "monumental tree" valid at national level, and then identifying all the steps necessary to ensure a feedback to the provisions of landscape protection by the D. Lgs. n. 42/2004 and its integrations.

It provides that municipalities should ensure to carry out a census of monumental trees located in the area of competence, by forwarding the results to the Regioni and subsequently to the Mipaaf so as to be able to make a national list of monumental trees, to be held regularly updated and published on the website.

The presentation will illustrate the results of the cataloging activity carried out so far, the relationships between the various institutions, the administrative procedures relating to the protection of the monumental tree. Emphasis will be given to monumental tree management guidelines

\*\*\*



#### S. 4.09 Quando un bosco diventa paesaggio. Elementi per un approccio multidisciplinare di progetto e gestione

Lorenza Gasparella

**Parole chiave:** paesaggi progettati; gestione condivisa; immaginario; gioco.

Quando un bosco è parte di un luogo e quando è esso stesso un luogo?

La prima condizione è che sia abitato. Possono essere differenti per carattere e tipologia, ma in essi deve essere possibile ritrovare la memoria del bosco, il rapporto storico che ciascun gruppo culturale ha costruito che si riflette nelle forme che assume, i significati che vi ha proiettato.

Come ricordato da Carmen Añon Feliù, tra i più autorevoli studiosi del recupero patrimoniale del giardino storico e del paesaggio e dei loro valori culturali, il bosco sarà, infatti, sempre più vulnerabile, se non viene trovato il modo e la via per tenerlo vivo nelle emozioni e nell'immaginario, oltre che nella quotidianità di una società che spesso tende a considerarne la cura una questione puramente tecnica.

La consapevolezza di agire in un paesaggio che è essenzialmente culturale può consentire di sperimentare nuovi approcci e collaborazioni. Slittamenti semantici sono tipici di lessici specialistici. Spesso alcune parole, anche la stessa parola paesaggio, o addirittura bosco, vengono utilizzate presupponendo che il loro significato sia chiaro e condiviso, anche se spesso non è così. È quindi necessaria, primariamente, un'operazione che non sia una traduzione di termini, da un vocabolario disciplinare ad un altro, quanto piuttosto un'interpretazione che, come suggerito dal significato etimologico del termine, implica il far conoscere. Questo per contribuire al chiarimento del significato loro attribuito da diverse discipline e alla loro diffusione al di fuori degli stretti confini specialistici e soprattutto per individuare le inter-connessioni alla base di una reciproca collaborazione.

Conoscere gli slittamenti semantici dei reciproci vocabolari, consente alle singole discipline di mantenere piena integrità nella consapevolezza che l'azione sul paesaggio impone che nessuna possa prescindere una collaborazione con le altre. In alcuni esempi, come Désert de Retz, Calea Eroilor, Skogskyrkogården, Dessau-Wörlitzer Gartenreich, Cerca do Mosteiro de Tibães, Ecolathedraal, il bosco ha assunto forme che riflettono un sistema di relazioni culturali pluri-stratificate. Sono esempi dove azioni di carattere progettuale, coniugate ad azioni colturali del sistema bosco hanno consentito la realizzazione di paesaggi di altissimo valore artistico, ecologico e culturale. Sono luoghi che si strutturano sulla base di un programma narrativo molto chiaro, diventando manifesto di significati simbolici e valori e influenzando, in parte, anche gli usi che ne derivano.

Attualmente gli usi del bosco sono aumentati in modo esponenziale, rispetto a solo pochi decenni fa. Ma pur essendo sempre più vissuto, il bosco sembra essere sempre meno conosciuto, in particolare nelle sue dinamiche. Le conseguenze di questa mancanza di comprensione si ripercuotono in un comportamento che a partire dall'idealizzazione della natura, e del bosco, in particolare, tende ad una sua iperprotezione, non tanto come luogo, quanto come icona e ad un conseguente rifiuto di tutte quelle operazioni che vengono collegate alla sua distruzione, quando invece sono proprio quelle azioni che ne permettono la rigenerazione nel tempo.

Non vi è, a priori, contraddizione insanabile tra la conservazione di un luogo e la sua disponibilità a essere vissuto. Tuttavia, si sta sviluppando un sempre maggiore uso ludico di luoghi non solo urbani, con attività che tendono ad esaltare il rischio, più o meno controllato, e la sfida, piuttosto che strutturare il rapporto col paesaggio attraverso immaginazione ed esplorazione.

La sfida consiste proprio in questo: sfruttare la sempre maggiore richiesta di connessione con ambienti boscati per sviluppare la capacità di comprensione del senso del luogo e delle modalità di connessione con la natura sfruttando le potenzialità del gioco, con la sua dimensione universale, e dei luoghi del gioco in quanto parti essenziali dello spazio sociale.

Forse non si trascorreranno più interi giorni esplorando i boschi, ma ciò non significa che si debba smettere di arrampicarsi sugli alberi.

**Forests as playscapes, forests as landscapes. Points for a multilevel design and management approach**

**Keywords:** designed landscapes; shared management; imaginary; playscape.

When is a wood part of a place and when is it a place?



First of all it has to be inhabited. Then, it must be possible to find the memory of the forest in it to recognize the historical relationship, even different for each cultural group, that is reflected in the forms character and structure it takes, and in the meanings that have been projected over it.

As stated by Carmen Añon Feliù, one of the most authoritative experienced in heritage restoration of historical gardens and landscape with their cultural values, the forest will be more and more vulnerable, if a way to keep it alive in the emotions and in the imaginary is not found and care actions are considered as a purely technical issue detached from the everyday life.

Acting in the landscape is essentially a cultural intervention. Be aware of it, can allow us to try out new collaborative approaches.

Specialized vocabularies have often semantic shifts. Some words, even the word 'landscape' and also 'forest', are used assuming that their meaning is clear and shared, but it is not so.

Therefore, it is necessary making known what words mean for each specialty. That is not a translation from a disciplinary dictionary to another, but rather an interpretation as suggested by the etymological meaning of the term. This can contribute to clarify the meaning and the significance of key words, disseminate it outside specialized sectors and, above all, identify inter-connections for a successful collaboration. Knowing the semantic shifts of the reciprocal vocabularies allows each discipline to maintain full integrity in the knowledge that none can take action on landscape design or management without a collaboration with the others. In some examples, such as Désert de Retz, Calea Eroilor, Skogskyrkogården, Dessau-Wörlitzer Gartenreich, Cerca do Mosteiro de Tibães, Ecokathedraal, the forest has taken forms that reflect a system of multi-layered cultural relations. These are examples where projects of a design nature are combined with silvicultural activities on the forest system have allowed the creation of landscapes with a high artistic, ecological and cultural value. They are places that are structured on a very clear narrative program, becoming manifests of symbolic meanings and values and influencing, in part, also the relationship and uses of them by people.

Currently the uses of the wood have increased exponentially, compared to only a few decades ago. But despite being more and more lived, the forest seems to be less and less known, especially in its dynamics. The consequences of this lack of understanding are a fairly widespread behavior that, starting from the idealization of nature and, particularly, of woods, tends to their hyper-protection, not as places, but as icons with the consequent rejection of all those operations that are seen as disruptive while are precisely those actions that allow their regeneration over time.

There is no a priori irreconcilable contradiction between the preservation of a place and its willingness to be experienced.

However, there is an ever increasing use of many different sites, including forests, as amusement spaces, not only in urban areas. Activities that are carried out there tend to exalt challenge and the risk, more or less controlled, rather than structuring relationship with the landscape through exploration and imagination.

Our challenge consists precisely in this: to exploit the ever increasing demand for connection with forests, that people are asking for, to develop new ability to understand the sense of place and the ways for connecting with nature even by exploiting the potential of play, with its universal dimension, and the role of the playscapes as essential parts of the social space.

Maybe you will not spend more days exploring the woods, but that does not mean that you have to stop climbing trees.

\*\*\*

#### **S. 4.10 Una lettura multisettoriale dei cambiamenti d'uso del suolo recenti in Italia**

Marco Marchetti, Lorenzo Sallustio

**Parole chiave:** inventario d'uso del suolo; IUTI; ricolonizzazione; urbanizzazione; abbandono.

Lo scopo del presente contributo è di fornire una visione d'insieme dei risultati e avanzamenti da un punto di vista anche metodologico ottenuti tramite l'applicazione, miglioramento e sviluppo dell'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI) per l'analisi dei cambiamenti d'uso del suolo (LUC) avvenuti a scala nazionale nel corso degli ultimi tre decenni. IUTI è un inventario basato su un sistema di campionamento di tipo stratificato



non allineato e sulla classificazione a video mediante fotointerpretazione di foto aeree. Le principali applicazioni e sperimentazioni hanno riguardato:

- (i) l'analisi dei LUC in Italia negli ultimi tre decenni (in particolare l'espansione del bosco e delle superfici impermeabilizzate, e le dinamiche interne al comparto agricolo) e la loro distribuzione spaziale in funzione di diversi ambiti territoriali analizzati (zone montane, aree protette e aree interne) e diversi fattori (es, caratteristiche pedologiche);
- (ii) l'analisi integrata dell'uso e copertura del suolo quale strumento per approfondire l'analisi dei LUC e dei relativi impatti;
- (iii) la proposizione e applicazione di un sistema di campionamento a due fasi per ridurre tempi e costi di aggiornamento dei dati salvaguardandone l'accuratezza;
- (iv) l'integrazione di approcci inventariali e cartografici e la possibilità di implementare approcci di monitoraggio multifase (dalla fotointerpretazione ai rilievi in campo), per aumentare la disponibilità di dati a supporto di processi decisionali a diversa scala.

Quest'ultimo aspetto è risultato particolarmente interessante in relazione alla possibilità di investigare particolari elementi del paesaggio, quali ad esempio le infrastrutture verdi e gli elementi paesaggistici di dimensioni ridotte (alberi fuori foresta e radure in bosco), o particolari problematiche legate ad esempio alla valutazione della biodiversità a seguito dei processi di ricolonizzazione forestale.

I risultati principali mostrano come il paesaggio italiano negli ultimi tre decenni sia stato prevalentemente interessato da tre dinamiche spesso interconnesse, quali:

- (i) l'aumento della superficie forestale (+1,7% rispetto alla superficie nazionale), in primis a discapito di terreni coltivati nelle zone collinari e dei prati e pascoli a quote più elevate;
- (ii) la riduzione dei terreni seminativi (-4,2%), dovuta principalmente all'espansione urbana e consumo di suolo nelle zone pianeggianti, alla conversione in impianti di arboricoltura da frutto (soprattutto oliveti e vigneti) nelle zone collinari, e alla ricolonizzazione forestale alle quote più elevate;
- (iii) l'aumento delle superfici artificializzate (+1,6%). I risultati dell'aggiornamento IUTI al 2017 mostrano una riduzione dei tassi di variazione annuali rispetto al periodo precedente di osservazione (1990-2008), ma al tempo stesso riportano lo storico sorpasso, in termini di estensione, della superficie forestale (incluse le altre terre boscate e piantagioni) sulla superficie occupata dai seminativi, prati e pascoli.

L'approfondimento tematico sul sistema di classificazione IUTI, con particolare riferimento al comparto agricolo, ha altresì permesso di meglio caratterizzarne le dinamiche, offrendo dunque un supporto ulteriore alle future strategie e politiche di settore. Al tempo stesso, l'analisi approfondita su particolari contesti territoriali, come le aree montane, le aree protette e le aree interne, ha offerto utili ed interessanti spunti per meglio caratterizzare la polarizzazione dei fenomeni e quindi dei possibili impatti in termini ambientali, economici e sociali. Un esempio è dato dall'analisi dell'impatto dell'urbanizzazione in termini di riduzione della fissazione di carbonio nella Provincia di Roma e in Molise, o della perdita di suoli agricoli e relativa produttività anche in termini economici, a causa sia dell'urbanizzazione che dell'abbandono delle pratiche agricole in Abruzzo. In entrambi i casi, i LUC si sono confermati come delle serie minacce per la futura fornitura di servizi ecosistemici e, di conseguenza, per la sostenibilità di taluni sistemi territoriali. Di conseguenza, la possibilità di poter disporre di tali informazioni riveste un ruolo importante per orientare le future scelte riguardanti lo sviluppo sostenibile, con particolare riferimento al settore agricolo e forestale.

I vari risultati ottenuti hanno dimostrato che la valutazione dei LUC tramite appositi sistemi di monitoraggio in grado di fornire stime aggiornate, accurate e affidabili, gioca un ruolo fondamentale nella fornitura di dati a supporto della politica e pianificazione territoriale, rilevandone al contempo le grandi potenzialità legate allo sviluppo di strumenti di monitoraggio sempre più affidabili, economici, ma al tempo stesso duttili e in grado di offrire un'ampia gamma di informazioni. L'esperienza condotta tramite l'utilizzo di uno strumento affidabile e flessibile come IUTI, offre dunque buone prospettive circa l'implementazione di sistemi di monitoraggio sempre più efficaci ed efficienti in tal senso. Le informazioni desumibili da IUTI, sono infatti già di per sé incoraggianti non essendo limitate al solo settore forestale bensì riferite agli altri usi del suolo adiacenti ed interconnessi. In prospettiva, questo rappresenta uno stimolante ambito di ricerca, col fine ultimo di agevolare l'adozione in termini operativi di principi ecologici all'interno di processi decisionali. A tal riguardo, uno degli spunti futuri su cui riflettere ed interrogarsi riguarda la quantificazione, localizzazione e caratterizzazione delle future nuove superfici forestali e, di riflesso, dei loro possibili risvolti ed implicazioni, positive e negative, in termini ecologici, economici e sociali.





## ***A comprehensive assessment of the recent land use changes in Italy***

**Keywords:** land use inventory; IUTI; forest expansion; urban growth; land abandonment.

The aim of this contribution is to summarize recent outcomes and methodological remarks obtained by testing, improving and implementing the Italian Land Use Inventory (IUTI), in analyzing land use changes (LUC) occurred during the last three decades in Italy. IUTI is a survey system based on point sampling on digital aerial ortophotos, adopted in Italy at national and regional scales. In particular, the principal implementations and experiments have been aimed to:

- (i) analyze LUC occurred in the Italian territory during last three decades (particularly forest expansion, urban growth and dynamics within the agricultural domain) and their spatial distribution along different contexts (i.e., mountain, protected and inner areas) and in relation to different aspects (i.e., soil features);
- (ii) propose the integration and comparison of land use and land cover analysis as a quick and effective instrument to better characterize LUC and related impacts;
- (iii) propose and check a two-phase strategy for LUC estimation based on a one-per-stratum stratified sampling to reduce costs and time while minimizing the precision lost;
- (iv) to propose the interoperability of inventory and cartographic information and data, and the possibility to implement multi-phase sampling strategies (from photointerpretation to fieldworks), as quick and reliable options to increase data availability supporting decision-making processes.

The latter is particularly relevant when data on particular features and issues, e.g. green infrastructures and small patches estimates (i.e., trees outside forests and clearings), or biodiversity aspects related to trees encroachment and natural regrowth processes, are needed.

Main results highlighted three interlinked LUC patterns in Italy during last three decades:

- (i) increase in forest lands (+ 1.7% of the Italian territory), primarily at the expenses of croplands in the hills, and pastures and grasslands in mountains;
- (ii) consumption of arable lands (-4.2% of the Italian territory) due to urban growth in lowlands, conversions to permanent crops in hills (mainly orchards and vineyards) and natural reforestation in mountain areas;
- (iii) increase in built-up areas (+1.6% of the Italian territory).

Results of the updating process at 2017 show a decreased rate of the annual variation if compared with the first monitoring period (1990-2008), but at the same time show for the first time that the whole forest surface (including other wooded lands and forest plantations) is higher than the surface covered by arable lands, pastures and grasslands. The increase of the thematic accuracy of the IUTI classification system, with particular regard to the agricultural sector, allowed to better understand recent dynamics occurring within this sector, thus offering valuable information to support future policies and strategies. At the same time, the in-depth analysis of particular territorial contexts, such as those of the protected areas, mountain areas, inner areas etc., offered useful information highlighting the polarization of particular phenomena and their possible impacts in ecological, economic and social terms. An example of this kind of applications is offered by the estimation of the loss of carbon storage due to urban expansion in the Province of Rome and Molise Region, and the loss of fertile and profitable agricultural soils due to both urban growth and land abandonment in the Abruzzo Region. In both cases, LUC has been recognized as one of the causes leading to the future loss of ecosystem services provisioning and, as a main consequence, as a source of unsustainability. This information are crucial to better orient future strategies and policies dealing with sustainable development with particular regard to agriculture and forestry sectors.

Our findings demonstrate that the evaluation of LUC and the selection of a reliable and accurate approach acting as a standard for a large series of experiences play a primary role to support land use planning and sustainable development policies, and highlight the potential for further research to enhance the implementation of cost-effective monitoring instruments. In fact, the availability of a reliable and flexible instrument such as IUTI, offer the possibility to establish future monitoring activities aiming at offering a comprehensive set of information. This information won't be limited to forests ecosystems but also enlarged to their relation with adjacent landscapes, such as urban and agricultural ones, which will represent an active and crucial research field for the effective operationalization of ecological principle into decision making contexts. Accordingly, one of the main opened and stimulating research challenges is to define how much,



where and for which kind of forests we still have space, and in turn what could be the main positive and negative related impacts in ecological, economic and social terms.

\*\*\*

#### **S. 4.11 I suoli di carbonaia: una straordinaria eredità di serbatoi di carbonio e archivi storici da preservare**

Giovanni Mastrolonardo, Valentina Pescini, Elisa Carrari, Giacomo Certini

**Parole chiave:** sequestro del carbonio; suoli forestali; carbone; antracologia; pedologia.

La produzione di carbone è una delle più antiche forme di uso del bosco. Da millenni il legno viene convertito in carbone per scopi energetici e metallurgici. Allo scopo, cataste cupoliformi di legna da ardere erano costruite in piazzole appositamente sagomate, quindi lasciate bruciare per giorni in condizioni semi-anossiche controllate. Tanta gente, direttamente o indirettamente, era coinvolta in questa attività, che ha lasciato una profonda traccia nella memoria collettiva ed modellato una varietà di paesaggi. In Italia la produzione di carbone vegetale si è protratta fino a pochi decenni fa, quando la domanda è crollata e la produzione residua si è spostata in poche installazioni industriali. L'eredità di tale attività è una pletera di piazzole di carbonaia abbandonate, spesso situate in foresta, dove il suolo mostra uno spesso strato scuro, ricco di carbone che, assieme agli altri orizzonti pedogenetici cui è sovrapposto, rivela differenti tipi di uso del suolo e/o fasi climatiche. Uno studio multidisciplinare sui suoli di carbonaia – tramite le competenze della geografia, la pedologia, la storia, l'ecologia storica, l'antracologia, l'ecologia del paesaggio, l'archeologia e la silvicoltura – consente di ricostruire le pratiche e i sistemi di gestione delle risorse ambientali che hanno prodotto il paesaggio attuale.

I suoli di carbonaia sono anche un notevole serbatoio di carbonio, spesso trascurato. Gran parte del carbonio in essi presente è carbone, cioè una forma di carbonio con tempi di permanenza nel suolo estremamente lunghi, che è quanto di più positivo per limitare l'aumento di anidride carbonica nell'atmosfera.

Questo contributo tratta di alcuni nostri studi condotti in Toscana, che dimostrano l'elevato potenziale dei suoli di carbonaia ai fini della mitigazione dei cambiamenti climatici e della comprensione della trasformazione del paesaggio nel tempo, inclusa la sua componente antropica. La selvicoltura può svolgere un ruolo cruciale nell'individuare e nel preservare i suoli di carbonaia, con il loro importante significato storico e ambientale.

#### ***Charcoal hearth soils: A remarkable heritage of carbon reservoirs and historical archives to be preserved***

**Keywords:** carbon sequestration; forest soils; charcoal; anthracology; pedology.

Charcoal making is one of the oldest forms of forest exploitation. Since thousand years ago wood was converted into charcoal for energetic and metallurgic purposes. Firewood domes were built in appositely shaped emplacements, then left to burn for days under controlled semi-anoxic conditions. A lot of people were involved over time, directly or indirectly, in this activity, which has left a trace in the collective memory and has shaped a variety of landscapes. In Italy, charcoal production lasted until a few decades ago, when charcoal demand collapsed and the residual production moved to few industrial installations. The legacy of such an activity is a plethora of abandoned charcoal hearths, often located within forests, where soil shows a thick, dark charcoal-rich layer that overlies other pedogenic horizons, all together revealing successive land uses and/or climatic phases. A multidisciplinary study of relict hearth soils – through geography, pedology, history, historical ecology, anthracology, landscape ecology, archaeology, and forestry – allows reconstructing past environmental resources management practices that produced current landscape. Relict hearth soils are also an impressive, although often neglected, reservoir of carbon. Even, much of the carbon present in them is charcoal, which is a form of carbon with extremely long residence times in the soil, as highly desired for the purpose of limiting carbon dioxide increase in the atmosphere.

This presentation deals with studies of us carried out in Tuscany, which demonstrate the high potential of charcoal hearth soils for mitigating climate change and helping to infer the transformation of the landscape over time, including its anthropic component. Silviculture can play a crucial role in localizing and preserving charcoal hearth soils, with their important historical and environmental significance.



#### S. 4.12 Paesaggio forestale e strategie di gestione forestale sostenibile: l'opinione dei visitatori

Alessandro Paletto, Paolo Cantiani, Isabella De Meo, Claudio Fagarazzi, Leonardo Lorenzini

**Parole chiave:** preferenze sociali; gestione forestale sostenibile; ricreazione in foresta; indagine tramite questionario; metodo del costo del viaggio; regione Toscana.

Il paesaggio forestale è un importante servizio ecosistemico fornito dalle foreste all'uomo in quanto è elemento dalla forte valenza estetico-ricreativa e al contempo manifestazione degli aspetti culturali della società che lo ha plasmato nel corso della storia. Nell'ultimo secolo, a causa della crescente urbanizzazione e degli effetti tangibili dei cambiamenti climatici, nella montagna europea i paesaggi forestali stanno rapidamente cambiando. Da un lato le foreste urbane e peri-urbane sono sottoposte a forte pressione antropica e a crescenti richieste in termini di opportunità ricreative, di svago e relax; dall'altro lato nelle aree montane la superficie forestale è in costante aumento a scapito delle aree aperte (prati e pascoli) con conseguenze negative in termini di biodiversità a scala di paesaggio e specifica. Inoltre, si sta riscontrando un innalzamento del limite superiore del bosco con inevitabili impatti sulla composizione specifica dei boschi di montagna. In questo contesto in rapido mutamento, le indagini finalizzate ad investigare le opinioni e le preferenze delle comunità residenti e dei diversi fruitori delle foreste in merito alla gestione selvicolturale sono di primaria importanza per supportare le scelte dei gestori locali. Il presente studio, condotto nell'ambito di due progetti LIFE (FoResMit e SelPiBio), ha l'obiettivo di investigare le preferenze sociali in merito alle scelte selvicolturali e alle caratteristiche estetiche e funzionali in due casi di studio nella regione Toscana: la foresta peri-urbana di Monte Morello in provincia di Firenze e la foresta del Pratomagno in provincia di Arezzo. Al fine di raccogliere le preferenze sociali è stato somministrato un questionario semi-strutturato a circa 400 visitatori, 200 per ciascun caso studio. I risultati dell'indagine mettono in luce come i boschi preferiti dai visitatori siano, in entrambi i contesti di studio, i boschi misti di conifere e latifoglie con una struttura differenziata in termini sia dimensionali sia di distribuzione degli alberi nello spazio. Viceversa, i risultati mettono in evidenza delle differenze sostanziali tra i servizi ecosistemici ritenuti più importanti nei due casi studio. Per i visitatori della foresta di Monte Morello i tre servizi ecosistemici più importanti sono le opportunità ricreative, l'assorbimento del carbonio atmosferico e la conservazione della biodiversità, mentre i visitatori della foresta del Pratomagno considerano prioritaria la funzione di protezione idrogeologica seguita dall'assorbimento del carbonio atmosferico e dalla conservazione della biodiversità. In ultima analisi, la valutazione economica delle potenzialità turistico-ricreative dei due casi studio - tramite l'applicazione del Metodo del Costo del Viaggio - ha evidenziato differenze sia per il surplus del consumatore sia per il target di visitatori. I risultati della presente ricerca forniscono informazioni quali-quantitative che possono essere di supporto ai decision makers (pianificatori e gestori forestali) nella definizione delle scelte di gestione forestale volte a valorizzare le foreste dal punto di vista turistico-ricreativo e ad accrescerne l'attrattività turistica.

#### ***Forest landscape and strategies of sustainable forest management: visitors' opinions***

**Keywords:** social preferences; sustainable forest management; recreation in the forest; questionnaire survey; travel cost method; Tuscany region.

Forest landscape is a ecosystem service provided by forests to society because it is an important element both from aesthetic and cultural point of view. In the last century, in the European mountains forest landscapes are rapidly changing due to the increasing urbanization and the tangible effects of climate change. On the one hand, urban and peri-urban forests are subjected to anthropic pressure and growing society's demands in terms of recreational opportunities, leisure and relaxation. On the other hand, in mountain areas forest area is constantly increasing, while open areas (meadows and pastures) are decreasing with negative consequences in terms of landscape and species biodiversity. Furthermore, there is an increase in the upper limit of the forest with impacts on the tree species composition of mountain forests. In this rapidly changing context, studies aimed at investigating the residents' and visitors' opinions and preferences on forest management practices are important to support the local forest managers. In the present study - conducted under LIFE FoResMit and SelPiBio projects - has the objective of investigating social preferences regarding



silvicultural treatments and stand characteristics in two case studies in the Tuscany region: Monte Morello peri-urban forest in Florence province and Pratomagno forest in Arezzo province. In order to collect the social preferences, a semi-structured questionnaire was administered to around 400 visitors: 200 for each case study. The results of the survey show that the mixed forests with a differentiated horizontal and vertical stand structure are the preferred forest by visitors in both case studies. In addition, for the visitors of Monte Morello peri-urban forest the three most important ecosystem services are: recreational opportunities, carbon dioxide sequestration, and biodiversity conservation. Conversely, for the visitors of Pratomagno forest the priority ecosystem service is protection against natural hazards (e.g., landslides, rockfalls) followed by carbon dioxide sequestration, and biodiversity conservation. Finally, the economic evaluation of the recreational potential of the two case studies - through the Travel Cost Method - highlighted differences both for consumer surplus and visitor target. The results of the present study provide quantitative and qualitative information useful for decision makers (forest planners and managers) in order to define forest management strategies to increase forest recreational attractiveness.

\*\*\*

#### **S. 4.13 Analisi comparativa delle percezioni delle caratteristiche forestali da parte della popolazione montana in Italia e Ucraina**

Oksana Pelyukh, Alessandro Paletto, Lyudmyla Zahvoyska

**Parole chiave:** percezioni; caratteristiche delle foreste; provincia di Trento (Italia); regione di Rakhiv (Ucraina).

L'importanza della percezione sociale delle foreste nella governance forestale è ampiamente riconosciuta dalla letteratura scientifica internazionale. Al fine di ottenere una migliore comprensione della percezione sociale nei confronti delle caratteristiche dei popolamenti forestali un'indagine tramite questionario è stata condotta nella provincia di Trento nelle Alpi Italiane e nella regione di Rakhiv nei Carpazi in Ucraina. Queste regioni sono state scelte come aree studio per due ragioni principali: entrambe sono localizzate in aree di montagna e le comunità locali sono strettamente legate alla risorsa forestale.

Il questionario è stato strutturato in 10 domande e suddiviso in due sezioni tematiche. La prima sezione tematica si è focalizzata sulle informazioni personali dei rispondenti quali genere, età, livello di istruzione e professione. La seconda sezione tematica si è, invece, focalizzata sulla percezione dei rispondenti nei confronti di alcuni attributi forestali legati all'attrattività ricreativa di un sito. Il livello d'importanza assegnato a ciascun attributo forestale da parte dei rispondenti è stato fatto impiegando una scala Likert a 10-punti. Al fine di ridurre al minimo il tempo di compilazione del questionario e motivare i rispondenti nel compilarlo sono state usate domande corte, semplici e realistiche. Tutte le analisi statistiche dei dati raccolti tramite la somministrazione del questionario sono state elaborate usando XLStat 2012.

Al termine della fase di somministrazione del questionario, 654 questionari sono stati raccolti nelle due aree studio: 346 nella provincia di Trento e 308 nella regione di Rakhiv. In riferimento al genere, 379 rispondenti sono uomini (58%) e 275 sono donne (42%).

In entrambi i casi studio, i rispondenti hanno espresso una netta preferenza per le foreste miste (65.6% nella provincia di Trento e 54.6% nella regione di Rakhiv). In tal senso, le donne hanno evidenziato una marcata preferenza per le foreste miste (71.6% nella provincia di Trento 57.8% nella regione di Rakhiv) rispetto agli uomini (62.7% nella provincia di Trento 51.0% nella regione di Rakhiv). Tuttavia, il c2 non ha messo in evidenza delle differenze statisticamente significative tra uomini e donne nei due casi studio.

A riguardo delle preferenze sociali nei confronti della composizione specifica delle foreste, si evidenzia come i giovani italiani (18-35 anni d'età) preferiscano le foreste pure di latifoglie (14.6%) rispetto agli altri gruppi di età (5.9% dei rispondenti con 36-55 anni d'età, 3.4% per i rispondenti con 56-75 anni d'età, 5.4% per i rispondenti con più di 75 anni d'età), mentre i giovani ucraini mostrano un più basso livello di preferenze per questo tipo di formazioni forestali (3.5%). Il più alto livello di preferenze per le foreste pure di latifoglie nella regione di Rakhiv è espresso dai rispondenti con un'età compresa tra 36-55 anni (13.8%). Interessante è notare come in entrambe le aree studio le persone più anziane siano quelle che preferiscono maggiormente le foreste pure di conifere (43.2% in provincia di Trento e 55.2% nella regione di Rakhiv). In tal senso, una differenza statisticamente significativa è stata





osservata tra gruppi d'età sia in provincia di Trento (c2 test: valore osservato=19.934, valore critico =12.592,  $p=0.003$ ,  $a=0.05$ ) sia nella regione di Rakhiv (c2 test: valore osservato=23.954, valore critico=12.592,  $p=0.001$ ,  $a=0.05$ ).

La maggioranza dei rispondenti ha espresso una preferenza per i popolamenti caratterizzati da una distribuzione casuale degli alberi nello spazio e da una struttura differenziata (58.6% in provincia di Trento, 53.3% nella regione di Rakhiv). Inoltre, per entrambe le aree studio si mettono in luce delle differenze statisticamente significative tra uomini e donne: le donne assegnano una netta preferenza per le foreste disetanee sia in provincia di Trento (c2 test: valore osservato=6.219; valore critico=5.991;  $p=0.045$ ;  $a=0.05$ ) sia nella regione di Rakhiv (c2 test: valore osservato=10.569; valore critico=5.991;  $p=0.005$ ;  $a=0.05$ ).

I risultati riguardanti le preferenze sociali nei confronti del grado di copertura forestale mostrano una marcata differenza tra le due aree studio. I rispondenti della provincia di Trento assegnano una chiara preferenza per le foreste aperte (grado di copertura tra 10-40%) con particolare riferimento alle donne (c2 test: valore osservato=3.909, valore critico=3.841,  $p=0.048$ ,  $a=0.05$ ). I rispondenti della regione di Rakhiv, invece, preferiscono le foreste chiuse (grado di copertura superiore al 40%), tale preferenza è risultata più marcata negli uomini che nelle donne (c2 test: valore osservato=0.894, valore critico=3.841,  $p=0.344$ ,  $a=0.05$ ). Il test del c2 non ha evidenziato della differenze statisticamente significative a riguarda delle preferenze per grado di copertura sia in riferimento all'età sia all'area geografica.

In accordo con la valutazione dei rispondenti impiegando la scala Likert a 10-punti, i più importanti aspetti ricreativi per i rispondenti della provincia di Trento sono la presenza di zone lasciate alla libera evoluzione (media=9.34), di sentieri (7.84) e di punti di ristoro (7.85), mentre per i rispondenti della regione di Rakhiv i più importanti aspetti ricreativi sono: la presenza di foreste dall'elevato valore storico-culturale (media=8.09), di tavole/panchine e aree per il barbecue (7.58) e di zone lasciate alla libera evoluzione (7.31). A riguardo dei beni e servizi forniti dalla foresta alla società, i rispondenti in provincia di Trento considerano in ordine di priorità: la naturalness (media=8.96), le camminate (8.84) e il relax in mezzo alla natura (8.84), mentre i rispondenti nella regione di Rakhiv assegnano i valori più alti al relax in mezzo alla natura (media=8.69), al cultural heritage (8.21) e alla raccolta di prodotti forestali non legnosi (8.11).

I risultati dell'analisi comparativa tra le due aree studio confermano l'importanza delle caratteristiche socio-demografiche dei rispondenti (genere, età, provenienza) nel plasmare le preferenze individuali. In particolare, i risultati mostrano che i rispondenti di entrambi i casi studio preferiscono popolamenti forestali con una struttura differenziata orizzontalmente e con alberi distribuiti casualmente nello spazio. Inoltre, emergono delle differenze statisticamente significative nelle preferenze per la composizione specifica delle foreste in entrambi i casi studio in riferimento all'età dei rispondenti: le persone più giovani tendono a preferire maggiormente le foreste miste, mentre le persone più anziane assegnano un maggior numero di preferenze alle foreste pure di conifere.

### ***Comparative analysis of forest characteristics perceptions by mountain population in Italy and Ukraine***

**Keywords:** perceptions; forest characteristics; Trentino province (Italy); Rakhiv region (Ukraine).

Importance of individuals' forest perception in forest-design making is widely recognized in the recent scientific literature. In order to gain a better understanding of people's perceptions of forest stand characteristics a questionnaire survey was conducted in Trentino province in the Italian Alps (Italy) and in the Rakhiv region in the Ukrainian Carpathians (Ukraine). These regions were chosen as study areas for two reasons: both areas are located in the mountain regions and local community is strictly dependent to the forest resource.

The questionnaire was structured in 10 questions and subdivided into two thematic sessions. The first session focused on the personal information such as gender, age, level of education, place of work and location. The second session dealt with people's perceptions regarding forest attributes as well as the recreational attractiveness of a forest. To rate the importance we proposed our respondents to use a 10-point Likert scale. All questions are short, simple and realistic in order to minimize the time needed to fill in the questionnaire and thus motivate respondents to do so. All statistical analysis of collected data was carried out using XLStat 2012.

A total 654 questionnaires were collected: 346 respondents in the Trentino province and 308 in the Rakhiv region. With regard to the gender, 379 respondents are men (58%) and 275 respondents are women (42%).

In both case studies, respondents expressed a higher preference for mixed forests (65.6% in Trentino province and 54.6% in Rakhiv region). In addition, women showed a greater preference for mixed forests (71.6% in Trentino



province and 57.8% in Rakhiv region) than men (62.7% in Trento province and 51.0% in Rakhiv region). However, the c2 test shown no significant statistical differences between gender groups in both case studies.

Investigating people's preferences concerning a tree species composition, we identified that Italian young people (18–35 years old) preferred broadleaf forests (14.6%) than other age groups (5.9% for ages 36–55, 3.4% for ages 56–75, and 5.4% for ages over 75), while Ukrainian young people showed the smallest preference regarding these forests (3.5%). The highest preference for broadleaf forests in Rakhiv region was expressed by respondents of 36–55 years old (13.8%). Interesting that in both regions elder people preferred evergreen forests (43.2% in Trento province and 55.2% in Rakhiv region). A statistical significant difference among the age groups was observed in both Trentino province (c2 test: observed value = 19.934, critical value = 12.592,  $p = 0.003$ ,  $\alpha = 0.05$ ) and Rakhiv region (c2 test: observed value = 23.954, critical value = 12.592,  $p = 0.001$ ,  $\alpha = 0.05$ ).

The majority of the respondents expressed a preference for a random distribution of trees with varying diameters (58.6% in Trento province and 53.3% in Rakhiv region). Again for the both regions a statistically significant difference between men and women was identified, with women showing a stronger preference for uneven-aged forests in Trentino province (c2 test: observed value = 6.219, critical value = 5.991,  $p = 0.045$ ,  $\alpha = 0.05$ ) and Rakhiv region (c2 test: observed value = 10.569, critical value = 5.991,  $p = 0.005$ ,  $\alpha = 0.05$ ).

The results concerning the preferences regarding open vs. closed forest (canopy cover) show a great difference between the two study regions. Italian respondents expressed a preference for open forests (10–40% canopy cover), with women showing an even higher preference for open forests than men (c2 test: value observed = 3.909, critical value = 3.841,  $p = 0.048$ ,  $\alpha = 0.05$ ). Ukrainian respondents prefer closed forest (more than 40% canopy cover) and men preferred this higher than that of women (c2 test: value observed = 0.894, critical value = 3.841,  $p = 0.344$ ,  $\alpha = 0.05$ ). The c2 test showed no statistically significant differences concerning canopy cover preference for age and geographical area.

According to respondents' assessment using 10-point Likert scale, the most important recreational aspects for Italian people are unspoiled nature (mean=9.34), paths (7.84), and food vendors (7.85), while for Ukrainian people the most important recreational aspects are places of historical and religious interest (mean=8.09), picnic benches/tables and barbecue areas (7.58), and unspoiled nature (7.31).

With regard to goods and services provided by the forest to society, respondents in Trentino province ranked as the most important naturalness (mean=8.96), hiking (8.84) and relaxation (8.84), while respondents in Rakhiv region assign the highest values to relaxation (mean=8.69), cultural heritage (8.21) and harvesting of non-wood forest products (8.11).

The results of comparative analysis confirmed the importance of socio-demographic characteristics (gender, age, and location) in shaping respondents' preferences. In particular, the results show that respondents in both case studies prefer a random tree distribution and different tree sizes. A statistically significant difference concerning a tree species composition was identified in both regions for different age groups: while younger people prefer mixed forests the elder people prefer evergreen forests.

\*\*\*

#### **S. 4.14 Il paesaggio forestale delle abetine di *Abies alba* in Italia. Dinamiche evolutive in uno scenario di cambiamento climatico**

Roberta Proietti

**Parole chiave:** *Abies alba*; paesaggio forestale; cambiamento climatico; conservazione risorse genetiche

Nel corso degli ultimi mille anni la distribuzione e l'estensione delle popolazioni di *Abies alba* Mill. sulle Alpi e lungo l'Appennino sono state fortemente influenzate dalle attività antropiche. L'abete bianco, albero simbolo di meditazione e sapienza, è stato coltivato da monaci ed eremiti intorno a monasteri ed eremi, a difesa della vita spirituale e come risorsa economica.

Tra l'XI e il XIX secolo alcuni ordini monastici hanno diffuso e conservato questa specie lungo l'Appennino, codificando tecniche di coltivazione e gestione selvicolturale. I monaci hanno percepito la foresta di abete bianco come una infrastruttura verde multifunzionale, dove trovare rifugio, ispirazione, risorse naturali. Nel cuore della foresta hanno edificato abbazie e santuari, che continuano ad accogliere la comunità religiosa e quella laica. Le abetine sono diventate un paesaggio spirituale e culturale.



Quello tra monaci e bosco è stato un rapporto armonioso tra ambiente, attività produttive e bisogni sociali. Essi hanno sviluppato un forte senso di appartenenza alla foresta, dandole nuova identità. Questi due processi hanno trasformato l'ambiente producendo paesaggio. L'uomo è diventato un elemento dell'ecosistema, creando un nuovo equilibrio ecologico e un paesaggio tuttora riconoscibile. *A. alba* venne coltivato su superfici molto estese, vennero realizzate infrastrutture, una filiera a carattere "industriale", nella quale vennero coinvolte le popolazioni locali. La simbiosi tra monaci e bosco ha assunto valore storico, culturale, sociale. Camaldolesi, Vallombrosani, Certosini, Francescani hanno lasciato tracce visibili nelle tradizioni, negli usi locali e nel paesaggio, contribuendo a definirne il *genius loci*.

Dopo quasi 10 secoli di coltivazione intensiva, dalla seconda metà del secolo scorso l'abete bianco e gli ecosistemi a cui partecipa in Appennino stanno subendo un lento ma inesorabile processo di erosione, a causa delle tecniche selvicolturali e dei cambiamenti globali in atto. Di conseguenza, le popolazioni residue di *A. alba* sono piccole, isolate, ormai marginali rispetto al core dell'areale naturale di distribuzione.

Poiché la nostra Penisola è stata un'area rifugio dove la specie è sopravvissuta alle ultime glaciazioni e dalla quale è migrata per ri-colonizzare l'attuale areale naturale, le popolazioni italiane rappresentano una riserva di diversità biologica. Conservano parte della variabilità accumulatasi nei rifugi glaciali e hanno maggiore variabilità genetica, una caratteristica considerata necessaria per l'adattamento ai cambiamenti di natura biotica e/o abiotica previsti in uno scenario di global change.

L'impatto crescente del fattore antropico su quello naturale, la diminuzione degli usi del suolo e la riconquista del bosco di aree montane e collinari abbandonate stanno favorendo la semplificazione degli ecosistemi e la riduzione della complessità del mosaico paesaggistico, riducendo la diversità del paesaggio considerato "un mosaico di ecosistemi e di usi del suolo che si ripete secondo una configurazione spaziale riconoscibile su un'area più o meno estesa" (Forman e Godron, 1986). Inoltre, modelli previsionali indicano un innalzamento progressivo delle isoterme, che cambierà gli areali di distribuzione di alcune specie e la ciclicità degli eventi stagionali (come dimostra il monitoraggio dei caratteri adattativi), che metterà a rischio di estinzione alcune popolazioni forestali, se non saranno in grado di migrare rapidamente verso nord, o a quote più elevate.

Se consideriamo la (bio)-diversità come un patrimonio di differenze, identità e cultura, la conservazione e la gestione della diversità biologica assume anche valore etico e sociale. La diversità a livello di ecosistema determina la varietà di ambienti, quindi di paesaggi. Di conseguenza, assistere/aiutare le specie a sopravvivere nell'areale naturale o in aree con clima a loro favorevole diventa materia di studio sia di botanici ed ecologi, che di paesaggisti. Approfondire la conoscenza dei meccanismi che favoriscono l'adattamento consente di capire come potrebbe variare la distribuzione futura delle specie e aiuta ad orientare la gestione e la conservazione in situ ed ex situ delle risorse genetiche, migliorando contemporaneamente la resilienza ad eventi atmosferici estremi degli alberi forestali e del paesaggio. Queste azioni sono in linea con la metodologia suggerita dalla Convenzione Europea del Paesaggio che, in parti del territorio soggette a condizioni di perdita delle caratteristiche ecosistemiche di partenza, consente l'attuazione di progetti di approccio diverso, che dovrebbero favorire il mantenimento delle funzioni comuni e multisettoriali del paesaggio (ecologiche e naturalistiche, ricreative ed economiche).

Partendo da queste considerazioni, viene analizzato il rapporto tra salvaguardia, gestione, conservazione del paesaggio (secondo le direttive della Convenzione Europea del Paesaggio) e conservazione in situ ed ex situ delle risorse genetiche forestali con i seguenti obiettivi: i) stimare quale potrebbe essere il livello di resilienza dell'"ecosistema abete bianco" nei prossimi anni; ii) ipotizzare i possibili cambiamenti a scala di paesaggio, se esso potrà sopravvivere solo a quote più elevate; iii) individuare quali interventi potrebbero essere attuati per mitigare gli effetti del clima e favorire la conservazione di un ecosistema e di un paesaggio che rappresentano il risultato di una lunga e profonda sinergia tra uomo e natura.

### ***The forest landscape of Abies alba in Italy. Evolutionary dynamics in a climate change scenario***

**Keywords:** *Abies alba*; forest landscape; climate change; genetic resources conservation

Over the last thousand years, in the Alps and Apennines the distribution and extension of *Abies alba* Mill. populations have been strongly influenced by human activities. Silver fir, a tree symbol of meditation and wisdom, has been cultivated by monks around monasteries, to defend spiritual life and as economic resource.



Between the XI and XII centuries, some monastic orders, favored the spreading and conservation of silver fir, also codifying cultivation and silvicultural management techniques. Monks felt the white fir forest as a multifunctional green infrastructure, within which to find protection, inspiration, natural resources. They built abbeys on the forest, that continue to host religious and secular communities. The silver fir forests have become a spiritual and cultural landscape.

The relationship between monks and forests was a harmonious relationship between environment, productive activities and social needs. They developed a strong sense of belonging to the forest, giving it a new identity. These two processes transformed the environment, producing landscape. Man has become an element of the ecosystem, creating a new ecological balance and a still recognizable landscape. Silver fir was cultivated over a very large area, creating infrastructures and an "Industrial" chain, also involving the local populations. The symbiosis between monks and forests has thus assumed historical, cultural and social value. Camaldolesi, Vallombrosani, Carthusian, Franciscan monks left visible traces in traditions and landscape, helping to define its *genius loci*.

After almost 10 centuries of great attention and intensive cultivation, from the second half of the last century along the Apennines silver fir is undergoing a slow erosion process, due to silvicultural techniques and also global changes taking place. The residual *A. alba* populations are smaller, isolated, sometimes marginal compared to the core of the natural range.

Since our Peninsula has been a refuge area, where the species survived during the last glaciations and from which it migrated to re-colonize the current natural range, Italian populations represent a reserve of biological diversity and have greater genetic diversity. For this reason represent a reserve of biological diversity, a characteristic necessary for adaptation to environmental biotic and / or abiotic disturbances, foreseen in a scenario of global change.

The rising impact of anthropic factor on the natural one, the decrease in land use and the reconquered of mountain and hillside abandoned areas by forests favored the simplification of ecosystems and reduced the complexity of the landscape mosaic, decreasing the landscape diversity, considered as "a mosaic of ecosystems and land uses, that repeats according to a recognizable spatial configuration on a more or less extensive area"(Forman and Godron, 1986). In addition, forecasting models indicate a progressive increase of the isotherms, which will change the distribution ranges of some species and the cyclicity of seasonal events (as demonstrated by the monitoring of adaptive traits), which will put at risk of extinction some forest populations, if they will not be able to migrate to the north, or to higher altitudes.

If we consider the (bio) -diversity as a heritage of differences, identity and culture, the conservation and management of biological diversity has not only scientific value, but also takes ethical and social values. Diversity, at the ecosystem level, determines the variety of environments and therefore of landscapes. For this reason, assisting/helping species to survive in their natural range or in areas with more favorable climate, is not only a study matter for botanists and ecologists, but also for landscape designers.

Deepening the knowledge of adaptation mechanisms allows to understand how the species distribution could change in the next years and helps to address the management and in situ and ex situ conservation of genetic resources, improving at the same time the resilience of forest tree populations and landscape to extreme events. These actions agree with the methodology suggested by the European Landscape Convention which, in territories subject to loss of original ecosystem, allows the implementation of projects with different approach, that should favor the maintenance of common and multi-sectoral functions of landscape (ecological and naturalistic, recreational and economic).

Starting from these considerations, is examined the relationship between preservation, management and conservation of the landscape (according to the guidelines of the European Landscape Convention) and in situ and ex situ conservation of forest genetic resources, with following aims: i) to assess what could be the resilience level of the "silver fir ecosystem" in the coming years; ii) to suppose what could be the changes at landscape scale if it will be able to survive only at the higher altitudes, where it will find the most suitable environmental conditions (temperature and humidity); iii) to detect which silvicultural activities could be done to mitigate the effects of the climate and to favor the conservation of an ecosystem and a landscape that are result of a long and deep synergy between man and nature.

\*\*\*





#### **S. 4.15 La quercia da sughero nelle province occidentali della Sicilia: aspetti distributivi, ecologici e paesaggistici**

Francesco Maria Raimondo

**Parole chiave:** *Quercus suber*; paesaggio forestale; ecologia; biodiversità; boschi; Sicilia; Agrigento; Trapani.

Sulla base di piante isolate e di relitti di foresta accertati nei territori delle province siciliane, rispettivamente di Trapani ed Agrigento, l'autore ricostruisce l'antica distribuzione nella Sicilia occidentale della quercia da sughero. Essa interesserebbe particolarmente il sistema piano-collinare che dalla costa tirrenica, in discontinuità, si spinge fino a quella meridionale, interessando vaste superfici caratterizzate da suoli rossi mediterranei a marcata tessitura sabbioso-argillosa, evolutisi sia su matrice silicea che calcarea. Componenti floristiche residuali di tipo mediterraneo e mediterraneo-atlantico, come *Chamaerops humilis* L. e *Asparagus pastorianus* Webb, in alcuni nuclei ben conservati e strutturati anche dal punto di vista fitocenotico, documentano affinità biogeografiche e fitosociologiche con i sughereti del nord Africa e della Sicilia meridionale orientale riferiti al sintaxon Stipo bromoidis-Quercetum suberis Berbagallo 1983, associazione termo-xerofila dell'Erico-Quercion ilicis S. Brullo 1977 localizzata sugli stessi depositi sabbiosi pleistocenici che ricorrono anche nei territori di Caltagirone (Catania), Niscemi e Mazzarino (Caltanissetta). Esse offrono le basi per un diverso inquadramento fitosociologico nell'ambito della medesima sopraricitata alleanza.

Data la minaccia incombente sui relitti forestali in esame e in considerazione del loro elevato interesse storico, genetico e paesaggistico, si ritiene opportuno sollecitare su di essi un maggiore controllo da parte delle autorità forestali regionali e richiedere l'apposizione del vincolo paesaggistico sia alle singole piante, sia ai nuclei e, soprattutto, ai resti di sughereto ricadenti nei territori delle due più occidentali province siciliane, sensibilizzando al riguardo e supportandole scientificamente, le competenti Soprintendenze per i Beni culturali e ambientali.

\*\*\*

#### **S. 4.16 Nuovi paesaggi nella selvicoltura urbana: esperienze dall'area metropolitana di Milano (Italia)**

Giovanni Sanesi

**Parole chiave:** infrastruttura verde; foreste urbane; nuovi paesaggi

Nelle città del terzo millennio, le foreste urbane stanno acquisendo un ruolo sempre più importante in termini di fornitura di servizi ecosistemici, contrastando gli impatti dei cambiamenti globali e migliorando la qualità della vita. Data la progressiva limitazione delle risorse finanziarie pubbliche, la creazione e la gestione delle foreste urbane sta diventando sempre più difficile da raggiungere. Per questi motivi, è imperativo fare riferimento a strumenti, processi e soluzioni innovative che prendono in considerazione i diversi attori che operano nell'infrastruttura verde. L'area metropolitana di Milano è un'interessante area di indagine in cui si possono trovare diverse soluzioni per la costruzione e la gestione delle foreste urbane. È evidente come impiegando vari metodi i cittadini possono contribuire positivamente a rendere le aree urbane non solo più verdi, ma anche culturalmente più strutturate. In molti casi ci sono anche paesaggi meno formali di minor valore estetico, ma efficaci nel fornire servizi ecosistemici e in grado di garantire un maggiore senso di identità e coesione sociale. La presentazione esamina una serie di esperienze nell'area metropolitana di Milano negli ultimi trent'anni.

#### ***New landscapes in urban forestry: experiences from the Metropolitan area of Milan (Italy)***

**Keywords:** green infrastructure; urban forests; new landscapes.

In cities of the third millennium, urban forests are acquiring an increasingly important role in terms of ecosystem services provision, countering global change impacts and improving quality of life. Given the progressive limitation of public financial resources, the establishment and management of urban forests are becoming increasingly difficult to achieve. For these reasons, it is imperative to refer to innovative tools,



processes and solutions that take into consideration the different actors operating in green infrastructure settings. The Metropolitan area of Milan is an interesting area of investigation where different solutions for the construction and management of urban forests can be found. It has become evident how by employing various methods citizens can positively contribute to making urban areas not only greener but also more culturally structured. In many cases there are also less formal landscapes of minor aesthetic value. Yet, those that are more effective in providing ecosystem services are able to guarantee a greater sense of identity and social cohesion. The presentation examines a number of experiences in Milan's metropolitan area from the past three decades.





## Sessione 5 - Boschi urbani e periurbani e utilità ecosistemiche

### Session 5 - Urban and periurban forests and ecosystem services

#### S. 5.01 Selvicoltura e biodiversità: un caso concreto di approccio integrato nei boschi demaniali del SIC "Greto dello Scrivia"

Giorgio Cacciabue, Barbara Deamicis, Fabrizio Masarin

**Parole chiave:** selvicoltura; biodiversità; boschi demaniali ripari.

Il Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2014-2020 ha individuato nella misura 8 tutti gli interventi riguardanti gli "investimenti nello sviluppo delle aree forestali e nel miglioramento della redditività delle foreste". La misura 8.5.1 del Piano di Sviluppo Rurale 2014-2020, avente come oggetto il "Sostegno agli investimenti destinati ad accrescere la resilienza ed il pregio ambientale degli ecosistemi forestali" concorre a perseguire obiettivi di livello nazionale e locale quali la diversificazione strutturale e specifica dei popolamenti forestali, ad effettuare la riqualificazione ed il miglioramento di ecosistemi boschivi e di ecosistemi collegati e per valorizzare le superfici forestali in termini di pubblica utilità a fini ricreativi, turistici, didattici e culturali.

In questo contesto si inquadra il progetto predisposto ed in corso di attuazione a cura del Settore Tecnico Regionale di Alessandria e Asti dal titolo: *Miglioramento ecologico e di valorizzazione della fruizione dei boschi ripariali del "Parco Scrivia" in Comune di Tortona (AL)*.

Si tratta di un intervento realizzato in amministrazione diretta dalla Regione Piemonte attraverso gli operatori forestali da questa dipendenti in una parte dell'area demaniale appartenente al demanio idrico data in concessione al Comune di Tortona lungo il torrente Scrivia, in provincia di Alessandria, con l'obiettivo della rinaturalizzazione di tutta la fascia fluviale che si estende lungo la sponda destra e la sponda sinistra all'interno del territorio comunale. Della superficie totale in concessione, pari a 120 ettari, vi è una porzione accorpata vicino alla zona artigianale CO.IN.ART. a sud dell'abitato di Tortona denominata "Parco Scrivia", molto frequentata dagli abitanti per passeggiare, correre o, semplicemente, come punto di ritrovo di aggregazione all'aria aperta che assume la caratteristica di bosco periurbano. Il Parco Scrivia è inserito all'interno del SIC-ZPS IT1180004 – "Greto dello Scrivia" che si estende lungo il torrente Scrivia a partire dal comune di Cassano Spinola fino al comune di Tortona in corrispondenza del ponte della strada statale di ingresso alla città; l'Ente Gestore dell'area protetta è la Provincia di Alessandria.

L'intervento, che interessa circa 22 ettari ed è in corso di realizzazione da parte della Regione Piemonte con le squadre di operai forestali, ha l'obiettivo di ottenere un bosco più stabile dal punto di vista ecologico aumentandone, nel contempo, la fruizione ed attrazione, realizzando nuove aree attrezzate, migliorando la viabilità ciclopedonale esistente e, in generale, favorendo l'usufruzione in accordo con l'Ente Gestore, anche attraverso momenti di educazione ambientale da sviluppare con le scuole.

L'obiettivo principale dell'intervento è il miglioramento generale della stabilità ecologica dell'intero popolamento attraverso operazioni di miglioramento forestale e di lotta alle specie arboree alloctone infestanti (ailanto e acero negundo), oltre che della sua diversificazione strutturale e biodiversità mediante l'introduzione di specie arbustive ed arboree autoctone ed attraverso il mantenimento delle radure e la creazione di prati fioriti e di colture a perdere per alimentazione della fauna. Tali interventi costituiscono la parte preponderante del progetto (76%).

Inoltre sono previsti i seguenti interventi per la "valorizzazione delle superfici forestali in termini di pubblica utilità a fini ricreativi, turistici, didattici e culturali": realizzazione di 3 aree attrezzate con tavolini, panchine e bacheca a scopo didattico, recupero delle 2 lanche esistenti con creazione di sentiero e staccionata perimetrale.

Il popolamento forestale dominante è il "pioppeto di pioppo nero" appartenente, per lo più, al tipo forestale SP30X in cui si distinguono i sottotipi SP30C (var. con latifoglie miste, in particolare robinia) e SP30A (var. con



pioppo bianco). Tale tipo forestale, omogeneo ed equamente distribuito, occupa una superficie di 14,56 Ha. Specie riscontrate: pioppo nero, pioppo bianco, salice bianco, ontano nero, robinia, noce comune, gelso, olmo campestre, melo selvatico, acero campestre, ciliegio selvatico, platano. Localizzati vi sono anche aree a robinieto e piccoli lembi di alneti di ontano nero AN10X, in mescolanza con pioppo bianco e salice bianco.

L'intervento selvicolturale tecnicamente si configura come un taglio di miglioramento, tramite il diradamento dei pioppi esistenti per favorire l'ingresso naturale di altre latifoglie più nobili, tipiche del quercocarpinetto di pianura e la piantumazione di alberi autoctoni forniti dai vivai regionali. Nella porzione di robinieto le operazioni tendono ad una diversificazione strutturale del popolamento mediante il taglio delle robinie morte e sottomesse ed il rilascio delle altre specie presenti per favorire anche il "contenimento" selvicolturale della robinia, tenuto conto che si è anche all'interno di un'area SIC-ZPS.

Gli interventi di miglioramento boschivo sono accompagnati da interventi volti al mantenimento, miglioramento e ricostituzione delle facies erbacee per la conservazione delle praterie basali a *Bromus erectus*. Il presente contributo intende presentare l'esperienza ed i risultati del progetto, in corso di attuazione, che si ritiene possa costituire un esempio di buona pratica di collaborazione integrata tra Enti nella gestione di una delicata e significativa area di conservazione della biodiversità piemontese.

\*\*\*

### **S. 5.02 Environmental pollution is recorded in trees: dendrochemistry in urban forestry**

Claudia Coccozza, Roberto Tognetti, Olivier Bachmann, Paolo Cherubini

**Keywords:** urban forestry; environmental pollution; trace elements; tree rings; dendrochemistry.

Air pollution is one of the most important problems related to industrialisation and is of major concern to societies for its effects on the environment and human health. Monitoring atmospheric pollution in industrial areas and urban contexts is essential to infer past levels of contamination and to evaluate the impact for ecosystem health and environmental safety. However, the first stations measuring air pollutants were installed during the 1980s, and data currently available in most regions cover at best the past 30 years. We hypothesize that the chemical composition of tree-ring wood can be used for monitoring spatial and temporal variability of air pollutants and fine particles, to extend air quality data back in time. Tree rings can be used as indicators of the environmental (not only climatic) conditions in which trees have been growing, e.g., to reconstruct the impact of air pollution, because their chemical and physical characteristics depend on the environmental conditions in which they grew. The concentration of chemical elements in tree rings has been studied using a combination of dendrochronological and chemical methods, i.e., dendrochemistry, for example, for tracing changes in nutrient availability in declining forests. However, uncertainty surrounds the use of dendrochemistry to monitor air pollution impacts and its temporal resolution scale. Trace elements can be deposited onto plant surfaces (e.g., stem, bark), absorbed from the atmosphere by foliage and up-taken from the soil by the roots (and accumulated in the xylem). Trees play also an important role for the improvement of environmental quality in urban areas. The improvement of microclimate, runoff mitigation, carbon storage and sequestration, noise reduction, air purification through removal and fixation of pollutants in leaves, stems, and roots are ecosystem services provided by urban forests. Yet, physiological processes must be taken into account. Indeed, the translocation of trace elements depends on tree species and chemical element: cation exchange processes may occur within the xylem sap, fluctuations in element concentration can occur from one annual ring to the next. In this study, we considered urban environments with different pollution levels and sources, exposure intervals, and industrial process intensities. Tree-ring chemical content was analyzed through laser ablation ICP-MS. The study of tree cores sampled in three industrial urban areas, Venafro (*Quercus pubescens*, Italy), Terni (*Q. pubescens*, Italy), and Chippis (*Pinus sylvestris*, Switzerland) revealed the potential of tree rings as sensitive indicators of changes in anthropized ecosystems, detecting specific signals of the considered pollutants to reconstruct past environmental conditions in urban and peri-urban areas. Biomonitoring of environmental pollution with trees and phytoremediation technologies may assist urban managers in





selecting, planning and managing urban forests for target ecosystem services, whilst minimizing any associated disservices, in order to boost the value of green infrastructure in urban ecosystems. Indeed, species-specific properties (e.g., tolerance and/or bioindication capacity for specific contaminants) can help planners create an effective monitoring net in strategic urban or peri-urban areas or to detect single contaminants in space and time.

\*\*\*

### **S. 5.03 Rimozione di gas a effetto serra e inquinanti nelle foreste mediterranee periurbane: primi risultati ottenuti grazie all'utilizzo del modello AIRTREE - Aggregated Interpretation of the Energy balance and water dynamics for Ecosystem services assessment**

Silvano Fares; Alessandro Alivernini

**Parole chiave:** sequestro del carbonio; ozono; composti organici volatili; modello web-Gis.

La capacità di sequestrare i gas serra e le sostanze inquinanti dall'atmosfera è uno dei servizi ecosistemici che le piante forniscono ai cittadini nelle aree urbane mediterranee densamente popolate. Tuttavia, le complesse interazioni tra le piante e l'atmosfera in queste regioni sono ancora poco conosciute. Al fine di esplorare la capacità delle piante di sequestrare carbonio, ozono e particolato, abbiamo elaborato un modello multistrato e dinamico composto da sei diversi moduli:

- (i) un componente idrologica per prevedere la dinamica dell'acqua del suolo in risposta alle precipitazioni, proprietà strutturali e idrauliche del suolo e evapotraspirazione;
- (ii) un modello di chioma per determinare la temperatura fogliare e il flusso radiativo a diversi livelli dal suolo ifno sopra la canopy;
- (iii) Un modello di deposizione degli inquinanti;
- (iv) Un modello di fotosintesi per stimare la fotosintesi netta e la conduttanza stomatica;
- (v) Un modulo di emissione di composti organici volatili (VOC);
- (vi) Un modello di calcolo del bilancio del carbonio basato su relazioni allometriche specie-specifiche.

Abbiamo validato il modello con i flussi di energia, acqua e gas misurati utilizzando la tecnica Eddy Covariance presso una foresta di leccio mediterraneo situata all'interno della tenuta presidenziale di Castelporziano, una foresta periurbana vicino alla costa tirrenica, a 20 km da Roma. I risultati mostrano un buon accordo tra flussi modellati e misurati, evidenziando la potenziale applicazione del modello a una gamma più ampia di ecosistemi forestali, grazie anche a un'interfaccia web-Gis di facile e libero accesso.

#### ***Removal of greenhouse gases and pollutants in periurban Mediterranean forests described by the Aggregated Interpretation of the Energy balance and water dynamics for Ecosystem services assessment (AIRTREE) model***

**Keywords:** carbon sequestration; ozone sequestration; Volatile Organic Compounds; web-Gis model.

The capacity to sequester greenhouse gases and pollutants from the atmosphere is one of the ecosystem services which plants provide to citizens in densely populated Mediterranean urban areas. However, the complex interactions between plants and the atmosphere in these regions are still poorly understood. In order to explore the capacity of plants to sequester carbon dioxide, ozone, and particles from the atmosphere, we elaborated a multi-layer and dynamic model composed of six different modules:

- (i) a hydrological component to predict soil water dynamics in response to precipitation, soil textural and hydraulic properties, and evapotranspiration;
- (ii) a canopy model to determine leaf temperature and the radiative flux at different levels from above to the bottom of the canopy;
- (iii) A deposition model based on calculation of different resistances to gas diffusion as a function of atmospheric resistance, leaf boundary layer resistance, and canopy resistances;
- (iv) A photosynthesis model to estimate net photosynthesis and stomatal conductance;



- (v) A Volatile Organic Compounds (VOC) canopy emission module;
- (vi) Carbon balance computation model based on species-specific allometric relationships to calculate above-ground and below-ground biomass.

We validated the model with fluxes of energy, water and trace gases measured using the Eddy Covariance technique in a Mediterranean Holm oak forest located in Castelporziano presidential Estate, a peri-urban forest near the coast of Tyrrhenian sea, 20 km from Rome, Italy. Results show a good agreement between modelled and measured fluxes, highlighting potential application of the model to a broader range of forest ecosystems also thanks to a user-friendly and open access web-Gis interface.

\*\*\*

#### **S. 5.04 Potenziale applicazione nel campo del fitorimedio di cloni di pioppo e salice per il recupero di suoli contaminati da minerali pesanti in aree urbane e periurbane**

Luana Giordano, Achille Giorcelli, Pier Mario Chiarabaglio, Guglielmo Lione, Paolo Gonthier, Maria Lodovica Gullino

**Parole chiave:** metalli pesanti; fitorimedio; pioppo; salice; aree urbane e periurbane.

I suoli delle aree urbane e periurbane svolgono molteplici funzioni dal punto di vista ambientale, sociale ed economico. Tali funzioni sono seriamente minacciate dal crescente inquinamento da metalli pesanti, i cui effetti negativi mettono a rischio la salute di piante e animali, ma soprattutto dell'uomo. La bonifica di vaste porzioni di territorio dai metalli pesanti è rallentata dai costi elevatissimi delle tecnologie convenzionali, per lo più di tipo chimico e fisico, che peraltro sono invasive inducendo alterazioni irreversibili delle proprietà del suolo e della microflora. Pertanto, sta crescendo l'interesse nei confronti dello sviluppo e della messa a punto di strategie innovative, ecosostenibili e a basso impatto ambientale per preservare, migliorare e ripristinare la struttura e la funzionalità dei suoli urbani e periurbani contaminati. Tra queste, il fitorimedio (phytoremediation), che nella sua accezione più generale comprende diverse strategie basate sull'impiego di piante per estrarre/adsorbire, degradare o sequestrare un'ampia gamma di contaminanti, è senza dubbio una delle più promettenti. Storicamente gli studi condotti in tale ambito hanno riguardato quasi esclusivamente l'impiego di piante erbacee iperaccumulatrici. L'uso di piante arboree per la bonifica di suoli contaminati (dendroremediation) è più recente. Infatti, se da un lato è nota la scarsa tolleranza delle piante arboree nei confronti di elevate concentrazioni di metalli pesanti, dall'altro gli organi legnosi potrebbero accumulare efficacemente tali contaminanti nel lungo periodo. In tale contesto, alcune specie di pioppo (*Populus* spp.) e di salice (*Salix* spp.) sono state proposte quali potenziali candidati per l'impiego nel fitorimedio grazie all'elevata capacità di accumulare non solo i metalli pesanti ma anche numerosi altri composti organici tossici, nonché per la rapidità di accrescimento e di produrre elevate quantità di biomassa. Obiettivo di questo studio è stato saggiare il comportamento di 11 cloni di pioppo e 8 cloni di salice allevati in coltura idroponica in presenza di alcuni dei principali metalli pesanti valutando il grado di tolleranza, il potenziale fitoestrattivo e le modalità di accumulo e distribuzione dei metalli stessi nei diversi tessuti vegetali. A tale scopo, talee di pioppo e salice sono state dapprima allevate in serra in vasi di plastica contenenti agriperlite per circa 2 mesi e successivamente trasferite in coltura idroponica secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. Le talee di ciascun clone sono state suddivise in 4 gruppi omogenei e ciascun gruppo è stato trattato per due mesi con una soluzione 50  $\mu$ M di uno dei seguenti sali di metalli pesanti: solfato di cadmio ( $\text{CdSO}_4$ ), nitrato di piombo ( $\text{PbN}_2\text{O}_6$ ), solfato di rame pentaidrato  $[(\text{CuSO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$  e solfato di zinco eptaidrato  $[(\text{ZnSO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ . Per ciascun trattamento sono state allestite 4 repliche e talee non trattate sono state incluse nell'esperimento in qualità di controlli di riferimento. All'inizio e alla fine della prova sono stati condotti rilievi per la quantificazione dei principali parametri associati alla produzione di biomassa (diametro e altezza dei fusti, numero di foglie, contenuto in clorofilla, ecc.). I sintomi di fitotossicità sono stati valutati confrontando le piante trattate con quelle non trattate nel corso della prova sperimentale. Al termine della prova sperimentale, le foglie, i fusti e le radici sono state raccolte separatamente, per quantificare l'accumulo e la distribuzione dei metalli pesanti mediante analisi chimiche. Infine, i cloni di pioppo e salice sono stati raggruppati mediante analisi cluster sulla base di criteri di natura produttiva (produzione di biomassa) e



fisiopatologica (sintomi di fitotossicità e resistenza a patogeni ed insetti), nonché sulla base del potenziale fitoestrattivo e della modalità di accumulo e distribuzione dei metalli stessi nei diversi tessuti vegetali.

I risultati hanno evidenziato che i cloni di pioppo e di salice hanno un comportamento piuttosto variabile sia in termini di potenziale fitoestrattivo che di modalità di accumulo e distribuzione nei diversi tessuti vegetali in relazione al metallo pesante. In generale, lo zinco è stato il metallo più adsorbito, mentre cadmio, piombo e rame sono stati adsorbiti a concentrazioni significativamente più basse. Sebbene alcuni metalli pesanti siano stati più efficientemente sequestrati dalle foglie che dagli organi legnosi, alcuni cloni di pioppo e salice hanno mostrato ottime capacità di adsorbimento a livello dei fusti. Nel complesso, i diversi metalli pesanti non hanno determinato effetti fitotossici sostanziali.

Questo studio ha permesso di individuare potenziali candidati per il recupero di suoli contaminati, con particolare attenzione ai cloni capaci di allocare i metalli pesanti nei tessuti legnosi piuttosto che nelle foglie. Ulteriori studi saranno necessari per valutare non solo gli effetti di concentrazioni crescenti di metalli pesanti, ma anche il comportamento degli stessi cloni in condizioni di campo. Questi potrebbero supportare i processi decisionali per la gestione sostenibile degli ecosistemi urbani e periurbani nel breve e nel lungo periodo. In futuro, le aree bonificate potrebbero fornire servizi ecosistemici utili alla comunità.

### ***Perspectives of Phytoremediation with poplar and willow clones to restore soils contaminated with different heavy metals in urban and periurban areas***

**Keywords:** heavy metals; phytoremediation; poplar; willow; urban and periurban area.

Soils in urban and periurban areas play a key multifunctional role under the environmental, social and economic perspectives. This role is seriously threatened by heavy metals pollution, whose detrimental effects endanger plants and animals, including humans. The design of effective, eco-friendly and sustainable strategies is pivotal to preserve, improve or restore the structure and the functioning of urban soils contaminated by heavy metals. Although different physical and chemical remediation approaches have been proposed to control heavy metal pollution, including soil excavation and land filling, their long-term sustainability poses some major concerns. Indeed, most of the above methods are expensive, time-consuming, technically challenging and can trigger irreversible alterations to soil properties and microflora. Hence, alternative strategies with low environmental impact have been sought to thwart heavy metal pollution, with emphasis on phytoremediation. In its broader acceptance, phytoremediation includes different strategies hinging on the use of plants to extract/absorb, degrade, or sequester contaminants such as heavy metals. Although a vast body of literature has mainly focused on herbaceous hyperaccumulating plants, the use of trees to clean up contaminated soils (dendroremediation) has been proposed in the last decades, based on the principle that ligneous organs might be more effective in the long-term retention of heavy metals. In this regard, fast-growing and high biomass-producing species, such as poplars (*Populus* spp.) and willows (*Salix* spp.), seem to represent promising candidates. Hence, this study was aimed at testing the response to some major heavy metal contaminants of 11 poplar and 8 willow clones by investigating their tolerance, phytoextraction potential and pattern of heavy metal accumulation between ligneous and green organs.

Homogeneous rooted stem cuttings were pre-cultivated in plastic pots filled with perlite under greenhouse conditions for 2 months and subsequently transferred in hydroponic systems with a randomized block design. Cuttings of each clone were split into four homogeneous groups, each one treated in hydroponics with 50  $\mu\text{M}$  of one of the following salts of heavy metals: cadmium sulphate ( $\text{CdSO}_4$ ), lead nitrate ( $\text{PbN}_2\text{O}_6$ ), copper sulfate pentahydrate [ $(\text{CuSO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ] and zinc sulfate heptahydrate [ $(\text{ZnSO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ] for 2 months. Treatments were carried out in four replicates and untreated control cuttings were included as baseline reference. Variables related to biomass production (stem diameter and height, number of leaves, chlorophyll content, etc.) were measured both at the beginning and at the end of the experiment. Phytotoxicity symptoms were also assessed and compared between treated and untreated plants. At the end of the trial, treated and untreated plants were harvested, and leaves, stem and roots were separated and their heavy metal accumulation was quantified with chemical analyses. Poplar and willow clones were ranked and clustered based on productive and pathological variables, encompassing biomass-production, phytotoxicity symptoms, pathogens and pests resistance as well as phytoextraction potential and the accumulation of heavy metals in different tissues.



Results showed that poplar and willow clones displayed highly variable phytoextraction efficiency and accumulation patterns depending on the heavy metal. While zinc was in general the most accumulated metal, cadmium, copper and lead were absorbed with lower concentrations. Although some heavy metals tended to be more efficiently sequestered by leaves than by ligneous organs, some poplar and willow clones achieved good performances in the absorption at stem level. On the whole, most of the treated poplar and willow clones did not show substantial phytotoxic effects compared to untreated plants.

A first screening of the best scoring clones resulted in the selection of potential candidates for the restoration of soils contaminated with heavy metals, with special emphasis on clones with high accumulation of heavy metals in the harvestable woody tissues. Further studies will be necessary to test the effects of increasing levels of contaminations by single or multiple heavy metals as well as to assess the performance of clones in the field. In the next future, dendroremediation might provide an effective strategy to requalify urban and periurban areas, hence boosting their role as providers of key ecosystem services.

\*\*\*

### S. 5.05 Biodiversità comparata tra boschi di robinia e boschi di specie autoctone: tre città europee a confronto

Simone Iacopino, Tommaso Sitzia Sitzia, Sabina Burrascano, Laura Celesti-Grapow, Giovanni Trentanovia

**Parole chiave:** *Robinia pseudoacacia*; specie esotiche invasive; biodiversità; boschi urbani.

La domanda di servizi che viene rivolta agli ecosistemi urbani è in continua crescita di pari passo con l'aumento della popolazione che vive nelle città. Tra gli ecosistemi urbani, i boschi sono tra quelli che maggiormente contribuiscono all'erogazione di servizi. Stoccaggio di carbonio, ricreazione, protezione del suolo, regimazione delle acque, mitigazione degli estremi termici e igrometrici, rifugio per le specie animali e vegetali sono alcuni degli esempi di servizi che il bosco può erogare. La biodiversità vegetale dei boschi urbani, elemento strutturale che li rende ecosistemi complessi e permanenti, è caratterizzata dalla presenza costante e dall'abbondanza di specie esotiche, alcune delle quali invasive. La diffusione di specie esotiche invasive condiziona l'intensità con la quale i servizi ecosistemi sono erogati dal bosco, determinandone l'incremento o la riduzione, con importanti conseguenze sulla multifunzionalità del bosco. Da ciò emerge l'importanza di studiare gli effetti derivanti dalla presenza di specie esotiche con il fine di comprendere la vocazione dei boschi urbani. Tra le specie arboree esotiche, la robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) è tra le più diffuse nel continente europeo, di provenienza nordamericana, azotofissatrice, pioniera e a rapido accrescimento. L'espansione di questa specie è stata favorita, dai suoi pregi. La robinia è specie mellifera, con buon potere calorifico, capacità pollonifera e rapido accrescimento. Possiede doti di rusticità e pionierismo, che ne favoriscono la colonizzazione di estese superfici sulle quali l'uso antropico è cessato, anche temporaneamente, facendone una specie estremamente diffusa nel paesaggio italiano ed europeo. Anche l'ambiente urbano è stato caratterizzato da una forte espansione di questa specie. L'abbandono di aree industriali e di lotti che hanno perso la loro destinazione d'uso o dove questa non si realizza in tempi brevi ha portato al frequente insediamento di questa specie, spesso a scapito di specie pioniere locali. Diversi habitat forestali e prativi sono minacciati dalla sua espansione e dalla capacità di costituire boschi monospecifici che può alterare drasticamente la comunità vegetale portando ad una omogeneizzazione della stessa. La letteratura scientifica riporta risultati contrastanti o non congruenti riguardo agli effetti sulla biodiversità della dominanza della robinia nella copertura arborea. Sono anche stati dimostrati effetti sulla frequenza di tratti funzionali, tali da modificare, su ampie superfici, gli aspetti stagionali delle comunità erbacee del sottobosco boschivo. Ricerche a scala di popolamento e di paesaggio sono perciò necessarie per meglio comprendere come questi effetti possono essere modulati ed influenzati dai gradienti climatici e dai caratteri dei tipi di habitat. Questo contributo intende riportare i risultati di un confronto, a coppie, tra la struttura, il suolo superficiale e la biodiversità vegetale di boschi dominati da specie arboree autoctone con quelle di robinieti. Sono stati raccolti dati sulla ricchezza e composizione delle comunità vegetali, sulle dimensioni ed età delle piante arboree e sulle caratteristiche della flora microbica del suolo. Il confronto è stato svolto in tre città europee: Berlino, Padova e Roma. La ricerca ha permesso di osservare come la distribuzione dei robinieti e le differenze tra questi e i boschi dominati da specie arboree autoctone variano lungo un gradiente latitudinale e urbanistico.





## **Comparative biodiversity between locust and native species woodlands: three European cities compared**

**Keywords:** *Robinia pseudoacacia*; invasive alien species; biodiversity; urban woodlands.

The demand of services from urban ecosystems continues to increase with population growth in cities. Among urban ecosystems, woodlands are offering the most significant contribution to the provision of ecosystem services. Carbon storage, recreation, soil protection, water regulation, mitigation of temperature and flooding extreme events, habitat for plant and animal species are just some of the services provided by woodlands. The plant biodiversity of the urban woodlands is a structural element that makes them complex and permanent ecosystems. Plant biodiversity of these woodlands is characterized by the constant presence and the abundance of exotic species, some of them invasive. The spread of invasive alien species affects the intensity of ecosystem services provision produced by woodlands causing either an increase or a decrease, thus influencing the woodlands multifunctionality. Therefore, studies are needed which assess the effects of alien species in woodlands to understand their suitability to provide ecosystem services. Among alien trees, black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is one of the most widespread in Europe. This tree is native to north America, nitrogen-fixing, pioneer, fast growing and melliferous. The spread of this species has been favoured by its wide array of uses. Black locust is characterized by a pioneer attitude and wide ecological amplitude that has favoured its colonization of a wide range of abandoned, even temporarily, habitat types. Thanks to these attributes, black locust is currently a significant landmark of Italian and European landscapes. Black locust is also commonly occurring in urban environments. The abandonment of industrial areas and brownfields promoted black locust colonization, often outcompeting native pioneer trees. Several forest and grassland habitats are threatened by black locust. This tree can form pure stands able to affect plant forest communities thus leading to their homogenization. Several studies aiming at describing the effect of black locust canopy cover on plant forest biodiversity have led to contrasting or not coherent results.

Effects have been demonstrated on the frequency of occurrence of plant functional traits, which may modify, on large surfaces, the seasonal aspect of the understory plant community. Research at the stand and landscape level is needed to better understand how these effects can be modulated and influenced by climatic gradients and habitat type features. This contribution aims to report the results of comparison, in pairs, between stand structure, topsoil and plant biodiversity of woodlands dominated by native tree species with those dominated by black locust. Data on plant richness and community composition were collected together with the size and age of trees and on soil biota. The comparison was carried out in three European cities: Berlin, Padua and Rome. The research has permitted to observe how black locust woodland distribution and differences among invaded and not invaded by black locust woodlands change along urban and latitudinal gradients.

\*\*\*

### **S. 5.06 Impiego di dati satellitari e LiDAR per la stima dei servizi ecosistemici forniti dalle foreste urbane**

Raffaele Laforteza, Vincenzo Giannico, Giovanni Sanesi

**Parole chiave:** servizi ecosistemici in ambito urbano; foreste urbane; LiDAR, immagini satellitari ad alta risoluzione.

Negli ultimi anni la ricerca in ambito di selvicoltura urbana ha dimostrato l'importanza dei servizi ecosistemici forniti dagli spazi verdi e dalle alberature stradali specie in aree ad alta densità abitativa. Tuttavia, studi più recenti condotti a livello internazionale evidenziano la necessità di sintetizzare le diverse funzioni e servizi ecosistemici associati alle foreste urbane in un indicatore di facile utilizzo e comprensione alle diverse scale spaziali (es. distretto, aree urbana, area metropolitana) e temporali.

L'idea di base è quella di creare un binomio tra servizi ecosistemici e infrastrutture verdi in modo da rendere il processo di pianificazione del territorio il più possibile coerente e sostenibile a prescindere dalla scale di riferimento e intervento. Una componente fondamentale, spesso trascurata, di questo processo è l'integrazione di variabili di tipo ecologico-ambientale con altre più propriamente sociali connesse con la percezione dai parte dei cittadini dei servizi ecosistemici urbani. In tale contesto interdisciplinare, questo lavoro intende presentare un



indicatore per la stima spaziale dei servizi ecosistemici forniti dagli spazi verdi urbani attraverso l'integrazione di variabili biofisiche derivate da sensori satellitari ad alta risoluzione e LiDAR e variabili di tipo sociale raccolte mediante questionari costruiti ad hoc per valutare la percezione dei servizi ecosistemici da parte di quattro categorie distinte di stakeholder: Associazioni, Imprese nel campo edilizio, Pianificatori e decisori politici, Studenti e rappresentanti del mondo della ricerca. In particolare, nel lavoro si presentano i risultati di uno studio condotto nell'ambito del progetto europeo GREEN SURGE (FP7) con riferimento alla Città di Bari (parte urbane e periurbana). I risultati ottenuti forniscono evidenza di come sia possibile mettere in relazione aspetti di tipo sociale propriamente connessi con la percezione dei servizi ecosistemici con variabili indipendenti estratte da sensori di vario tipo in grado di stimare la biomassa epigea delle foreste urbane e il grado di copertura delle aree verdi rispetto a quelle edificate.

### ***Assessing the benefits of green spaces in urban areas through remote sensing and social data***

**Keywords:** urban ecosystem services; urban forest; LiDAR; high-resolution satellite images.

Although there is a large consensus about the multiple benefits provided by urban green spaces, few attempts have been made to condense these benefits into a single metric accounting for the extremely high spatial variability of land use types and green space features (e.g., canopy cover, vegetation structure, proximity to built-up areas) in compact urban systems.

In particular, there is a need to assess the ecosystem services (ESS) provided by green spaces not only at the neighborhood and household scales but also at larger scales, such as city- or regional-level, to pursue a more generalized and sustainable approach in green infrastructure planning and development. Such assessments should also entail the social dimension of the urban environment by considering the way people perceive the ESS supplied by green spaces. Accounting for citizens and their perceptions of ESS is a prerequisite for effectively understanding which types of green space are more needed in a compact urban system and where (financial) efforts for new green spaces should be allocated to benefit local communities as well as the wider urban population through green infrastructure.

Within this context, our paper aims to understand how the provision of ESS is spatially distributed within an urban system considering the structure and spatial arrangement of green spaces in relation to built-up areas and other infrastructures. For this purpose, we devised an approach to assess the ESS provided by urban green spaces through the integration of social data (i.e., people's perceptions of the multiple benefits of green spaces) with remotely sensed data, such as high-resolution satellite images and Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR) point-cloud. The overarching goal of this study is to develop a spatially explicit indicator derived from remote sensing, that can be used to predict the way people perceive the benefits (ESS) conveyed by green spaces across the entire urban landscape (i.e., a multi-scale indicator). We designed the metric using the city of Bari, Southern Italy, as a case example where urbanization and impervious surface area have been increasing significantly over the last few years. We believe our approach can inform planners and decision-makers on ESS supply and provide them with evidence of the local co-benefits of green spaces as well as of the spatial distribution of ESS within urban systems.

\*\*\*

### **S. 5.07 Servizi Ecosistemici di regolazione e boschi urbani e peri-urbani: uno studio condotto in 5 Città Metropolitane Italiane**

Fausto Manes, Carlo Blasi, Federica Marando, Alessandro Sebastiani, Giulia Capotorti, Lina Fusaro, Elisabetta Salvatori

**Parole chiave:** boschi urbani e peri-urbani; servizi ecosistemici di regolazione; soluzioni basate sulla natura; telerilevamento, aree urbane.

Attualmente oltre il 70% della popolazione europea risiede in aree urbane, e si stima che entro il 2050 tale percentuale aumenterà all'80% (Eurostat, 2018). Inoltre i processi di urbanizzazione procedono rapidamente (McPhearson et al., 2016), e il consumo di suolo a seguito del fenomeno della dispersione urbana ha contribuito a una maggiore frammentazione del territorio a scapito di aree agricole e naturali (ISPRA, 2017).



In particolare nell'area Mediterranea il fenomeno della dispersione urbana ha contribuito alla decentralizzazione delle città con un incremento della rete delle infrastrutture suburbane (Munafò et al., 2010). La qualità ambientale nelle città è quindi una delle problematiche prioritarie di salute pubblica per la Comunità Europea: infatti le città risultano fortemente impattate da fattori come concentrazioni di inquinanti atmosferici spesso al di sopra dei limiti di legge e dalle linee guida OMS. Pertanto la domanda di Servizi Ecosistemici (SE), i benefici che la popolazione umana trae, direttamente o indirettamente, dalle funzioni ecosistemiche (Costanza et al., 1998), sta aumentando nel tempo, parallelamente al crescere della popolazione residente nelle aree urbane e in base alla qualità ambientale delle città. In tale contesto, i boschi urbani e peri-urbani sono fondamentali per il miglioramento della qualità della vita nelle aree urbane (Blasi et al., 2018), in quanto forniscono importanti SE di regolazione, come il miglioramento della qualità dell'aria, la mitigazione delle temperature e dell'effetto isola di calore, e lo stoccaggio di Carbonio, con relativi benefici economicamente misurabili (Marando et al., 2017). L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, pone specifici traguardi riguardanti la tutela e la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali, e promuove l'utilizzo delle 'nature-based solutions', definite come soluzioni ispirate o supportate dalla natura, che sono economicamente vantaggiose, forniscono benefici ambientali, economici e sociali e contribuiscono a sviluppare resilienza urbana. Nel presente studio, in 5 città metropolitane (Genova, Bologna, Firenze, Roma e Reggio Calabria) è stato stimato l'assorbimento di due inquinanti atmosferici (PM10 e O<sub>3</sub>) da parte della vegetazione urbana e peri-urbana nel corso del 2003. È emerso come l'assorbimento degli inquinanti, indipendentemente da un gradiente latitudinale, sia massimo nelle città caratterizzate da un elevato grado di diversità funzionale e da valori elevati di Leaf Area Index (LAI) (Manes et al., 2016). Il beneficio economico risultante dall'assorbimento di PM10 e O<sub>3</sub> è risultato pari a circa 177 e 176 milioni di Euro, rispettivamente per l'anno 2003.

Risulta necessario promuovere una gestione sostenibile delle foreste in ambito urbano e peri-urbano, massimizzandone la diversità funzionale al fine di ottimizzare la fornitura di SE. In tale contesto, dove il telerilevamento si inquadra come misura efficace, risulta utile l'implementazione degli sforzi di monitoraggio, e lo sviluppo di indicatori sensibili e spazialmente espliciti al fine di mettere a punto azioni appropriate di tutela e di riqualificazione dei boschi urbani e peri-urbani.

### ***Regulating Ecosystem Services and urban and peri-urban woods: a study case in 5 Italian Metropolitan Cities***

**Keywords:** urban and peri-urban woods; regulating ecosystem services; nature-based solutions; remote-sensing; urban areas.

Currently, over 70% of the European population lives in urban areas, and it has been estimated that by 2050 this percentage will increase to 80% (Eurostat, 2018). Furthermore, urbanization is proceeding rapidly (McPhearson et al., 2016), and land consumption following the urban dispersion phenomenon has contributed to a greater fragmentation of the land at the expense of agricultural and natural areas (ISPRA, 2017).

In particular in the Mediterranean area the phenomenon of urban dispersion has contributed to the decentralization of cities with an increase in the network of suburban infrastructures (Munafò et al., 2010). The theme of environmental quality in cities is therefore one of the primary public health challenges for the European Community: in fact cities are strongly impacted by factors such as atmospheric pollutants concentrations often above legal limits and WHO guidelines. Therefore the demand for Ecosystem Services (ESs), the benefits that the human population derives, directly or indirectly, from ecosystem functions (Costanza et al., 1998), is increasing over time, in parallel with the growth of the population residing in urban areas and on the basis of the environmental quality of cities. In this context, urban and peri-urban woods are essential for improving the quality of life in urban areas (Blasi et al., 2018), as they provide important regulating ESs, such as air quality improvement, temperature and urban heat island effect mitigation and carbon storage, with related benefits that are economically measurable (Marando et al., 2017). The 2030 UN Agenda for Sustainable Development sets specific goals concerning the protection and sustainable management of forest ecosystems, and promotes the use of 'nature-based solutions', defined as solutions inspired or supported by nature, which are cost-effective and simultaneously provide environmental, economic and social benefits and contribute to develop urban resilience.

In the present study, in 5 metropolitan cities (Genoa, Bologna, Florence, Rome and Reggio Calabria) the absorption of two atmospheric pollutants (PM10 and O<sub>3</sub>) by urban and peri-urban vegetation was estimated



for the year 2003. It emerges that the absorption of the two pollutants, regardless of a latitudinal gradient, is maximum in cities characterized by a high degree of functional diversity and higher Leaf Area Index (LAI) values (Manes et al., 2016). The economic benefit resulting from the absorption of PM10 and O<sub>3</sub> amounts to approximately 177 and 176 million euros, respectively. It is necessary to promote a sustainable forest management in urban and peri-urban areas, and to maximize their functional diversity in order to optimize the supply of ES. In this context, where remote sensing takes place as an effective measure, it is useful to implement monitoring efforts, and to develop sensitive and spatially explicit indicators in order to achieve appropriate actions for the protection and regeneration of urban and peri-urban woods.

\*\*\*

### **S. 5.08 L'accessibilità e la fruibilità delle aree verdi urbane come indicatore di sostenibilità? Il caso studio di Roma**

Emanuela Masini, Valerio Quatrini, Antonio Tomao, Piermaria Corona, Barbara Ferrari, Mariagrazia Agrimi

**Parole chiave:** accessibilità; network analysis; Urban Atlas; insediamenti urbani; fruibilità.

Alle aree verdi urbane (UGA), elementi fondamentali della infrastruttura verde (o Green Infrastructure, GI), è ampiamente riconosciuto il ruolo di preservare e migliorare la sostenibilità ambientale in contesti urbanizzati e di contribuire così alla fornitura di un'ampio ventaglio di beni e servizi ecosistemici. L'accessibilità delle UGA e la loro fruibilità sono considerati importanti indicatori della qualità ambientale delle aree urbane. Ad esempio, recenti studi dimostrano che un livello adeguato di accessibilità alle UGA è connesso a una miglioramento delle condizioni di vita degli abitanti delle città in termini di salute fisica e psicologica, anche in una prospettiva temporale di lungo termine. In Europa, il crescente trend di sviluppo dell'urbanizzazione pone la questione di considerare nella progettazione e nella gestione di nuove aree metropolitane la disponibilità di UGA accessibili dai nuovi insediamenti residenziali. In questa prospettiva, il presente studio ha valutato l'accessibilità e la fruibilità delle UGA da nuove aree residenziali nella città di Roma, che negli ultimi decenni ha manifestato una transizione molto rapida dal modello di crescita 'compatto' verso uno più 'disperso'.

Il geodatabase Urban Atlas è stato utilizzato per l'identificazione e la mappatura delle aree residenziali presenti nelle 15 unità amministrative del Comune di Roma, distinguendo quelle costruite tra il 2006 e il 2012. Dal medesimo dataset sono state selezionate le aree verdi urbane (codice 1.4.1). L'accessibilità effettiva alle UGA è stata valutata a partire dalla identificazione di tutti i punti di accesso alle aree verdi, tramite ortofoto digitali ad alta risoluzione integrate con lo strumento aggiuntivo GEarthView di QGIS. La distanza tra gli insediamenti urbani e il più vicino punto di accesso ad una UGA è stato calcolato con l'ausilio dello strumento Network analysis di ArcGIS10. La soglia di distanza percorribile in '15 minuti a piedi', secondo quanto proposto da Urban Audit, è stata individuata per distinguere le aree verdi accessibili da quelle non accessibili. Per valutare la fruibilità delle UGA è stata verificata, mediante fotointerpretazione con GEarthView, la presenza di strutture di supporto all'utenza (sentieri, panchine, giochi per bambini, piscine, attrezzature da pic-nic, impianti sportivi, piste ciclabili e aree per cani). Infine, il geodataset Eurostat, relativo alla popolazione residente nelle aree urbane europee, è stato incrociato con il dato di accessibilità al fine di identificare la percentuale di abitanti che possono beneficiare di UGA accessibili. Il 57% degli insediamenti residenziali della città di Roma gode di UGA accessibili; la percentuale risulta nettamente inferiore (25%) qualora vengano considerati gli insediamenti di più recente costruzione (tra 2006 e 2012). Questo risultato trova riscontro anche a livello di singola unità amministrativa. Analogamente, la percentuale di popolazione che può beneficiare di UGA accessibili è inferiore nelle aree residenziali più recenti e, in particolare in quelle ubicate nei municipi più periferici. Tra le UGA accessibili, l'80% è fruibile.

La metodologia proposta può essere replicata in contesti simili e può rappresentare uno strumento di supporto alle figure professionali e agli Enti pubblici che si occupano di pianificazione urbana ai fini di:

- (i) valutare la sostenibilità urbana e la qualità della vita dei cittadini che vivono in nuovi insediamenti residenziali;
- (ii) individuare aree prioritarie per la realizzazione di nuove aree verdi, al fine di aumentare la disponibilità di spazi verdi e quindi il valore delle aree di nuova costruzione.





## **Are there urban green areas accessible from new residential settlements? The case of Rome municipality**

**Keywords:** accessibility; network analysis; Urban Atlas; urban settlements; usability.

Urban green areas (UGAs) are Green Infrastructure elements widely known as a framework for applying Nature-based solutions (NBS), as they may preserve and increase environmental values in urbanized contexts supporting a wide range of ecosystem services. Accessible and usable UGAs are important indicators of the environmental quality of urban areas. At European and international scales, the accessibility of UGAs to residents is one of the most debated indicators on making cities more equitable, resilient and sustainable. For example, a number of studies have shown that good accessibility to UGAs results in better physical and psychological health of city dwellers in a long term perspective (Hartig et al., 2014). Therefore, given the current urbanization trend, the availability of UGAs accessible from new residential settlements is an important issue to be considered in the sustainable governance, management, and design of metropolitan areas. In such a context, the present study aims at assessing accessibility and usability of UGAs from new residential settlements of the 15 administrative units of the Rome municipality, considered as an exemplificative case of Mediterranean city subjected in recent decades to a very quick transition from the 'compact growth' model to a more 'dispersed' one. Firstly, we used the European Urban Atlas geodatabase to identify and map residential areas, including those established between 2006 and 2012. From the same dataset, all UGAs (code 1.4.1) have been selected. Secondly, we have evaluated actual accessibility to UGAs by identifying the access points to the UGAs using digital orthophotos and GEarthView plugin of QGis. Then, we performed a network analysis to assess the distance between urban settlements and the closest UGA access point. We considered the threshold of 15 minutes walking distance established by Urban Audit (ISPRA, 2010). Considering an average speed of pedestrians of 4 km/h, 1 km is the distance that can be covered on foot in 15 minutes. Ancillary data were used to check the presence of facilities (paths, street lights, benches, toilets, children's play equipment, pools, picnic equipment, sports facilities, cycle tracks and dog walking areas) and therefore to assess the usability of UGAs. By the intersection between Eurostat population grid and Urban Atlas residential settlements, we assessed how many city dwellers can benefit from accessible UGAs. 57% of residential settlements have accessible UGAs in their surroundings, but the percentage is much lower (25%) if we consider those established between 2006 and 2012. This evidence was also found at administrative unit scale. Equally, the share of population that can benefit from accessible UGAs is lower in the new settlements, notably in the more peripheral administrative units. Among accessible UGAs, 80% were usable.

The proposed methodology can be applied in similar contexts, as a useful tool for urban planners and decision makers to:

- (i) support the assessment of the quality of life of people living in the new residential settlements;
- (ii) design new UGAs in order to increase the accessibility to green spaces, and therefore the value of newly built-up areas.

\*\*\*

### **S. 5.09 Re Lambro: la valorizzazione di un importante corridoio ecologico metropolitano come occasione di riqualificazione urbana**

Daniela Masotti, Filippo Manfredi, Stefano Salorini, Enrico Calvo

**Parole chiave:** corridoio ecologico; riqualificazione urbana; progettazione integrata; governance; partecipazione.

Il progetto ReLambro nasce dalla volontà di intervenire sul fiume Lambro - il maggiore dei tre fiumi che attraversano la città metropolitana di Milano e l'unico a scorrere per la maggior parte del tratto cittadino a cielo aperto - per restituirgli naturalità e qualità di paesaggio.

L'acqua, il suolo, i prati, i boschi, le siepi, i filari che caratterizzano il sistema di spazi aperti, sono l'infrastruttura ecologico-ambientale di riferimento per il futuro della città attraversata dal fiume, il cui corso può formare un sistema ecologico multifunzionale, continuo e permeabile, un nuovo asse «verde» della metropoli Milanese.

Il territorio percorso dal Lambro è complesso, sfruttato, luogo su cui si affacciano le periferie urbane, margine e confine, ed è soffocato da una fitta matrice urbana, spesso degradata e da una diffusa rete di infrastrutture lineari



che ne frammentano la continuità ecologica riducendone la funzionalità, facendo venir meno quello che è il ruolo “ecologico” di un corso d’acqua e dei suoi ambiti territoriali.

Ma il corso del fiume è anche luogo di spazi nascosti di una naturalità ancora presente o di ambiti agro-naturali che fanno intravedere scenari di possibile riqualificazione attraverso una strategia di azione urbana.

ReLambro, attraverso un masterplan d’insieme unito alla realizzazione di interventi di (ri)forestazione riconosce le risorse che intorno all’asta fluviale possono attivare riqualificazione urbana e costruzione di ecologia in città.

Preservare il sistema di spazi aperti, rafforzare e incrementare gli elementi della rete ecologica, gestire la funzione ecologica restituendo al fiume un ruolo centrale nella città e contribuendo a ridurre i rischi, sono la base del progetto di attivazione e potenziamento della rete ecologica e dei veri e propri “tasselli operativi”.

Il Lambro, è corridoio primario della Rete Ecologica Regionale: fattore rilevante se si considera che il ruolo di connettore ecologico è svolto da un sistema sostanzialmente composto da spazi urbani considerati perduti rispetto alla loro funzionalità ecologica. Il progetto sta affrontando nella prima fase attuativa il problema della banalizzazione degli habitat e degli ecosistemi esistenti, attraverso l’inserimento di specie autoctone e ad alto valore ecologico e parallelamente all’eradicazione e contrasto della alloctone (*Ailanthus* ecc.), predisponendo interventi di rafforzamento della matrice agro ambientale. Questi sono la base per il consolidamento di vere e proprie connessioni ecologiche che possano “bucare l’urbanizzato” nella logica proposta dalle Nazioni Unite, attivando risorse, processi di progettazione integrata e un nuovo modello di governance con una forte attenzione al coinvolgimento delle comunità e alle periferie.

I soggetti interessati saranno in primo luogo i cittadini che vivono le attuali situazioni di degrado, restituendo all’intero territorio in modo più ampio un percorso e un processo di rigenerazione urbana attraverso la riqualificazione di un grande corridoio ecofunzionale.

Il corridoio del Lambro metropolitano Milanese, attraverso la sua deframmentazione da un punto di vista ecologico e la riqualificazione del paesaggio, intende creare una nuova centralità metropolitana ove oggi si trovano frammenti di città, periferie interne e paesaggi del degrado.

Per quanto riguarda l’attuazione, la strategia seguita mira a sviluppare azioni che si pongano come casi esemplificativi perché prevedono modalità di realizzazione e gestione innovative, che si basano su un forte raccordo di partecipazione e progettazione integrata quali:

- (i) realizzazione fisica degli interventi e accrescimento della qualità eco sistemica (realizzazione, manutenzione e gestione);
- (ii) coinvolgimento degli agricoltori e diversificazione della matrice agricola;
- (iii) coinvolgimento di volontari e recupero di situazioni di degrado esistenti;
- (iv) integrazione con progetti esistenti (cofinanziati anche grazie al supporto di Fondazione
- (v) Cariplo) anche di valorizzazione sociale, (housing sociale, Lambro Social Park);
- (vi) integrazione con progetti di trasformazione esistente con l’obiettivo di creare occasioni di progettazione integrata volte al miglioramento della rete ecologica su larga scala (es. Soc. Serravalle) e di completamento e rafforzamento dei sistemi di compensazione ambientale.

Il progetto vede la sua replicabilità in ogni altra città nella quale le reti ecologiche e gli spazi urbani sono in stretto contatto; infatti, pur applicandosi agli spazi e alle funzionalità di una porzione definita di un sistema ecologico di ampia scala, il progetto si colloca entro una visione estesa di riqualificazione ambientale e quindi potrebbe essere replicato sia lungo il restante percorso del Fiume Lambro che, appunto, in molte altre aree urbanizzate e metropolitane.

L’ipotesi di fondo che guida la proposta è che le reti ecologiche siano in grado di indirizzare verso un profondo ripensamento nel modo di intendere lo sviluppo e la trasformazione della città e del contesto territoriale con cui si relaziona.

## **Re Lambro: the enhancement of an important metropolitan ecological corridor as an opportunity for urban redevelopment**

**Keywords:** ecological corridor; urban requalification; integrated planning; governance; participation.

Re Lambro project arises from the need to improve and restore the landscape quality and the nature of Lambro river –the largest of the three rivers that cross the Metropolitan City of Milan and the only one that runs for the most part on the surface of the land.



Water, soils, meadows, woods, hedges and rows of trees, that characterize the open space system, represent the ecological and environmental infrastructure for the development and the future of the city crossed by the river. The course of the river can form a continuous, permeable and multifunctional ecological system: a new "green" axis of the metropolis.

The territory crossed by the Lambro river is very complex and severely exploited. It crosses flows through urban periphery, and is suffocated by a dense urban sprawl, often degraded and by a widespread network of linear infrastructures that fragment the ecological continuity reducing its functionality, thus reducing and often removing the "ecological" role that a waterway represents for its territory.

At the same time, the river is a place in which hidden spaces with a still strong naturalness, made of agri-natural spaces, that allow us to glimpse scenarios and strategies of urban redevelopment and regeneration.

ReLambro, through the development of an overall master plan, combined with the implementation of re-forestation interventions, recognizes the resources able to activate urban redevelopment and the construction of ecology in the city around the river.

The main basis on which the project develops, with the aim at strengthen the role and the effectiveness of the ecological network, are:

- (i) preserving the open space system;
- (ii) strengthen and increase the elements that support the ecological network;
- (iii) manage and improve the ecological function of the river, by giving it a central role in the city;
- (iv) reduce hydrogeological risk.

Lambro is one of the main ecological corridor of Lombardy Region. This is an important factor, if considered that the role of ecological connection is fulfilled by a system composed by spaces considered not relevant and neglected from the point of view of ecology and naturalness.

During its implementation phase, currently in progress, ReLambro project is facing the problem of banalization of habitats and ecosystems, through the inclusion of native species and the eradication and contrast of allochthones (ailanthus etc.), as a basis for interventions to strengthen the agro-environmental matrix.

The logic behind the operation is based on the UN goals, according to which ecological connections are able to find their way through the anthropized system of the city in order to activate resources, integrate design processes and a new governance model with a strong focus on the involvement of communities and suburbs. Citizens who lives near these degradation places are the main actors and stakeholders of the restoration process of the river's spaces, giving back to the whole territory in a wider way a path and a process of urban regeneration through the redevelopment of a large eco-functional corridor.

Through the defragmentation from an ecological point of view and the redevelopment of the landscape of the ecological corridor of the Milanese metropolitan Lambro, ReLambro project intends to create a new metropolitan centrality where today there are just fragments of the city, inner suburbs and degraded landscapes.

The project' strategy aims at developing actions that can be considered "best practices" in terms of realization and managing innovation, participation and integrated planning, such as:

- (i) implementation of the interventions and increase of the eco-systemic quality (realization, maintenance and management);
- (ii) involvement of farmers and diversification of the agricultural matrix as an important part of the landscape;
- (iii) involvement of volunteers and recovery of existing degradation situations,
- (iv) integration with existing projects (e.g. co-financed by Cariplo Foundation) about social enhancement, (social housing, Lambro Social Park);
- (v) integration with existing transformation projects with the aim of creating integrated planning opportunities to improve the overall ecological network (i.e. Soc. Serravalle) and completing and strengthening environmental compensation systems.

The replicability of the project is possible in each city in which urban and agri-natural spaces are close to each other. Even if ReLambro operates through a small and local portion of a large-scale ecological system, the project is part of a broad vision of environmental renovation and could be replicated, both all along the Lambro river, and in many other highly urbanized context.

The core idea is that the ecological networks can be a guide to a new way of urban development and transformation, strictly connected with the territory around them.



### S. 5.10 Dalla capitozza al sequestro di carbonio. L'esperienza del Comune di Torino

Paolo Miglietta

**Parole chiave:** Corona Verde; Reggie Sabaude; area vasta metropolitana; infrastruttura verde.

La costruzione di grandi infrastrutture verdi è sempre un esercizio complesso, trasversale ed interdisciplinare che richiede continuità politica, economica e professionale.

In tale ottica, per la Città di Torino aver portato a compimento il progetto di governance territoriale denominato Corona Verde, in collaborazione con la Regione Piemonte, l'Ente Parco Collina Po ed altri 83 Comuni metropolitani, è stato un risultato strategico particolarmente significativo.

Infatti, una sinergia di interessi collettivi ha trasformato in meno di 10 anni un'area vasta, perimetrale rispetto a Torino, in un percorso naturalistico, storico e ciclabile di oltre 100 chilometri che collega, attraverso aree verdi, fiumi, campi coltivati e bordi urbani e centri storici, 11 Residenze Sabaude tutelate come patrimonio Unesco.

\*\*\*

### S. 5.11 Inquinamento da ozono e foreste urbane

Chiara Proietti, Pierre Sicard, Elena Paoletti

**Parole chiave:** ozono troposferico ( $O_3$ ); vegetazione urbana; composti organici volatili biogenici (BVOC); flusso stomatico di ozono (PODy); cambiamento climatico.

L'inquinamento atmosferico è una delle preoccupazioni più significative nella maggior parte delle città del mondo. Il ruolo svolto dalla vegetazione urbana nella formazione e degradazione di inquinanti atmosferici riveste quindi un ruolo di cruciale importanza. In particolare, attraverso l'emissione di composti organici volatili (BVOC) la vegetazione urbana può contribuire significativamente alla formazione di ozono ( $O_3$ ). L' $O_3$  è un inquinante secondario, si forma cioè per reazione tra composti definiti "precursori": gli ossidi di azoto ( $NO_x$ ) ed i composti organici volatili di origine antropogenica (AVOC) o biogenica (BVOC). E' un inquinante altamente dannoso per la salute umana e la vegetazione ed è, inoltre, un importante gas ad effetto serra responsabile di un forzante radiativo di 0.35-0.37  $Wm^{-2}$  sul clima. Anche se la vegetazione, attraverso l'emissione di BVOC può contribuire ad aumentare l'inquinamento da  $O_3$ , diversi studi hanno evidenziato la capacità della foresta urbana, soprattutto delle specie a bassa emissione di BVOC, di ridurre i livelli di ozono in città per lo più attraverso la riduzione della temperatura dell'aria (traspirazione) e la rimozione di inquinanti atmosferici. La vegetazione infatti, ha l'abilità di rimuovere significative quantità di inquinanti attraverso gli stomi e/o le deposizioni sulla superficie fogliare, svolgendo così un importante servizio ecosistemico, ovvero il miglioramento della qualità dell'aria in ambiente urbano. Questo studio ha lo scopo di valutare il ruolo della foresta urbana nel miglioramento della qualità dell'aria in Italia e nel mondo. Verranno presentati diversi casi studio ed individuate possibili strategie di mitigazione degli impatti dell'inquinamento da  $O_3$ . Ad esempio, diversi studi suggeriscono di accompagnare alla riduzione delle emissioni antropogeniche di  $NO_x$  e VOC già in atto attraverso politiche mirate (es. Direttiva UE 2016/2284), campagne di "greening urbano" effettuate selezionando le specie vegetali sulla base di profili di emissione specifici (es. specie con bassa emissione di isoprene). Un contributo importante verrà dato dai risultati del progetto Interreg-ALCOTRA MITIMPACT "Previsione e valutazione dell'impatto del cambiamento climatico e dell'inquinamento fotochimico dell'aria sulla vegetazione transfrontaliera – strategia di mitigazione" che si pone come obiettivo di indicare strategie di mitigazione efficaci per limitare ed attenuare gli effetti di inquinamento fotochimico e cambiamento climatico in un'area compresa tra il Nord-ovest dell'Italia ed il Sud-Est della Francia fornendo, peraltro, una valutazione economica delle variazioni di valore nei servizi ecosistemici derivanti dall'inquinamento da  $O_3$ .





## **Ozone pollution and urban forest**

**Keywords:** tropospheric ozone (O<sub>3</sub>); urban forests; biogenic volatile organic compounds (BVOC); stomatal ozone fluxes (PODy); climate change.

Air pollution is a major environmental concern in most major cities across the world. The role of urban vegetation in the formation and degradation of air pollutants in cities plays a pivotal role. In particular, through the emission of volatile organic compounds (BVOC), urban trees can contribute to the formation of ozone (O<sub>3</sub>). O<sub>3</sub> is a secondary pollutant, which is formed when nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and anthropogenic or biogenic volatile organic compounds (AVOC-BVOC) react in the presence of sunlight. It is a damaging air pollutant that significantly impacts human and ecosystem health, and is also an important greenhouse gas responsible for direct radiative forcing of 0.35–0.37 W m<sup>-2</sup> on the climate. Although, urban trees can contribute to O<sub>3</sub> pollution, several integrative studies are revealing that urban trees, particularly low VOC emitting species, can be a viable strategy to reduce urban ozone levels, particularly through tree functions that reduce air temperatures (transpiration) and remove air pollutants (dry deposition to plant surfaces). Vegetation offers the ability to remove significant amounts of air pollutants through stomata and/or dry deposition and consequently improves environmental quality and human health, providing thus an important ecosystem service. This study aims to evaluate the role of urban forests in improving air quality in Italy and all over the world. Several studies will be presented and possible mitigation strategies will be identified in order to reduce the impacts of O<sub>3</sub> pollution. For example, several studies suggest to combine policies of NO<sub>x</sub> and AVOC emission reductions (e.g. Directive 2016/2284) and urban greening programs based on specific plant species characterized by low emission profiles (e.g. species with low isoprene emissions). In this context, the results of the Interreg-ALCOTRA MITIMPACT project “Ozone and climate change impacts on southern European forests- a mitigation strategy” could be particularly useful. In fact, MITIMPACT aims to indicate effective strategies to limit and mitigate the effects of O<sub>3</sub> pollution and climate change between the North-West of Italy and the South-East of France also providing, an economic assessment of the changes in the value of ecosystem services due to O<sub>3</sub> pollution.

\*\*\*

### **S. 5.12 Metodologie integrate per la ricostruzione delle cause di crollo di alberi in ambiente urbano. Un modello per la loro applicazione in ambito forense**

Manuela Romagnoli, Rocco Sgherzi, Naldo Anselmi

**Parole chiave:** biomeccanica; eziologia di crolli; analisi di stabilità; legni di reazione.

L'Italia vanta innumerevoli alberate urbane, periurbane e stradali, spesso caratterizzate da piante vetuste, di notevoli dimensioni, particolarmente maestose. Negli ultimi anni tuttavia, anche per gli aumentati stress indotti dai centri antropizzati, sono ricorrenti cronache su rovinosi crolli di alberi ornamentali, con danni a cose e persone e, talora, con implicazioni anche giudiziarie. Chiamati a svolgere indagini su un funesto crollo di un grosso ippocastano che fu causa di un morto e di vari feriti, con questa nota si illustrano alcuni procedimenti all' uopo elaborati, che ci permisero di rilevare importanti elementi storici, culturali, strutturali e sanitari della pianta fondamentali per definire le cause e la dinamica dell'evento. Componente di un annoso filare, l'albero di ippocastano cresceva a fianco di una casa, a confine tra il piazzale della stazione ferroviaria della città di L' Aquila e la proprietà privata dell'abitazione. Esso si schiantò improvvisamente sul piazzale il 9 aprile 2006, giornata pressoché priva di vento. Accanto ai consueti rilievi visivi sull' albero e sul relativo apparato radicale ed alle analisi dei dati meteorologici ed ambientali, l'eziologia del fenomeno è stata possibile solo in seguito ad alcuni rilievi integrati sul legno della pianta caduta. .

Analisi dendrocronologiche alla base del tronco ed a livello delle cicatrizzazioni da potature hanno permesso di rilevare l'anno di impianto, il ritmo di accrescimento nel tempo ed i momenti di eventuali relativi disturbi, nonché di datare (~1974 e 1991) le più significative potature degli ultimi trent' anni. Attraverso l'analisi dello sviluppo del legno di tensione su gruppi di anelli annuali distribuiti lungo tutto l'arco della vita dell'albero è



stato possibile stabilire l'avvio e l'evoluzione temporale dell'inclinazione del tronco, che è stata stimata fino ai 26 gradi sessagesimali valutati al momento dello schianto. L'analisi di recenti e passate (1956, 1999, 2002) aerofotografie ha reso possibile valutare l'ampiezza, l'eccentricità, l'apparente vigoria e la cromaticità nel tempo della chioma, anche in rapporto con quelle delle piante contermini. L'uso del dendrodensitometro "Resistograf" e di tomografo sonico ha consentito di escludere pericolose alterazioni interne del tronco, mentre analisi molecolari di tessuti legnosi cariati riscontrati nella parte centrale del colletto e della culatta hanno permesso di determinare l'identità dei relativi agenti degradativi.

Interpretando congiuntamente i vari suddetti rilievi è risultato che l'ippocastano fu messo a dimora intorno al 1906; ebbe un avvio di inclinazione ed una certa riduzione dell'accrescimento anulare del tronco negli anni 1916-1918, anno probabile della costruzione della casa; un aumento dell'inclinazione negli anni settanta, a cui si cercò probabilmente di rimediare con l'intensa potatura documentata, causa a sua volta di un momentaneo rallentamento dello sviluppo. Esso sembrerebbe aver mantenuto buona vigoria fino allo schianto, a testimonianza di un apparato radicale che, sebbene spazialmente eccentrico, garantiva sufficiente vicarianza nutritiva e buona stabilità. L'improvviso crollo è sembrato collegarsi ad una subitanea stroncatura di una radice "tirante", modesta ma fondamentale per la stabilità dell'albero, causata da una aggressiva alterazione cariogena ad opera di Bierkandera. È probabile che l'attacco del fungo sia stato innescato da una lesione conseguente ad un recente rifacimento del manto stradale. I vari risultati hanno anche permesso di delineare i possibili interventi che avrebbero potuto evitare il crollo o minimizzarne gli effetti.

Permettendo di rilevare il ritmo di sviluppo, le pregresse potature e l'evoluzione dell'eventuale inclinazione del fusto, detti metodologie potrebbero risultare molto utili anche per approfondimenti di indagini sullo stato di vigoria e sicurezza di alberi di particolare pregio o caratterizzati da situazioni a rischio.

***Integrated methodologies in order to have a reconstruct of the causes of tree collapse in an urban environment. A model for their application for forensic purposes***

**Keywords:** biomechanics; etiology of collapses; stability analysis; reaction woods.

In Italy there is a big amount of urban, periurban and road trees which are old-growth, of considerable size, and majestic. In recent years, however, also due to the increased stress induced by the anthropized centers, chronic reports more and more recurrent collapses of ornamental trees with damage to objects, people and, sometimes, with judicial implications. The group of experts was called to investigate a fatal collapse of a large horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*) which was the cause of a dead and various injuries, this note illustrates some integrated procedures, which allowed to detect important historical elements and tree structure in order to define the causes and the dynamics of the breakdown. Horse chestnut tree grew beside a house, on the border between the square of the railway station of the city of L'Aquila and the private property of the house. It suddenly felt down on the side of the square, on April 9, 2006, a day almost windless. Visual surveys on the tree and on the root system, together with the analysis of the meteorological and environmental data, was integrated by wood analysis which allowed to fully understand the etiology of the phenomenon. Dendrochronological analysis carried out at the bottom of the trunk and at a different height where scars of pruning were detected. The Dendrochronological analysis allowed to locate the year of tree plantation, the rate of growth over time and the temporal location of possible disturbances, as well as to date (~1974 and 1991), so as the most significant pruning of the last thirty years. Through the analysis of the development of tension wood on the ring sequences it was possible to establish the start and the temporal evolution of the slope of the trunk, this last was estimated up to 26 sexagesimal grades looking to the photograph at the time of the collapse. The analysis of recent and past (1956, 1999, 2002) aerial photographs has allowed to evaluate the width, the eccentricity, the apparent vigor and the chromaticity of the foliage in time, comparing the parameters with the surrounding trees. The use of "Resistograph" and the sonic tomograph allowed to exclude dangerous internal wood-decay in the trunk, while molecular analyses of woody tissues in the central part of the collar and of the breach allowed to identify the agents responsible of decaying.

Interpreting the whole findings of the different techniques, it was found that the horse chestnut was planted around 1906; tension wood presence together with a decrease in ring growth started in the years 1916-1918, probably due to the construction of the close house; the amount of tension wood increased in the seventies and in this period there are also the scars of pruning also documented used in order to remediate tree



inclination. Tree seems to have been in good vigor until the crash, the root system, although spatially eccentric, guaranteed sufficient nutrient and good stability. The sudden collapse seems to have been connected to a sudden break of a "pulling" root, which was modest but fundamental for the stability of the tree, and the break was caused by an aggressive cariogenic alteration by *Bierkandera*. The attack of the fungus was likely triggered by an injury resulting from a recent reconstruction of the road surface. The various results also allowed us to outline the possible interventions that could have prevented the collapse or minimized its effects. Dendrochronological analysis which has detected the moment of development, pruning during time and the possible evolution of the inclination of the stem, together with the other methodologies has proved to be a useful tool for forensic purposes establishing the state of vigor and safety of trees.

\*\*\*

### S. 5.13 Città, Foreste, Selvicoltura: prospettive e sfide future

Fabio Salbitano, Elena Paoletti, Raffaele Laforteza

**Parole chiave:** boschi urbani e periurbani; selvicoltura; servizi ecosistemici.

Le utilità ecosistemiche assicurate dai boschi urbani e periurbani, dagli alberi e dalle infrastrutture verdi in relazione con le città, sono oggetto di attenzione crescente. La richiesta di utilità ecosistemiche continua a crescere parallelamente alla percentuale di popolazione residente in città ma in modo inversamente proporzionale alla qualità dell'ambiente e della vita che continua ad affliggere le comunità urbane. Secondo ISTAT, nel 2015 la popolazione urbana era pari al 71% dell'intera popolazione nazionale a fronte di una superficie complessiva occupata dai centri più densamente popolati pari al 3.3%. Negli ultimi decenni, la superficie urbanizzata è cresciuta del 30% in Italia. È fondamentale ricordare che tale crescita riguarda prevalentemente non tanto le città principali quanto i centri delle corone periurbane. Non si è assistito, in Italia, alla densificazione urbana che ha interessato altri paesi europei ma ad un rapido consumo di suolo a scapito, quindi, degli ambienti periurbani. Un ulteriore aspetto critico di consumo di suolo legato all'urbanizzazione diffusa riguarda la realizzazione di infrastrutture di servizio (trasporto, infrastrutture tecniche e tecnologiche, idriche ed energetiche). La disponibilità di verde per ogni cittadino è in media di 27 m<sup>2</sup>, sempre secondo ISTAT, il 92% di questa superficie è rappresentato da ambiti verdi con presenza di alberi o boschi. Il Selvicoltore deve quindi confrontarsi con aspettative crescenti e nuove problematiche nel gestire gli alberi in città e nelle zone periurbane. Si pone, fra gli altri, un problema urgente, evidenziato peraltro anche nei documenti della New Urban Agenda delle Nazioni Unite, relativo alla governance, alla pianificazione, alla progettazione e gestione delle aree di interfaccia urbano-rurale. Si tratta di quelle aree dove tradizionalmente sono maggiormente concentrate le utilità ecosistemiche fornite alle città dai boschi periurbani quali protezione idrogeologica, opportunità ricreative e di turismo sportivo e naturalistico, produzione informale di cibo (ad esempio funghi e piccoli frutti). Il Selvicoltore, come ecologo applicato, si trova di fronte a sfide che comportano l'adozione di prospettive innovative in tutti i settori della conoscenza forestale e ambientale. L'adozione di strategie di pianificazione territoriale basate sulle infrastrutture verdi e di indirizzi di progettazione e gestione riferibili alle cosiddette "soluzioni basate sulla natura" determinano la necessità di un confronto scientifico e tecnico approfondito. Questa presentazione intende sintetizzare gli sviluppi più recenti sugli aspetti ecologici (regolazione del microclima, miglioramento della qualità dell'aria, valorizzazione della biodiversità, controllo del ciclo dell'acqua e dell'erosione del suolo), sociali (salute e benessere, ricreazione, turismo, etica ed estetica) ed economico-gestionali (costi e benefici, analisi di convenienza economica e risparmi, manutenzione, monitoraggio) delle foreste e dei paesaggi urbani e periurbani. Gli obiettivi sono di migliorare la comprensione del compito futuro dei ricercatori e dei tecnici forestali nel fare emergere il ruolo chiave delle foreste urbane e periurbane come spina dorsale della infrastruttura verde per la società, nell'identificare le priorità per la ricerca scientifica, per i decisori politici e per gli amministratori cittadini, e nell'incentivare una pianificazione a lungo termine che massimizzi i servizi ecosistemici e minimizzi i disservizi ambientali (allergenicità del polline, sicurezza, emissione di composti volatili), affrontando con successo le sfide dell'urbanizzazione e del cambiamento climatico.



## Cities, Forests, Silviculture: perspectives and future challenges

**Keywords:** urban and periurban forest; silviculture; ecosystem services.

The ecosystem services delivered by urban and peri-urban forests, trees and green infrastructures has gained increasing attention in the last decade. The demand for environmental utilities grows proportionally to the population living in cities but it seems inversely proportional to the quality of environment and life actually available to the urban communities. According to ISTAT, in 2015 the urban population was equal to 71% of national population while the area occupied by the most densely populated centers represents the 3.3% of country land area. In recent decades, the urbanized area has grown by 30% in Italy. The urbanisation concerns the satellite centers of metropolitan areas while is not really affecting a densification of major cities. In Italy, the compact city model as implemented in other European countries apparently was not successful. This led to a rapid land consumption and soil sealing at the expenses of periurban environments as well as of rural areas in proximity to urban agglomeration. A further critical aspect of land consumption linked to diffused urbanization concerns the construction of service infrastructures (transport, technical and technological infrastructures, water and energy). According to the National Institute of Statistics (ISTAT), in 2015 every citizen in Italy has 31,1 m<sup>2</sup> green available. The 92% of this is represented by green spaces with trees or woodlands. Therefore, the Forester must confront with growing expectations and new problems in managing trees and woodlands in and around cities. It is urgent, among the other challenges as highlighted in the New Urban Agenda of the United Nations, the focus on integrated governance, planning, design, and management of the urban-rural interface, i.e. those areas where peri-urban forests traditionally deliver the environmental utilities (e.g. landslides and flood protection, recreation and tourism, informal food production as mushrooms or berries). The Forester, as applied ecologist, is faced with challenges involving the adoption of innovative perspectives in all sectors of forest and environmental knowledge. The adoption of spatial planning strategies based on green infrastructures and nature based solutions determines the need for an in-depth scientific and technical focus. This presentation summarizes the most recent developments of research pertaining ecological (e.g. microclimate regulation, improvement of air quality, enhancement of biodiversity, control of water cycle and soil erosion, etc), social (health and wellbeing, recreation, tourism, aesthetics) and economic-management (savings, cost-benefits, maintenance, monitoring) domains of urban and periurban forests and landscapes. The aim of the presentation is to improve the understanding of the key role of urban and peri-urban forests as backbone of the green infrastructure for urban societies, identifying priorities for scientific research, policy-makers and city administrators, and stimulating long-term planning that maximizes ecosystem services and minimizes environmental disservices (pollen allergenicity, safety, emission of volatile compounds), successfully tackling the challenges of urbanization and climate change.







## Sessione 6 - Selvicoltura e produzioni forestali e silvopastorali

### *Session 6 - Silviculture and forest and silvopastoral productions*

#### **S. 6.01 Produzioni forestali e silvopastorali in Italia**

Filippo Brun, Rinaldo Comino, Piermaria Corona, Sandro Dettori

**Parole chiave:** bio-based economy; gestione forestale sostenibile; uso del suolo; prodotti non legnosi.

Questo lavoro vuole offrire un quadro sintetico in merito alle potenzialità e alle criticità connesse al settore delle produzioni forestali e di quelle silvopastorali, a livello nazionale, dando evidenze anche alle buone pratiche. Viene sottolineato il crescente interesse verso prodotti bio-based, comparto caratteristico della produzione primaria e dei settori industriali che utilizzano o trasformano biorisorse, come quello agroalimentare, della cellulosa e della carta, e di parte dell'industria chimica, delle biotecnologie e dell'energia nonché del manifatturiero. Si tratta di comparti centrali per uno sviluppo sostenibile ecologicamente compatibile, in quanto in grado di soddisfare consumi responsabili, a ridotto impatto ambientale, di qualità e con forti legami con il territorio attraverso il consolidamento di filiere organizzate. Il riferimento immediato è relativo alla domanda di legno come materiale da costruzione ottimale per le esigenze del costruire e dell'abitare sostenibile, ai prodotti non legnosi, alle biomasse per le energia rinnovabili, nonché ai positivi riflessi sul turismo. La gestione sostenibile non è in conflitto con un uso anche produttivo delle risorse forestali. I gestori dei boschi, sui quali ricade il compito di rispondere alle sfide che provengono dai mutamenti sociali, economici e culturali, vanno aiutati a coniugare una gestione ecologicamente e socialmente sostenibile con la possibilità di non deprimere le produzioni forestali e i relativi redditi nel quadro delle opportunità connesse alla bioeconomia circolare. In questo contesto i gestori vanno concretamente supportati nella risoluzione delle principali problematiche: fondiari, infrastrutturali, normative. L'aumento demografico a livello globale, il cambiamento climatico e la riduzione della resilienza di molti ecosistemi trasformano questi argomenti in problematiche globali, che possono trovare risposte in un aumento responsabile dell'uso di risorse biologiche rinnovabili e in sistemi di trasformazione più efficienti, oltre che in una maggiore consapevolezza sociale in merito al ruolo delle risorse ambientali.

#### ***Forest and silvopastoral productions in Italy***

**Keywords:** bio-based economy; sustainable forest management; land use; non-timber forest products.

This presentation aims to provide a brief overview of the potential and critical issues related to the forest and silvopastoral productions at national level, also highlighting good practices. It underlines the growing interest in bio-based products, a distinctive sector of the primary productions and of industrial sectors that use or transform bio-resources, such as agri-food, pulp and paper, and part of the chemical industry, biotechnologies and energy, as well as manufacturing. These are key sectors for sustainable development, as they are able to satisfy responsible consumption, with low environmental impact, quality and strong links with the territory, through the consolidation of organized supply chains. The immediate reference is related to the demand for timber as an optimal building material for the needs of sustainable building and living, non-wood products, biomass for renewable energy, as well as the positive impact on tourism. Indeed, sustainable forest management is not in conflict with a productive exploitation of forestland. Forest owners and managers, who are responsible for meeting the challenges of social, economic and cultural change, need to be helped to combine ecologically and socially sustainable management with the possibility of not depressing forest production and related income, in the context of opportunities linked to the circular bio-economy. In this context, the managers must be concretely supported in solving the main problems: land, infrastructures, regulations. Global population growth, climate change and the reduction of the resilience of many ecosystems are transforming these issues into global challenges, which can be addressed through a



responsible increase in the use of renewable biological resources and more efficient transformation systems, as well as through an increased social awareness about the role of environmental resources.

\*\*\*

### **S. 6.02 Valorizzazione multifunzionale degli alpeggi: esperienze e strumenti di gestione nelle Foreste di Lombardia**

Enrico Calvo, Italo Buzzetti, Biagio Piccardi

#### **Valorizzazione multifunzionale degli alpeggi: esperienze e strumenti di gestione nelle Foreste di Lombardia**

**Parole chiave:** alpeggi; gestione multifunzionale; Foreste di Lombardia

Nonostante le attività promozionali di suggestive campagne pubblicitarie, la pratica dell'alpeggio, sulle montagne alpine, è un'attività sempre più in crisi: le superfici continuano a ridursi a causa dell'abbandono delle malghe più scomode per accesso o per condizioni; parte dell'attività zootecnica in montagna si è convertita verso modelli aziendali di allevamento tipici della pianura; il conflitto tra le aziende zootecniche di montagna, normalmente di non grandi dimensioni, e le aziende di pianura, molto più grandi e dotate di maggiori capitali, per l'accaparramento delle superfici pascolive per la gestione dei reflui e la ricerca di contributi comunitari è diventato sempre più aspro e diffuso, con inevitabile successo per le aziende di pianura; le oggettive difficoltà operative del contesto e la diffusa presenza di personale anziano rende difficile l'introduzione di modelli gestionali innovativi; la scarsa remunerazione, lo scarso riconoscimento sociale e le sempre maggiori difficoltà amministrative e normative rendono poco appetibile ai giovani questa attività.

Tuttavia l'alpeggio continua ad essere una pratica necessaria ed essenziale per l'economia, la gestione del territorio e la valorizzazione sociale e culturale della montagna. Non si può infatti non ricordare, insieme con la passione di molti agricoltori che continuano a monticare il bestiame, che attraverso la pratica dell'alpeggio si valorizzano le risorse naturali dei monti, si producono eccellenti prodotti ricchi di tipicità e tradizione, si garantisce la conservazione dei paesaggi e del territorio.

Un approccio multifunzionale alla gestione dell'alpeggio sembrerebbe oggi una strada significativa per dare valore alle diverse componenti, naturali umane produttive e culturali, che compongono l'attività alpestre. In tale direzione da molti anni ERSAF ha sviluppato, nella gestione dei suoi 35 alpeggi di proprietà regionale di cui è custode, una serie di iniziative innovative e spesso fortemente diverse da quanto tradizionalmente in uso sul territorio, per valorizzare, rinforzare e sostenere l'attività degli alpeggiatori, orientandola verso la multifunzionalità, con particolare attenzione agli aspetti della conservazione delle superficie del paesaggio, delle produzioni tipiche, dei servizi ricreativi e dei servizi culturali.

L'intervento vuole così evidenziare modalità ed esiti dell'adozione di diversi strumenti sviluppati per sostenere l'attività dell'alpeggio, con particolare riferimento a:

- (i) innovazioni nei bandi e nei capitolati di concessioni, dando priorità alle aziende locali e di montagna, dando valorizzazione a progetti di gestione e non al valore economico dell'offerta, promuovendo la possibilità di riduzioni del canone per l'attivazione di iniziative e progetti di sviluppo o per interventi di investimento;
- (ii) l'introduzione di una valutazione della qualità annuale di gestione utile per il monitoraggio e per il rilascio di "Certificazione d'alpeggio", per avere premialità in successivi bandi di concessione;
- (iii) l'introduzione di accordi di pascolamento tra più aziende, per integrare diverse modalità ed esigenze di allevamento (bovini da latte, ovini, caprini ed equini);
- (iv) il sostegno ad attività turistiche, ricreative, culturali, con lo sviluppo di programmi dedicati ed il coinvolgimento delle aziende monticanti;



- (v) lo sviluppo di forme di partecipazione e condivisione di attività di confronto, formazione e realizzazione di progetti comuni tra più aziende;
- (vi) lo sviluppo di azioni di marketing, tra cui, ultimo, il coinvolgimento degli alpeggiatori nell'adozione della dicitura facoltativa "Prodotti di Montagna".

### ***Multifunctional enhancement of mountain pastures: experiences and management tools in the Lombardy Forests***

**Keywords:** alpine pastures; multifunctional management; Lombardy Forests.

Despite the promotional activities of suggestive advertising campaigns, the practice of alpine pastures, in the Alpine mountains, is an activity increasingly in crisis: the surfaces continue to fall due to the abandonment of the most inconvenient farms for access or conditions; part of the zootechnical activity in the mountains has been converted towards farm models typical of the plains; the conflict between the mountain farms, normally of not large size, and the farms of the plains, much larger and equipped with more capital, for the grabbing of the grazing areas for the management of wastewater and the search for community contributions has become increasingly harsh and widespread, with inevitable success for lowland companies; the objective operational difficulties of the context and the widespread presence of senior staff makes it difficult to introduce innovative management models; the low remuneration, the scarce social recognition and the increasing administrative and regulatory difficulties make this activity unattractive to young people.

However, the pasture continues to be a necessary and essential practice for the economy, land management and the social and cultural enhancement of the mountain. It is impossible not to remember, together with the passion of many farmers who continue to breed livestock, that through the practice of mountain pastures the natural resources of the mountains are enhanced, excellent products are produced that are rich in typicality and tradition, preservation is guaranteed of landscapes and territory.

A multifunctional approach to the management of the mountain pasture would seem to be a significant way to give value to the different components, natural human productive and cultural, that make up the alpine activity. In this direction for many years ERSAF has developed, in the management of its 35 regional mountain pastures of which it is administrator, a series of innovative initiatives and often strongly different from what is traditionally used in the territory, to enhance, strengthen and support the activity of the alpeggiatori, orienting it towards the multi-functionality, with particular attention to the aspects of the conservation of the landscape's surface, of the typical productions, of the recreational services and of the cultural services.

The intervention wants to highlight ways and results of the adoption of various tools developed to support the activity of mountain grazing, with particular reference to:

- (i) innovations in calls for tenders and concessions, giving priority to local and mountain companies, giving value to management projects and not to the economic value of the offer, promoting the possibility of reduction of the fee for the activation of initiatives and projects development or for investment interventions;
- (ii) the introduction of an assessment of the annual quality of management useful for monitoring and for the issue of "Certification of Alpine pasture", to obtain awards in subsequent calls for tenders;
- (iii) the introduction of grazing agreements between several farms, to integrate different farming methods and needs (dairy cattle, sheep, goats and horses);
- (iv) support for tourist, recreational and cultural activities, with the development of dedicated programs and the involvement of the monticant companies;
- (v) the development of forms of participation and sharing of comparison activities, training and implementation of joint projects among several companies;
- (vi) the development of marketing actions, including, lastly, the involvement of the alpers in the adoption of the optional term "Mountain Products".



### S. 6.03 Valutazione delle utilità ecosistemiche delle sugherete in Sardegna

Piermaria Corona, Valerio Quatrini, Matilde Schirru, Sandro Dettori, Nicola Puletti

**Parole chiave:** gestione forestale; produzione di sughero; produzione di foraggio; sequestro di carbonio; resa idrica.

Questo lavoro presenta un approccio spazialmente esplicito sviluppato per la valutazione, attuale e futura a scala particellare, della capacità dei boschi di sughera di fornire utilità ecosistemiche (ES). I dati utilizzati in questo lavoro sono riferiti a un campione casuale di 73 popolamenti puri di sughera (circa 500 ettari) in Sardegna. L'approccio utilizza come driver principali due parametri dendrometrici di semplice misurazione (altezza dominante e numero di alberi per ettaro) ed è stato testato per valutare scenari di gestione forestale alternativi su quattro ES: produzione di sughero, di foraggio, carbonio sequestrato, e impatto sul ciclo dell'acqua. Nelle condizioni attuali, i boschi puri di sughera esaminati sono caratterizzati da una produzione annua di 93 euro anno<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> per quanto riguarda il sughero, 44 euro anno<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> per quanto riguarda il foraggio, 37 euro anno<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> per quanto riguarda il sequestro del carbonio, 261 euro anno<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> per quanto riguarda la resa idrica, per un valore totale di 427 euro anno<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. Il valore medio della produzione di sughero su un ciclo di 11 anni è pari a 1023 euro ha<sup>-1</sup>. La possibilità di mappare gli ES può essere utile per identificare le aree prioritarie ove massimizzare la fornitura di ES e i benefici annessi per le comunità locali. L'approccio proposto si dimostra facilmente applicabile ad altri contesti di sughero con caratteristiche simili.

#### *Towards the assessment of ecosystem services from cork oak stands in Sardinia*

**Keywords:** forest management; cork production; fodder for grazing; sequestered carbon; water yield.

A spatially explicit approach for stand-scale assessment of current and future potential of cork forests to provide ecosystem services (ES) is developed and presented. In this study, a random sample of 73 pure cork oak stands covering about 500 hectares have been considered in Sardinia (Italy). The approach, which relies in large part on the assessment of stand top height and number of trees as main drivers, has been tested to assess alternative forest management scenarios on four ES: cork production, fodder for grazing, sequestered carbon, water yield. Under current conditions, the surveyed pure cork oak forest stands are characterized by an annual economic provision of 93 euro yr<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> as concerns cork, 44 euro yr<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> as concerns fodder, 37 euro yr<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> as concerns carbon sequestration, 261 euro yr<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> as concerns water yield, for a total value of 427 euro yr<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. The value of cork production on a 11-years-cycle equals to 1023 euro ha<sup>-1</sup>, on average. The spatial visualization of ES can be useful to identify priority areas for maximizing ES provision and benefits for local communities (e.g., win-win and lose-lose area of intervention): this may assist in differentiating forest management so as to maximize economic wealth. The proposed approach proves to be readily applied to other cork contexts with similar characteristics.

\*\*\*

### S. 6.04 Gestione e selvicoltura del bosco ceduo, valorizzazione delle funzioni produttive e della funzione di mitigazione

Gianfranco Fabbio, Giada Bertini, Francesco Chianucci, Umberto Di Salvatore, Carlotta Ferrara, Luca Marchino, Maurizio Piovosi, Martina Pollastrini, Andrea Cutini

Selvicoltura e produzioni forestali sono termini strettamente collegati. La buona pratica della coltivazione è mirata ad ottenere i prodotti attesi dal mercato e dalla collettività, mantenendo nel contempo la capacità di rinnovazione, la salute e vitalità del bosco.

L'utilizzo della risorsa rinnovabile tuttora applicato a molte tipologie di fustaia, è andato viceversa a ridursi in misura rilevante nel ceduo dagli anni '50 del 1900, quando legna da ardere e carbone hanno incontrato l'alternativa vincente dei combustibili fossili, considerati allora l'energia "moderna, pulita e disponibile in modo illimitato".





Oggi sappiamo che l'energia fossile inquina, che la sua disponibilità è a termine, che nuove alternative 'verdi' dovranno progressivamente sostituirla. Accanto all'incremento drastico dell'utilizzo di fonti pulite e delle produzioni di biomassa ad uso energetico (piantagioni fuori foresta e utilizzazione dei residui vegetali di altre lavorazioni) come nei principi della green economy, si dovrà riprendere concretamente l'ipotesi di un maggiore utilizzo di risorse forestali rinnovabili come il ceduo. Questa forma di governo si mantiene oggi su una superficie minoritaria rappresentata dai cedui giovani (minori di 20 anni) e, in parte fino ai 40 anni, mentre è progressivamente cessata nel campo di età oggi prevalente 41-80, i cosiddetti cedui oltre turno di età da 2 a 4 volte superiore a quella di tradizionale utilizzazione. Superfici molto inferiori sono state avviate ad alto fusto in aree demaniali.

La ricerca applicata ha individuato il cambiamento già alla fine degli anni '60 e monitorato con protocolli dedicati la realizzazione delle due alternative possibili: evoluzione per via naturale e avviamento ad alto fusto. Lo stato e la qualità della gestione corrente e le indicazioni per quella futura sono oggetto di indagine del progetto LIFE 'FutureForCoppices' <http://www.futureforcoppices.eu/it/>. L'analisi si basa sugli Indicatori pan-europei di Gestione Forestale Sostenibile già in uso e su Indicatori innovativi. Tutti sono stati determinati - per la prima volta specificatamente - sul bosco ceduo. I valori calcolati derivano dalle serie storiche disponibili e fino all'attualità su 9 siti complessivi per 3 specie, leccio, cerro, faggio, e monitorano il campo di età 20-70 (80) anni.

Gli Indicatori scelti, di tipo tradizionale (t) ed innovativo (i), sono relativi ai Criteri 1 'Contributo ai Cicli globali del Carbonio' e 3 'Funzioni produttive delle foreste'. 1: Growing stock e Carbon stock (t), Total aboveground tree biomass (i), Growth efficiency (i); 3: Increment/Fellings (t), Roundwood → Firewood (t), Edible mushrooms production (i).

I due Criteri, entrambi fondamentali per il ruolo attivo svolto dalle foreste, hanno rappresentato ad oggi due livelli diversi: quello della produzione (legnosa e non legnosa) classica, contabilizzata in economia forestale, e quello della capacità di sequestro e stock di carbonio, non ancora direttamente valutato in termini equivalenti.

Le evidenze dei cambiamenti globali in atto riportano la contabilità in termini di carbonio allo stesso livello della produzione (nel caso) di legna per energia, entrambe rappresentando i termini della stessa equazione. Produzione di energia (neutrale perché rinnovabile) sostitutiva di consumo fossile (negativo), sequestro corrente e deposito di C in forma organica nel soprassuolo e poi nel suolo forestale (mitigazione).

I risultati espressi nei valori degli Indicatori sono coerenti con forme di gestione progressivamente meno intensive dal ceduo a regime (periodica utilizzazione quasi totale), all'avviamento (serie di diradamenti), fino alla non-gestione o abbandono colturale (accumulo progressivo di biomassa e necromassa). Si evidenzia la complementarità oggettiva delle funzioni, tutte contabilizzabili in termini di produzione energetica e di mitigazione del cambiamento.

Il quadro generale è tuttavia oggi fortemente squilibrato dal mancato esercizio della ceduzione su una quota molto rilevante della superficie originale. La sua ripresa, dalle età comprese tra i 41 e i 60 anni, consentirebbe una produzione legnosa molto superiore a quella attuale fortemente deficitaria e controllata finora da una importazione elevata a livello Paese. I criteri della coltivazione a ceduo, già mutati nella pratica con i turni più lunghi di quelli adottati in passato che consentono di disporre al taglio masse unitarie superiori e sostenuti dalla evidenza di culminazioni dell'incremento medio di massa legnosa compatibili, sono ancora ottimizzabili nei criteri di matricinatura ridotta per pedali e gruppi o combinata, nel frattempo sperimentati con successo. Le forme intermedie e flessibili di trattamento realizzate in via sperimentale e già presenti in Regolamenti regionali, sono il punto di arrivo auspicabile di una coesistenza più bilanciata e strutturata logicamente secondo il gradiente altitudinale, la giacitura e l'accessibilità, la fertilità e le specie.

### ***Management and silviculture in the coppice system, improvement of productive functions and of mitigation ability***

**Keywords:** forest management; silviculture; coppice system; forest productions; mitigation.

Silviculture and forest productions are closely connected terms. The good practice of silviculture is aimed at getting the products awaited by the market and by the communities, preserving as well the regeneration ability, the health and vitality of forests.



The use of renewable resources applied so far to many high forest types, has been heavily reduced within the coppice area since the fifties of 1900, when firewood and charcoal came up against the successful use of fossil fuels, i.e. the modern, clean and unlimited energy source as believed at that time.

Today we are aware that fossil fuels pollute, their availability is limited, new 'green' options are needed. Beside the drastic increment in the use of clean sources, biomasses for energy production (agro-forestry and use of wastes from other processing) as in the green economy principles, the hypothesis of a much increased attention to renewable resources, coppice first, has to be taken into duly account. Coppice system is practiced today on a minority area made by the young stands aged less than 20 yrs and up to 40 yrs. Harvesting has been progressively stopped in the main age class 41-80, i.e. the outgrown area made by stands aged two-four times the former customary rotations. Conversion into high forest was undertaken in between over much smaller areas into the public domain.

Applied research tackled the change in progress since the end of sixties in 1900 by experimental trials on the options on the floor: natural evolution and conversion into high forest. Status and quality of current forest management are dealt with the LIFE 'FutureForCoppices' <http://www.futureforcoppices.eu/it/>. The analysis is based on the pan-European Indicators of SFM already in use and new-established ones. All of them have been specifically adjusted - the first time - on the coppice system. Values from the available datasets cover the age-span 20-70 (80) yrs on nine trials and three species, holm oak, Turkey oak and beech.

The selected customary (t) and innovative (i) Indicators, come from Criterion 1 'Contribution to global carbon cycles' and 3 'Productive functions of forests. 1: Growing stock and Carbon stock (t), Total aboveground tree biomass (i), Growth efficiency (i); 3: Increment/Fellings (t), Roundwood → Firewood (t), Edible mushrooms production (i).

The two Criteria, basic to the current role performed by forest stands, depict at now two different levels: the one of wood and non-wood productions recorded into forest economy, and the one of carbon sequestration and stock ability, non yet assessed in equal values.

The evidence of global change in progress places today the two assessments on the same level, both the accounting of carbon and the production of wood for energy being terms of the same equation. Neutral production of energy because renewable, substitute of fossil consumption (negative), C sequestration and stock in the forest crop and soil (mitigation effect).

Outcomes from Indicators values are consistent with management types, they becoming less intensive from the coppice system (periodical harvesting of quite total aboveground tree biomass), to the conversion into high forest (series of thinnings), up to the no-practice of silviculture (progressive stocking of biomass and dead mass). The full complementarity of options is highlighted, all of them being recordable in terms of energy production and mitigation.

The general frame of reference is anyway unbalanced by the lack of coppicing on a large share of the original area. Its recovery from the age classes 41-60 yrs, would made available a much higher firewood production and allow to balance the current gap covered by the heavy import at the country level. Coppice management criteria, implemented today on longer rotations than in the past, allow higher removals per unit area and are made possible by the delayed culmination of growth course. They may be improved also by the standards release tuned on a reduced number, individual choice and arrangement on the floor, following the positive outcomes experienced in between. The intermediate and flexible practices of silviculture already implemented and present in regional Regulations, are the awaited final step. These will allow a balanced coexistence, consistently structured in accordance with the elevation gradient, the position, the accessibility, the site-index and the tree species concerned.

\*\*\*

#### **S. 6.05 Il programma di valorizzazione dell'apicoltura nei compendi forestali pubblici della Sardegna. Un esempio di collaborazione interistituzionale tra Agenzia Fo.Re.STAS e Università di Sassari**

Ignazio Floris, Antonio Casula, Giuliano Patteri

**Parole chiave:** apicoltura; prodotti non legnosi; foreste mediterranee.

L'Agenzia Fo.Re.STAS (Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente) della Sardegna gestisce un patrimonio forestale di oltre 220 mila ettari distribuiti in tutto il territorio regionale. Dal



2008, come Ente foreste ha gestito "Il programma miele" avviato negli anni '80 dall'ex Azienda Foreste Demaniali, coinvolgendo vari complessi forestali di pregio e raggiungendo un patrimonio di circa 800 alveari, con risultati produttivi mediamente inferiori alle medie nazionali, a causa di una serie di criticità di natura organizzativa e gestionale. Dal 2016, con il commissariamento dell'Ente è stata avviata una collaborazione ai sensi dell'art. 15 della Legge 7 agosto 1990, n. 241 tra Agenzia Fo.Re.S.T.A.S. e Università degli Studi di Sassari (Dipartimento di Agraria - Sezione di Patologia Vegetale ed Entomologia) per l'attuazione di un programma di sviluppo e riqualificazione dell'apicoltura nei compendi forestali.

Il programma si propone un riassetto del comparto apistico basato:

- (i) sulle reali potenzialità produttive e di sviluppo in ambito forestale, in termini di potenziale mellifero, includente alberi, arbusti, erbe e aree incolte;
- (ii) su una più ampia diversificazione produttiva dell'alveare (non solo miele);
- (iii) sul ruolo ecologico e multifunzionale dell'apicoltura, l'acquisizione di know how e l'attivazione di sinergie con altri prodotti forestali legnosi e non-legnosi (es. sughero);
- (iv) nonché su un riassetto organizzativo e gestionale altamente qualificato basato su una visione integrata e sostenibile della selvicoltura.

Sulla base di tale programma, applicando la densità media europea (UE) e italiana di circa 4 alveari per Km<sup>2</sup> al patrimonio forestale pubblico, si ritiene realistico l'obiettivo di perseguire un carico complessivo di almeno 8.000 alveari sui 220 mila ettari di bosco. Il programma prevede anche la diversificazione e caratterizzazione delle produzioni, e una gestione degli apiari con criteri di BMPs (Best Management Practices) e di IPM (Integrated Pest Management), nonché attraverso la valorizzazione e il miglioramento genetico del patrimonio di api locale.

### ***The beekeeping enhancement program in Sardinia's public forest. An example of inter-institutional collaboration between Fo.Re.STAS Agency and the University of Sassari***

**Keywords:** beekeeping; non-wood products; Mediterranean forestry.

The Agency Fo.Re.STAS (Regional Forestry Agency for the development of the territory and environment) of Sardinia manages a forest heritage of over 220,000 hectares distributed throughout the regional territory. Since 2008, as "Ente Foreste" (EF) has conducted "The honey program" started by the "Azienda Foreste Demaniali della Sardegna", involving various valuable forest complexes and reaching a number of about 800 hives. However, due to critical organizational and management issues, poor production results were achieved. Since 2016, a collaboration according to the art. 15 of the Law of 7 August 1990, n. 241 has started between the new Agenzia Fo.Re.S.T.A.S. and the University of Sassari - Department of Agricultural Sciences (Section of Plant Pathology and Entomology) with the aim of implementing a development and retraining program of beekeeping in public forests. The main objectives of the program are the beekeeping reorganization based:

- (i) on the potentiality of beekeeping in the Mediterranean forests, in terms of honey potential yield, including trees, shrubs and herbs, and uncultivated areas;
- (ii) on a broader diversification of hive production (not only honey);
- (iii) on the ecological and multifunctional role of beekeeping, on the acquisition of know-how and the activation of synergies with wood and non-wood products (e.g. cork);
- (iv) as well as a highly and qualified management addressed to a sustainable economic development of the forestry.

Based on this program and applying the estimated mean density of honey bee colonies in the European Union and Italy (about 4 per Km<sup>2</sup>) to the Sardinian public forest heritage, the goal of reaching a total number of at least 8,000 hives on the whole forest surface (220,000 hectares) is to be considered realistic. Within the aim of the program is also the diversification and characterization of hive productions, through the definition of different typologies of honey and other hive products, focusing the apiary management on BMPs (Best Management Practices) and IPM (Integrated Pest Management), including the improvement of local honey bees by selection programs.

\*\*\*



## S. 6.06 Oltre il ceduo: modalità di gestione, problematiche di rinnovazione ed interventi sperimentali nelle faggete piemontesi.

Renzo Motta, Davide Ascoli, Roberta Berretti, Pierpaolo Brenta, Fabio Meloni, Antonio Nosenzo, Pier Giorgio Terzuolo, Giorgio Vacchiano

**Parole chiave:** selvicoltura; trattamento irregolare; ceduo invecchiato; sostenibilità; recupero funzionale.

Il faggio è una delle più importanti specie forestali italiane e interessa una superficie pari al 9.5% della copertura forestale nazionale. Il faggio adulto ha una debole capacità pollonifera ma ancora oggi poco meno del 50% delle faggete italiane è governato a ceduo, soprattutto al nord (con l'eccezione del Friuli) e nell'Appennino centro-settentrionale. Al contrario, al sud prevalgono i boschi di alto fusto, in conseguenza di fattori legati al tipo di proprietà (pubblica o privata), alla estensione delle proprietà, alla densità di popolazione, alla tradizione locale.

In Piemonte la categoria forestale "faggete", con 135.770 ha, è la seconda categoria forestale per estensione a livello regionale interessando il 15.8% della superficie forestale. Le faggete hanno una elevata incidenza di proprietà pubblica (il 48%) e sono governate a ceduo ancora per circa il 60%. Fino alla metà del secolo scorso, quasi tutte le faggete piemontesi erano ceduate (con l'eccezione di alcuni piccoli nuclei ad alto fusto costituiti prevalentemente da "bandite"). Tuttavia, negli ultimi decenni la gestione di molti cedui è stata abbandonata, causando l'evoluzione spontanea verso l'alto fusto; allo stesso tempo, sono stati effettuati interventi di avviamento ad alto fusto su diverse migliaia di ettari di cedui invecchiati.

Il recente regolamento forestale regionale ha fissato in 40 anni il turno massimo per il governo a ceduo. L'incidenza del governo a ceduo nelle faggete piemontesi è quindi destinata a diminuire ulteriormente. Infatti già nel prossimo decennio la maggior parte delle faggete a gestione attiva (50% circa della superficie totale della categoria forestale) sarà costituita da popolamenti con età maggiore di 40 anni, derivanti da avviamenti ad alto fusto, da allungamento del turno nei cedui o da abbandono, che sono equiparati, dal punto di vista del regolamento, a fustaie.

In questi popolamenti, il Regolamento forestale consente di effettuare diradamenti (prelievo non superiore al 50% della copertura) oppure tagli a scelta culturale (prelievo non superiore al 40% della provvigione). Con questi interventi è possibile sia continuare con la gestione tradizionale dei cedui invecchiati avviati all'alto fusto (che parte dalla matricinatura intensiva ed arriva al taglio di sementazione nella fustaia transitoria), sia applicare una selvicoltura orientata alla qualità che, nello stesso tempo, permette di creare strutture irregolari ecologicamente stabili e adeguate alla erogazione dei servizi ecosistemici. Tuttavia, l'applicazione di questa selvicoltura nelle faggete piemontesi ha alcuni limiti, il più importante dei quali è la scarsità di fusti in grado di produrre assortimenti di qualità, che attualmente sono stimati tra il 5 ed il 15% del volume complessivo. Occorre dunque sperimentare e consolidare sistemi selvicolturali sostenibili (ecologicamente, socialmente ed economicamente) mirati all'aumento della qualità degli assortimenti ed all'erogazione dei servizi ecosistemici richiesti.

Infine, negli ultimi anni le faggete sono state interessate da un numero crescente di incendi boschivi, come conseguenza di periodi di prolungata siccità e dell'accumulo di biomassa combustibile. La gestione forestale delle faggete dovrà nei prossimi anni contribuire alla prevenzione di questi eventi che, sulla base degli scenari climatici disponibili, diventeranno più frequenti e severi. In questo lavoro sono presentati e discussi alcuni interventi sperimentali (selvicoltura d'albero e gestione irregolare delle faggete) realizzati in Piemonte negli ultimi 20 anni.

### ***Beyond the coppice: management, regeneration and experimental silviculture in Piedmont beech stands***

Beech forests are the second most widespread forest type in Piedmont, covering more than 135.000 ha (about 15,8% of the region's forest). In north-western Italy, almost all beech forests have been traditionally coppiced until the recent past (with the exception of some small protection forests) due to the high request of firewood and wood charcoal. In the last decades, however, local and global socio-economic changes have caused a decline in firewood demand. As a consequence, beech coppices have been subject either to a lengthening of the rotation, or to the abandonment of any management. Beech is highly sensitive to the lengthening of the rotation, because its sprouting capacity is lost with ageing. Indeed, the most recent





regional forest law has defined a maximum rotation of 40 years for coppice regeneration, so that stands older than 40 years should be managed as high forests.

Since coppicing is not allowed nor sustainable in overaged stands, in the last decades most coppices have been converted to high forest via repeated thinning. However, such silvicultural treatments are costly, also due to the low timber quality of existing trees, and the entire conversion process lasts many decades. Hence, most stands have to be replaced by a new management system in a relatively short time, but such silvicultural program is scarcely sustainable yet and it is necessary a new sustainable management scenario.

Finally, beech forests have recently been affected by an increasing number of forest fires, due to extreme droughts and to the increase in woody fuel. Under the current climate change scenarios, silviculture of beech stands must therefore take into account all these limitations, and experiment new sustainable treatments to increase stem quality, prevent natural disturbances and increase the ecological stability of the forest. Experimental beech silvicultural treatments (irregular and tree-oriented silviculture) are presented and discussed.

\*\*\*

### S. 6.07 Produzioni, sostenibilità economica e ricadute delle attività apistiche in aree interne del Piemonte

Liam Pippinato, Simone Blanc, Angela Mosso, Filippo Brun

**Parole chiave:** apicoltura; aree interne; valutazioni economiche; valorizzazione; Piemonte.

Le aree interne comprendono territori marginali solitamente distanti dai grandi centri urbani e meno dotati in termini di servizi alle imprese e alle persone, caratterizzati da un calo demografico pluriennale e da fenomeni di de-antropizzazione (Barca, Casavola and Lucatelli 2014). In Piemonte, nello specifico, circa il 46% della superficie può essere classificata come area interna (Bertolini and Pagliacci 2017), con un'economia prevalentemente legata al settore primario (73%) (Barca et al. 2014) e grandi potenziali produttivi grazie all'abbondanza di risorse (legname, acqua, energie rinnovabili, paesaggi, ecc.) che, come è noto, rappresentano uno dei fattori chiave per lo sviluppo e il recupero delle aree marginali (Cesaro and Marongiu 2017). Tra le imprese attive sul territorio piemontese e spesso molto diffuse nelle sue aree interne, figurano quelle apistiche, la cui consistenza, in termini di alveari, ha mostrato un interessante trend di crescita ormai da decenni (EU 2016), con un incremento in particolare del 14% tra il 2014 e il 2017 che ha portato a più di 190 mila unità censite (AAN 2018). Infatti il peso di questo pur piccolo settore produttivo sta assumendo dimensioni economiche interessanti, anche per la sua capacità di integrarsi con le tradizionali pratiche colturali e selvicolturali tipiche di questi territori. La diffusione dell'attività apistica ha inoltre un importante ruolo ecologico e di fornitore di servizi ecosistemici, grazie alla fondamentale azione di impollinazione svolta dalle api domestiche (*Apis mellifera* L.) (Breeze, Dean and Potts 2017) e rappresenta, nel contempo, anche un indicatore biologico (Giglio et al. 2017) il cui valore economico andrebbe riconsiderato nelle strategie di recupero e sviluppo delle aree interne.

Obiettivo dello studio è:

- (i) condurre un'indagine finalizzata alla caratterizzazione del settore produttivo apistico, individuando l'importanza economica che riveste nelle aree interne piemontesi, con particolare riguardo alle province di Cuneo e Torino, coinvolte nel programma di cooperazione allo sviluppo INTERREG-ALCOTRA tra Francia e Italia;
- (ii) valutare la sostenibilità economica di un caso di studio reale, localizzato in una valle alpina interna;
- (iii) attraverso analisi di scenario, valutare le potenzialità di crescita dell'attività imprenditoriale e le possibilità di integrazione con le tradizionali pratiche agricole e selvicolturali, al fine di promuovere uno sviluppo territoriale integrato e generatore di ricadute positive in termini economici, sociali e ambientali.

Per la caratterizzazione del comparto sono stati dapprima impiegati metodi di statistica descrittiva, sulla base dei dati censiti dall'Anagrafe Apistica Nazionale (AAN) aggiornati al 31 dicembre 2017; in una seconda fase, grazie all'incrocio dei dati georeferenziati mediante strumenti GIS, si è analizzata la distribuzione degli apiari attivi sul territorio piemontese e sono state infine stimate le potenzialità produttive sulla base di dati oggettivi, integrandole con quelle selvicolturali e dei prodotti forestali non legnosi. In dettaglio, per lo studio dei casi aziendali ci si è avvalsi dei tradizionali strumenti di valutazione economica quali il bilancio medio e



quello preventivo. Tutti gli input, tecnici ed economici, sono stati raccolti nel corso del 2017 e per la creazione degli scenari e la validazione dei risultati ci si è avvalsi della collaborazione di alcuni apicoltori.

Dall'analisi dei dati emerge il primato della regione per la consistenza degli alveari (14% del totale nazionale), con 3.301 attività per autoconsumo e 1.700 di commercializzazione (AAN 2018). Le prime presentano una dimensione media di 10 alveari, le seconde di oltre 100. La forma di conduzione prevalente è quella convenzionale (92%) rispetto alla gestione biologica (8%). Il 59% degli apicoltori è localizzato nel territorio ALCOTRA e rappresenta circa la metà del patrimonio apistico regionale. Dall'incrocio dei dati georeferenziati emerge che nelle province di Torino e Cuneo, circa il 37% degli alveari ricade in aree interne e la maggior parte di questi (80%) utilizza una gestione nomade, con spostamento dell'apiario verso aree collinari e montane, con importanti ricadute ecologiche. Inoltre, le analisi di scenario riflettono le grandi potenzialità di questa attività condotta in aree interne, che può garantire interessanti risultati economici agli apicoltori hobbisti, quale fonte integrativa del reddito, spesso legato all'agricoltura e all'attività di utilizzazione forestale, con ricadute occupazionali e di indotto per queste aree fragili.

Dai risultati emerge inoltre che l'attività apistica è in grado di garantire redditi comparabili con altre attività economiche del settore primario tipiche di queste aree, integrandosi inoltre con esse. La valutazione delle ricadute ambientali dell'apicoltura migliora ulteriormente i risultati, come evidenziato anche da altre ricerche (Pilati and Prestamburgo 2016). Infine emerge una discreta potenzialità di crescita sia per quanto riguarda i numeri delle imprese, sia delle produzioni su scala territoriale sfruttando la stagionalità delle tradizionali attività agricole e selvicolturali e l'integrazione con quelle apistiche.

Va precisato che la metodologia impiegata può essere utilizzata sia in contesti di ricerca per evidenziare le potenzialità dell'apicoltura su scala territoriale, sia a livello aziendale per valutare le performance e le potenzialità della singola impresa.

### ***Productions, economical sustainability and spillovers of apicultural activity on Piedmont's inner areas***

**Keywords:** apiculture; inner areas; economic assessment; development; Piedmont Region.

Inner areas include fringe territories that often are far from large urban centers and less supplied in terms of services, with a long lasting depopulation and de-anthropization consequences (Barca, Casavola and Lucatelli 2014). In Piedmont Region, specifically, about 46% of the territory can be classified as "inner area" (Bertolini and Pagliacci 2017), with an economy mainly based on primary sector (73%) (Barca et al. 2014) and large productive potentials, thanks to the abundance of natural resources (timber, water, renewable energies, landscapes, etc.). This fact, as it is well known, represents one of the key factors for the recovery and the development of marginal areas (Cesaro and Marongiu 2017). Among the economic activities of these areas, there is the apiculture, whose size, in terms of beehives, showed an interesting positive trend (EU 2016), with, in particular, a 14% increase between 2014 and 2017, that led to more than 190,000 beehives at Piedmont regional level (AAN 2018). As a matter of fact, the role of this small productive sector is growing, also thanks to its ability to integrate itself with traditional agricultural and silvicultural activities. Besides, the spread of apiculture has an important ecological role suppling ecosystem services, thanks to the fundamental pollination service carried out by honey bees (*Apis mellifera* L.) (Breeze, Dean and Potts 2017). Moreover it represents an important environmental bioindicator (Giglio et al. 2017) whose economic value should be reconsidered in recovery and development strategies for the inner areas.

The aims of this study are: i) to conduct a survey for the characterization of the apicultural sector, identifying its economic importance in Piedmont inner areas, with particular regard to the Provinces of Cuneo and Torino, involved in the program of territorial co-operation for development INTERREG-ALCOTRA; ii) to valuate the economic sustainability of a real case study, located in an inner alpine valley and, iii) through scenario analysis, to assess the growth potentials of the entrepreneurial activity and the integration possibilities with the traditional agricultural and silvicultural practices, in order to promote an integrate development and positive spillovers in economic, social and environmental terms.

We used descriptive statistics techniques for the characterization of the sector, based on the data surveyed by the National Apicultural Registry Office (Anagrafe Apistica Nazionale, AAN) updated to 31st December 2017; the next step was the cross-check of the georeferenced data through GIS tools, analyzing the distribution of



the regional active beehives and, finally, assessing the productive potential on objective data, integrating it with silvicultural and non-woods forest products potentials.

Specifically, for the study of the firms, traditional economic evaluation tools, such as average and preventive budgets were used. All the technical and economic inputs were collected during 2017 and, to create the scenarios and validate the results, several meetings with beekeepers were organized.

Data analysis shows a Piedmont leadership in the sector, with about 14% of Italian beehives, 3,301 firms devoted to self-consumption and 1,700 to honey commercialization (AAN 2018). The average size of the farmers is 10 beehives, while the latter have more than 100 hives each. The main management type is the conventional one (92%), compared to the organic one (8%). The 59% of beekeepers are located in the ALCOTRA territory and represents about a half of the Piedmont ones. From the cross-check of the georeferenced data, we realized that about 37% of the beehives in Cuneo and Torino departments are located in inner areas and most of these (80%) have a migratory management, with transhumance of the apiary to hill and mountain areas, with important ecological spillovers. Moreover, the scenario analysis has shown the apiculture potential in the inner areas: it is, in fact, an activity able to generate profitable results, even to non-professional beekeepers, as a supplementary source of incomes which are often strictly linked to agriculture and forest exploitation activities, with social and economic positive spillovers in these weak areas.

In conclusion, the apiculture in inner areas can provide incomes which are comparable to that of other economic activities, in the frame of the primary sector, and which are easily integrated with them. The assessment of environmental spillover can further improve such positive results, as pointed out by other researchers (Pilati and Prestamburgo 2016). Finally, a moderate development opportunity of firm number and of their productions at a local scale seems realistic, taking advantage from the seasonality of the traditional agricultural and silvicultural activities and from the integration with them.

\*\*\*

#### **S. 6.08 Rinnovazione naturale da seme nei cedui di Castagno: un fattore-chiave nella pianificazione della gestione del bosco ceduo**

Mario Pividori, Emanuele Lingua, Enrico Marcolin, Maria Chiara Manetti, Francesco Pelleri, Marco Conedera, Gianni Boris Pezzatti

**Parole chiave:** *Castanea sativa*; ceduo; rinnovazione da seme; matricine.

Negli ultimi 50 anni, molti fattori sfavorevoli concomitanti hanno condotto all'abbandono della gestione tradizionale di molti cedui di castagno. Ciò ha prodotto un generale invecchiamento di codesti castagneti con un aumento dell'instabilità dei versanti e del rischio idrogeologico. In questo quadro di avversità, nei cedui di castagno sembra valorizzarsi il ruolo della rinnovazione naturale da seme per la futura gestione di tali foreste.

La rinnovazione da seme nel bosco ceduo contribuisce all'aumento della densità di fusti, fornisce nuove vigorose ceppaie per le future generazioni del ceduo e promuove uno sviluppo del bosco più sostenibile, in termini di diversità specifica e strutturale.

In questo studio abbiamo raccolto alcune esperienze gestionali in boschi cedui che hanno visto l'applicazione di differenti ceduazioni, per verificare le corrispondenti potenzialità della rinnovazione da seme di castagno. I risultati comuni a tali sperimentazioni hanno evidenziato come la rinnovazione gamica di castagno sia influenzata da:

- (i) l'età del castagneto al momento della ceduazione (a cedui più maturi corrispondeva una presenza più marcata di semenzali),
- (ii) la copertura di matricine e/o riserve (condizioni di luce al suolo), III) variabili microclimatiche e stagionali (stress da siccità, fertilità, interazioni con la fauna selvatica, etc.).

Nel complesso, il monitoraggio delle dinamiche della rinnovazione naturale da seme nei cedui di castagno ha consentito di delineare alcune linee guida generali per interventi sostenibili che favoriscono la rinnovazione gamica, salvaguardano la biodiversità nell'ottica di un miglioramento della qualità degli assortimenti retraibili dal bosco ceduo di castagno.

\*\*\*



## S. 6.09 La selvicoltura al servizio della gestione delle tartufaie. Strumenti per la pianificazione e realizzazione di interventi a favore della produzione dei tartufi in ambiente naturale

Flavia Righi, Andrea Ebone

**Parole chiave:** tartufaia controllata; gestione; tecniche colturali; ambienti; prodotti non legnosi.

L'attuale legislazione nazionale (L. 16 dicembre 1985, n. 752 e s.m.i.) prevede precise specifiche tecniche per quanto attiene il riconoscimento delle tartufaie controllate e coltivate, esprimendosi tuttavia in modo generale nel comprendere casistiche che sono nella pratica molto diversificate fra di loro, poiché non tutti gli ambienti richiedono analoghi interventi di gestione e/o miglioramento.

Inoltre si constata talvolta una formazione non sufficiente da parte degli operatori in merito alle opportune tecniche gestionali delle tartufaie, relativamente al tartufo bianco pregiato per l'ancor elevato margine di incertezza riguardo le pratiche da adottare, mentre per quanto concerne il tartufo nero per il modesto sviluppo che ha avuto sinora la tartuficoltura con impianti ex novo (tartufaie coltivate).

Pertanto in Piemonte, terra vocata alla tartuficoltura e ricca di boschi, è emersa la necessità di provvedere alla diffusione delle conoscenze specifiche acquisite nel tempo.

Nel corso degli ultimi 25 anni l'IPLA, con finanziamenti europei e regionali, ha incrementato la propria attività in questo settore raccogliendo e contribuendo ad arricchire la bibliografia (es. Progetti Trufa Life, Verchamp, Amycoforest), sulla base delle esperienze maturate con la pratica sperimentale condotta sul campo e con il confronto costante con i principali centri di ricerca internazionali e nazionali.

Questo bagaglio di esperienze è stato di recente tradotto in chiave divulgativa nell'ambito di una nuova pubblicazione che intende fornire un supporto conoscitivo a tutti i proprietari e gestori di tartufaie per la pianificazione e la realizzazione di interventi a favore della produzione dei tartufi in ambiente naturale, attraverso l'analisi delle principali tecniche selvicolturali applicabili nella gestione di formazioni naturali (boschi, incolti) e seminaturali (filari, piante isolate), in funzione dell'assetto colturale e della specie di tartufo presente. Questa guida, che si ispira a testi realizzati in passato e riprende il formato delle guide selvicolturali redatte su altri temi riguardanti la gestione forestale, è di facile consultazione, arricchita con numerose immagini che contribuiscono a rendere ancor più semplice ed immediata la comprensione delle parti testuali.

La prima parte della guida fornisce alcune nozioni fondamentali per comprendere le relazioni fra tartufi ed ecosistema e le conseguenze che i cambiamenti dell'habitat, naturali o indotti dall'uomo, possono avere sul loro sviluppo.

A seguito di una breve parte introduttiva vengono descritte le caratteristiche biologiche ed ecologiche dei tre tartufi di maggior pregio commerciale oggetto della guida: tartufo bianco, tartufo nero e scorzone; in particolare si analizzano le caratteristiche botaniche e morfologiche (simbiosi e micorrize) nonché gli ambienti più idonei allo sviluppo dei tartufi.

La seconda parte permette di analizzare i parametri ecologici dell'ambiente in cui ci si trova ad operare:

- (i) caratteristiche della stazione;
- (ii) potenzialità per le diverse specie di tartufo;
- (iii) fattori che possono essere modificati mediante una gestione mirata a favorire la produzione di queste specie.

Vengono trattati i fattori ambientali più favorevoli alla fruttificazione, fornendo, in allegato, un elenco di specie della flora, di facile riconoscimento, utili a comprendere le caratteristiche dell'ambiente nel quale i tartufi crescono e si sviluppano.

Si passa quindi alla descrizione delle principali pratiche colturali che possono favorire il mantenimento della produzione, nel caso di tartufaie produttive e in attualità di coltura, o il ripristino/rigenerazione in quelle abbandonate o in declino.

Segue infine un paragrafo che sintetizza, sempre con l'ausilio di immagini, le pratiche colturali più frequenti e maggiormente efficaci nel caso in cui si operi in tartufaie in produzione o in declino.





Gli allegati contengono, oltre alla lista della flora, di cui sopra, corredata di immagini, anche un elenco delle principali piante ospiti e un glossario per i termini utilizzati nella guida che possono risultare meno comprensibili ad un pubblico non addetto ai lavori.

\*\*\*

### **S. 6.10 I Gruppi operativi in Emilia-Romagna in azione su biodiversità e sequestro di carbonio nel “castagneto da frutto”**

Carla Scotti, Livia Vittori Antisari, Luca Dondini, Gloria Falsone, Antea De Monte, Elvio Bellini, Cristina Menta, Renzo Panzacchi, Marco Picciati, Luigi Vezzalini, Giovanni Pancaldi, Nicoletta Vai, Stefano Zocca, Daniele Canovi, Andrea Degli Esposti, Stefano Fogacci, Domenica Menetti, Aurelio Monari, Luciano Trentini

**Parole chiave:** castagni da frutto; sostenibilità ambientale, sequestro carbonio; Regione Emilia Romagna.

La castanicoltura da frutto, coltivazione tipica dell’ambiente collinare-montano in Emilia-Romagna, come succede nel resto dell’Italia, è sottoposta a notevoli pressioni (eventi metereologici sfavorevoli e presenza di parassiti specifici) che mettono in pericolo le piante, il raccolto e la sua qualità. Essa riveste un ruolo importante nella mitigazione dei cambiamenti climatici grazie all’elevata sostenibilità ambientale dell’agro-ecosistema caratterizzato da una bassa emissione di gas serra (scarso utilizzo di macchine agricole, lavorazioni, etc), da un importante sequestro di carbonio nel suolo e nelle piante e da un’elevata biodiversità genetica e ambientale. Come anche nelle altre regioni, le sfide più significative per il settore riguardano il contrasto dell’abbandono della coltivazione da frutto dei castagneti e della riduzione di intensità delle attività colturali e la prevenzione della perdita di conoscenza e di competenze. Nonostante la forte contrazione delle aree di produzione, i castanicoltori emiliano-romagnoli sono molto attivi e si sono organizzati in specifici consorzi impegnati a valorizzare le tecniche di coltivazione, le varietà locali nonché a promuovere il territorio. È nel segno di questi obiettivi che è nato il sodalizio tra Enti di ricerca, Castanicoltori, Consorzi ed Associazioni di produttori che hanno dato vita alla costituzione ufficiale dei Gruppi Operativi BIODIVERSAMENTE CASTAGNO e CASTANI-CO, entrambi ammessi al finanziamento dalla Regione Emilia-Romagna ai fini della Misura 16.1.01 del PSR 2014-2020. I reciproci piani operativi, di durata triennale, sono volti ad avviare la valutazione dell’impronta genetica a livello regionale e il monitoraggio del sequestro di carbonio nel suolo e nella pianta nonché, tramite apposito piano di comunicazione, avviare un confronto propositivo tra ricercatori, castanicoltori e funzionari pubblici. Il Gruppo di lavoro ritiene fondamentale avviare tale confronto rivolto alla individuazione di azioni finalizzate a favorire il mantenimento delle attività di coltivazione e la gestione sostenibile delle superfici dedicate a castagneto da frutto nonché a contribuire a stimolare un necessario chiarimento operativo e legislativo sulla qualificazione dei castagneti da frutto in rapporto alla normativa forestale e alle esigenze di recupero colturale dei castagneti da frutto abbandonati; nella realtà, la superficie forestale regionale sta aumentando a scapito anche della superficie dedicata a castagneto da frutto.

**BIODIVERSAMENTE CASTAGNO** - Sono scarse le informazioni genetiche documentate sulle varietà di castagno presenti nel territorio regionale in quanto le accessioni non sono mai state analizzate con marcatori molecolari. Il progetto prevede quindi uno studio collettivo, condiviso dalla comunità scientifica e dai produttori castanicoli, per valutare la variabilità genetica del germoplasma di castagno connessa allo studio del suolo e della sua biodiversità tramite appositi indici, quali l’indice di qualità biologica e l’indice di fertilità biologica del suolo.

**CASTANI-CO** nasce in risposta all’esigenza di approfondire le conoscenze dei diversi ambienti pedologici in cui la castanicoltura è presente e di monitorare e valutare il carbonio organico sequestrato nei suoli e nelle piante in funzione principalmente delle diverse pratiche agronomiche e colturali. A tal fine si prevedono specifici monitoraggi eseguiti tramite campionamento, caratterizzazione dei suoli e indagini di laboratorio per definire la quantità e qualità della sostanza organica e la sua variabilità areale e in profondità.

Il metodo di lavoro prevede un approccio partecipativo e condiviso nell’ottica di avvicinare i risultati della ricerca alle esigenze dei castanicoltori: un passo importante verso una “cultura e coltura del territorio”. Ciò permetterà di individuare e condividere le “Linee guida volte alla migliore gestione dei castagneti da



frutto per ottenere un prodotto di qualità e favorire la biodiversità e il sequestro di carbonio”. Le linee guida saranno infatti condivise e validate dalle aziende agricole e dagli enti di ricerca partecipanti ai Gruppi Operativi nonché dai funzionari regionali. Esse potranno essere diffuse alle aziende agricole che afferiscono alle organizzazioni di produttori coinvolti e serviranno a promuovere e valorizzare il ruolo del castanicoltore come produttore di qualità e custode della biodiversità e sostenibilità ambientale del territorio collinare e montano in Emilia-Romagna.

\*\*\*

### S. 6.11 La gestione delle foreste della Regione autonoma Friuli Venezia Giulia

Giuseppe Vanone, Rinaldo Comino

**Parole chiave:** viabilità forestale; rinnovazione naturale; Natura 2000; paesaggio; tracciabilità; vendita a strada; aggiornamento professionale.

Nella Regione autonoma Friuli Venezia Giulia le foreste sono gestite direttamente dai Comuni, dalle proprietà collettive, dall'amministrazione regionale per quelle di proprietà della Regione stessa, ecc. e tutti sono coinvolti a dare attuazione all'accordo interregionale sul prelievo boschivo e la filiera legno di Verona del 2016.

L'obiettivo che ispira la gestione è la valorizzazione delle varie funzioni della foresta nell'ambito della gestione forestale sostenibile sempre di più tracciata e certificata ottimizzando le utilizzazioni forestali o in altre parole l'estrazione della materia prima rinnovabile legno e nel contempo garantendo la tutela naturalistica e del paesaggio, la fruizione turistico-ricreativa e la protezione del suolo. Le tecniche selvicolturali che vengono applicate tengono sempre in considerazione la tendenza evolutiva della composizione e della struttura del bosco e l'obiettivo di favorire la rinnovazione naturale, adattandone di volta in volta le forme di trattamento, quindi delle vere e proprie best practice per le quali sarebbe necessario poter disporre di specifiche e concrete indennità silvoambientali, riconosciute anche a livello nazionale, a ristoro dei maggiori costi gestionali.

Nello specifico tutte le foreste regionali di proprietà della Regione FVG sono sottoposte alla pianificazione forestale e in possesso della certificazione PEFC per la gestione forestale sostenibile, 9.800 ettari circa, in larga parte in aree Natura 2000.

Impegno e cura particolari sono rivolti alla pianificazione, alla progettazione innovativa e realizzazione di una razionale rete di viabilità forestale o in generale di accesso ai boschi e malghe. Vi è la necessità di concentrare le risorse su queste infrastrutture che se realizzate bene consentono la migliore gestione delle foreste e possono consentirne una migliore fruizione e tutela. Nelle proprietà della Regione in particolare sono presenti tra le migliori realizzazioni effettuate in questi ultimi anni, che possono essere anche di modello o confronto o oggetto di attività formative o di aggiornamento professionale.

Dalla gestione operativa, riscontrabile anche nella gestione diretta del patrimonio della Regione FVG, emerge la necessità di una razionale, equilibrata ma decisa semplificazione di procedure in particolare di quelle paesaggistiche e in primis per quanto attiene le infrastrutture viarie e poi anche per quanto attiene le attività propriamente selvicolturali.

La produzione legnosa delle foreste regionali è strettamente connessa con le imprese forestali prioritariamente del territorio locale che operano in ragione della loro iscrizione nell'elenco regionale, imprese oggi sempre più aggregate in reti. Le imprese vengono coinvolte con l'affidamento di servizi di utilizzazioni boschive con esbosco a strada camionabile per la successiva vendita del legname (pratica diffusa soprattutto nelle foreste di proprietà dell'Amministrazione regionale. Generalmente più diffusa sul territorio regionale è la vendita di lotti boschivi "in piedi", che nel caso delle foreste di proprietà della Regione è limitata agli assortimenti legnosi di modesto valore, anche con vendite preventive "in piedi" al fine di intervenire con celerità in caso di attacchi di bostrico, di schianti o di altri tagli che comunque richiedono un rapido intervento.



È stato avviato un percorso che sta portando ad affidare in concessione pluriennale alle imprese forestali iscritte nell'elenco la gestione di porzioni di foreste sia pubbliche e che private, e in questo contesto gli indirizzi riguarda anche le proprietà della Regione.

### ***The forest management of the autonomous Region Friuli Venezia Giulia***

**Keywords:** sale by road; forest road; Natura 2000; landscape; traceability; natural renewal; professional updating.

In the Autonomous Region of Friuli Venezia Giulia, the forests are managed directly by the Municipalities, the collective properties, by the Regional administration for those owned by the Region itself, and so on, and everyone is involved in implementing the interregional agreement on wood harvesting and the wood production chain (Verona in 2016).

The goal that inspires the management is the enhancement of the various functions of the forest in the context of sustainable forest management more and more traced and certified, optimizing the production of renewable wood raw material and at the same time ensuring the protection of nature and the landscape, tourist enjoyment and soil protection. The silvicultural techniques that are applied always take into consideration the evolutionary tendency of the composition and structure of the forest and the objective of promoting natural renewal, adapting each time the forms of harvesting. Therefore we have real example of best practices for which it would be necessary to be able to have specific and concrete silvo-environmental allowances, also recognized at national level, to restore the higher management costs.

Specifically, all the regional forests owned by the FVG Region are subject to forest planning and have the PEFC certification for sustainable forest management, approximately 9,800 hectares, in the large part in Natura 2000 network.

Particular commitment and care are directed to forest planning, to executive planning and construction of innovative and rational forest road network or in general of access to forests and huts. There is a need to concentrate resources on these infrastructures which, if they are well implemented, allow better management of forests and can allow better use and protection. In the properties of the Region in particular, they are among the best projects carried out in recent years, which can also be model or comparison or subject to training activities or professional updating.

From the operational management, which can also be found in the direct management of the FVG Region's heritage, there emerges the need for a rational, balanced but decisive simplification of procedures in particular of the landscape rules and primarily for the road infrastructures and then also for the properly silvicultural activities. The wood production of the regional forests is closely connected with the forest enterprises, which are primarily local, which operate on the basis of their registration in the regional register, which are today increasingly aggregated into networks. The companies are involved with the assignment of forest utilization services with logging to the forest road for the subsequent sale of timber (a widespread practice especially in the forests owned by the Regional Administration.). Generally more widespread in the regional territory is the sale of wooded "standing" lots, that in the case of forests owned by the Region it is limited to low-value wood assortments, even with preventive sales "standing" in order to intervene quickly in case of bark beetle attacks, of crashes or other cuts that however require a rapid intervention.

It has been launched a path that is leading to grant to forest enterprises registered in the regional register the multi-year management of portions of both public and private forests, and in this context the addresses also concerns the properties of the Regional Administration.



## Sessione 7 - Selvicoltura ed economia forestale

### Session 7 - For new considerations in the economic valuation of forests

#### S. 7.01 *Per una nuova considerazione del valore economico dei popolamenti forestali*

Gianpiero Andreatta

**Parole chiave:** foreste; servizi ambientali; riconoscimento economico.

Il “valore economico” dei popolamenti forestali è divenuto di primaria importanza da quando l’uomo ha incominciato ad applicare la selvicoltura e in tale ambito fin dall’inizio ci si è basati essenzialmente sulla produzione di materiale legnoso per determinarne l’entità. La funzione produttiva ha mantenuto da sempre una fondamentale centralità tra quelle attribuite alle formazioni boscate anche se nel corso degli ultimi decenni si è andato affermando il concetto della “multifunzionalità” degli ecosistemi forestali che oggi è largamente diffuso e ampiamente condiviso nella società del mondo occidentale.

Nonostante studi e proposte presentate per riuscire a quantificare il valore economico espresso dalle molteplici funzioni esercitate dai boschi, nella quasi totalità dei casi è ancora il prezzo di macchiatico del materiale legnoso ricavabile dalle utilizzazioni forestali l’unico parametro di riferimento che lo determina.

Il riconoscimento del valore economico attribuito alle formazioni boscate collegato alla sola produzione di materiale legnoso è ben connotato anche dai provvedimenti normativi che nel corso del tempo sono andati a disciplinare l’esecuzione degli interventi selvicolturali. Non si trovano in tale contesto norme di valenza statale che presentino un riconoscimento economico in favore dei proprietari che non sia legato al solo aspetto produttivo. A conferma di questa considerazione si possono citare le due leggi statali che prevedono “indennizzi” per i proprietari di popolamenti forestali: le stesse fanno esplicito riferimento solamente alla mancata e/o diminuita produzione di materiale legnoso derivante dalle limitazioni imposte ope legis alle utilizzazioni forestali. I precetti cui si fa riferimento sono l’articolo 17 del R.D.L. 3267/1923 (boschi di protezione e boschi soggetti a “vincolo militare”) e l’articolo 15 della legge 394/1991 (boschi all’interno dei Parchi Nazionali).

Un sostanziale contributo dal punto di vista giuridico-normativo al superamento della esclusiva concezione “produttiva” si è avuto da circa un decennio con la completa legittimazione della pluralità di funzioni esercitate dagli ecosistemi forestali in favore della collettività. La sentenza della Corte costituzionale n. 105/2008 sancisce in maniera molto chiara tale principio, stabilendo che sui popolamenti forestali insiste sia il “bene giuridico patrimoniale” (che riconosce gli aspetti economico-produttivi del bene godibili dalla proprietà) sia il “bene giuridico ambientale” (che fa riferimento alle molteplici funzioni ambientali esercitate a vantaggio dell’intera società).

Appare oggi anacronistico riconoscere ai proprietari dei popolamenti forestali solamente il valore della funzione produttiva: ogni bosco (a prescindere da collocazione territoriale, estensione, composizione specifica, grado di sviluppo, forma di governo) va considerato infatti come sistema biologico complesso, con una (eventuale) produzione di beni godibili dal proprietario, ma che nel contempo offre costantemente una serie di servizi di cui usufruisce la collettività, senza però che per i medesimi venga riconosciuto alcun beneficio alla proprietà.

Premesso ciò, si ritiene quanto mai opportuno proporre una nuova considerazione del valore economico dei popolamenti forestali, basata essenzialmente sul riconoscimento ai proprietari degli stessi di un beneficio economico da parte della società. Questo aspetto potrebbe essere ottenuto riconoscendo ai proprietari un “credito di imposta” nei confronti dello Stato, organo di massima rappresentatività della collettività, che usufruisce dei servizi. Nello specifico si potrebbero proporre due importi/ettaro riferiti rispettivamente a popolamenti forestali soggetti o meno a piani di gestione (considerando pertanto non la gestione attiva, bensì il solo inserimento in una pianificazione gestionale). Non appare semplice determinare una somma di detassazione, ma – quale esercizio contabile iniziale – ipotizzando una quota di 100 e 50 euro a ettaro (si propongono queste cifre in attesa di una possibile più dettagliata quantificazione) rispettivamente per i soprassuoli assoggettati o meno a piani di gestione, si potrebbe fornire ai proprietari un primo segnale concreto per il riconoscimento dei servizi ambientali forniti dai “loro” ecosistemi forestali a beneficio della collettività. In considerazione della superficie forestale nazionale (quantificata in circa 11 milioni di ettari),





della tipologia di proprietà dei popolamenti forestali (che per oltre il 63,5% sono di proprietà privata), nonché della percentuale dei soprassuoli assoggettati a pianificazione forestale di dettaglio (all'incirca il 15,7%) – dati INFC 2005 – verrebbe erogato un credito di imposta a favore dei proprietari di popolamenti forestali soggetti a pianificazione stimato in circa 110.000.000 di euro e in circa 295.000.000 di euro per quelli non soggetti, per un totale di circa 405.000.000 di euro. La cifra, in valore assoluto, può apparire di primo acchito elevata, ma tale valutazione può essere rimodulata se la somma viene considerata all'interno del Bilancio dello Stato e contestualizzata nell'ottica dei benefici ambientali e dei servizi forniti dagli ecosistemi forestali in favore della collettività.

Indubbiamente l'applicazione di quanto proposto comporterebbe una sorta di "rivoluzione" rispetto al passato. Nonostante si sia ancora lontani dal riconoscimento di benefici economici ai proprietari di boschi, si ritiene al riguardo che la sfida culturale sia quella di non vedere all'orizzonte solo "utopia", bensì quella di credere in una nuova prospettiva e in un differente approccio del rapporto uomo-bosco (e in particolare tra società ed ecosistemi forestali) proiettato nel terzo millennio con visioni e considerazioni innovative.

### ***For new considerations in the economic valuation of forests***

**Keywords:** forests; environmental services; financial aid.

The "economic value" of forest stands has become of paramount importance since man began practising silviculture, and such value has been traditionally determined by the amount of timber produced. Wood production has always been considered the most important function attributed to woodlands; however, in the last decades the concept of "multifunctionality" of forest ecosystems has become more widely spread, especially in the West.

Despite studies and proposals meant to quantify the economic value of forests, the only parameter that determines it is still the timber stumpage price obtained from the use of forests, in most cases.

The idea that the economic value of forests is only linked to timber production is also reflected in the regulatory measures that, over time, have been taken to manage silvicultural operations. In fact, there are no government regulations to grant landowners financial aid that is not linked solely to timber production. To confirm this consideration, we can mention the two state laws that provide "compensation" to woodland owners: they refer exclusively to the lack of and / or decrease in timber production resulting from forest use restrictions imposed by legislation (see Article 17 of the Royal Decree-Law 3267/1923 on Protection forests and forests subject to military use and Article 15 of Law 394/1991 on Woods within National Parks).

In the past ten years, however, there has been substantial legal and regulatory reforms to overcome the above mentioned exclusive "productive" notion of forests, legitimating the multifunctionality of forest ecosystems for the community. The Constitutional Court Judgment 105/2008 clearly states this principle, establishing that forest stands are both a "patrimonial asset" (thus recognizing the asset's economic-productive aspects its owner can benefit from) and an "environmental asset" (referring to multiple environmental functions exercised for the benefit of society as a whole).

Nowadays, it sounds outmoded to value land only by timber production: each forest (regardless of its geographical location, size, specific composition, degree of development or government) should be considered as a complex biological system, one that produces profitable goods and which, at the same time, offers a series of services the community benefits from – although for such services, no remuneration is given to its owner.

In light of the above, it seems rather appropriate to reconsider the economic value of forest stands, acknowledging them by providing their owners financial compensation. This could be obtained by granting owners a "tax credit" by the State, which represents the community benefitting from the forests. Specifically, two amounts per hectare could be proposed regarding forest stands whether they are subject to management plans or not (considering only the inclusion in a management plan, not the active management). A specific quote for tax deduction is not easy to determine, but - as an initial accounting exercise - assuming a quota of 100 and 50 euros per hectare (these figures may vary depending on a future, more detailed quantification) respectively for the forest stands subject to management plans or otherwise, we could provide the owners with a first concrete recognition for the environmental services provided by "their" forest ecosystems which benefit the community. Considering the national forest land area – quantified in about 11 million hectares, the forest property types – which for over 63.5% are privately owned, as well as the percentage of the stands subject to detailed forest planning – approximately 15.7% (2005 INFC



data, National Inventory of Forests and forest Carbon pools), a tax credit would be granted to landowners estimated at about € 110 million for woods subject to planning and about € 295 million for those not subject to, for a total of about € 405 million. At first glance, the absolute value may appear high, but this evaluation is subject to change considering the sum is within state budget, not to mention the environmental benefits and services provided by forest ecosystems in the community.

Undoubtedly, such reform would be "revolutionary". Although we are still far from granting financial aid to woodland owners, our cultural challenge is to believe in a new perspective and a different approach in human-forest relationship – particularly between society and forest ecosystems – rather than a "utopia", projecting for future innovation and vision.

\*\*\*

### **S. 7.02 I contratti di concessione forestale: uno strumento da tempo disponibile ma ancora di scarso impiego**

Alessio Arduini, Francesco Carbone, Luigi Portoghesi, Rodolfo Picchio

**Parole chiave:** contratti di concessione forestale; gestione forestale; legislazione; limiti; problemi critici; opportunità.

Il sistema forestale nazionale da sempre è alla ricerca strategie alternative per incentivare l'esercizio dell'attività selvicolturale. Nel corso degli anni vari sono stati gli strumenti proposti. Tra questi si citano la gestione consortile, le altre forme associative di gestione, la detassazione dei costi della manutenzione dei soprassuoli, i sussidi alla gestione attiva, la vendita degli assortimenti qualificati e la certificazione della gestione forestale sostenibile. L'obiettivo comune è stata l'attivazione di economie di scala, sia da lato dei ricavi e/o da quella dei costi, per accrescere i margini di convenienza della gestione forestale.

I contratti di concessione non sono nuovi nel panorama della contrattualistica nazionale ed internazionale. l'aspetto che li tipizza è rappresentato dal riconoscimento da parte della proprietà (concedente), ivi compreso quella pubblica, circa l'incapacità ad assicurare l'uso efficiente di alcune componenti del proprio patrimonio (nella fattispecie le foreste di proprietà), cosa che invece potrebbe conseguirsi affidando a terzi ed assicurandogli la facoltà di poter svolgere attività anche con finalità economico-finanziarie.

Poche sono le esperienze su scala nazionale di contratti di concessione forestale ed alcune di queste hanno evidenziato vistose lacune, mentre a livello internazionale se ne fa ampio uso. La loro adozione risponde all'esigenza di assicurarsi continuità di approvvigionamento di legname, per cui le imprese di utilizzazione forestale procedono all'acquistando dei diritti d'uso dei soprassuoli forestali su vasti territori con impegni temporali che talvolta di durata oltre decennale. Anche in questo caso la letteratura ha evidenziato criticità nel loro uso. L'interesse per questa forma contrattuale è il frutto di due concause. Per un verso le due recenti iniziative legislative quali la revisione del Codice degli appalti e concessioni (DLgs n. 18 aprile 2016, n. 50 e modificato con D.Lgs. 19 aprile 2017 n. 56) e il nuovo testo in materia di foreste e filiere forestali (DLgs 3 aprile 2018, n. 34); per l'altro verso altrettante motivazioni intrinseche al settore forestale riconducibili ai limiti del corrente approccio per l'esecuzione dell'attività selvicolturale basato sulla verificata convenienza economica dell'intervento di utilizzazione forestale, il secondo per il crescente abbandono della gestione forestale anche per motivi economici.

L'uso dei contratti di concessione forestale richiedono anzitutto la definizione di un corretto equilibrio di "forze" al fine di consentire, al concessionario, l'esercizio di una gestione forestale sostenibile economicamente remunerativa e, per il concedente, l'uso di strumenti per la salvaguardia del proprio patrimonio e dell'esistenza dell'ecosistema forestale.

Dopo aver definito il quadro legislativo, vengono presentati i risultati di un'indagine presso gli operatori forestali delle aspettative dalla sua eventuale diffusione. al fine di favorire la formazione di un background culturale specifico, si evidenziano i contenuti essenziali per la sua introduzione in ambito forestale si definiscono i relativi limiti e, ricorrendo a delle simulazioni, si presentano opportunità e criticità correlate agli aspetti tecnici ed economici.



### **Forestry concession contracts: an available tool since long time but still low used**

**Keywords:** forest concession contracts; forest management; legislation; limits; critical issues; opportunity

The national forest system has always been looking for alternative strategies to encourage forest management. Various tools have been proposed in the past. These include consortium management, other forms of forest association management, forest management subsidy, derating of management costs, qualified timber products sale and certification of sustainable forest management. Common objective was the scale economic activation, both on the revenue side and / or on the costs side, to increase the profit margins of forest management. The concession contracts are not new in the national and international legislation. Its typifies aspect is represented by the recognition by the property (grantor), including the public owners, about the inability to ensure efficient use of some components of its heritage (in this case the forests owned), which instead it could be achieved by entrusting to third parties (concessionaire) and assuring the opportunity of carrying out activities also for economic-financial purposes.

There are few nation-wide experiences of forest concession contracts and some of these have highlighted considerable gaps; while at international level it is widely used. Their adoption responds to the need to ensure continuity of wood supply, for which logging companies proceed by purchasing the rights to exploit forest stands on huge land with temporal commitments that sometimes last more than decade. Also in this case literature has highlighted criticalities in their use.

Currently the interest for this contractual form is the result of two causes. On the one hand, the two recent legislative initiatives such as the revision of the Public Code of Procurement and Concessions (Legislative Decree No. 18 of April 2016, No. 50 and amended by Legislative Decree No. 19 April 2017 No. 56) and the new text on forestry and forestry supply chains (Legislative Decree 3 April 2018, No. 34); on the other hand, there are as many intrinsic motivations for the forestry sector due to the limits of the current approach for the execution of forest management on the verified economic advantage of the forest use intervention, and the second for the growing abandonment of forest management also for economic reasons .

The use of forest concession contracts requires first of all the definition of a correct balance of "forces" in order to allow the concessionaire the exercise of an economically profitable sustainable forest management and, for the grantor, the use of tools for the preservation of its heritage and the existence of the forest ecosystem.

After defining the legislative framework, results of a forest operators survey are presented about the expectations and criticalities that could be produce if forest concession contracts would have large diffusion. The Authors in order to favor the formation of a specific cultural background, the contents essential for its introduction in the forest area are highlighted, the relative limits are defined and, using simulation models, opportunities and criticalities related to technical and economic aspects are presented.

\*\*\*

#### **S. 7.03 Stato dell'arte e analisi statistica della pianificazione a livello comunale in Basilicata**

Salvatore Cipollaro, Francesco Dandrea, Giuseppe Eligiato, Annapaola Mazzilli, Antonio Racana, Francesca Antonucci

**Parole chiave:** Basilicata; pianificazione forestale; analisi statistica; incendi boschivi; territorio.

Attraverso il presente lavoro è stato possibile definire il livello attuale di applicazione dei PAF raggiunto in Regione Basilicata ed acquisire i differenti dati riguardanti le proprietà comunali agro-silvo-pastorali fino ad oggi assestate. Successivamente è stato definito il "livello di pianificazione" raggiunto attraverso l'elaborazione dei dati delle proprietà agro-silvo-pastorali comunali assestate. Al fine di consentire una comparazione delle varie realtà dei popolamenti forestali i dati acquisiti sono stati aggregati in categorie di tipo omogeneo per consentire un confronto delle diverse situazioni esistenti. Sulla base dei dati riportati nei PAF sono state individuate le principali tipologie di comprese presenti, la tipologia-forma di governo prevalente, le specie prevalenti e le classi di età. Relativamente all' analisi dei dati quest'ultime sono state condotte con procedimento di tipo esplorativo ed in particolare:



- (i) analisi comparate della incidenza territoriale delle superfici assestate rispetto alle categorie analizzate, al fine di valutare la distribuzione spaziale delle informazioni raccolte,
- (ii) "cluster analysis" delle variabili considerate, al fine di evidenziare le interrelazioni esistenti tra le variabili stesse.

Ponendo in relazione le variabili di base, emergono aspetti di notevole interesse per entrambe le province (Potenza e Matera) in cui le comprese con funzioni produttive e quelle con funzione protettive risultano le tipologie più frequenti relativamente alla distribuzione delle superfici assestate in base alle due forme di governo (ceduo e alto fusto), le fustaie risultano per entrambe le province la forma di governo maggiormente rappresentate. Ponendo in relazione le variabili specie prevalente-superficie assestate-province, risulta come per la Provincia di Matera la specie principale sia il cerro (*Quercus cerris* L.); di contro per la provincia di Potenza è il faggio (*Fagus sylvatica* L.) la specie forestale più presente; se si considera la sommatoria della superficie occupata dal solo cerro e dai querceti misti è il genere *Quercus* a prevalere. La variabile "classi di età" mette in luce un'elevata presenza per i popolamenti della provincia di Matera di formazioni giovani e adulte, mentre in Provincia di Potenza spicca un'elevata eterogeneità dell'età. Per quanto concerne la distribuzione delle superfici assestate in base alle due forme di governo (ceduo e alto fusto), le fustaie risultano per entrambe le province la forma di governo maggiormente rappresentate. La relazione "specie prevalente-forma di governo" mostra come i querceti misti risultino governati in buona parte a ceduo, mentre in popolamenti quasi puri di faggio o di solo cerro la forma di governo più adottata è l'alto fusto. Analizzando inoltre le differenti classi di età per forma di governo risulta chiaro come la stragrande maggioranza dei cedui presenti in Basilicata risultino invecchiati. A completare le considerazioni fin qui esposte vi sono i risultati emersi attraverso la Clusterizzazione gerarchica e la valutazione delle relazioni tra pianificazione forestale e incendi boschivi.

#### **State of the art and statistical analysis of municipal forest planning in Basilicata**

**Keywords:** Basilicata; forest planning; statistical analysis; forest fires; territory.

This work has the purpose to define current level of Basilicata Region's forest management planning (PAF) and to collect different data concerning to municipal agro-silvo-pastoral properties, administrated until today, and about the planning level reached. In order to allow a correct comparison about different forest populations, the acquired data have been aggregated into homogeneous categories. According to PAF information in this paper are listed: working circle types, main forest system used type, main and dominant species and age-class distribution. Data analysis were based on:

- (i) comparative analysis about of spatial impact of managed areas if related to analyzed factors, in order to evaluate the areal distribution of collected information,
- (ii) "cluster analysis" in order to underline existing interrelations between the analyzed factors themselves.

In both provinces (Potenza and Matera), according to data analysis, the working circles that appear to be more frequent have productive and protective functions, while the most extensive type of management forms is high forest system. The comparison between tree factors like main species, managed area and provinces show that in Matera Province the dominant species is the Turkey oak (*Quercus cerris* L.); instead beech (*Fagus sylvatica* L.) is the most widespread one in province of Potenza. Moreover *Quercus* is the most represented genus on the regional territory, if you add mixed oak woods to the Turkey oak. Age-class distribution is an another factor which make a difference between Potenza and Matera provinces: while in Matera is easier to found young forests, uneven-aged management is typical of Potenza's area, and in both cases we found high forest system. The connection between main species and forest system show us that simple coppice system is typical of mixed oak woods instead beech or Turkey oak pure stand are previously managed as high forest system. In a large quantity of cases, Basilicata Regions coppices are however aged, as shown by the age-class distribution analysis. The above-mentioned considerations are further confirmed by studying hierarchical Cluster analysis. Finally this work try to understand the relationship between forest management and forest fires.

\*\*\*





## S. 7.04 La Misura della Cooperazione del PSR 2014-2020 a sostegno della filiera foresta legno e delle politiche regionali

Marco Corgnati, Paola Bergero

**Parole chiave:** innovazione; cooperazione; filiera foresta - legno; competitività; ambiente.

La Misura 16 relativa alla Cooperazione propone un approccio nuovo e adatto alla sensibilità del tempo attuale, pensata per affrontare problemi spesso così radicati nel territorio da diventare "strutturali" e che per essere superati devono per forza passare attraverso una collaborazione fra più soggetti.

L'elemento comune è la partnership, sia che si tratti di introduzione all'innovazione, di creazione di iniziative esemplari, di sviluppo di filiere corte o di gestione forestale associata.

La misura relativa alla Cooperazione, associata agli strumenti più tradizionali ovvero le "singole" misure rende più interessante la programmazione dei Fondi Strutturali Europei, facendo compiere un salto di qualità al PSR 2014-2020 e consentendo un'efficacia che, nei precedenti periodi di programmazione, era assente.

L'approccio partecipativo ben si sposa con altri strumenti sviluppati a livello regionale quali la legge regionale sull'associazionismo fondiario, lo sviluppo delle filiere corte forestali attuato nell'ambito del PAR FSC 2007-2013.

I progetti di innovazione e i progetti pilota finanziati nell'ambito della misura della Cooperazione del PSR 2014-2020 contribuiscono a sostenere la filiera foresta legno. In particolare promuovono il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore forestale e nelle zone rurali, migliorano la redditività e la competitività degli operatori forestali, favoriscono l'organizzazione della filiera foresta-legno.

Le attività condotte dai Gruppi Operativi del PEI-AGRI e dai gruppi di cooperazione nell'ambito dei progetti della M16 possono promuovere l'uso efficiente delle risorse, la riduzione delle emissioni, il rispetto dell'ambiente e la resilienza climatica nei settori forestale e dell'economia montana e migliorare i metodi di tutela dell'ambiente, mitigazione dei cambiamenti climatici e adattamento ad essi, promuovendo la gestione sostenibile delle risorse.

In particolare l'operazione relativa alla costituzione, gestione e operatività dei gruppi operativi del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura ("GO del PEI-AGRI") è una delle novità più rilevanti del PSR 2014-2020. L'operazione finanzia, essenzialmente, la redazione e l'attuazione di progetti collaborativi (tra due o più soggetti) di innovazione nel mondo rurale.

I GO, che si formano su iniziativa dei componenti stessi uniscono insieme gli attori dell'innovazione quali, ad esempio, operatori del mondo forestale, ricercatori, consulenti, imprese, gruppi ambientalisti, associazioni di consumatori.

I GO si costituiscono con riferimento a una specifica opportunità da promuovere e/o a una particolare problematica da risolvere mediante soluzioni innovative con riferimento agli obiettivi del PEI.

L'approccio perseguito è quello dell'innovazione interattiva: in questo modello i "mattoni" costitutivi della futura innovazione dovrebbero provenire non solo dalla scienza ma anche dalla pratica e dagli attori intermedi: operatori del settore forestale, servizi di consulenza, ONG, ecc., in una logica bottom up. L'innovazione interattiva include le conoscenze esistenti, a volte tacite, che non sempre sono puramente scientifiche. Le innovazioni generate con tale approccio dovrebbero fornire soluzioni che si adattano bene alle circostanze e che sono più facili da implementare in quanto il processo partecipativo è favorevole ad accelerare l'introduzione, la diffusione e l'accettazione delle nuove idee.

Innovazione nell'innovazione è l'attività svolta dalla Regione Piemonte nell'ambito di alcuni progetti finanziati con la Misura 16 consistente in una condivisione dei contenuti con i Gruppi operativi del PEI e i gruppi di cooperazione, nella predisposizione di atti di collaborazione o nella volontà di indirizzare alcuni aspetti progettuali a livello regionale in modo da mettere a disposizione di tutti gli attori della filiera foresta-legno i risultati dei progetti. In questo modo il Settore Foreste della Regione Piemonte interpreta nella maniera più ampia e allargata il significato della Cooperazione: "fare insieme cose che da soli non si possono fare", a partire già dal percorso di condivisione dei contenuti e delle proprie linee di indirizzo con le strutture della Direzione Agricoltura.

\*\*\*



## S. 7.05 Il Gruppo Operativo “INNforestGO” un’esperienza di innovazione interattiva

Giuseppina Costantini, Maria Assunta D’Oronzio, Severino Romano

**Parole chiave:** innovazione interattiva; gruppo operativo; cluster.

Il presente contributo evidenzia come il settore forestale attraverso gli strumenti di politica di sviluppo rurale e regionale sta avviando percorsi innovativi e competitivi per rilanciare la filiera bosco-legno e favorire la crescita del sistema delle imprese del settore.

Il Partenariato Europeo per l’Innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell’agricoltura (PEI AGRICOLA) promuove l’innovazione in agricoltura e nel settore forestale favorendo la collaborazione tra ricercatori, imprenditori agro-forestali, aziende alimentari, consulenti e gli altri attori coinvolti nel comparto agro-alimentare e forestale. Il PEI Agricola si realizza attraverso i PSR con la Misura 16.1 “Sostegno per la costituzione e gestione dei gruppi operativi PEI” e la Misura 16.2 “Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie”. Inoltre l’attuazione di progetti multi-attore e network tematici è perseguita dalla politica della ricerca, attraverso il programma quadro Horizon 2020 e dalla Smart Specialisation Strategy, o più sinteticamente “S3”. Questi tre strumenti utilizzano un approccio comune basato sul modello di innovazione interattiva, ovvero la collaborazione tra attori diversi che assicurano l’utilizzo complementare di molteplici tipologie di conoscenza in vista della creazione condivisa di soluzioni innovative, direttamente utilizzabili in azienda, e della loro ampia diffusione.

La conoscenza e l’innovazione sono riconosciute come condizioni strategiche per la crescita e lo sviluppo delle imprese e dei sistemi territoriali regionali e locali; rappresentano leve di sviluppo fondamentali sulle quali costruire nuove dinamiche di competitività. Conoscenza ed innovazione percorrono trasversalmente una società in forte mutamento, nessun attore di nessun settore può tirarsi fuori dal bisogno di innovazione: imprese, consumatori, cittadini, istituzioni di ricerca, istituzioni pubbliche e loro forme associative e di partenariato.

La “S3”, introdotta in Basilicata attraverso il Programma Operativo FESR 2014/2020, ha inserito la dimensione di “scoperta imprenditoriale” per massimizzare la partecipazione degli attori chiave e la condivisione della strategia mobilitando un partenariato ampio e attivo.

Nell’agosto del 2016 la regione Basilicata ha avviato la sua nuova esperienza d’innovazione interattiva nel settore agricolo, forestale e agroalimentare, attraverso il “Cluster di bioeconomia lucano”, costituito secondo le regole del Fondo regionale di Sviluppo, rappresentando per il territorio lucano un primo modello virtuoso di network tra imprese, ricerca ed innovazione, grazie alla compresenza di 55 imprese agricole, forestali e agroalimentari. Il Cluster si offre come struttura permanente di riferimento per elaborare proposte a supporto delle politiche di ricerca e d’innovazione. Sin dalla fase costitutiva (2014) e nei diversi percorsi operativi, progettuali e di animazione il Cluster è stato sostenuto dal “Tavolo della ricerca” composto da tutti gli enti di ricerca pubblici nazionali con sede in Basilicata e regionali, coordinato dall’Università degli studi di Basilicata.

Il “Tavolo della ricerca” ha indirizzato il “Cluster Lucano della Bioeconomia” a sperimentare la sua capacità di aggregazione multidisciplinare, attraverso la candidatura di 10 proposte progettuali per la costituzione dei Gruppi Operativi (GO) per il PEI Agricola. Degli 11 GO approvati dalla regione Basilicata, nel mese di maggio del 2018, 10 sono frutto del lavoro del “Cluster Lucano della Bioeconomia”, e fra questi un GO forestale denominato “INNforestGO”.

La costituzione di un GO forestale rappresenta per la Basilicata una sfida senza precedenti poiché, per la prima volta il settore forestale regionale trova uno spazio proprio nella programmazione del PSR, cogliendo così l’opportunità di creare un sistema organizzato, con una vera e propria rete di interscambio delle informazioni e di supporto alle decisioni ed alle scelte di governance dei territori boscati.

Il partenariato finalizzato alla realizzazione di una vera e propria rete di gestione dei patrimoni forestali pubblico - privati su scala comprensoriale, potrebbe rappresentare una opportunità da cogliere per fare in modo che il settore forestale possa esprimere le proprie potenzialità in termini di contributo alla crescita economica delle aree montane della Basilicata, nel pieno rispetto dei criteri di sostenibilità economica, ecologica e sociale.

Da una prima verifica dei GO approvati a livello nazionale (Trentino, Bolzano, Veneto, Emilia Romagna, Umbria e Basilicata) risulta che la Basilicata è sicuramente la prima regione e forse anche l’unica ad aver costituito un GO “forestale” con metodi e tipologie di partenariato che saranno oggetto di approfondimento nella relazione.



Questo sistema innovativo interattivo forestale consentirà di rafforzare il mondo della ricerca e delle imprese locali e di rilanciare il settore forestale regionale in termini di gestione sostenibile e di crescita socio-economica.

### ***The "INNforestGO" (OG) an experience of interactive innovation***

**Keywords:** interactive innovation; Operating Group (OG); cluster.

This paper highlights how the forestry sector through rural and regional development policy instruments is launching innovative and competitive paths to relaunch the forest-wood supply chain and encourage the growth of sector's business system.

The European Innovation Partnership for Agricultural productivity and Sustainability (EIP-AGRI) promotes innovation in agriculture and in the forest sector by encouraging collaboration between researchers, agro-forestry entrepreneurs, food companies, consultants and other actors involved in the food and forestry sector. The EIP-AGRI is realized through Rural Development Programs (RDP) with the Measure 16.1 "Support for the establishment and management of EIP-AGRI Operational Groups" and the Measure 16.2 "Support for pilot projects and development of new products, practices, processes and technologies". Furthermore, the implementation of multi-actor projects and thematic networks is pursued by research policy, through the Horizon 2020 framework program and the Smart Specialization Strategy, or "S3". These three tools use a common approach based on the interactive innovation model, a collaboration between different actors that ensure the complementary use of multiple types of knowledge in view of the shared creation of innovative solutions, directly usable in the company, and their widespread dissemination.

Knowledge and innovation are recognized as strategic conditions for the growth and development of regional and local companies and territorial systems; they represent fundamental development levers on which to build new dynamics of competitiveness. Knowledge and innovation go through transversally through a rapidly changing society, no actor in any sector can get away from the need for innovation: businesses, consumers, citizens, research institutions, public institutions and their associative and partnership forms.

The "S3", introduced in Basilicata through the European Regional Development Fund (ERDF) Operational Program 2014/2020, has included the dimension of "entrepreneurial discovery" to maximize the participation of key actors and the share strategy, mobilizing larger more active partnership.

In August 2016, the Basilicata region started its new interactive innovation experience in the agricultural, forestry and food sectors, through the Lucan's Cluster of Bioeconomy (CLB), established according to the rules of ERDF, representing for the Basilicata a first virtuous model of network between business, research and innovation, thanks to the presence of 55 agricultural, forestry and agri-food companies. The CLB offers itself as a permanent reference structure to develop proposals to support research and innovation policies. Since the founding phase (2014) and in the different operational, planning and animation paths, the CLB has been supported by the "Research Table" made up of all national public research bodies based in Basilicata and regional bodies, coordinated by the University of Studies of Basilicata.

The "Research table" has addressed the CLB to experiment its multidisciplinary aggregation capacity, through the nomination of 11 project proposals for creating EIP-AGRI Operational Groups (OGs). Of the 11 OGs approved by the Basilicata region, in May 2018, 10 are the result CLB' work, and among these a forestry OG is called "InnforestOG".

The establishment of a forestry OG is an unprecedented challenge for Basilicata since, for the first time, the regional forest sector has its own space in the programming of Rural Development Program (RDP), thus seizing the opportunity to create an organized system, with a real information interchange network, decisions support and governance choices of wooded areas.

The partnership, aimed at creating a real network of management of public-private forest heritage at district level, could represent an opportunity to be seized to ensure that the forest sector can express its potential in terms of contribution to economic growth of the mountain areas of the Basilicata, in full compliance with the criteria of economic, ecological and social sustainability.



A first assessment of approved OGs at national level (Trentino, Bolzano, Veneto, Emilia Romagna, Umbria and Basilicata) revealed that Basilicata is certainly the first region and perhaps also the only one to have established a Forestry OG with methods and types of partnership which will be subject of further study in the report. This innovative interactive forestry system will strengthen the world of research and local businesses and re-launch the regional forest sector in terms of sustainable management and socio-economic growth.

\*\*\*

#### **S. 7.06 Produzioni legnose derivate da diradamenti di Pino nero: la valorizzazione di tagli intercalari grazie alla filiera bosco-energia**

Claudio Fagarazzi, Roberto Fratini, Marone Enrico, Matteo Rillo Migliorini, Isabella De Meo, Paolo Cantiani; Riccioli Francesco

**Parole chiave:** pino nero; filiera biomassa-energia; diradamenti; cippato; gestione forestale sostenibile.

Tra la fine dell'800 e metà del '900 in Toscana sono state rimboschite ampie superfici con pino nero con lo scopo principale di recuperare territori montani resi nudi e pietrosi a seguito di intensi tagli boschivi realizzati a partire dal medioevo.

Gli imboschimenti principali di pino nero furono localizzati a Vallombrosa e Bivigliano ed in modo estensivo nelle aree di Comano e Fivizzano, Monticelli (Gavinana), Calvana e Monte Morello (Firenze), Scopetone e Rio Rigutino (Arezzo), le Cornate di Gerfalco (Grosseto), Moggiona e in Val Tiberina. La scelta del pino nero come specie pioniera fu determinata dalla facilità di allevamento in vivaio e dal rapido attecchimento in terreni montani e submontani degradati (Mondino e Bernetti, 1998). Gli impianti furono realizzati prevalentemente in purezza e talvolta in consociazione con Abete bianco, Cipresso, Cedro dell'Atlante, Pini mediterranei, Cerro (Maetzke, 2016). Attualmente in Toscana, i boschi di pino nero si estendono su circa 11.000 ettari in purezza e su circa 7.500 ettari in cedui coniferati e fustaie miste (Mondino, Bernetti, 1998). L'entità di tali superfici è confermata anche dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio che attribuisce alle superfici a pino nero, laricio e loricato una copertura di circa 18.450 ettari (INFC, 2009). Il pino nero, pur rappresentando poco meno del 2% dei boschi regionali, ha il pregio di rappresentare il risultato di un processo di programmazione forestale avviato oltre 100 anni fa e diretto a favorire la successione boschiva in aree degradate garantendo il ripristino dei servizi ecosistemici del bosco (regimazione deflussi, conservazione della biodiversità, stoccaggio di carbonio, ecc.).

Purtroppo, il ciclo colturale di tale specie è stato caratterizzato da una assenza di interventi selvicolturali per cui tali soprassuoli presentano adesso un elevato rapporto ipsodoametrico, elevata instabilità e limitata resistenza agli agenti atmosferici (Cantiani, 2016).

Solo recentemente sono iniziati interventi di manutenzione miranti sia al miglioramento della fisionomia delle piante che alla realizzazione di prodotti appetibili dal mercato.

I recenti interventi di diradamento si sono resi possibili grazie al fatto che oggi esiste un nuovo mercato del cippato legnoso per uso energetico che per effetto del suo apprezzamento sul mercato è in grado di coprire i costi di utilizzazione.

L'obiettivo dello studio è quindi duplice. Da un lato quello di definire interventi selvicolturali in grado di favorire il recupero delle pinete degradate presenti in Italia, aumentando la stabilità ecologica dei territori interessati, introducendo latifoglie autoctone e favorendo l'attenuazione dei fenomeni di surriscaldamento globale (Cantiani, 2016). Dall'altro lato, verificare la sostenibilità economica degli interventi e delle filiere attivate anche grazie ai nuovi assortimenti ritraibili (prodotti energetici). In particolare, considerato che l'efficienza economica del processo produttivo è il presupposto indispensabile per garantire l'attuazione della gestione selvicolturale, lo studio analizza le performance economiche di tutti gli attori della filiera (inclusi i consumatori finali), individuando anche i benefici indotti sul territorio, sia in termini socio-economici che ambientali (Marinelli e Marone, 2013).

A tal fine la ricerca ha quindi comparato due tipologie di diradamento: un diradamento tradizionale dal basso con asportazione di tutte le piante dominate; ed un diradamento selettivo che tiene conto della composizione specifica, della vigoria e della stabilità meccanica delle singole piante (Cantiani, 2016).





I risultati hanno evidenziato che tali interventi possono garantire la produzione di assortimenti quali legname da palafitta, tronchi e scarti di lavorazione per uso energetico in maniera compatibile con la sostenibilità economica dei processi produttivi individuati. Trattandosi di diradamenti molto tardivi, le masse intercalari sono consistenti e quindi i ricavi della vendita dei prodotti sono in grado di coprire la quasi totalità dei costi di produzione. L'analisi apre quindi interessanti prospettive nella gestione delle numerose formazioni boschive abbandonate e nella pianificazione di interventi gestionali utili a garantire la difesa del suolo dall'erosione, la riduzione del pericolo di incendi e l'incremento dei servizi ecosistemici erogati da tali foreste.

***Wood production derived from Austrian pine thinning: the enhancement of thinning by forest-energy supply chain***

**Keywords:** austrian pine; biomass-energy chain; forest thinning; sustainable forest management.

Between the end of '800 and the middle of '900, some areas of Tuscany were reforested with *Pinus nigra*, known as Austrian pine or black pine. The main purpose was the recovery of deforested mountain territories due to intense forest cutting realised in Middle Ages.

The main and largest reforestation were located in Vallombrosa and Bivigliano (Firenze) and extensively way in the areas of Comano and Fivizzano (Massa Carrara); Monticelli (Pistoia), Calvana and Monte Morello (Prato e Firenze), Scopetone and Rio Rigutino (Arezzo), the Cornate di Gerfalco (Grosseto), Moggiona and Val Tiberina (Arezzo).

The choice of reforestation with Austrian pine is justified by the characteristics of this species (easily adaptable to shallow and stony soils, resistant to wind and drought) and by easy management in nursery tree with a fast rooting of planted seedlings (Mondino and Bernetti, 1998). The reforested areas were mainly made with Austrian pine and sometimes in combination with Silver fir, Mediterranean Cypress, Atlas cedar, Mediterranean pines and Turkey-oak (Maetzke, 2016).

In Tuscany, Austrian pine forests cover about 11,000 hectares; about 7,500 hectares with Coppices, in Coniferous plantation and mixed forest species (Mondino e Bernetti, 1998). By using The National Forest Inventory statistics (2009), Austrian pine, Calabrian pine covered about 18,450 hectares (INFC, 2009).

The Austrian pine, representing just under 2% of the regional forests, is the result of a forest planning process started over 100 years ago and aimed to favouring the natural sequence of forests located in degraded areas ensuring the restoration of ecosystem services of the forest (outflows regulation, biodiversity conservation, carbon storage, etc.).

Unfortunately, the cultivation cycle of Austrian pine has been characterized by a lack of silvicultural treatments, so that these forest crop have now a high ipsodiametric ratio, a high instability and a limited resistance to atmospheric agents (Cantiani, 2016).

Only recently maintenance interventions begun with the aim to improve products that are attractive to the market. Indeed, the recent thinning were realized for production of energy wood chips that result very appreciated in the energy market.

The objective of the study is therefore twofold. First to define silvicultural treatments able to favour the recovery of degraded pine forests in Italy, increasing the ecological stability of the territories, introducing indigenous hardwoods forest and favouring the mitigation of global warming phenomena (Cantiani, 2016). At the same time it's important to verify economic sustainability of treatments and supply chains activated by the new type of wood products (energy products). Considering that the economic efficiency of the production process is the precondition for ensuring the implementation of forest management, the study aims to analyse the economic performance of interested subjects involved in the supply chain (including final consumers). Another aspect analysed is related to identification of benefits generated on the territory, both in socio-economic and environmental terms (Marinelli and Marone, 2013). Finally we compare two types of thinning: a traditional thinning with removal of all dominated plants and a selective thinning that considers tree species composition, the vigour and mechanical stability of individual plants (Cantiani, 2016).

The results obtained showed that these treatments can guarantee an interesting products for wooden stilt constructions and branchwood for energy use. The wood product obtained by late thinning, can be sold in



the local market for ensuring sufficient income able to cover almost all production costs. The analysis thus opens up interesting perspectives for the management of the abandoned forests in order to plan management treatments able to leverage ecosystem services.

\*\*\*

### **S. 7.07 Aspetti socio economici relativi alla gestione del bosco ceduo in alcune aree della Toscana e della Sardegna. Primi Risultati del progetto Life FutureForCoppiceS**

Roberto Fratini, Enrico Marone, Claudio Fagarazzi, Francesco Riccioli

**Parole chiave:** indicatori socio economici; gestione forestale sostenibile.

Le foreste europee svolgono un ruolo multifunzionale importante nelle funzioni ambientali, fondamentali per il benessere della comunità, identificabili nella lotta ai cambiamenti climatici, nella conservazione della diversità biologica, nella produzione di legname, nella protezione dei suoli e nella conservazione delle risorse idriche. Tale multifunzionalità si fonda sulle odierne esigenze di migliorare e rendere maggiormente efficace la gestione delle foreste: si parla in questo caso di Gestione Forestale Sostenibile, attraverso la quale vengono individuate una serie di funzioni analizzabili e quantificabili attraverso indicatori socio economici.

In questo studio si riportano i primi risultati del progetto LIFE FutureForCoppiceS[1] in cui si sono analizzate le potenzialità socio-economiche dei boschi cedui considerando le diverse forme di trattamento del bosco (cedui a taglio a raso, cedui in conversione ad alto fusto, cedui lasciati ad evoluzione naturale) (Ciancio et al., 2002; Fabbio et al. 2017; Quatrini et al., 2017) . Si tratta di formazioni forestali collocate in 5 aree (Distretti) della Toscana e in 2 della Sardegna. I distretti considerati sono quelli di Alpe di Catenaia (AR), Alto Tevere (AR), Caselli (PI), Colline Metallifere (GR), Alberese (GR), Sette Fratelli (CA) e Is Cannoneris (CA).

Il calcolo delle funzioni socio-economiche del bosco si è basato sullo studio e quantificazione di 6 indicatori di Gestione Forestale Sostenibile promossi nell'ambito della Conferenza ministeriale sulla protezione delle foreste in Europa (Forest Europe 2015; Fratini et al. 2016;)

Gli indicatori considerati sono:

- (i) Contributo del settore forestale al Valore aggiunto (riferito a livello regionale);
- (ii) Redditi netti (intesi come redditi della proprietà forestale);
- (iii) Forza lavoro in ambito forestale;
- (iv) Commercio di legname;
- (v) Energia termica ricavabile dalle risorse legnose;
- (vi) Accessibilità alla foresta per scopi ricreativi.

L'esame di tali indicatori, permette di valutare il peso in termini di ricaduta socio-economica e ambientale sui territori oggetto di studio. Da un punto di vista economico ad esempio è emerso come l'attività forestale, non permette di ottenere redditi molto elevati per la proprietà boschiva, ma al contrario consente alle imprese di utilizzazione di acquisire superfici di bosco ceduo a prezzi convenienti. Al fine di approfondire questo aspetto e meglio valutare quanto ancora il mercato degli assortimenti legnosi provenienti dal bosco ceduo sia importante, è stata svolta un'indagine presso le ditte locali di utilizzazione boschiva e presso gli Enti regionali per aggiudicazione dei lotti boschivi di proprietà pubblica. L'indagine, fornisce informazioni sui prezzi di mercato e sull'organizzazione del lavoro nelle aree forestali considerate.

L'aspetto sociale è stato esaminato considerando la manodopera forestale intesa come grado di specializzazione che analizza sia la "quantità" di addetti, sia la "qualità" intesa come grado di specializzazione di tali addetti (Bernetti et al., 2007).

Infine da un punto di vista ambientale sono stati esaminati gli aspetti legati alla fruibilità del bosco a fini ricreativi attraverso una valutazione contingente (CVM) analizzando la disponibilità a pagare di un campione di intervistati per mantenere il bosco secondo i 3 modelli culturali esaminati nel progetto.



## **Socioeconomic aspects related to the coppice management in some areas of Region of Tuscany and Sardinia. First results FutureForCoppiceS project**

**Keywords:** socio economic indicators; sustainable forest management.

European forests play an important role concerning environmental functions, which are essential for the wellbeing of communities. The forests' functions can be identified in the mitigation of climate change, in the conservation of biological diversity, in the production of wood, in the protection of soils, and in the preservation of hydro-resources. It is possible to claim that forests produce essential benefits from both an economic, social, and environmental point of view. Their multifunctionality is based on the current needs of improving the management of forests and making it more efficient. These can be obtained by adopting a Sustainable Forest Management (SFM), which identifies a series of functions that can be analysed and quantified according to the following forest indicators:

- (i) contribution of forest to GDP;
- (ii) net revenues (i.e. revenues of the forest property);
- (iii) forest sector workforce;
- (iv) trade in wood;
- (v) energy from wood resources;
- (vi) accessibility for recreational purposes.

These indicators have been analysed and estimated in 7 forest districts: 5 are located in the Region of Tuscany and 2 are located in the Region of Sardinia. In order to assess the sustainability current forests management approaches (from economic, social and environmental point of view) all indicators have been analysed and compared. Each indicator was analysed considering 3 forest management approaches used in each forest district:

- (i) coppice,
- (ii) active conversion to high forest,
- (iii) natural evolution of forest.

From economic point of view, it is important to evidence that the forest utilizations generate partially satisfactory economic incomes for private forest owner. Indeed, forests' management has characterized by a negative economic balance due to the high management costs that are not often balanced by incomes related to timber production. Particular attention should be paid to data on the contribution of the forestry sector to GDP (value added), net income and energy derived from wood products relating to natural-evolution areas. Both in the database and in subsequent processing, these data are expressed with a negative sign: this is essentially linked to the fact that not using the forest, the data express a lack of income on the part of the entrepreneur, expression of the cost of renouncing to cut the ground forest.

It was not possible in this research to find historical data regarding socio-economic indicators to compare with those currently calculated. The ISTAT surveys (forest statistics yearbooks) allow the construction of historical series on forest utilization and market prices of some wood assortments but in most cases, the data only at regional level and therefore not usable for comparison with indicators from us examined.

A wood market survey was carried out consulting forest utilization companies and at Regional Authorities for the awarding of publicly owned forest lots. The survey provides updated information and weighting on the organization of forest work and the size of the existing market. The survey was conducted for knowing production trends and sales prices; it was carried out by interviewing forest companies and officials of the Tuscany Region to accuse data on forest auctions.

The social aspect has been examined by considering the forest labor as a degree of specialization that analyzes both the "quantity" and the "quality" of these employees.

From environmental point of view, three management systems were examined: coppice, active conversion to high forest and natural evolution of forest. For each of these approaches, have been estimated different values of WTP. Moreover, we tested if certain socio-demographic variables influence the level of individual WTP. In the present study, a contingent evaluation was carried out to give a dimension the forest for recreational purposes.

\*\*\*



### S. 7.08 Foreste e servizi ecosistemici culturali: un approccio innovativo e partecipato per la mappatura su larga scala

Carmelina Prete, Mario Cozzi, Mauro Viccaro, Frans Sijtsma, Severino Romano

**Parole chiave:** risorsa forestale; servizi ecosistemici culturali; WebGIS partecipativo; analisi spaziale e geo-statistica.

Il sistema forestale nazionale sta registrando uno sviluppo molto articolato e per vari aspetti anche contraddittorio, poiché se da un lato si riscontrano situazioni di abbandono e deterioramento, dall'altro l'interesse della società per il patrimonio forestale è in costante crescita, sia per la domanda di attività ricreative in bosco sia per la crescente consapevolezza del ruolo delle foreste per la preservazione del territorio e, più in generale, della qualità della vita. Rispetto a queste dinamiche, l'Unione Europea ha indicato come gli ecosistemi naturali e i Servizi Ecosistemici (SE) da essi forniti, siano in grado di offrire soluzioni innovative e sostenibili ai problemi della società contemporanea. Il Millennium Ecosystem Assessment (MEA) ha definito i SE come quei benefici multipli forniti in maniera diretta o indiretta dagli ecosistemi al genere umano, suddivisi in quattro categorie: servizi di fornitura o approvvigionamento, servizi di regolazione, servizi di supporto e servizi culturali. In particolare, l'Obiettivo 2 della Strategia Europea per la Biodiversità verso il 2020 indica di preservare e ripristinare gli ecosistemi e i loro SE. Nel contesto italiano, come in gran parte dei paesi dell'Unione Europea, i SE sono stati in passato prevalentemente tutelati con strumenti di regolamentazione rigidi e prescrittivi, applicati a siti selezionati sulla base di predeterminati criteri ecologici. Tali strumenti assicurano la tutela degli habitat e delle specie, nonché una buona qualità ecologica delle aree protette, ma non tengono conto del benessere e dello sviluppo economico che tali aree possono apportare alla società. In particolare, in riferimento alla risorsa forestale per le prime tre categorie di SE emerge una più ampia documentazione bibliografica, mentre i servizi culturali risultano essere meno studiati. La valorizzazione dei servizi culturali del bosco è strettamente legata ad un coinvolgimento della cittadinanza e dei portatori di interessi, in merito al ruolo dei servizi storici, spirituali e sociali della risorsa forestale. Seguendo questo orientamento, il nostro studio propone un avanzamento delle conoscenze sui servizi culturali legati alle aree naturali, e quindi forestali, con l'obiettivo di migliorare la comprensione del loro ruolo per la società. Per i decisori politici e per i cittadini, in tale contesto, risulterebbe maggiormente veritiera l'identificazione delle priorità, da tradursi in azioni di pianificazione/programmazione a lungo termine. Da un punto di vista metodologico, l'attenzione diffusa sulla mappatura dei SE ha portato a un insieme diversificato di approcci che utilizzano diversi indicatori per rappresentare spazialmente i servizi ricreativi delle aree naturali. Dalla letteratura è emerso che il potenziale ricreativo delle aree naturali è spesso modellato sulla base, soprattutto su larga scala, di attributi fisici, ad es. copertura del suolo, topografia, distanza dalle strade, ecc. Tuttavia, pochi studi utilizzano la misurazione diretta dell'erogazione dei servizi culturali. La ricerca condotta cerca di cogliere, su larga scala (le prime analisi sono state condotte su parte del territorio italiano), oltre alla componente turistico-ricreativa dei SE, anche aspetti come l'identità culturale, l'arricchimento spirituale e intellettuale e i valori estetici, pervenendo ad una misura complessiva dei servizi culturali offerti dalle risorse naturali. A tal scopo sono stati utilizzati i dati di un sondaggio online ([www.greenmapper.org](http://www.greenmapper.org)). Il sondaggio si basa su una procedura multi-scala spazialmente esplicita, in cui gli intervistati segnano luoghi naturali a cui associano un valore sociale (tasso di preferenza) su una mappa digitale. Le preferenze espresse sono accompagnate dalla richiesta di informazioni qualitative legate alle attività svolte, alla frequenza di visita e una sezione aperta sulle motivazioni di scelta. Il vantaggio principale è rendere veloce e facile la raccolta delle preferenze, utilizzando un metodo (potenzialmente) standardizzato, sistematico e preciso nello spazio. Il dataset contiene tutte le interviste dei rispondenti derivanti da un'indagine condotta nel mese di gennaio 2018 (1.632 intervistati, per un totale di circa 4.500 marcatori su scala nazionale). La mappatura dei dati puntuali è stata effettuata mediante un algoritmo di data clustering basato sulla densità. Ulteriori analisi geostatistiche hanno permesso di evidenziare come le preferenze in relazione ad attributi biofisici e gestionali differiscono tra i rispondenti in regioni geografiche distinte e di arrivare ad una mappatura dei servizi culturali legata alla risorsa forestale, che rende evidente l'eterogeneità spaziale nell'offerta di domanda di servizi culturali, importante quale strumento per la gestione e le politiche mirate nello spazio. La mappatura





dei servizi culturali insieme agli altri SE diventa, dunque, funzionale ad un'attività di pianificazione e gestione territoriale attenta alle strategie adattative place-based che si accompagnano ad un accrescimento del grado di consapevolezza delle comunità locali rispetto alle risorse presenti sul territorio. Rappresenta, perciò, un approccio innovativo che rende possibile rendicontare qualitativamente, poiché le azioni contenute nei piani e programmi potranno essere "pesate" sulla base di dati qualitativi, ciò che viene tradizionalmente espresso unicamente attraverso dati di tipo quantitativo, prevalentemente di superficie. Il passo successivo è legato alla valutazione monetaria di questi servizi che sono sempre statisticamente disponibili (al di fuori di ogni mercato e liberi) e il cui valore non viene considerato nei sistemi di contabilità economica.

### ***Forests and cultural ecosystem services: an innovative and participatory approach for large-scale mapping***

**Keywords:** forestry resource; Cultural Ecosystem Services (CES); participatory webGIS; spatial and geostatistic analysis.

The national forest system is experiencing a very complex development and in many ways also a contradictory development, since on the one hand there are situations of neglect and deterioration of forests and on the other the interest of society for the forestry heritage is constantly growing. One can witness both growth for the demand for recreational activities in the forest and a growing awareness of the role of forests for the conservation of the territory. With respect to these dynamics, the European Union has indicated how the natural ecosystems and the Ecosystem Services (SE) supplied by them, are able to offer innovative and sustainable solutions to the problems of contemporary society. The Millennium Ecosystem Assessment (MEA) has defined the ES as those multiple benefits directly or indirectly provided by ecosystems to humankind, divided into four categories: provisioning services, regulatory services, support services and cultural services. In particular, the Goal 2 of the European Biodiversity Strategy towards 2020 indicates to preserve and restore ecosystems and their ES. In the Italian context, as in most European countries, the ES have in the past mainly been protected by strict and prescriptive regulatory instruments, applied to selected sites on the basis of predetermined ecological criteria. These instruments guarantee a permanent protection of habitats and species as well as a good ecological quality of protected areas, but do not take into account the cultural ecosystem services; the wellbeing and related economic developments that these areas can bring to society. In particular, with reference to the forest resource for the first three categories of SE, a wider bibliographic documentation emerges, while cultural services are less studied. The cultural services enhancement is closely linked to the involvement of citizens and stakeholders concerning the role of historical, spiritual and social services of the forestry resource. Following this line, our study proposes a knowledge enhancement on cultural services related to natural areas, and therefore forests, with the aim to improve understanding of their role for society, identify priorities for policy makers and citizens, and encourage long-term planning that maximizes ES. From a methodological point of view, the widespread focus on ES mapping has led to a diversified set of approaches using different indicators to spatially represent the recreational services of natural areas. From the literature it has emerged that the recreational potential of natural areas is often modelled on the basis, especially on a large scale, of physical attributes, eg. land cover, topography, distance from roads, etc. However, few studies use direct measurement of cultural ecosystem delivery. Our study tries to grasp on a large-scale (the first analyses were conducted on part of the Italian territory) and direct way aspects such as sense of place, spiritual and intellectual enrichment and aesthetic values. To this purpose, data from an online survey ([www.greenmapper.org](http://www.greenmapper.org)) were used. The survey is based on a spatially explicit multi-scale procedure, in which the respondents mark natural places to which they associate a social value (preference rate) on a digital map. The preferences expressed are accompanied by the request for qualitative information related to the activities carried out, the visits frequency and an open section on the choice's reasons. The main advantage is to make the collection of preferences quick and easy, using a (potentially) standardized, systematic and precise method in space. The dataset contains all the respondents' interviews resulting from a survey conducted in January 2018 (1,632 respondents, for a total of about 4,500 markers on the national scale). The analysis of the punctual data was carried out using a density-based data clustering algorithm. Further geo-statistical analyses have allowed us to highlight how preferences in relation to biophysical and management attributes differ among respondents in distinct geographical regions and to arrive at a mapping of cultural services linked to the forest resource, which highlights the spatial



heterogeneity in demand for cultural services, important as a tool for management and targeted space policies. The mapping of cultural services practiced in our research together with the other ESs therefore becomes functional to a planning and territorial management activity attentive to the place-based adaptation strategies that are accompanied by an increase in the awareness of local communities with respect to the resources present in the territory. Therefore, it represents an innovative approach that makes it possible to direct quantitatively and qualitatively report, since the actions contained in the plans and programs can be “weighed” on the basis of qualitative data, which are traditionally expressed only through indirect quantitative data, mainly on the surfaces basis. The next step is linked to the monetary evaluation of these services that have always been available (outside of each market and free) and whose value is not considered in economic accounting systems.

### **S. 7.09 Ottimizzazione multiobiettivo e valutazione dell’incertezza nella gestione dei servizi ecosistemici forestali in scenari di cambiamento climatico**

Sandro Sacchelli, Iacopo Bernetti, Augusto Marinelli

**Parole chiave:** servizi forestali non di mercato; pianificazione multifunzionale; Hesitant Fuzzy Linguistic Terms; ricerca operativa.

Le proiezioni legate alla variazione dei parametri climatici in scenari di medio e lungo termine evidenziano come le foreste possano essere soggette a un aumento di danni causati da agenti biotici e abiotici, sia in termini biofisici che economici. La gestione integrata dei soprassuoli boscati deve perciò tenere in considerazione il trade-off tra le diverse funzioni svolte dagli stessi: la necessità di erogazione di beni e servizi ecosistemici forestali (SEF) sottolinea pertanto come la massimizzazione della produzione legnosa e del profitto ricavabile dal gestore non siano gli unici – o i principali – obiettivi da considerare in ottica gestionale.

La quantificazione dei SEF è spesso difficoltosa a causa della parziale sovrapposizione e dell’intangibilità dei diversi servizi. A questo si aggiunge l’incertezza connessa agli effetti dei possibili interventi gestionali sui SEF e quella dovuta alle previsioni delle conseguenze del climate change dal livello locale a quello globale. La valutazione degli effetti del cambiamento climatico è infatti caratterizzata da una forte incertezza sia in termini quantitativi sia per quanto riguarda la loro distribuzione spaziale; questo è principalmente legato al diverso grado di significatività dei fattori ambientali che concorrono a definire i fenomeni di vulnerabilità e di resilienza e alle sinergie esistenti tra le due dimensioni.

La letteratura scientifica indica come in condizioni di forte incertezza valutativa, un’efficace soluzione per la definizione delle migliori alternative manageriali sia quella della valutazione da parte di esperti. Tra le diverse tecniche di elicitazione dell’informazione, dovrebbero essere favorite quelle in grado di includere un’analisi quantitativa dell’incertezza. Tale aspetto facilita infatti la comunicazione ai vari stakeholders della filiera forestale e la quantificazione della probabilità di efficacia degli interventi di gestione dei boschi.

In quest’ottica lo scopo del lavoro è quello di valutare la capacità di mantenere o migliorare i livelli attuali di SEF forniti in funzione dell’orientamento gestionale scelto per l’adattamento al cambiamento climatico. L’attuale orientamento è pertanto confrontato con un’alternativa gestionale atta a favorire la transizione verso un equilibrio dinamico a seguito del cambiamento climatico. I SEF sui quali è incentrato il lavoro sono: di regolazione (regimazione idrica, capacità di immagazzinamento dell’acqua e ricarica delle falde), di supporto (habitat per popolazioni selvatiche) e culturali (turistico-ricreativo). Il caso di studio è identificato con i boschi ricadenti nella proprietà demaniale della Regione Toscana, “Complesso di Rincine” (Firenze). Le tipologie forestali su cui si è focalizzato il lavoro sono quelle pure o a prevalenza di abete bianco (*Abies alba* Mill), douglasia (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), pino nero (*Pinus nigra* Arnold), faggio (*Fagus sylvatica* L.), castagno (*Castanea sativa* Mill) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.).

Dal punto di vista metodologico la valutazione è effettuata tramite quantificatori linguistici sfocati (fuzzy numbers) da parte di esperti. In particolare è stato applicato il metodo innovativo degli Hesitant Fuzzy Linguistic Terms che fornisce agli esperti una maggiore flessibilità per suscitare espressioni linguistiche più “vicine” al modello cognitivo degli esseri umani. Il sistema di quantificatori sfocati è finalizzato a



valutare la variazione percentuale attesa di ogni servizio ecosistemico con l'applicazione di ciascuna alternativa gestionale. Ultimo step del lavoro è quello di applicare tecniche di ricerca operativa (programmazione lineare possibilistica) al fine di ottimizzare i modelli gestionali in termini di:

- (i) massimizzazione della fornitura di SEF;
- (ii) minimizzazione dell'incertezza del processo valutativo e di analisi.

I risultati del lavoro indicano pertanto per ogni forma di governo e tipologia forestale identificate, il miglior ordinamento gestionale proponibile ai decision-makers locali.

### ***Multi-objective optimization and uncertainty assessment for the management of forest ecosystem services in climate change scenarios***

**Keywords:** non-market forest services; multi-purpose planning; Hesitant Fuzzy Linguistic Terms; operational research.

The projections related to climate parameters in medium and long-term scenarios show how forests can be subject to an increase of damages caused by biotic and abiotic agents, both biophysically and economically. The integrated management of stands must therefore take into account the trade-off among the different forest functions. The need of forest ecosystem services (FES) emphasizes how the maximization of both timber production and profit are not the only - or the main - objectives to be considered from an assessment perspective.

The quantification of FES is often difficult due to the partial overlap and the intangibility of different services. Other weaknesses are the uncertainty related to the effects of silvicultural interventions on FES as well as the vagueness of climate change consequences. The assessment of climate change effect is characterized by a great uncertainty in terms of both quantity and spatial distribution; this is linked to the different degree of significance of the environmental factors that contribute to define the phenomena of vulnerability and resilience and to the synergies existing between the two dimensions.

The scientific literature indicates that in the case of strong uncertainty, an effective solution for depiction of best managerial alternatives is the involvement of experts. Among different techniques to elicitate information, those capable of including a quantitative analysis of uncertainty should be favored. This aspect facilitates the communication among stakeholders of forest chain as well as probability quantification related to effectiveness of intervention on forest.

Within this framework, the aim of the work is to assess the ability to maintain or improve the current level of FES supply with silvicultural strategies concerned with adaptation to climate change. The current orientation is compared to strategies designed to favor the transition to a dynamic equilibrium of forests. The analysed FES are: regulation (water regulation, water storage capacity and groundwater recharge), support (habitat for wildlife) and cultural (tourist-recreational). The case study is identified in the forested state property of the Tuscany Region, "Complesso di Rincine" (Florence). Evaluated forest typologies are those pure or at prevalence of silver fir (*Abies alba* Mill.), douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.), black pine (*Pinus nigra* Arnold), beech (*Fagus sylvatica* L.), chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and European hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.).

From methodological point of view the evaluation is implemented by means of fuzzy linguistic quantifiers (fuzzy numbers). In particular, the innovative method of the Hesitant Fuzzy Linguistic Terms has been applied. It provides a greater flexibility to experts thanks to linguistic expressions that are "closer" to the cognitive model of human beings. The method is aimed at evaluating the expected percentage variation of each FES with the application of each alternative. In the last step the work applies an operational research technique (possibilistic linear programming) to optimize assessment in terms of:

- (i) maximization of FES provisioning;
- (ii) minimization of the uncertainty in the evaluation process.

The results of the work indicate the best silvicultural system that can be proposed to local decision-makers for different forest typologies and management.

\*\*\*



## S. 7.10 Gli impatti della certificazione forestale sui sistemi di *governance* e sui mercati dei prodotti forestali

Gennaro Ventura, Mario Cozzi, Mauro Viccaro, Severino Romano

**Parole chiave:** Gestione Forestale Sostenibile; mercato dei prodotti forestali certificati; potenzialità di sviluppo delle produzioni forestali certificate.

La certificazione della Gestione Forestale Sostenibile (GFS) e delle relative filiere forestali ha avuto negli ultimi anni un consistente sviluppo, soprattutto dove la cultura della produzione del legno è maggiormente radicata. In Europa il primo paese con aree forestali sottoposte a certificazione PEFC di GFS è la Finlandia, arrivando a certificare il 95% delle proprie aree forestali; di attenzione risulta la componente privata in tale processo, arrivando ad interessare il 67% dell'intera superficie forestale privata, a dimostrazione dell'interesse verso nuovi sbocchi di mercato offerti dai prodotti certificati.

Al 31 gennaio 2018, la Basilicata risulta la sola regione collocata nel meridione d'Italia ad avere ottenuto la certificazione PEFC. In particolare, nell'ambito delle foreste di proprietà regionali gestite dall'Ente Parco di Gallipoli Cognato e delle Piccole Dolomiti Lucane (provincia di Matera), nel 2015, si è raggiunto l'obiettivo dell'ottenimento della certificazione della GFS secondo lo standard PEFC (Norma ITA 1001/1). Inoltre, è in fase di attivazione la certificazione della GFS (PEFC Norma ITA 1001/1) per la foresta comunale di Abriola (Pz), in questo caso direttamente gestite da un gruppo di imprese forestali private. La prima esperienza, ormai arrivata al terzo anno, non ha determinato rilevanti criticità, fatta eccezione per alcune non conformità colmate rapidamente; nel secondo caso, la redazione del manuale di qualità è rallentata dal fatto che nel vigente PAF non risultano presenti le informazioni necessarie alla compilazione dello standard PEFC; carenza sopperita da attività integrative, ma che sono necessarie per l'ottenimento della certificazione. Scopo della presente proposta vuole essere quello di fornire elementi di comparazione tra esperienze e punti di vista. In particolare si vogliono evidenziare le differenze, espresse in termini di elementi di forza e debolezza, legate alle forme di gestione private e pubbliche.

Dall'analisi del caso della GFS di Gallipoli Cognato risulta utile evidenziare l'effetto positivo generato dai controlli periodici della certificazione, effettuati attraverso un sistema di audit dei processi di gestione forestale, che hanno portato ad un progressivo miglioramento della GFS. Tale aspetto è fondamentale nella gestione ecologica ed economica della foresta, perché in grado di fornire maggiori garanzie rispetto alla gestione sostenibile e trasparente delle superfici forestali e, concomitantemente, rispetto al valore aggiunto generato da tali produzioni. Differente risulta l'approccio del secondo progetto di certificazione forestale analizzato; in questo caso la proposta è formalizzata da parte dalle imprese, gestori delle foreste comunali di Abriola, il cui fine principale è rappresentato dal profitto. In questo caso si pone in evidenza come la certificazione della GFS possa fungere anche da strumento per la creazione di valore aggiunto "compatibile" e da traino per certificare la filiera bio-energetica, finalizzata alla produzioni di pellet di qualità superiore.

A fronte di una forte volontà nel raggiungere gli obiettivi prefissati in entrambe le situazioni, si è però evidenziato un punto di debolezza comune che, incide fortemente sulla credibilità di tali strumenti. La scarsa correlazione tra gli sforzi economici e organizzativi posti in essere e i possibili risvolti ambientali e socio-economici esprimibili da tali attività e fino ad oggi rilevata. A parere degli autori ciò è determinato da

- (i) una scarsa rilevanza dei label nel rapporto con i gruppi di interesse sia pubblici che privati;
- (ii) una scarsa visibilità ecologica ed economica soprattutto in ambito nazionale;
- (iii) una scarsa ricaduta economica sui prodotti certificati anche rispetto le filiere ad elevato valore aggiunto.

Nonostante le criticità emerse, la certificazione forestale rappresenta un valore aggiunto nel sistema di gestione forestale e nella valorizzazione dei prodotti primari e secondari del bosco. Da qui la necessità di stabilire ulteriori processi di sviluppo, tali da rendere l'azione della certificazione più incisiva e, se possibile, simile a quella delle produzioni agroalimentari di qualità.

Le analisi e le riflessioni fino a qui condotte pongono la necessità di adeguare il modello di certificazione, comprendendo in esso anche strumenti attivi di valorizzazione e promozione turistica ed ambientale, in un'ottica più generale di sviluppo delle aree, dei prodotti e dei servizi offerti dal bosco. Ulteriore strumento di potenziamento è la valorizzazione del mercato dei prodotti certificati, mediante l'istituzione di una borsa dedicata che funga da trait d'union tra la domanda ed offerta, come asse portante per lo sviluppo di politiche di qualità delle produzioni e dei servizi forestali.





## ***The impacts of forest certification on governance systems and markets of forest products***

**Keywords:** Sustainable Forest Management (SFM); market for certified forest products; development of certified forest production.

In recent years, the certification of the Sustainable Forest Management (SFM) and related forest chains has had a considerable development, especially where the “culture” of wood production is deeply rooted. In Europe, Finland is the first country with forest areas undergoing PEFC certification, with 95% of certified forest areas (page 3 maetske); attention is given to private component, with 67% of the full private forest area, demonstrating the interest in new market outlets offered by certified products.

In southern Italy, Basilicata is the only region that has obtained PEFC certification to January 31, 2018. In the context of the regional forests, managed by the Park Authority of Gallipoli Cognato and the Piccole Dolomiti Lucane (province of Matera), the goal of SFM certification according to PEFC standard (ITA standard 1001/1) was achieved already in 2015. Recently, SFM certification (PEFC Standard ITA 1001/1) is underway for the municipal forest of Abriola (Pz), directly managed by a group of private forest companies. While the first experience, now in its third year, didn't create relevant problems, with the exception of some non-compliance quickly filled, in the second one, the drafting of the quality manual was slowed down by the fact that, in the current Forest Management Plan, there are no information to compile PEFC standard.

The aim of this proposal is to provide comparison elements between experiences and points of view. In particular, we want to highlight differences, expressed in terms of strengths and weaknesses, related to private and public management. By analysing SFM of Gallipoli Cognato forests, it is useful to highlight the positive effect generated by periodic controls of the certification, carried out through an audit system of forest management processes, which led to a progressive improvement of SFM. This aspect is very important in the ecological and economic management of forest since it is able to provide more guarantees respect to the sustainable and transparent management of forest and the added value generated by its productions. The approach of the second forest certification project under analysis is different, since the main goal of private companies, that manage of the municipal forests of Abriola, is represented by the profit. In this case, the evidences show how SMF certification can also act as a tool for the creation of "compatible" added value and for certifying the bio-energetic chain, aimed at the production of higher quality pellets.

Despite the positive results achieved, the two experiences show a common weakness that affects the credibility of certification instruments. In fact, there is a poor correlation between the economic and organizational efforts and the possible environmental and socio-economic implications that can be expressed by these activities. According to authors' opinions, this result depends on:

- (i) poor relevance in the relationship with the public and private interest groups;
- (ii) low ecological and economic visibility, especially in the national context;
- (iii) low economic impact on certified products also with respect to high value-added supply chains.

Nevertheless, forest certification represents an added-value in the forest management system, also to enhance the value of primary and secondary forest products. Hence the need to establish further development processes, such as to make the certification action more incisive and, if possible, similar to the certification for quality agri-food productions.

The analyses and reflections carried out until now, show the need to adapt the certification model including in it also active tools for tourism and environmental enhancement and promotion, in a more general perspective of development of the areas, products and services offered from forests. Furthermore, it is very important to strengthen the market of certified products through the creation of a dedicated exchange to link supply and demand, as "backbone" to develop policies towards the promotion of quality forest productions and services.

\*\*\*



### S. 7.11 La gestione del bosco in Trentino, una questione ecologica ed economica

Alessandro Wolynski, Maurizio Zanin, Massimo Miori

**Parole chiave:** selvicoltura; gestione forestale; filiera foresta-legno; politiche forestali; Trentino.

L'azione della provincia autonoma di Trento per il sostegno della filiera foresta-legno, con il duplice obiettivo di garantire una gestione dei boschi sostenibile sotto il profilo ambientale e di promuovere un interesse economico per l'utilizzazione dei boschi si è sviluppata in un arco temporale di circa 60 anni. Vengono descritte le motivazioni e i criteri utilizzati nel tempo per sostenere la pianificazione diffusa delle proprietà, la creazione e il mantenimento di una rete infrastrutturale adeguata, il sostegno alla commercializzazione e valorizzazione del prodotto e la professionalizzazione delle figure coinvolte nell'utilizzazione dei boschi. I risultati in termini di rafforzamento dei parametri biometrici dei boschi e delle loro caratteristiche qualitative sono da attribuire ad un insieme di fattori, di tipo ambientale, sociale, amministrativo ed economico, che hanno contribuito a fare sistema e a mantenere contemporaneamente una filiera efficace e ancora capace di auto-sostenersi, a differenza di altre regioni alpine dove invece l'abbandono dei boschi e dei territori montani è un problema più diffuso. Vengono quindi analizzate le dinamiche e il complesso insieme di fattori che ha consentito tali risultati. Nell'ultimo decennio peraltro una serie di indicatori mostra delle evoluzioni di tale sistema da tenere monitorate. Nella pratica gestionale si riscontra una riduzione delle superfici percorse annualmente con le utilizzazioni, legato sicuramente alle modalità di utilizzazione del bosco e ai nuovi sistemi di meccanizzazione, ma anche alla marginalizzazione economica delle aree che ancora non hanno raggiunto consistenze di volume sufficienti. Questo aspetti di natura gestionale si incrociano con le dinamiche differenziate presentate dai boschi presenti sul territorio provinciale e si riflettono nella pianificazione aziendale. Aree a gestione consolidata presentano generalmente una ripresa costante negli ultimi 10 anni, se non con tendenze alla riduzione, laddove la distribuzione del prelievo sulle proprietà è avvenuta in maniera meno equilibrata, e si è concentrata preferenzialmente nelle aree maggiormente servite da viabilità. In molti ambiti del settore meridionale, interessati da formazioni di faggio un tempo gestite a ceduo, cominciano a emergere forti potenzialità di prelievo, correlate all'accrescimento diametrico dei popolamenti convertiti ad alto fusto, laddove la densità e i volumi ritraibili rendono possibile la stabilizzazione e il miglioramento qualitativo dei popolamenti con prelievi sostenibili anche economicamente. Nelle aree invece dove i livelli provvigionali rendono possibili solo interventi di bassa intensità e con un valore inferiore dei prodotti, emerge una tendenza all'abbandono. Le linee attuali di sostegno al settore forestale della provincia di Trento, basate principalmente su fondi del Piano di Sviluppo Rurale, si articolano sostanzialmente su quattro linee, finalizzate al mantenimento di un sistema di pianificazione aziendale aggiornato, al finanziamento di interventi selvicolturali non remunerativi che abbiano finalità migliorative del bosco, all'adeguamento delle caratteristiche della rete infrastrutturale di servizio e all'innovazione delle attrezzature forestali. Queste quattro linee di finanziamento costituiscono un sistema coordinato, in quanto le modalità con le quali vengono attuate, per relazioni esistenti tra di esse, sono mirate ad orientare correttamente la gestione selvicolturale e ad assicurare la sua continuità nel tempo. Vengono quindi analizzati i risultati dell'applicazione di tali misure nel periodo di programmazione attuale, evidenziandone i risultati positivi, le criticità e le possibilità di miglioramento in funzione di una efficace politica di sostegno alla selvicoltura naturalistica e multifunzionale sulla quale si basa la gestione forestale attiva della provincia autonoma di Trento.

#### ***Forest management in Trentino, an ecological and economic issue***

**Keywords:** silviculture; Trentino; forest management; forest policies; forest wood supply chain.

The action of the autonomous province of Trento for the support of the forest-wood supply chain, with the dual objective of ensuring sustainable management of the forests from an environmental point of view and promoting an economic interest in the use of forests, has developed in a period of about 60 years. The motivations and criteria used over time are described.

The dynamics that have emerged and the complex set of factors that allowed these results in terms of strengthening the biometric parameters of the woods and their qualitative characteristics are examined. These



can be attributed to the natural dynamics of the woods, but also to the combination of environmental, social, administrative and economic factors, which helped to create an effective integrated system, and to maintain at the same time, an efficient supply chain capable of self-sustaining.

However, in the last decade a series of indicators shows an evolution of this process that needs to be monitored. On the one hand, the contraction of the surfaces exploited annually, certainly linked to the modification of the exploitation systems, but also to the economic marginalization of areas not yet consolidated in terms of biometric parameters.

Indeed, the different forests presents different dynamics. Areas with a consolidated management often show an essentially constant prescribed yield in the last 10 years, if not with tendencies to reduce. In many areas of the southern sector, affected by beech forests once handled in coppices, large prescribed yield potentials begin to emerge, related to the diametric growth of stands converted to high forest, where the density and the exploitable fuelwood make it possible to stabilize and improve the structure of the stands with cuttings sustainable also economically.

In areas where the stand volume combined with the low value of the wood products allow only poorly remunerative interventions, there is a tendency to abandonment.

The current lines of support for the forest sector of the province of Trento, with subsidies based mainly on the Rural Development Plan. They are essentially divided into four lines, aimed at maintaining an updated forest planning system, financing of non-profitable forestry operations that have the purpose of improving the forest quality, improving the characteristics of the forest road network, and innovating the equipment of forest enterprises.

These four lines of financing constitute a coordinated system, since the modalities with which they are implemented, for existing relationships between them, can influence the overall results and the ability of the system to correctly direct the forest policies.

The results of the application of these measures are therefore analyzed, highlighting the positive results, the critical issues, and the possibility of improvement, with the aim of an effective policy of support for the close to nature and multifunctional silviculture on which the forest management of the autonomous province of Trento is based.





## Sessione 8 - Innovazione e qualificazione del lavoro in foresta

### Session 8 - Innovation in forest operations

#### S. 8.01 Utilizzazioni forestali e compattazione del suolo: una meta-analisi degli effetti su crescita e fisiologia di piante forestali

Martina Cambi, Barbara Mariotti, Yasutomo Hoshika, Elena Paoletti, Elena Marra, Enrico Marchi

**Parole chiave:** compattazione del suolo; accrescimento; apparato radicale; fisiologia fogliare.

Negli ultimi decenni sono stati pubblicati numerosi articoli sugli effetti della compattazione del suolo sulla rinnovazione e sulla crescita delle piante a seguito del passaggio di macchine pesanti nel corso di utilizzazioni forestali. Tuttavia, gli studi disponibili in letteratura presentano risultati non sempre concordi. Ciò è probabilmente dovuto a differenti tipologie di sperimentazione in relazione all'ampia varietà di suoli, di specie, di condizioni ambientali e climatiche e di tipologia dei macchinari utilizzati, nonché a studi condotti in ambiente controllato o in pieno campo. Al fine di fornire una visione di insieme, le informazioni disponibili in bibliografia sono state analizzate con un approccio meta-analitico con lo scopo di valutare la relazione tra intensità della compattazione del suolo da una parte e crescita e fisiologia di piante forestali dall'altra parte. È stata effettuata una ricerca con approccio interdisciplinare sui più comuni database contenenti bibliografia scientifica (Scopus e Google Scholar) basandosi su titolo e parole chiave. Sono stati inclusi parametri relativi alla crescita ipogea ed epigea (altezza delle piante, diametro al colletto, lunghezza della radice principale e biomassa sia totale sia suddivisa in radici, fusto e foglie) e alla fisiologia delle piante (fotosintesi netta, conduttanza stomatica, efficienza nell'uso dell'acqua, contenuto di azoto fogliare e potenziale idrico).

Sono stati inclusi solo i lavori che:

- (i) riportavano i valori di compattazione del suolo espressa in termini di densità apparente (BD), che è risultato il parametro più comunemente utilizzato;
- (ii) nei quali era inclusa una descrizione del suolo secondo la classificazione USDA. In totale sono stati vagliati oltre 220 articoli, ma solo 68, pubblicati tra il 1948 e il 2017, hanno soddisfatto tutti i criteri della ricerca e quindi sono risultati idonei ad essere inseriti nel database.

La meta-analisi è stata effettuata attraverso il software MetaWin 2. Il rapporto trattamento/controllo è stato utilizzato come risposta per la valutazione dell'effetto della compattazione. I dati sono stati considerati indipendenti se ottenuti da:

- (i) specie di piante diverse e diverso trattamento di compattazione;
- (ii) diversi periodi nello stesso esperimento. I dati sono stati inclusi nell'analisi quando ci sono state almeno 10 osservazioni in due studi indipendenti.

In caso di presenza di confronti multipli in uno stesso lavoro (ad es.: presenza di più specie, di più di un sito di studio o di più di due livelli di compattamento), questi sono stati separati e inseriti nel database come casi singoli. L'analisi è stata effettuata anche considerando il confronto tra categorie di specie (conifere e latifoglie) e tra le categorie di suolo che sono risultate essere le più rappresentate in letteratura (sabbioso e argilloso). I risultati hanno evidenziato che la compattazione influenza negativamente sia la crescita sia la fisiologia della pianta, con effetto più intenso nei suoli argillosi rispetto a quelli sabbiosi. Dal punto di vista morfologico, significativo risulta essere l'effetto sulla lunghezza della radice principale, sulla crescita in altezza e sulla biomassa. Relativamente alla fisiologia, la compattazione riduce significativamente la fotosintesi netta e il potenziale idrico, mentre non influisce sul contenuto di azoto nelle foglie. Tali risultati sembrano suggerire un generale effetto della compattazione sull'approvvigionamento e sulla disponibilità di acqua e, quindi, una tendenziale riduzione della crescita per una minore efficienza della fotosintesi.





## ***Understanding the impacts of soil compaction on forest tree growth and physiology following forest operations: a meta-analytic review***

**Keywords:** soil compaction; growth; root-system; physiological attributes.

Use of heavy machinery in forest operations improves work safety and production performance. At the same time, however, the use of vehicles throughout the forest may induce soil disturbance such as soil compaction, i.e., an increase in the amount of soil particles per volume unit. A large volume of research on the effect of soil compaction on soil properties, growth and regeneration in plants has been made over the last several decades. However, a comprehensive overview is not available because experiments differ in many respects including tree age, taxa, soil type and experimental method such as glasshouse or open field. Our study determined direction, magnitude and significance of the impacts of mechanized harvesting followed by soil compaction on growth and physiological traits of forest trees by a meta-analytic approach. We compiled peer-reviewed studies published between 1948 and 2017 from scientific bibliographic databases (Scopus and Google Scholar). Target parameters were both morphological and physiological. In the first group we included: above- and below-ground variables: plant height, root-collar diameter, main root length, and dry biomass (total, shoots, roots, and leaves). Concerning physiology, we considered leaf gas exchange, i.e. photosynthesis, stomatal conductance, intrinsic water use efficiency (WUE), leaf nitrogen content and leaf water potential. We included both researches under natural environmental conditions and manipulative experiments. The studies were initially filtered by title and subsequently the abstracts were examined with regard to the possible relevance to the research questions. Only the papers which reported a metric to quantify soil compaction were included. After excluding articles based on this criterion, 68 articles were used for the meta-analysis. The meta-analysis was conducted by using the MetaWin 2.0 statistical software. To estimate the treatment effect, the natural log of the response ratio ( $r = \text{value in the compacted soil} / \text{value in the control}$ ) was used as the metric for the analysis. Parameter values were considered independent if they were obtained from:

- (i) different plant species, and different soil compaction treatments;
- (ii) when the measurements were made on different hours or dates in the same experiment.

Factors were included in this analysis if there were either at least 10 observations, or two independent articles. In addition, the data were divided based on the following categories: (1) plant type, including conifers or broadleaved trees, (2) soil classifications, including sandy and loamy soils. Our results suggest that soil compaction influenced plant growth and development. The effect was higher in loamy soil than in sandy soil, especially for the negative impacts on the soil itself and on the leaf physiology. Other interesting and significant results were the effects on main root length and total and root dry biomass. Compaction significantly reduced net photosynthesis, did not affect leaf nitrogen content (as a proxy of nutrient uptake from roots) but decreased leaf water potential (as a proxy of water uptake from roots). Therefore, the reduction of water availability was a primary cause for the decline of photosynthesis.

\*\*\*

### **S. 8.02 Utilizzazioni forestali, selvicoltura e gestione forestale sostenibile. Stato attuale e sfide future**

Raffaele Cavalli, Enrico Marchi, Raffaele Spinelli

**Parole chiave:** utilizzazioni forestali; viabilità forestale; macchine e attrezzature; ergonomia; formazione; biomassa legnosa.

Nella prima parte di questo lavoro si riassumono i principali cambiamenti avvenuti negli ultimi anni nelle utilizzazioni forestali in Italia e nel resto del mondo, anche alla luce di quanto già riportato e descritto nei precedenti Congressi di Selvicoltura. Le dinamiche e i fattori che hanno portato alla situazione attuale saranno descritti e valutati. Successivamente il lavoro individua i principali punti critici nelle utilizzazioni forestali da tenere in considerazione per favorire lo sviluppo di dinamiche virtuose che consentano una rapida crescita delle prestazioni, in termini ecologici, economici ed ergonomici, e garantiscano una maggiore capacità di adattamento del settore ai rapidi cambiamenti attesi nel prossimo futuro. Verranno anche



individuati e descritti i principali cambiamenti attesi nelle diverse filiere di approvvigionamento di materiale legnoso, con riferimento alle diverse caratteristiche dei boschi italiani, anche alla luce del recente Decreto Legislativo 3 aprile 2018, n. 34 - Testo unico in materia di foreste e filiere forestali (G.U. Serie Generale n. 92 del 20 aprile 2018). Il testo unico definisce in maniera chiara la gestione forestale sostenibile o gestione attiva, ribadendone l'importanza. In tale ottica è importante sottolineare come le utilizzazioni giochino un ruolo chiave nella gestione forestale sostenibile. Non può esistere una gestione forestale sostenibile senza delle utilizzazioni forestali sostenibili. Il presente lavoro cercherà quindi di individuare e descrivere le principali aree che richiedono interventi mirati per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità alla luce delle esigenze di sviluppo futuro delle utilizzazioni forestali. Il lavoro fornirà quindi indirizzi operativi da seguire e azioni da mettere in atto per una ottimale gestione, esecuzione, meccanizzazione e monitoraggio delle operazioni di raccolta del legname nei diversi contesti operativi, tenendo conto dell'importanza di: ridurre i costi di approvvigionamento della materia prima legno, minimizzare gli impatti delle utilizzazioni e garantire la salute e sicurezza degli operatori forestali.

### ***Forest operations, silviculture and sustainable forest management. State of the art and future challenges***

**Keywords:** forest operations; forest roads; forest equipment; ergonomics; training; wood biomass.

The first part of this presentation summarizes the main changes occurred over the last few years within the field of forest operations in Italy and across the Globe, with special reference to the trends already discussed during the previous issues of the National Silviculture Conference. The presentation will describe and assess the main trends and the drivers that have led to the current state. After that, the main limitations of forest operations will be discussed, so that one may work at developing effective measures to favor a rapid improvement of the environmental, financial and ergonomic performance of the sector, and support its adaptation to the rapid changes that are expected to occur in the near future. One will detect and describe the main changes forecasted for the different wood supply chain types, with special reference to the variable characteristics of the Italian forests and to the provisions of the newest Forest Law (DL 03/04/ 2018, n. 34 - Unified Regulations on the Subject of Forests and Forest Supply Chains - G.U. Serie Generale n. 92 dated 20 Aprile 2018). The new forest law clearly defines sustainable forest management or active management, stressing its importance. In that regard, it is important to remark the key role of forest operations for sustainable forest management: there is no sustainable forest management without sustainable forest operations. This presentation will also discuss the main areas where incisive action is required in order to achieve sustainable management objectives, based on the development needs of sustainable forest operations. The presentation will suggest new directions and tailored strategies for optimizing the management, implementation, mechanization and control of wood harvesting operations under variable work conditions, while acknowledging the crucial importance of reducing wood production cost, minimizing site impacts and creating a safe and comfortable work environment.

\*\*\*

### **S. 8.03 Il patentino europeo della motosega: uno strumento per favorire la qualificazione e la mobilità dei lavoratori forestali**

Paolo Cielo

**Parole chiave:** formazione professionale; motosega; competenze nel lavoro forestale; patentino motosega

EFESC – European Forestry and Environmental Skills Council ([www.efesc.org](http://www.efesc.org)) è un'organizzazione nata nel 2009 dalla cooperazione tra alcuni importanti centri di formazione forestali europei, con l'obiettivo di sviluppare e promuovere standard per la formazione e la verifica delle competenze per il lavoro in selvicoltura per e la cura del verde.

Sempre più spesso i lavoratori del settore devono spostarsi da una regione all'altra o addirittura da uno stato all'altro dell'Unione Europea per cogliere nuove o migliori opportunità e di conseguenza è sempre maggiore



l'esigenza di avere strumenti di riconoscimento dei percorsi formativi e delle qualifiche professionali comuni a tutti i Paesi europei.

L'individuazione e il riconoscimento delle competenze, attraverso un sistema di valutazione condiviso e univoco a livello europeo, può divenire uno strumento efficace per favorire ancor di più la mobilità di imprese e lavoratori. EFESC è attualmente presente in 9 Paesi, dove è ufficialmente rappresentata da un'Agenzia Nazionale che ha lo scopo di implementare e promuovere i vari standard di qualificazione presso le imprese e gli organismi governativi nazionali e locali.

L'Agenzia Nazionale Italiana, Efesc Italia Onlus nasce nel 2013 a Torino dall'iniziativa di 13 soci fondatori, enti sia pubblici che privati, di provenienza eterogenea ma con un comune obiettivo: implementare, anche in Italia, anche attraverso i diversi schemi formativi esistenti, il sistema del Patentino Europeo per la Motosega (ECC –European Chainsaw Certificate).

L'European Chainsaw Certificate (ECC) è il primo standard di qualificazione sviluppato da EFESC, ed è volto a valutare le competenze degli operatori forestali sull'uso in sicurezza della motosega. L'ECC è una certificazione volontaria non obbligatoria, nata per accrescere la professionalità e favorire la mobilità degli operatori forestali in Europa, nell'ambito della quale sono stati individuati quattro standard, riconosciuti nei Paesi europei aderenti all'Organizzazione, che definiscono in maniera uniforme le conoscenze e abilità che gli operatori devono dimostrare di possedere nell'utilizzo della motosega, indipendentemente dal luogo di provenienza e dalla lingua parlata.

Questi standard vengono adottati come riferimento nella formazione ed applicati nella verifica delle competenze. Il PEM è articolato in 4 livelli secondo gli European Chainsaw Standard (ECS), condivisi tra tutti i soci aderenti a EFESC:

- (i) ECS1 – Manutenzione della motosega e operazioni di sicurezza;
- (ii) ECS2 – Tecniche di base per l'abbattimento di alberi di piccole dimensioni;
- (iii) ECS3 - Tecniche avanzate per l'abbattimento di alberi di medie e grandi dimensioni;
- (iv) ECS4 - Tecniche per alberi schiantati e danneggiati.

Il PEM è rivolto agli operatori professionisti, pubblici e privati, che intendono dotarsi di un certificato riconosciuto oltre ai confini della propria regione e nazione, favorendone le opportunità di lavoro. Ma esso è anche uno strumento di qualificazione per gli operatori non professionisti (volontari, proprietari forestali, studenti, apprendisti) che vogliono certificare le proprie competenze di base nell'uso della motosega (ECC1, ECC2), ma che non possono avere accesso ai percorsi formativi ed alle qualifiche riservate ai professionisti.

Per ottenere il PEM il candidato deve sostenere un test teorico ed una prova pratica. Al candidato è richiesto di documentarsi in merito agli standard messi a disposizione da EFESC, di portare la propria attrezzatura e i Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) necessari per la prova.

Per valutare i candidati in modo uniforme, EFESC Italia ha predisposto delle schede di valutazione o scoresheet che l'esaminatore deve compilare durante la prova.

Ad oggi sono stati rilasciati circa 6000 certificati di competenza, di cui 200 in Italia. L'ECC è riconosciuto come sistema nazionale di certificazione delle competenze in Belgio e Olanda, mentre coesiste con i certificati nazionali in altri Paesi. Lo schema FSC lo riconosce al pari delle qualifiche professionali tedesche in diversi Lander della Germania, mentre in Italia molte Amministrazioni regionali del Centro Nord partecipano ad Efesc Italia, anche se non sono ancora stati stabiliti protocolli di reciproco riconoscimento fra patentini regionali e quello europeo.

### ***The european chainsaw certificate: an instrument used to favour qualifications and mobility of forestry workers***

**Keywords:** professional training; chainsaw; forest work skills; European Chainsaw Certificate.

EFESC – European Forestry and Environmental Skills Council ([www.efesc.org](http://www.efesc.org)) is an organisation that was born in 2009 thanks to the cooperation among some important European forestry training centres. Its main goal is the development and promotion of training standards and skills assessment for forestry works and green areas maintenance.

More and more frequently, forestry workers have to move from one region to another or even from one country of the European Union to another to seize new or better job opportunities. Therefore, it is necessary to adopt common instruments of recognition of training paths and vocational qualifications for all European countries.



Skills identification and recognition, through a shared and unique assessment system at the European level, can become an effective instrument to foster the mobility of companies and workers.

Currently, EFESC is based in 9 countries, where it is officially represented by a National Agency that has the objective to implement and promote the qualification standards within the companies and national and local governmental bodies.

The Italian National Agency, Efesc Italia Onlus was born in 2013 in Turin on the initiative of 13 heterogeneous founding members, both public and private bodies, having however a common aim: to implement, in Italy too, the ECC – European Chainsaw Certificate, even through the different existing training schemes.

The European Chainsaw Certificate (ECC) is the first qualification standard developed by EFESC, aiming at assessing the forestry workers skills on the safe use of the chainsaw. The ECC is a voluntary, non-compulsory certification, created to boost professionalism and to favour workers mobility in Europe. Four standards were identified within the ECC, recognised by the European countries members of the Organisation, defining in a consistent manner the knowledge and the expertise that the workers must demonstrate that they possess about the use of the chainsaw, regardless of their country of origin and their mother tongue.

These standards are adopted as a training reference and are applied to skills assessment.

The ECC is structured in 4 levels according to the European Chainsaw Standard (ECS), shared among all EFESC members:

- (i) ECS1 – Chainsaw maintenance and safety and security operations;
- (ii) ECS2 – Basic techniques to log small trees;
- (iii) ECS3 - Advanced techniques to log medium and large trees;
- (iv) ECS4 - Techniques for fallen and damaged timbers.

The ECC targets professional operators, both public and private, willing to have a recognised certificate outside their regional and national boundaries, which can enhance their job opportunities. It is also a qualification instrument for non professional operators (volunteers, forest owners, students, apprentices) who wish to certify their basic skills about the use of the chainsaw (ECC1, ECC2), but who cannot have access to training paths and to the qualifications reserved to professionals.

In order to obtain the ECC, the candidate has to pass a theory test and a practical exam. Candidates are required to know the EFESC standards, they have to bring their tools and their Personal Protective Equipment (PPE) that are necessary to pass the test.

EFESC Italia, in order to assess the candidates in a consistent way, prepared some scoresheets that the examiner has to fill in during the test.

At present, nearly 6000 skills certificates were issued, 200 of them in Italy. The ECC is recognised as the national skills certification system in Belgium and in the Netherlands, whereas it coexists with the national certificates in other countries. The FSC scheme recognises it, like the German vocational qualifications in a large number of Länder, whereas in Italy many regional administrations in the central and northern part of the country participate in Efesc Italia, even though there aren't any protocols for mutual recognition between regional certificates and the European one, yet.

\*\*\*

#### **S. 8.04 Formazione professionale ed infortuni nelle utilizzazioni forestali**

Ferdinando Dalle Nogare, Enrico Marchi, Sanzio Baldini, Francesco Mazzocchi, Immacolata Parigiani

**Parole chiave:** infortuni; utilizzazioni forestali; educazione.

Con l'avvento della certificazione forestale e dei suoi prodotti, del riconoscimento a livello mondiale della multifunzionalità dei boschi e con essi delle piante, il lavoro in questi ambienti deve essere svolto da persone che devono vedere il bosco, non solo come produttore di legno, ma come un complesso ecosistema su cui è necessario intervenire in modo compatibile e sostenibile per garantire il mantenimento e il miglioramento delle numerose funzioni che esso svolge. Tutto ciò nel rispetto della convenienza economica, diretta e indiretta, che è propria di ogni attività lavorativa. Per raggiungere questi obiettivi già da diversi anni è in atto un ammodernamento e una razionalizzazione dei sistemi operativi applicati alla gestione dei boschi che





hanno imposto cantieri ben organizzati con macchine e attrezzature a volte anche molto complesse che richiedono maestranze di alta specializzazione. Fino agli anni '50-'60 era sufficiente il passa parola fra i vecchi boscaioli ed i giovani per imparare il mestiere, oggi non è più così.

Oggi chi opera nei boschi come nella gestione del verde urbano, deve avere ricevuto una educazione sulle metodologie di lavoro più idonee in funzione degli aspetti fisici e antropici del sito dove si lavora e sugli strumenti e mezzi di lavoro in dotazione al cantiere; il tutto con la necessaria formazione e informazione che garantiscono il lavoro in massima sicurezza.

Fino agli inizi degli anni '60 l'accetta ed il segone erano gli strumenti che venivano usati per abbattere ed allestire gli alberi. Successivamente sono state introdotte le prime motoseghe e gli esboschi vedevano sostituire gli animali con i trattori agricoli o veicoli bellici modificati. Da un lavoro manuale si è passati ad un lavoro sempre più meccanizzato che non sempre ha visto la necessaria conseguente evoluzione specialistica dei lavoratori impiegati, determinando numerosi e gravi infortuni sul lavoro.

Gli autori, con la loro esperienza scientifica e tecnica, per aver lavorato in bosco, intendono portare il loro contributo di conoscenze, esperienze e dati, in particolare, quelli relativi agli infortuni causati, sovente, dalla scarsa educazione al lavoro e ribadiscono l'importanza di una corretta formazione se si vuole raggiungere una vera sostenibilità ambientale delle utilizzazioni forestali.

\*\*\*

#### **S. 8.05 Quando la fune non è abbastanza: valutazione dell'impatto al soprasuolo residuo di un esbosco con gru a cavo**

Cristiano Foderi, Damiano Polidori, Fabio Fabiano, Enrico Marchi, Martina Cambi

**Parole chiave:** impatto dei cavi; danno al soprasuolo residuo; probabilità di danneggiare gli alberi.

I sistemi di esbosco basati sull'utilizzo di gru a cavo sono generalmente ritenuti tra i meno impattanti, soprattutto nel caso di tagli a raso, in cui non esiste una componente di soprasuolo residuo, e quando il carico viene trasportato completamente sollevato da terra, svincolato dal terreno. Quando le operazioni di esbosco sono condotte in superfici in cui parte del soprasuolo non è stato interessato dall'utilizzazione, impiegando il carrello della gru a cavo sia per il concentramento dei topi sotto la fune portante, oppure per l'esbosco di piante intere, alcuni impatti sembrano essere inevitabili. In questi casi si verificano, infatti, perturbazioni a livello della superficie del terreno, causate dal passaggio dei tronchi non completamente sollevati da terra. Inoltre, i tronchi, durante l'esbosco, possono colpire gli alberi non interessati dalle operazioni di utilizzazione causando lesioni più o meno gravi ed estese. La letteratura scientifica riporta numerosi lavori condotti al fine di indagare le cause delle ferite provocate in fase di esbosco alle piante rimaste in piedi, pochi tuttavia riguardano il concentramento ed esbosco con gru a cavo. Il presente lavoro indaga i danni dell'esbosco con gru a cavo di piante atterrate dall'eccezionale tempesta di vento del Marzo 2015 nella Foresta di Vallombrosa alla componente del soprasuolo residuo. Lo scopo è stato quello verificare l'esistenza di una relazione tra la distanza della pianta del soprasuolo residuo dalla proiezione a terra della fune portante della linea di gru a cavo e il fatto che la stessa sia stata ferita o meno.

I rilievi sono stati condotti su 6 diverse linee dopo la conclusione delle operazioni di cantiere. Per ognuna di esse si sono stati tracciati 3 plot (30 m X 30 m) centrati sulla proiezione a terra della portante e posti alla stessa distanza nota dalla stazione motrice mobile.

All'interno di ogni singolo plot è stato eseguito il rilievo totale del soprasuolo, registrandolo stato di salute delle piante e la presenza di ferite. In quest'ultimo caso sono state rilevate posizione, forma e superficie della ferita. Dall'analisi è risultato che il 9,75% delle piante rimaste in piedi è stato lesionato, tra queste oltre il 90% non supera i 4 m di distanza dalla proiezione a terra della portante, il 50% i 3,5 m.

Elaborando un modello di regressione di tipo logistico si è osservato che all'aumentare della vicinanza della pianta rispetto alla linea, aumenta anche la probabilità che questa venga ferita, al di sotto di 1,5 m di distanza le possibilità sono maggiori di una su due. Tuttavia, risulta anche che il fenomeno, in minor misura, sia influenzato da altri fattori, non dipendenti dalla distanza della pianta dalla linea.



La distanza dalla stazione motrice mobile e la densità del soprassuolo residuo, invece, non risultano influire sulla probabilità di generare ferite durante le operazioni di esbosco, nelle condizioni investigate. La regressione lineare a effetti misti, condotta per indagare in tal senso, ha restituito, infatti, un valore di coefficiente di determinazione non significativo. Interessanti studi futuri potrebbero interessare il monitoraggio delle piante ferite, specialmente quelle in modo più serio, per capire se e in quanto tempo riescono a rimarginare il trauma, cercando quindi di stimare la loro capacità di resilienza.

### ***When the (wire) rope is not enough: assessment of cable yarding impact on a residual stand***

**Keywords:** cable yarding impact; residual stand damages; tree wound occurrence probability.

Cable yarding systems are generally considered as the less impacting among all of the harvesting methods, especially in case of clear cuttings and when all of the logs are moved completely lifted from the ground.

Where residual stand trees remain after logging operations in partial cuttings, using the cable yarder carriage to side-lining logs or in the whole tree harvesting, some impacts seem to be inevitable. In these cases, soil disturbances caused by log dragging may occur. Moreover, logs can hit the residual stand trees causing damages with different severity and extension. Several studies were carried out in order to investigate causes and dynamics of wounds occurred during harvesting operations, very few in cable yarding. This study investigate the impacts of cable yarding on residual trees in the Forest of Vallombrosa, Italy, after the massive forest windthrow of March 2015. The aim of this work is to verify if a relation between tree distance from skyline cable projection on ground and wound presence exists. After the end of yarding operations 6 skyline corridors were investigated. For each of them 3 sample plot (30 m X 30 m) were tracked, centered on the skyline cable projection, located at the same known distance from mobile tower. For each sample plot information about diameter, height and health status of all trees was recorded together with information about size, shape and position of stem wounds. Results shown the 9.75% of residual stand trees were damaged; between these over the 90% were located within 4 m from the skyline cable projection, 50% within 3.5 m. A logistic regression model was elaborated in order to evaluate the probability of wound occurrence as a function of the distance between trees and the projection on the ground of the skyline cable. The closer the tree to the yarding corridor, the greater the wound occurrence probability. For distances of 1.5 m the probability is higher than 50%. Nevertheless, results highlighted that the phenomenon was partially influenced by other distance-independent factors.

Mixed effects linear regression model showed that both the distance from mobile tower and residual trees density did not affect wound occurrence probability. Interesting development will include monitoring studies for assessing the healing capacity of the damaged trees and the effect of the damages on the quality of the future wood production.

\*\*\*

### **S. 8.06 Approccio innovativo per il monitoraggio automatizzato delle operazioni di abbattimento con motosega**

Raimondo Gallo, Werner Noggler, Fabrizio Mazzetto

**Parole chiave:** Precision Forestry; vibrazione; rumore; motosega; monitoraggio operativo automatizzato.

Oggigiorno le tecnologie dell'informazione (IT) stanno prendendo sempre più interesse in applicazione di Selvicoltura di Precisione.

L'obiettivo di questo studio è quello di proporre un approccio innovativo di Precision Forestry attraverso l'impiego di IT per il rilevamento di parametri di produttività ed efficienza a livello globale sia di cantiere forestale, sia di ogni specifica macchina quindi operazione. Pertanto il fine ultimo è quello di sviluppare un sistema in grado di supportare l'impresario forestale nella gestione delle attività attraverso un'applicazione di monitoraggio operativo automatico.



Questo documento descrive i risultati ottenuti dall'applicazione di una nuova metodologia per il monitoraggio operativo automatizzato delle attività di abbattimento mediante l'uso di motosega. L'approccio seguito prevede l'analisi dei tempi di abbattimento e delle dimensioni degli alberi atterrati attraverso l'analisi delle vibrazioni e dei rumori generati dalla motosega.

Un esperimento, concentrato alle sole fasi di abbattimento (escludendo le operazioni di allestimento e sramatura) è stato condotto su 30 piante di abete rosso (*Picea abies*) durante un diradamento selettivo.

Il principio sul quale si è basato lo studio ha considerato il fatto che durante le operazioni effettive di abbattimento (il taglio) l'operatore forestale impiega la motosega tenendo la leva del gas completamente premuta con lo scopo di raggiungere la massima potenza della macchina. Così facendo, durante le operazioni effettive di taglio si vengono a generare alti livelli di vibrazione e di rumore.

Quindi, misurando la durata delle vibrazioni e dei livelli sonori che superano un arbitrario valore soglia, usato per discernere le operazioni effettive di taglio dalle restanti, è stato possibile calcolare il tempo impiegato per eseguire l'abbattimento. Inoltre, seguendo delle procedure descritte in letteratura ed affinate nel presente studio, si è potuto anche stimare il diametro alla ceppaia, quello a petto d'uomo ed il volume dell'intero albero.

Scopo dello studio è stato quello di confrontare quale sia la sorgente, tra vibrazioni e livelli sonori, in grado di fornire i migliori risultati in termini di automazione nella:

- (i) misurazione del tempo impiegato per eseguire l'abbattimento;
- (ii) stima del volume di ogni albero abbattuto. I risultati ottenuti dall'applicazione della procedura proposta sono stati confrontati con il classico studio dei tempi su base manuale e la stima dei volumi impiegando tabelle di cubatura a singola entrata.

Confrontando i risultati ottenuti dai metodi di valutazione automatica con quelli dell'indagine manuale, sono stati ottenuti ottimi valori di correlazione ( $R^2 > 0,75$ ). Oltre a ciò, una differenza inferiore al 10% è stata ottenuta dal confronto tra i volumi.

Gli incoraggianti risultati hanno evidenziato che l'applicazione di questo approccio può essere considerato un valido ed interessante strumento utilizzabile per la stima automatizzata sia dei volumi delle piante abbattute che per il calcolo delle produttività delle operazioni di abbattimento.

In conclusione, il sistema di monitoraggio operativo sviluppato può essere impiegato come uno strumento innovativo di Precision Forestry utile ad ottenere informazioni operative per la compilazione automatica dei quaderni di campagna e per la redazione della documentazione necessaria alla certificazione e tracciabilità del materiale legnoso, facilitando le operazioni burocratiche

\*\*\*

### **S. 8.07 L'espansione del sistema di raccolta basato su gru a cavo e l'uso di alberi come supporti e ancoraggi**

Stefano Grigolato, Omar Mogni, Luca Marchi, Lucio Montecchio, Raffaele Cavalli

**Parole chiave:** terreni acclivi; sicurezza; tensioni; stabilità degli alberi.

Le operazioni forestali in terreni acclivi dell'Europa centrale si basano tradizionalmente sull'uso di sistemi di trasporto a fune, quali le gru a cavo. Questi sistemi sono considerati a bassa impatto ambientale in quanto, se utilizzati in modo appropriato, hanno il vantaggio di minimizzare i danni al suolo e contenere i danni al soprassuolo. Recentemente si sta inoltre assistendo all'introduzione di macchine forestali con trazione assistita, come i cable-harvester o i cable-forwarder. Queste macchine si possono muovere in terreni pendenti grazie ad un sistema di trazione che evita la perdita di aderenza delle ruote o dei cingoli con il terreno. Il sistema consiste nell'ancorare la macchina ad un albero o ceppaia tramite un cavo azionato da un organo sincronizzato con il sistema di trazione del veicolo. Entrambi i sistemi considerati (le gru a cavo e le macchine a trazione assistita) possono impiegare gli alberi come ancoraggi e, nel caso delle gru a cavo, anche come supporti della linea. Ne consegue quindi un attuale e rinnovato interesse verso l'albero come elemento funzionale alle operazioni forestali in terreni pendenti. Il presente lavoro si propone quindi di analizzare la letteratura attualmente disponibile in questo ambito per sintetizzare le attuali conoscenze e problematiche.



## ***The expanding of the cable-based harvesting system and the use of trees as supports and anchors***

**Keywords:** steep terrain; safety; tree stability; tension.

Forest operations on steep terrain in the Central European mountains are traditionally based on the use of the cable harvesting system. The cable-based system is generally considered an environmentally friendly harvesting system mainly because of its low physical vegetation and soil interaction.

Nowadays the recently extension of the operative range of the ground-based harvesting system seems to offer a new contribution to the steep slope forest operations. This solution, based on a cable-winch synchronized with the vehicle traction system, allows the use of the ground-based machines in steep terrain also for the wood extraction phase, increasing the competition and sometimes the overlap area with the cable harvesting system.

Due to the high interest on cable-based harvesting system (both cable crane and cable-assisted machines) in mountain region, the present work aims to give an overview on the use of trees as supports and anchors in forest operations. In particular, the review work aims to synthesize and examine the main aspects covered by research works available in literature that, directly or indirectly, might be helpful to clarify the behaviour of standing trees or tree stumps used as supports and anchors in cable-supported forest operations.

\*\*\*

### **S. 8.08 Le utilizzazioni forestali in Italia: problematiche, innovazioni e nuove sfide per il futuro**

Andrea Laschi, Fabio Fabiano, Francesco Neri

**Parole chiave:** impatti ambientali; sicurezza sul lavoro; legno; innovazione; sostenibilità.

Le Utilizzazioni Forestali sono una fase chiave nel processo di gestione sostenibile del bosco. La Selvicoltura fornisce gli indirizzi gestionali più appropriati, ed è quindi fondamentale, ma l'applicazione pratica di questi indirizzi deve essere fatta in maniera consapevole e competente affinché si ottengano i risultati voluti e venga garantito il mantenimento o il miglioramento delle condizioni del bosco. Negli ultimi anni la percezione del ruolo e delle funzioni delle foreste in Italia ha subito notevoli cambiamenti, e di conseguenza anche la percezione delle utilizzazioni forestali. Il legno è oggi una risorsa molto importante in Italia e in Europa, e la domanda di questo materiale è destinata ad aumentare in futuro. È quindi necessario sviluppare metodologie e tecniche di gestione forestale e di raccolta del legno che permettano di ottenere una produzione di legno adeguata, garantendo anche tutte le altre funzioni dei nostri boschi, tra cui la protezione dal rischio idrogeologico, la fruizione turistico ricreativa e il paesaggio.

Nell'ambito della Task Force IUFRO "Climate change and forest health" modulo A.3 "Highly sustainable harvesting (HSH) for protecting forests and forestry against climate change" vengono trattati numerosi aspetti che interessano il lavoro in bosco, la sua organizzazione e gli effetti che le utilizzazioni forestali possono avere sulla società. In particolare, grazie alla collaborazione tra ricercatori e portatori di interesse di tutto il mondo, sono stati stabiliti cinque pilastri da tenere in considerazione per garantire uno sviluppo sostenibile delle utilizzazioni forestali, e quindi della gestione forestale. Questi pilastri sono:

- (i) economia: le utilizzazioni forestali devono garantire una convenienza economica per le aziende e i lavoratori impiegati, permettendo loro di operare liberamente sul mercato;
- (ii) ambiente: la raccolta del legno deve garantire il mantenimento del bosco minimizzando gli impatti ambientali;
- (iii) ergonomia: il lavoro in bosco è uno dei più pericolosi per gli operatori, considerando tutti i settori produttivi, sia in Italia che nel mondo. La sostenibilità delle utilizzazioni forestali non può prescindere dalla garanzia di condizioni di lavoro idonee per gli impiegati nel settore;
- (iv) ottimizzazione delle produzioni: è necessario migliorare le produzioni nei singoli interventi di utilizzazione riducendo gli sprechi e ottimizzando la diversificazione degli assortimenti;
- (v) persone e società: le utilizzazioni forestali devono infine garantire tutte le funzioni del bosco esterne alla produzione legnosa.





Devono quindi garantire che, attraverso corretta pianificazione e realizzazione degli interventi, il bosco possa mantenersi nel tempo senza che siano compromessi, tra gli altri, il valore ambientale, di protezione idrogeologica e turistico ricreativo.

L'obiettivo di questo contributo è fornire una panoramica sulle utilizzazioni forestali in Italia identificando, secondo i principi di sostenibilità delle utilizzazioni forestali appena citati, quelli che sono i punti di forza e le criticità del lavoro in bosco. A partire da questa analisi vengono fornite indicazioni e prospettive per il miglioramento delle utilizzazioni forestali nel paese, con particolare riferimento alle innovazioni tecnologiche, alla sicurezza sul lavoro e alla riduzione degli impatti ambientali.

### ***Forest operations in Italy: constraints, innovation and challenges for the next future***

**Keywords:** environmental impacts; health and safety; wood; innovation; sustainability.

Forest operations have a key-role in sustainable forest management. Silviculture addresses forest management taking into account the best available approaches, and forest operations are the practical phase that effectively realize the intervention. For this reason, it is necessary that wood harvesting could be carried out in a proper way to maintain good forest conditions. In the last years the common perception on forests has changed, and consequently on forest operations too. Nowadays wood is an important resource in Europe and all over in the world; wood demand will increase in the future and forest operations will have to guarantee more wood from less forest surface, without compromising the functionality of forests and their other roles, including hydro-geological protection, recreative issues and landscape. In the framework of IUFRO Task Force "Climate change and forest health" module A.3 "Highly sustainable harvesting (HSH) for protecting forests and forestry against climate change", various aspects regarding forest operations are treated. Many researchers and stakeholders from many countries in the world have been established five pillars to reach Sustainable Forest Operations (SFO). These pillars are:

- (i) economics: forest operations have to guarantee economic convenience for enterprises and forest workers, allowing them to operate independently on the market;
- (ii) environment: wood harvesting has to guarantee the continuity of forest, minimizing the environmental impacts related with forest operations;
- (iii) ergonomics: forest operations are one of the most dangerous work considering all the productive sectors, in Italy as in the rest of the world. Sustainability of forest operations cannot forget work conditions of forest workers, guaranteeing a good level of health and safety in workplace;
- (iv) quality optimization: it is necessary to improve the quantity and the quality of wood production in wood harvesting operations, reducing waste and optimizing the assortments;
- (v) people and Society: forest operations have to guarantee the overall functionality of forests, including the other social interests beyond wood production.

Through an optimized planning and an effective realization of interventions, sustainable forest operations have to guarantee social interests, maintaining the environmental value, recreative function and protection from hydrogeological risk.

The aim of this work is to realize the state of the art of forest operations in Italy, identifying strengths and weaknesses under a sustainable perspective. Starting from this analysis, future challenges and possibilities for improvement are given, focusing on innovative technologies, safety in workplace and reduction of environmental impacts.

\*\*\*

### **S. 8.09 L'essiccazione durante lo stoccaggio della biomassa per la produzione di legna da ardere: confronto fra differenti tecniche**

Marco Manzone, Paolo Balsari

**Parole chiave:** legna da ardere; tecniche di stoccaggio; contenuto idrico; potere calorifico.

Negli ultimi anni, a seguito dell'aumento del prezzo dei combustibili fossili, l'impiego di energie derivate da fonti rinnovabili per la produzione di energia termica, ha visto coinvolto non solo il settore industriale, ma



anche quello privato che, nell'utilizzo dei biocombustibili trovano un non trascurabile risparmio economico. In questo scenario, la fonte di energia alternativa principe, sia per il suo legame al territorio e alla tradizione locale, sia per le potenzialità che può offrire alle diverse popolazioni, risulta essere la legna da ardere. Tale biocombustibile, infatti, tanto a livello mondiale quanto nazionale, fin dai tempi più remoti, viene impiegato come fonte di calore ed è prodotto a livello locale mediante boschi dedicati (boschi cedui) oppure con l'allestimento del materiale di risulta dei tagli selvicolturali eseguiti nelle fustaie. La legna da ardere affinché possa essere facilmente utilizzata negli impianti termici di piccola e media potenza deve presentare un ridotto contenuto di umidità (inferiore al 20%) che non sempre è facilmente raggiungibile e che risulta strettamente correlato alle modalità di stoccaggio del materiale stesso.

In questo studio sono state confrontate alcune tecniche di stoccaggio della biomassa per la produzione di legna da ardere al fine di individuare quella in grado di garantire il necessario grado di essiccazione con le minori perdite energetiche possibili. La sperimentazione è stata eseguita impiegando tre differenti specie forestali (robinia, faggio e pioppo) e utilizzando tre diverse tecniche di stoccaggio: senza copertura, sotto tettoia e con telo plastico. Le prestazioni di queste soluzioni di stoccaggio sono state valutate, per un periodo di 6 mesi (marzo-settembre), attraverso l'analisi dell'andamento dei seguenti parametri fisici: contenuto idrico, temperatura, contenuto energetico e potere calorifico. Durante le prove, i topi tagliati alla lunghezza di 0.33 metri sono stati collocati in cumuli a forma di cono la cui altezza media era di 2 metri ed il diametro alla base di circa 2,5 metri corrispondente ad un volume di circa 2.2 m<sup>3</sup>. Nelle condizioni di prova in cui si è operato, lo stoccaggio della biomassa senza copertura ha mostrato le stesse prestazioni di quella stoccata sotto la tettoia, evidenziando che è sufficiente un periodo di solo 60 giorni per portare il contenuto idrico iniziale di tutte le specie forestali testate (pioppo 60%, faggio 54% e robinia 46%) a quello ottimale del 20%. Al contrario, la copertura dei cumuli con film plastico non ha mostrato alcun beneficio in termini di perdita di contenuto di umidità e di conseguenza di potere calorifico del biocombustibile. Inoltre, nel corso della sperimentazione non si è registrata alcuna differenza di temperatura e di contenuto energetico finale della biomassa tra le tre modalità di stoccaggio esaminate.

\*\*\*

#### **S. 8.10 Valutazione degli effetti della compattazione del suolo su caratteri morfologici e fisiologici di semenzali di *Quercus robur***

Barbara Mariotti, Martina Cambi, Yasutomo Hoshika, Elena Paoletti, Fabio Fabiano, Alberto Maltoni, Andrea Tani, Enrico Marchi

**Parole chiave:** operazioni forestali; compattazione; rinnovazione; crescita dei semenzali.

Negli ultimi decenni l'utilizzo di macchine pesanti nel campo delle utilizzazioni forestali è aumentato in maniera significativa determinando spesso un aumento del livello di compattazione dei suoli forestali su superfici sempre più ampie. Molti studi evidenziano che l'alterazione delle caratteristiche del suolo a seguito della compattazione influisce indirettamente anche sullo sviluppo delle piante sin dalla fase di rinnovazione con conseguenze importanti in termini di produttività. Meno conosciute sono le dinamiche durante le prime fasi di sviluppo delle piantine, a partire dalla germinazione e nel corso della prima stagione vegetativa; infatti, i semenzali possono trovare limitazioni sia nella germinazione sia nello sviluppo dell'apparato radicale, la cui struttura può risultare alterata dalla maggiore impenetrabilità degli strati compattati con possibili conseguenze negative sia sull'attecchimento sia sull'affermazione della rinnovazione. In questo contributo vengono presentati i risultati di due studi riguardanti gli effetti della compattazione del suolo sullo sviluppo di semenzali di *Quercus robur*.

Entrambe le sperimentazioni sono state effettuate presso il campo sperimentale annesso al GESAAF dell'Università di Firenze. Nel primo lavoro è stato studiato lo sviluppo morfologico ipogeo ed epigeo di semenzali seminati in contenitore nel primo mese e mezzo di vita delle piantine a partire dalla germinazione. Sono stati confrontati tre livelli di compattazione del suolo valutata con il parametro maggiormente preso in considerazione in lavori di questo tipo (Bulk Density- BD) ricreati in laboratorio con una macchina per prove di compressione applicando 3 diversi livelli di forza: non compattato (controllo: BD g/cm<sup>3</sup>), medio (BD 1 g/cm<sup>3</sup>) ed elevato (BD 1.5 g/cm<sup>3</sup>). Il secondo studio ha previsto una prova in pieno campo, dove sono stati



confrontati due livelli di compattazione determinati da un differente numero di passaggi di un trattore: moderato (10 passaggi) ed elevato (25 passaggi). Le ghiande sono state seminate lungo le ruotate e nel corso della prima stagione vegetativa è stata studiata la crescita ipogea ed epigea dei semenzali.

Nel primo studio sono emersi effetti negativi del compattamento sulla crescita delle piantine nel corso della prima stagione vegetativa. In particolare è stata evidenziata un'influenza rilevante sulle prime fasi di germinazione dei semenzali, con una riduzione di tutti i parametri di crescita degli apparati aereo e radicale (altezza, approfondimento dell'apparato radicale e biomassa) a partire dai primi giorni di sviluppo. Nel secondo caso la compattazione ha determinato un minore accrescimento delle piantine al termine del primo anno in altezza e una riduzione della biomassa e dello sviluppo delle radici. Anche la fisiologia è risultata alterata dal maggiore livello di compattazione, mostrando un'influenza negativa su approvvigionamento di azoto e capacità fotosintetica dei semenzali.

I risultati suggeriscono che l'effetto della compattazione si manifesta sin dalle prime fasi di crescita e può influenzare negativamente un insieme di fattori che incidono sulla sopravvivenza e sull'attecchimento della rinnovazione naturale. Tali effetti possono aggravare le condizioni di crescita delle piantine in condizioni climatiche avverse (ad es. in concomitanza con periodi di siccità). Pertanto in un'ottica di sostenibilità delle operazioni forestali si dovrebbe considerare questo aspetto e prevedere azioni di mitigazione e recupero per ridurre l'estensione e il grado del compattamento.

### ***Evaluation of the effects of soil compaction on seedling growth and physiology of *Quercus robur****

**Keywords:** logging operation; soil compaction; regeneration; seedling growth.

In recent decades, the use of heavy machinery in forest management has significantly increased, causing the compaction of forest soils and potentially affecting seedling survival and establishment. However, still, little is known about the actual effect of soil compaction on dynamics of tree growth in the early stages, i.e., from the germination to the first vegetative stage of the seedlings. A lack of quantitative information does not allow to assess the extent to which compaction may be affecting regeneration, although assessing the impacts on soil and seedlings after forest operations is challenging because of random vehicle passes. Here we will thus present our two recent studies investigating the effects of soil compaction on *Quercus robur* seedling performance.

The both studies were carried out in an experimental station at the GESAAF of the University of Florence. In the first study, we examined the development of the seedlings in containers with compacted soils. In addition, their germinability was assessed. Three levels of compaction were tested based on bulk density (BD): not compacted (control: BD g/cm<sup>3</sup>), intermediate (BD 1.0 g / cm<sup>3</sup>) and severely compacted (BD 1.5 g / cm<sup>3</sup>). In the second study, we conducted a field experiment to assess the quality of soil (physical parameters) and of artificial regeneration of oak seedlings (allometric features, biomass, photosynthetic traits) over one growing season. Two levels of soil compaction were simulated, i.e. 10 tractor passes vs. 25 tractor passes. The larger number of tractor passes increased soil BD (0.73 g / cm<sup>3</sup> and 0.93 g / cm<sup>3</sup> in 10 and 25 tractor passes, respectively) and penetration resistance (0.24 MPa and 0.35 MPa in 10 and 25 tractor passes, respectively), while porosity declined (73% and 65% in 10 and 25 tractor passes, respectively).

In the first study, negative effects of compaction on seedling development were found. In particular, soil compaction influenced significantly the germinability of *Q. robur* seedlings, with a reduction of all the growth parameters of the above- and below-ground parts (height, root depth and root biomass). In the second study, compaction decreased, the number of growth flushes (-22%) and of leaves (-22%), shoot biomass (-26%), the shoot/root ratio (-10%), the main root length (-24%) and the longest first-order later root length in the top 10 cm of soil (-31%). The decreased growth of seedlings in the soil compaction treatment was accompanied by lower photosynthetic rate and leaf nitrogen content.

The both results suggest that soil compaction may influence negatively the development of *Q. robur* seedlings. Especially in Mediterranean forests, the shorter main-roots developed due to the soil compaction may limit the availability of water and nutrients to seedlings after the summer drought. On the basis of our findings, for the sustainable forest operations, the main general suggestions for mitigating soil disturbance are:

- (i) to reduce as much as possible the number of machine passes;
- (ii) to carefully plan a skid trails network in order to limit the area affected by machine trafficking;
- (iii) to use a brush mat on the skid trail in order to reduce the pressure exerted on soil.



### S. 8.11 Stima dei solchi e della compattazione al suolo causati da un forwarder tramite fotogrammetria e analisi delle proprietà del suolo

Elena Marra, Martina Cambi, Raul Fernandez Lacruz, Francesca Giannetti, Enrico Marchi, Tomas Nordfjell

**Parole chiave:** utilizzazioni forestali; DEM; SfM.

L'utilizzo di macchine forestali pesanti nelle varie fasi di utilizzazioni forestali, quali, concentramento, esbosco e trasporto degli assortimenti legnosi, può provocare disturbi persistenti o persino irreversibili, con cambiamenti nella porosità, capacità di infiltrazione dell'acqua e areazione del suolo. Tali cambiamenti possono portare a fenomeni di erosione e a riduzione degli accrescimenti e dell'insediamento e sviluppo della rinnovazione. Le principali forme di danno al suolo, causate da operazioni forestali, sono la compattazione e la formazione di solchi. Solitamente per la stima di questi parametri vengono impiegati metodi dispendiosi in termini di tempo e costi e che non permettono una rappresentazione completa del profilo longitudinale delle piste forestali. Al fine di acquisire ed analizzare con maggior precisione la distribuzione spaziale dei danni al suolo, nuove tecnologie fotogrammetriche sono state applicate basandosi sulla ricostruzione di modelli tridimensionali del suolo.

L'obiettivo principale di questo studio è stato confrontare i metodi di monitoraggio tradizionale e fotogrammetrici, per valutare le dimensioni dei solchi e la loro relazione con la compattazione sul suolo. Per determinare i disturbi al suolo, diverse metodologie sono state applicate e confrontate in seguito al ripetuto passaggio di un forwarder carico, equipaggiato con pneumatici caratterizzati da due diversi livelli di pressione di gonfiaggio:

- (i) stima dei parametri fisici del suolo, quali resistenza a penetrazione, densità apparente e porosità al fine di determinare il grado di compattazione del suolo;
- (ii) misurazione manuale delle dimensioni dei solchi e la creazione di modelli tridimensionali del terreno con l'ausilio di immagini derivate da nuvole di punti elaborate con Structure from Motion (SfM) fotogrammetrico per determinare la profondità dei solchi, l'accumulo di suolo ai bordi ed il volume dei solchi.

I risultati evidenziano differenze significative nei parametri fisici del suolo in relazione al numero di passaggi. In dettaglio, l'incremento della resistenza a penetrazione del suolo ha mantenuto un crescente all'aumentare del numero di passaggi, fino a raggiungere un totale pari al 52%. La densità apparente e la porosità del suolo sono cambiate significativamente tra 0 e 3 passaggi e tra 20 e 60 passaggi del forwarder carico. L'effetto causato dai diversi livelli di pressione di gonfiaggio dei pneumatici è stato significativo solo per nell'approfondimento dei solchi. Conferma di tale effetto si è potuto riscontrare anche tramite la stima del volume dei solchi, rilevata in 100m di pista dopo 60 passaggi, pari a 8.48 m<sup>3</sup> e 5.74 m<sup>3</sup> rispettivamente per le pressioni di gonfiaggio dei pneumatici di 300 kPa e 150 kPa. Possiamo quindi sottolineare la possibile relazione tra compattazione del suolo (resistenza a penetrazione) e formazione dei solchi (volume dei solchi) in condizioni di bassa umidità del suolo. I risultati ottenuti dal confronto tra profili fotogrammetrici e misurazioni manuali nell'approfondimento dei solchi mostrano un R<sup>2</sup> di 0.93 ed una differenza in termini percentuali inferiori al 5%. Ciononostante, il metodo SfM fotogrammetrico ha riportato qualche limitazione, infatti condizioni di presenza di acqua nei solchi e residui di lavorazione o vegetazione alta al suolo interferiscono con la precisione del metodo stesso. In conclusione, possiamo affermare che il metodo SfM fotogrammetrico può costituire uno strumento utile per la definizione del disturbo al suolo delle utilizzazioni forestali in grado di integrare e/o sostituire i sistemi di analisi tradizionali.

***Estimation of wheel ruts dimension and compaction cause by forwarder with photogrammetry and soil propriety***

**Keywords:** structure from motion; digital evolution model; forest operations.

Soil disturbances are one of the main damages associated with forestry operation. Tree harvesting, log dragging and transportation carried out by heavy machinery may results in substantial, long-lasting, and sometimes irreversible soil damage (reduced porosity, water infiltration, soil aeration, and soil erosion) thus decreasing tree growth and seedling establishment and development. Soil compaction and rutting are the





main negative consequences of forest logging and are usually investigated by means of time-consuming and costing methods, not able to represent the whole longitudinal profiles of forest trails. New methods have been developed to capture and investigate the spatial distribution of soil disturbance more accurately on the base on 3D ground photogrammetric reconstruction.

In this context, the overall objective of this study was to compare photogrammetry and traditional methods for evaluating rutting and its relation with soil compaction after repetitive passes of a loaded forwarder with two different levels of tire pressures. Different methods were applied for determining the soil disturbance:

- (i) manual measurement and 3D soil modelling by Structure for Motion (SfM) photogrammetry analysis were used to determine ruts depth, bulges height and rut volume;
- (ii) cone penetration resistance, soil bulk density and soil porosity measurements were used for determining soil compaction. In order to estimate the total missing volume of the rut in  $m^3$  the difference between rut (volume reduced) and bulge (volume increased) volumes, in terms of absolute values, was determined.

The result showed significant changes in soil physical parameters in relation to the number of passes. In detail, cone resistance increased constantly at each data collection and bulk density and porosity showed significant differences only between 0 and 3 passes and between 20 and 60 passes. Significant differences in relation to tire inflation pressure were found only for rut depth. Consequently, the total missing volume of the rut observed in 100 m long trails for tire pressure of 300 kPa and 150 kPa were  $8.48 m^3$  and  $5.74 m^3$  respectively. Our finding highlighted a relationship between soil compaction (i.e. cone penetration resistance) and rutting (i.e. total missing volume) in low moisture soil condition. The comparison of photogrammetric vs manually-measured profiles resulted in  $R^2$  of 0.9. In conclusion, SfM photogrammetry can be an accurate method for informing the relation of high-resolution Digital Evolution Model and for the morphological description of forest soil disturbance after forest logging. However, further studies are recommended in order to investigate the optimization of the images acquisition and to provide a more comprehensive understanding of soil damage estimation in different conditions (e.g. snow cover, uniform sand surface, etc.).

\*\*\*

### S. 8.12 Qualificazione del capitale umano ed imprenditoriale in Piemonte

Valerio Motta Fre, Pier Paolo Brenta

**Parole chiave:** formazione professionale; settore forestale; imprese.

Negli ultimi 18 anni la Regione Piemonte con la collaborazione di IPLA Spa, utilizzando i fondi del Programma di Sviluppo Rurale (PSR), ha promosso con continuità iniziative di formazione ed informazione professionale e tecnica per i soggetti che operano a vario titolo in campo forestale, ritenendo che la sicurezza sul lavoro e la professionalità siano strumenti fondamentali per la crescita del settore. La formazione, l'informazione e la qualificazione degli operatori forestali ed ambientali, aumentando le competenze professionali, possono diffondere in modo efficace esperienze, concetti tecnici, criteri organizzativi e di gestione della sicurezza, creando i presupposti per:

- (i) un adeguato riconoscimento dell'identità professionale;
- (ii) la crescita del livello di professionalità;
- (iii) l'emersione del lavoro sommerso e l'incentivazione a comportamenti regolari senza misure repressive;
- (iv) il miglioramento delle condizioni di sicurezza e la conseguente riduzione dei frequenti incidenti;
- (v) il miglioramento della sostenibilità ambientale degli interventi;
- (vi) la rivitalizzazione delle economie locali.

Negli anni il sistema della formazione forestale ed ambientale è stato affinato, nel rispetto delle regole della formazione professionale, affiancando agli standard formativi proposti con continuità dal 2002 (es. percorso operatore forestale) nuovi obiettivi finalizzati a rispondere ad esigenze direttamente espresse dalle imprese del settore (es. esbosco aereo con teleferiche), o ritenute interessanti da proporre in via sperimentale (es. corsi di imprenditorialità forestale).



Con un grande sforzo in termini di risorse umane e finanziarie, allo stato attuale sono state rilasciate 455 qualifiche professionali in campo forestale ed ambientale e 6.300 certificazioni di competenze professionali; la partecipazione ai corsi, da sempre gratuita grazie alle risorse del Programma di Sviluppo Rurale del Piemonte, ha generato un positivo riscontro per le iniziative proposte.

Più recentemente si sta cercando di utilizzare il sistema della formazione professionale forestale, in collaborazione con le imprese formate, per favorire l'accesso al mondo del lavoro di giovani, facendo riferimento gli strumenti disponibili quali alternanza scuola lavoro e apprendistato.

\*\*\*

### **S. 8.13 Strumenti di qualificazione degli operatori e delle imprese forestali. L'esperienza interregionale del progetto INFORMA PLUS**

Damiano Penco, Valerio Motta Frè, Jean-Claude Haudemand, Simone Blanc, Filippo Brun, Angela Mosso, Pierpaolo Brenta

**Parole chiave:** operatori forestali; imprese forestali; formazione innovativa; albo delle imprese; Interreg ALCOTRA.

Il D.lgs. 18 maggio 2001, n.227 aveva stabilito, nell'articolo 7, la necessità che le Regioni, titolari della materia forestale, istituissero elenchi o albi delle imprese per l'esecuzione di lavori, opere e servizi in ambito forestale e di difesa del territorio. Contemporaneamente, nell'articolo 12, comma 2, era previsto che le Regioni curassero la formazione professionale degli addetti a vario titolo operanti nel settore forestale.

Alcune Regioni italiane hanno recepito queste disposizioni nelle normative e negli strumenti di pianificazione di settore, istituendo appositi elenchi di operatori e imprese nonché regole per la formazione e l'addestramento professionalizzante, spesso collegate proprio agli aspetti di qualificazione. Si rileva tuttavia una strutturazione e uno stato di avanzamento molto diversificati sul territorio nazionale, con Regioni che ancora non hanno predisposto apposite normative a riguardo, mentre altre sono già alla fase di revisione e implementazione dei propri strumenti.

Un'iniziativa finalizzata a ridurre le differenze dei sistemi formativi è stata l'equiparazione dei corsi realizzati dalle diverse amministrazioni del nord Italia (Piemonte, Liguria, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Provincia autonomia di Trento, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia-Giulia)

Dopo quasi vent'anni, il "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali" (D.lgs. 3 aprile 2011, n. 34) riprende queste tematiche con un approccio più organico, dedicando l'intero articolo 10 alla "Promozione ed esercizio delle attività selvicolturali di gestione". Il testo del decreto, a tal proposito, pone nuovamente in capo alle Regioni la necessità di promuovere la crescita delle imprese che operano nel settore forestale e ambientale, rinnovando l'intenzione di istituire elenchi o albi delle imprese che eseguono lavori o forniscono servizi nei settori in questione. Inoltre individua un decreto ministeriale, per definire i cosiddetti criteri minimi nazionali, sia per l'iscrizione agli elenchi o albi regionali sia per la formazione professionale degli operatori forestali e per l'esecuzione degli interventi di gestione forestale.

Emergono, quindi, alcuni quesiti di particolare coerenza:

- (i) come si può immaginare una base comune per la formazione degli operatori dei diversi ambiti che interessano il settore forestale?
- (ii) è possibile stabilire requisiti di riferimento che attestino "la qualità" minima da parte di chi lavora nel bosco, indipendentemente dal territorio dove opera?
- (iii) gli strumenti di qualificazione messi in campo dalle Amministrazioni pubbliche sono percepiti come reali opportunità (per il mercato e per la sicurezza) o solo come (ulteriori) adempimenti normativi?
- (iv) in quali ambiti formativi e con quali modalità è necessario operare?
- (v) le disposizioni normative colgono i reali interessi e fabbisogni del mondo produttivo?
- (vi) cosa ne pensano gli operatori e le imprese del settore?

In tale contesto, nelle Regioni Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta, attraverso le attività e le esperienze del progetto ALCOTRA INFORMA PLUS, finanziato dal Programma INTERREG ALCOTRA 2014-2020 Italia-Francia,



si sta tentando di affrontare questi interrogativi, anche nell'ottica di fornire un contributo al lavoro nazionale di coordinamento delle politiche di promozione del settore forestale.

I primi risultati della ricerca hanno permesso di individuare le diversità tra le amministrazioni coinvolte, in termini di organizzazione e di percorsi già intrapresi, anche rispetto al ruolo degli vari stakeholder pubblici e privati. Inoltre, si è analizzata l'esperienza nei territori francesi transfrontalieri, la quale ha fornito utili suggestioni, tra cui l'introduzione di percorsi di apprendistato o di alternanza scuola/lavoro, quali ulteriori e possibili elementi di qualificazione nel panorama forestale italiano.

Tali attività assumono, nel complesso, una forte connotazione non solo nella valorizzazione della professionalità intrinseca agli operatori e alle imprese forestali, ma anche e soprattutto preludono a un crescente investimento qualitativo nella gestione attiva del patrimonio forestale italiano.

Si ritiene necessario, infatti, che le tutte le iniziative di innovazione e qualificazione del lavoro in foresta trovino concreta applicazione nella valorizzazione delle molteplici e diversificate funzioni attribuite all'ecosistema bosco, non ultime quelle produttiva e occupazionale, e, d'altro canto, contribuiscano al suo auspicato recupero quale componente essenziale del tessuto sociale, economico e culturale nazionale.

### ***Tools for the qualification of forest workers and companies. The interregional experience of the INFORMA PLUS project***

**Keywords:** forestry workers; innovative training; Interreg ALCOTRA

The article 7 of Legislative Decree no. 227 of 18 May 2001 established for Italy the need for the Regions, which are responsible for managing forestry matters, to draw up lists or registers of companies to carry out both works and services in the forestry sector. At the same time, Article 12(2), the Regions were required to provide vocational training for loggers.

Some Italian Regions have implemented these provisions in their regulations and in the planning instruments, establishing specific lists of operators and companies, as well as rules for professionalizing education and training, often connected to the qualification aspects. However, there is a very diversified level of organisation and development of these tools on the national territory, in fact some Regions have not yet drawn up specific regulations, while others are already in the process of revising and implementing their own instruments.

The equalization of courses held by different administrations in northern Italy (Piedmont, Liguria, Lombardy, Veneto, Emilia Romagna, the Autonomous Province of Trento, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia-Giulia) was an initiative aimed to reducing the differences in training systems.

After almost twenty years, the "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali" -"Consolidated Law on Forests and Forest Supply Chains" - (Legislative Decree no. 34 of April 3, 2018) takes up these issues with a more holistic approach, devoting the entire article 10 to the "Promotion and exercise of silvicultural management activities".

The law highlights the need to promote the growth of companies operating in the forestry and environmental sector, renewing the intention to establish lists or registers of companies carrying out works or providing services in the sectors. The law also identifies a ministerial decree, to define the so-called national minimum criteria, both for enrollment on the lists or regional registers and for the vocational training of forest operators and for the implementation of forest management interventions.

Therefore, some particularly binding questions emerge:

- (i) how can a common basis be envisaged for training operators in the various areas of interest to the forestry sector?;
- (ii) is it possible to establish reference requirements in order to attest the minimum level of "quality" of those who work in the forest, regardless of the territory in which they work?;
- (iii) are the qualification tools implemented by public administrations perceived as real opportunities (for the market and for safety) or are they only seen as (further) regulatory requirements?;
- (iv) in which training fields and in which ways do we need to work?;
- (v) do regulatory provisions capture the real interests and needs of the productive world?;
- (vi) what do operators and companies in the sector think?

In this perspective, the Regions of Liguria, Piedmont and Valle d'Aosta, through the activities and experiences of the ALCOTRA INFORMA PLUS project, financed by the INTERREG ALCOTRA Programme 2014-2020 Italy-



France, are trying to address these questions, in order to provide a contribution to the national coordination of policies to promote the forestry sector.

The first results of the research identify the differences between the administrations involved, in terms of organisation and paths already taken, also with regard to the role of the various public and private stakeholders. In addition, the experience in the French cross-border territories was analyzed, which provided useful suggestions, including the introduction of apprenticeship courses or school-work alternation, as additional and potential elements of qualification in the Italian forest sector.

On the whole, these activities take on a strong connotation not only in the enhancement of the intrinsic professionalism of forest workers and companies, but above all they prelude a growing qualitative investment in the direct management of the Italian forest resources.

It is considered necessary, in fact, that all the initiatives for innovation and qualification of work in the forest find concrete application in the enhancement of the multiple and diversified functions attributed to the forest ecosystem, not least the productive and occupational functions. These initiatives must, on the other hand, contribute to its hoped-for recovery as an essential component of the national social, economic and cultural fabric.

\*\*\*

#### **S. 8.14 Analisi dei dati relativi agli infortuni forestali in Toscana**

Francesco Neri, Andrea Laschi, Fabio Fabiano, Enrico Marchi

**Parole chiave:** salute; sicurezza; ergonomia; infortuni; lavori forestali.

Gli infortuni sul lavoro in Italia e in Europa, sebbene tendenzialmente in diminuzione, sono numerosi e, malgrado la crescente attenzione, sono spesso caratterizzati da esiti gravi, anche mortali. I lavori forestali sono attività molto pericolose, gli operatori infatti sono soggetti ad una serie di rischi di varia natura, come quelli legati all'impiego di mezzi ed attrezzature e quelli legati all'ambiente di lavoro naturale. È necessario quindi che la ricerca continui nel suo percorso di analisi dei fattori critici e proponga soluzioni che migliorino le attuali condizioni. Per prevenire è quindi importante conoscere a fondo il lavoro forestale in tutte le sue componenti, ed è fondamentale archiviare, studiare e analizzare la casistica di infortunio per il settore specifico, in modo da poter individuare i principali fattori di rischio e proporre soluzioni che possano ridurli. Questo studio si prefigge di analizzare i dati sugli infortuni forestali disponibili in Toscana, e di valutare l'attendibilità delle fonti informative (INAIL e ASL) evidenziando i problemi sorti nel reperimento di dati specifici per il settore forestale. I dati sono stati forniti dal Centro Regionale Infortuni e Malattie Professionali, e dalle Aziende Sanitarie Locali di Siena e del Mugello, le quali collaborano tutt'ora con l'Università di Firenze nella prevenzione degli infortuni forestali. Sono state ottenute tre diverse serie di dati: dati INAIL per tutto il territorio regionale (2004-2009), dati relativi agli infortuni mortali per la provincia di Siena (2000-2015), dati relativi agli infortuni mortali e non, per la zona del Mugello (2009-2017). Per ciascuna serie sono state analizzate le informazioni disponibili. I risultati hanno mostrato che gli infortuni sono avvenuti principalmente a causa di urti con tronchi e rami, a causa di alberi in caduta, ferite da motosega o per cadute sul terreno naturale del bosco, e sono state procurate ferite e contusioni soprattutto alla testa e alle mani. La maggior parte delle lesioni ha comportato meno di trenta giorni di prognosi ed il numero degli incidenti mortali è stato relativamente basso. I lavori sono stati svolti in gran parte da operatori qualificati e i dati INAIL mostrano un elevato numero di infortuni per la provincia di Siena.

Lo studio ha evidenziato l'importanza della formazione professionale e dell'uso dei dispositivi di protezione individuale, ma allo stesso tempo ha confermato che, a causa delle modalità di archiviazione dei dati sugli infortuni, che vedono il lavoro in bosco inserito all'interno del comparto agricolo, le informazioni sono spesso mancanti, incomplete o difficili da reperire. Questo ha reso difficile separare l'attività forestale da quella agricola ed ottenere dati realistici, per entrambe le fonti considerate. Senza una descrizione precisa degli eventi è quindi difficile riuscire a separare le due attività. Riguardo ai dati INAIL le descrizioni sia del lavoro svolto al momento dell'infortunio sia della dinamica sono molto generiche, in quanto le varie informazioni vengono registrate usando dei codici a cui corrispondono delle frasi standard, che non permettono di capire nello specifico cosa stesse effettivamente facendo l'operatore e cosa realmente è accaduto. Nel caso invece





dei dati forniti dalle ASL, le descrizioni a volte sono più particolareggiate perché sui referti viene riportato l'accaduto così come viene descritto dal lavoratore, oppure perché si tratta verbali a seguito d'inchiesta. In molti altri casi invece, queste descrizioni sono molto scarse o mancano del tutto. Solo con informazioni complete e facilmente accessibili sarà possibile sviluppare altri studi su questo argomento, e trovare delle soluzioni per aumentare la sicurezza nei lavori forestali.

### **Data analysis on forest accidents in Tuscany Region**

**Keywords:** health; safety; ergonomics; accidents; forest operations.

Both in Italy and Europe a huge amount of injuries at work are recorded each year. These events include serious injuries and also fatalities. Forest operations are recognized as a dangerous work. In silvicultural activities, workers usually use several high-risk tools for wood extraction. Moreover, forest is a natural workplace that presents specific hazards that are hard to remove. Hence, it is very important to analyse the critical factors and to study new solutions to manage the risk of injuries through research activities.

The aim of this study was to analyze the data available for forest accidents in the Tuscany Region, and also to evaluate the reliability of data source (INAIL and ASL) highlighting problems in obtaining specific data for forestry sector. Data were provided by the Regional Accidents and Occupational Diseases Center, and the Local Health Units of Siena and Mugello, which both collaborate with the University of Florence on forest accidents prevention. Three different data series were collected: INAIL data for the entire Tuscany Region (2004-2009), only fatal accidents for the province of Siena (2000 -2015), and fatal and non-fatal accidents in Mugello (2009-2017). For each data series the available information were analysed. The results showed that accidents occurred mainly due to bumps with logs and branches, falling trees, jobs with chainsaw or because of falls on the forest natural ground, causing wounds and contusions, especially in the head and the hands. The most part of accidents resulted in less of thirty days of prognosis and were few fatal accidents. Works were mainly carried out by qualified operators and INAIL data showed a high number of accidents in province of Siena.

The study highlighted how important are training and the use of personal protective equipment, but at the same time it confirmed that information on forest accidents is often missing, incomplete or difficult to find. This made difficult to separate forestry activities from agricultural activities and to obtain realistic data, with both data sources used. Only with complete and easily accessible information will be possible to develop other studies on this topic, and so find solutions to increase safety in forest operations.

\*\*\*

### **S. 8.15 Prove comparative di esbosco in cantieri forestali in ambiente mediterraneo**

Andrea Rosario Proto, Giuseppe Zimbalatti

**Parole chiave:** meccanizzazione; cantieri; raccolta del legno; foreste mediterranee.

Le imprese boschive rappresentano il naturale collegamento fra la proprietà boschiva e le aziende di trasformazione del legno; le loro attività incidono direttamente sul ruolo multifunzionale dei soprassuoli forestali. La raccolta del legno e la sua forma di utilizzazione commerciale assumono un'importanza fondamentale sulla scelta dei sistemi di intervento, delle macchine, delle attrezzature e della manodopera da impiegare nei vari cantieri. I sistemi di lavoro possono variare a seconda del tipo di bosco, della forma di governo, del trattamento e dell'assortimento finale ritraibile da un determinato soprassuolo boschivo. L'evoluzione dei sistemi di raccolta del legno, infatti, comporta il cambiamento delle macchine, delle attrezzature e dell'educazione al lavoro che deve essere data alla manodopera boschiva. Spesso, però, i limiti legati alla forte frammentazione della proprietà forestale e quindi all'offerta di assortimenti legnosi spesso non omogenei causano difficoltà nelle successive fasi di commercializzazione. Infatti, la parcellizzazione della proprietà forestale ed i modesti volumi ritraibili da ciascun lotto, associati alla non omogenea diffusione di nuove tecnologie legate ai lavori forestali, determinano elevati costi di esbosco, causando serie criticità tra i vari segmenti della filiera Foresta-Legno. L'obiettivo di questo studio è comparare i diversi sistemi di raccolta



di legname, tipicamente applicati su estensioni medio-piccole, valutando l'incidenza economica-produttiva di mezzi specializzati rispetto ai sistemi di esbosco tradizionali, tipici degli ambienti forestali mediterranei. Sono stati monitorati, pertanto, diversi cantieri di esbosco condotti da alcune imprese forestali sia per via terrestre che area, dislocati in Calabria, Sicilia e Basilicata, in condizioni orografiche e stagionali tipiche delle foreste del Sud Italia. Per ciascun cantiere, è stata applicata la metodologia consolidata per il rilievo dei tempi di lavoro, al fine di determinare la produttività e la stima dei costi di esercizio attraverso l'integrazione strumentale per l'identificazione delle variabili di esbosco e dei percorsi viari. I risultati ottenuti dal monitoraggio nei diversi cicli di esbosco hanno dimostrato che l'applicazione di mezzi specifici per i lavori forestali, pur lavorando su piccole e medie estensioni di taglio, raggiungono soglie di produttività notevoli nonostante ideate per essere applicate su superfici maggiori. Nonostante non sia possibile generalizzare i risultati di questo studio poiché dipendenti dai tipi di intervento, dalle caratteristiche del territorio e soprattutto dal metodo di esbosco applicato, i test condotti hanno dimostrato come le innovazioni, che in questi ultimi anni sono state introdotte negli ambienti mediterranei, possono raggiungere elevati livelli di produttività contenendo i costi di esbosco e garantendo una maggiore sicurezza ed ergonomia. È evidente, pertanto, che la valorizzazione della risorsa legno deve fondarsi sulla riorganizzazione del sistema di gestione delle superfici forestali stesse che consenta di arrivare a un'offerta produttiva costante, così da rispondere alle esigenze delle industrie di trasformazione e del mercato del legno. La ricaduta economica del patrimonio boschivo richiede quindi una razionale utilizzazione forestale basata sulla pianificazione, sulla specializzazione e su una corretta meccanizzazione all'interno di tutti i segmenti della filiera.

### ***Comparative study on different mechanized wood harvest operations in the southern Mediterranean area of Italy***

**Keywords:** time model; productivity; mechanization; wood harvesting.

Several regions in South Italy have the largest percentage of forest. In this area, delineated geographically as southern Italy, woodlands are very important, not only in terms of forest production, but also for the variety of typical landscapes that they form. Their economic potential is considerable due to the favorable seasonal conditions, which prolong the vegetative time, consequently increasing productivity levels. In fact, forests and wood represent a basis for economic, environmental and social stability in rural areas and wood harvesting has always represented one of the most important management interventions for the future of forests. Additionally, several techniques have been developed during the last fifty years to increase operator productivity, work qualifications and occupational safety. However, in these regions, the level of mechanization in harvesting is low: the most common harvesting method can be described as being at an early stage of mechanization. This level of mechanization in forest utilization is due to the site features of the forests, where almost half of the forest areas have slopes of over 40%, prevalence of state ownership with respect to private owners, abundance of coppice stands in comparison to high forests, preponderance of firewood and wooden pole production as opposed to roundwood, the small-scale characteristics of the forest ownership structure (approximately 75% of the forests are owned in parcels of less than 250 hectares) and the small size of many forest enterprises. In several regions of South Italy, the most widely used means of timber extraction is the farm tractor equipped with forestry winches/trailer or chutes and animals; a similar trend is seen in other central Italy regions. This level of mechanization for forest resource extraction has to be adequate due to the characteristics of the forest properties and the small dimensions of many forest enterprises. Only, in recent years there has been an increase of specialized forestry machines working in southern Italy, including forwarders, skidders and cable yarders.

The objectives of this study has been to calculate the productivity and costs of different extraction methods under South Italy conditions comparing different mechanized wood harvest operations; and to develop models of time consumption and productivity. This experimental research, carried out in three different regions (Calabria, Basilicata and Sicily), centered around a time motion study and cost analysis to develop technical and economic knowledge regarding the use of specialized forestry machines in Southern Italy respect to the traditional methods.

\*\*\*



### S. 8.16 Ottimizzazione produttiva nelle piantagioni da legno dell'emisfero sud

Raffaele Spinelli, Natascia Magagnotti

**Parole chiave:** produttività; efficienza; meccanizzazione; raccolta; arboricoltura; economia.

Oggi, l'arboricoltura da legno rappresenta il 7% della superficie forestale globale, ma produce oltre la metà del legname per uso industriale - una quota che potrebbe salire al 75% entro il 2050. Le piantagioni fuori foresta oggi offrono un'ampia varietà di prodotti legnosi, che sono impiegati nei settori edilizio, cartario ed energetico. Rispetto alle foreste naturali o seminaturali, le moderne piantagioni da legno offrono numerosi vantaggi, tra cui una gestione razionalizzata, la vicinanza agli impianti di lavorazione e un obiettivo produttivo già chiaramente definito. Inoltre, le piantagioni industriali sono spesso costituite in condizioni pedoclimatiche estremamente favorevoli con materiale di propagazione selezionato, così da ottenere una eccezionale velocità di accrescimento. Le piantagioni più produttive sono situate nell'Emisfero Australe, e presentano incrementi compresi tra i 30 e i 40 m<sup>3</sup> per ettaro ed anno, con un potenziale enorme per l'approvvigionamento globale di fibra ed energia rinnovabile. Questo spiega perché molte imprese forestali Europee e Nordamericane hanno spostato quote rilevanti del proprio capitale dal territorio nazionale verso nuovi impianti maggiormente produttivi, situati nell'Emisfero Sud. Oggi l'arboricoltura da legno ha grande successo specialmente in paesi quali Australia, Brasile, Cile, Nuova Zelanda, Sud Africa e anche in diversi Paesi Asiatici. Nei Paesi in via di Sviluppo, l'arboricoltura da legno non solo contribuisce alla crescita economica e sociale del paese, ma rappresenta una delle misure più efficaci per bilanciare il sostanziale aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> causato dalla crescente industrializzazione. Le condizioni di lavoro offerte dalle piantagioni artificiali sono incredibilmente favorevoli e permettono di conseguire livelli produttivi estremamente elevati. Anche nei Paesi in via di Sviluppo la raccolta nelle piantagioni da legno è sempre più meccanizzata, con benefici importanti in termini di capacità produttiva e sicurezza degli operatori. In taluni casi, la gestione centralizzata delle operazioni di raccolta consente un controllo operativo senza precedenti, e trasforma la classica utilizzazione forestale in una catena di lavorazione industriale estremamente efficiente. La presentazione offre una panoramica circa le condizioni di lavoro incontrate nelle piantagioni Brasiliane, Malesi, Neozelandesi e Sudafricane, presentando ed analizzando le tecniche di utilizzazione impiegate per i tagli di maturità e per i diradamenti (ove questi vengano effettuati). Infine, le migliori produttività conseguite nei cantieri Europei sono paragonate con quelle ottenute nelle piantagioni a rapida crescita dell'Emisfero Australe.

#### ***Optimised wood production from plantation forests in the southern hemisphere***

**Keywords:** productivity; efficiency; mechanization; harvesting; tree farms; economy.

Today tree plantations represent 7% of the global forest cover and account for almost half of the global production of industrial wood - a share that may grow to 75% by 2050. Tree plantations may produce a wide array of wood-based products for use in the building, commodity and energy sectors. Compared with natural forests, modern tree plantations offer many advantages, including rationalized management, vicinity to the conversion plants and pre-defined product targets. Furthermore, industrial tree plantations are generally established with genetically selected propagation material under favorable soil and climate conditions, which result in exceptional growth rates. The fastest growing industrial plantations are located in the southern hemisphere, and can yield between 30 and 40 m<sup>3</sup> of solid wood per hectare and year, with an enormous potential for the global supply of fiber and renewable fuel. That explains why many forest companies in Europe and North America have transferred their capital away from domestic forest land and towards highly productive land in the southern hemisphere. Plantation forestry is very successful in Australia, Brazil, Chile, New Zealand, South Africa and also in many Asian countries. In developing economies, tree plantations do not only contribute to economic and social development, but they represent one of the most effective measures for offsetting the substantial increase in CO<sub>2</sub> emissions caused by rapid industrialization. Work conditions offered by plantation forestry are incredibly favourable, and allow achieving extremely high productivity levels. Even in developing countries, harvesting is increasingly mechanized, with a significant benefit in terms of production capacity and operator safety. In some cases, centralized operation



management allows an unprecedented level of operational control, which turns the tree plantation into an extremely efficient factory environment. The presentation offers a general overview about the conditions found in plantation forestry in sample countries, such as: Brazil, Malaysia, New Zealand and South Africa. Furthermore, harvesting systems are presented and analyzed, covering both final felling and thinning (where thinning is applied). Finally, a comparison is drawn between the best productivity levels achieved in the European forests and those achieved in the fast-growing plantations of the Southern Hemisphere.







## Sessione 9 - Monitoraggio e pianificazione forestale

### Session 9 - Forest monitoring and planning

#### S. 9.01 Monitoraggio della gestione forestale: proposta di un approccio replicabile per la raccolta, la gestione e l'utilizzo dei dati rilevati in bosco

Sergio Francesco Campus, Irene Piredda, Antonio Ganga, Ilenia Murgia, Roberto Scotti, Raffaella Lovreglio, Filippo Giadrossich

**Parole chiave:** miglioramento della gestione tramite monitoraggio; governo a ceduo; rilievo in bosco; Open Data Kit; sistema per la gestione di basi di dati relazionali (RDBMS).

Il monitoraggio è comunemente riconosciuto quale azione essenziale per garantire la sostenibilità della gestione forestale. Per una reale efficacia, il monitoraggio deve aderire strettamente agli obiettivi gestionali ed i risultati dovrebbero essere inseriti nei processi di pianificazione. Al fine di assicurare un reale miglioramento della gestione, è fondamentale che le informazioni siano raccolte, esaminate e utilizzate in modo efficiente all'interno di una struttura solida e duratura in cui il monitoraggio è guidato e organizzato per una sua semplice implementazione. Seguendo tale schema concettuale, questo contributo presenta i risultati di un progetto di ricerca volto a valutare la sostenibilità delle utilizzazioni forestali nel complesso del Marganai (Sardegna sudo-occidentale), il quale è stato recentemente al centro di una diatriba innescata con la riattivazione della pratica della ceduazione.

Il progetto ha offerto l'opportunità di testare un protocollo, sviluppato nell'ambito di una convenzione tra l'Agenzia Regionale Forestas e l'Università della Tuscia, per il monitoraggio dei processi erosivi in soprassuoli interessati da diverse forme di gestione. Il protocollo sperimentale fa riferimento a indici che rappresentano fattori ecologici importanti nella regolazione della perdita del suolo, in grado di ridurre sia l'effetto battente della pioggia sia il deflusso superficiale. I dati vengono raccolti in una piattaforma virtuale di acquisizione ed elaborazione. Al centro di questa piattaforma si colloca l'infrastruttura informatica concepita con il progetto Open Data Kit (ODK - <https://opendatakit.org/>) che mette a disposizione strumenti e procedure open source basati sull'utilizzo di un client XForms per dispositivi Android (ODKCollect). Il client visualizza le form in ordine sequenziale rispettandone la logica, i vincoli in ingresso e le sotto-strutture ripetute. Gli utenti inseriscono i dati, salvano il modulo come totalmente o parzialmente completato (consentendo revisioni successive), potendo nel contempo acquisire immagini e posizione.

Il rilievo è stato condotto concentrando il lavoro su due unità gestionali: una particella non ancora utilizzata e un soprassuolo ceduo in rinnovazione. Il protocollo originale è stato integrato con un rilievo basato sul metodo Point Centered Quarter (PCQ) al fine di includere anche le informazioni relative alle dinamiche strutturali e compositive dei soprassuoli esaminati.

La vegetazione è principalmente rappresentata da macchia mediterranea e da strutture forestali che risultano dall'invecchiamento del soprassuolo ceduo, dominate da *Quercus ilex* in associazione con sclerofille sempreverdi come *Arbutus Unedo*, *Phillyrea Latifolia* ed *Erica arborea*.

A partire dai dati raccolti in campo, questo contributo valuta e propone una struttura di monitoraggio che deriva dalla formalizzazione del flusso di lavoro in tutte le sue fasi:

- (i) definizione e revisione delle form, tramite linguaggio XForms, seguendo lo schema del protocollo;
- (ii) rilievo in bosco utilizzando un dispositivo cellulare o tablet;
- (iii) invio al server dei moduli compilati;
- (iv) archiviazione e manipolazione delle informazioni mediante un sistema per la gestione di basi di dati relazionali (RDBMS);
- (v) messa a punto di una procedura per elaborare le informazioni e produrre i report.

L'approccio proposto è concepito per la condivisione ed il confronto dei dati, per garantire coerenza e riproducibilità delle procedure adottate e quindi una continua ed efficace valutazione degli effetti della gestione forestale.



## **Monitoring forest management: a proposal for a reproducible approach to record, manage and use data collected in the field**

**Keywords:** management improvement through monitoring; coppice; field survey; Open Data Kit; Relational Database Management System (RDBMS).

Monitoring is commonly recognized as an essential action to achieve sustainability of forest management. In order to be effective, monitoring should be aligned closely with objectives and its results should be fed into the planning processes. It is crucial that information is efficiently collected, reviewed and used to ensure a real improvement of management, i.e. by means of a robust and long-lasting system where monitoring is steered and organized to be easily implemented. Following on from this conceptual framework, this paper presents the outcomes of a research project aimed at evaluating the sustainability of utilizations in the forest of Marganai, which has recently been surrounded by a controversy concerning the return to the old practice of coppice.

The project has presented an opportunity to test a protocol, which has been developed as part of an agreement between the Regional Agency Forestas and the Tuscia University, to monitor soil erosion processes under different management operations. The experimental protocol refers to important ecological factors in the regulation of soil loss reducing both the rainfall kinetic energy and the surface runoff. A substantial part of the research was devoted to the evaluation of an approach to channel collected data into a common acquisition and processing platform. At the heart of this platform is the IT infrastructure conceived with the Open Data Kit project (ODK - (<https://opendatakit.org/>)) which provides open source tools and procedures based on the use of an XForms client for Android devices (ODKCollect). The client displays XForms in sequential order obeying form logic, entry constraints, and repeating sub-structures. Users work through the prompts and save the submission as completed or partially completed (allowing later revision), and can record pictures as well as their location. The original protocol was complemented with a survey based on the Point Centered Quarter method (PCQ) in order to include information relating to the structural and specific dynamics of the investigated forest stands.

The survey was carried out on two forest management units: one untreated stand and one recently harvested coppice stand. The vegetation is mainly represented by Mediterranean scrubland and forest structures, resulting from the repeated coppice practice over time, dominated by *Quercus Ilex* which is often accompanied by sclerophyllous trees and shrubs such as *Arbutus Unedo*, *Phillyrea Latifolia* and *Erica arborea*. Starting from data collected in the field, this contribution evaluates and proposes a monitoring system which comes from the formalization of the workflow in all its phases:

- (i) building and reviewing XForms following the protocol schema;
- (ii) data collection in the field using a phone or a tablet device;
- (iii) submission of completed surveys into the server;
- (iv) storing and handling information by means of a relational database management system (RDBMS); v) development of a procedure for processing information and producing a baseline report.

The proposed system can be a detailed and robust way to enable data to be shared and comparable over time and to allow procedures to be consistent and reproducible, for a truly effective ongoing assessment of the environmental performance and impacts of forest management.

\*\*\*

### **S. 9.02 Rilievi forestali in 3D: nuove sfide per il monitoraggio forestale**

Ugo Chiavetta, Chiara Torresan, Francesco Chianucci, Nicola Puletti

**Parole chiave:** tridimensionale; LiDAR; drone; Laser Scanner Terrestre.

Nell'era della selvicoltura di precisione, il monitoraggio forestale richiede una descrizione estremamente dettagliata della struttura tridimensionale del bosco. Le informazioni sulla struttura orizzontale e verticale del bosco consentono una migliore interpretazione delle condizioni degli ecosistemi forestali. Le nuove tecnologie come la scansione laser (LiDAR) e i sistemi aerei a pilotaggio remoto (SAPR) possono fornire queste informazioni e una risoluzione temporale flessibile, che è idonea per obiettivi a scala variabile dal singolo



albero ad un livello di scala globale. Entro certi limiti queste tecnologie possono accelerare l'acquisizione dei dati forestali tradizionali e, allo stesso tempo, contribuire ad ottenere nuove informazioni sui popolamenti forestali e sulle loro dinamiche. Di conseguenza, inventariazione e monitoraggio forestale stanno diventando sempre più rapidi ed oggettivi dando al pianificatore l'opportunità di concentrarsi maggiormente sul futuro del bosco e meno sul suo presente. L'obiettivo di questo contributo è quello di mostrare le potenzialità di queste nuove tecnologie a livelli di scala differenti. Saranno presentati dei casi studio, a livello di singolo albero, popolamento e paesaggio, sull'uso di Laser Scanner Terrestre, LiDAR da aereo e da SAPR, così come esperienze di fotogrammetria da drone e ne saranno discussi e riassunti i vari compromessi tra il grado di accuratezza e la produttività. Infine saranno commentate le potenzialità operative e le nuove sfide di queste tecnologie.

### **3D forest surveys: new challenges for forest monitoring**

**Keywords:** three-dimensional; LiDAR; drone; Terrestrial Laser Scanner

In the era of precision forestry, forest monitoring requires an extremely detailed description of forest three-dimensional structure. Information about horizontal and vertical tree structure allow a better interpretation of the forest ecosystem conditions. The development of remote sensors, such as Light Detection And Ranging (LiDAR), and new platforms able to carry sensors, such as Unmanned Aerial Systems (UASs), can provide such highly detailed information and flexible temporal resolution, which is suitable to meet variable scale objectives, from the single tree up to the global scale degrees. To some extent, these technologies can speed up the traditional forest data acquisition and, at the same time, contribute to obtain new information on forest stands. As a consequence, forest inventory and monitoring are becoming faster and more objective, giving to planners the opportunity to focus more on forest future than relying on the present.

The aim of this contribute is to show the potential of the most recent advances in remote sensing technology and their applications in forestry at different scales. Study cases, at single tree, stand and landscape levels, about Terrestrial, Air- and UAS-borne laser scanning, as well as UAS-based photogrammetry (both commercial and prototypes) will be presented and the trade-off between accuracy, degree of information and work efficiency will be discussed and summarized. Finally the operational use and the new challenges of these remote sensing technologies are discussed

\*\*\*

### **S. 9.03 Spazializzazione della provvigione legnosa in Italia tramite l'utilizzo di un campionamento inventariale su larga scala e dati telerilevati**

Gherardo Chirici

**Parole chiave:** variabili forestali; provvigione legnosa; telerilevamento.

Le previsioni spazialmente esplicite delle variabili forestali sono necessarie per supportare le moderne strategie di pianificazione forestale nazionale e regionale, specialmente nel quadro di uno scenario dominato dai cambiamenti climatici. Oggigiorno i metodi per la costruzione di mappe di variabili forestali aggregate per piccole unità spaziali stanno diventando componenti essenziali dei più avanzati programmi per l'inventariazione delle risorse forestali. Tali metodi si basano sulla relazione tra le variabili forestali da predire e le variabili predittive disponibili per l'intera area di analisi. Molti predittori comunemente usati sono prodotti dall'applicazione di tecnologie di telerilevamento attivo o passivo. L'Italia ha quasi il 40% della sua superficie coperta da foreste. A causa della grande diversità delle foreste italiane rispetto alla composizione, alla struttura e alla gestione e alle condizioni climatiche, morfologiche e pedologiche, è interessante investigare se i metodi utilizzati con successo in foreste europee più semplificate (principalmente nelle aree boreali) possano essere applicati con successo a livello nazionale in Italia. In questo contributo per un'area di studio di oltre 48 657 km<sup>2</sup> nell'Italia centrale (per il 38% coperta da foreste), presentiamo i risultati di un test preliminare riguardante la stima spazialmente esplicita della provvigione basata sulla misurazione di 1350 arwe di saggi durante il progetto



INFC2005. Per la stessa area, abbiamo raccolto potenziali variabili predittive che sono disponibili in tutta Italia: mosaici senza nuvole di immagini satellitari multispettrali (Landsat 7 ETM), dati di sensori a microonde (JAXA PALSAR) e variabili ausiliarie di clima, mappe di temperatura e precipitazioni, mappe del suolo e un modello digitale del terreno. Diverse modelli non parametrici (ad esempio, Random Forest e kNN) e parametriche (ad esempio, modello di regressione lineare multipla, metodi di predizione della regressione lineare locale) pwr la rwalizzazione di una mappa con 23 metri di risoluzione e per la produzione di stime a livello di provincia. L'accuratezza di tutti i metodi sono stati confrontati in termini di percentuale di errore quadratico medio utilizzando una procedura leave-one-out. I risultati ottenuti sono paragonabili a quelli disponibili per altre regioni d'Europa utilizzando variabili predittive simili.

\*\*\*

#### **S. 9.4 Stima della provvigione delle pinete litoranee di pino domestico della Toscana con dati telerilevati laser scanning**

Giovanni D'Amico, Barbara Del Perugia, Gherardo Chirici, Francesca Giannetti, Susanna Nocentini, Davide Travaglini

**Parole chiave:** *Pinus pinea*; inventari forestali; pianificazione forestale; LiDAR.

In Toscana le pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.) caratterizzano il paesaggio culturale costiero da circa cinque secoli. Nel corso del tempo è stata riconosciuta alle pinete litoranee la capacità di fornire numerose utilità ecosistemiche. Dalla metà del XX secolo, questo paesaggio ha iniziato a trasformarsi a causa di dinamiche gestionali, vegetazionali e dei cambiamenti di uso del suolo.

La pianificazione e la gestione sostenibile di questi sistemi forestali richiede informazioni dettagliate, affidabili e sufficientemente aggiornate. In questo lavoro si esaminano le pinete litoranee di pino domestico della Toscana con l'obiettivo di effettuare una stima spazialmente esplicita della provvigione legnosa unitaria delle pinete.

L'area di studio si estende su una fascia di 2 km di larghezza lungo la linea di costa della Toscana e copre una superficie complessiva di circa 74500 ettari. Lo studio è stato condotto utilizzando le banche dati geografiche digitali disponibili presso il servizio WMS Geoscopio della Regione Toscana: ortofoto digitali; modelli digitali del terreno (DTM) e modelli digitali della superficie (DSM) con risoluzione spaziale di 2 m, questi ultimi prodotti con dati telerilevati acquisiti da aereo con sensore laser scanning. Inoltre, sono stati impiegati i dati di provvigione misurati a terra in 49 aree di saggio dendrometriche distribuite nelle principali pinete di pino domestico della costa Toscana (Azienda La Versiliana, Tenuta di San Rossore, Riserva Naturale dei Tomboli di Cecina, Pineta Granducale di Alberese).

La carta della distribuzione delle pinete litoranee di pino domestico, in scala 1:10000, è stata prodotta per fotointerpretazione delle ortofoto digitali utilizzando come dati ancillari la distribuzione delle superfici forestali derivata dalla carta di uso del suolo della Regione Toscana. La stima della provvigione legnosa unitaria delle pinete litoranee di pino domestico è stata prodotta combinando i dati laser scanning con i dati di provvigione misurati a terra nelle aree di saggio dendrometriche. In particolare, il DTM e il DSM sono stati utilizzati per derivare il modello digitale delle chiome (CHM). Il CHM è stato combinato con le aree di saggio per estrarre una serie di metriche laser scanning. La stima della provvigione è stata eseguita impiegando modelli regressivi utilizzando i valori di provvigione misurati nelle aree di saggio come variabili dipendenti e le metriche laser scanning come variabili ausiliarie. L'accuratezza dei modelli di stima della provvigione legnosa è stata valutata sulle aree di campionamento a terra calcolando il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) tra valori predetti e valori misurati e l'errore quadratico medio percentuale (RMSE%). La superficie delle pinete costiere di domestico in Toscana ammonta a 10660 ettari. Il modello selezionato per effettuare la stima della provvigione legnosa è un modello regressivo che impiega una sola metrica laser scanning (mediana delle altezze del CHM) che ha prodotto livelli di accuratezza ( $R^2=0,79$ ; RMSE%=22%) paragonabili a quelli riportati da altri autori in studi simili. I risultati ottenuti sono discussi per fornire una base di conoscenze utili per la gestione del paesaggio forestale lungo il litorale tirrenico.

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto FRESH LIFE ENV/IT/000414 "Uso dimostrativo del telerilevamento a supporto della gestione forestale sostenibile".





## **Spatial estimation of standing volume in Italian stone pine forests along the Tuscan coast with airborne laser scanning data**

**Keywords:** *Pinus pinea*; forest inventories; forest planning; LiDAR.

In Tuscany, Italian stone pine forests (*Pinus pinea* L.) have characterized the coastal landscape for about five centuries. Coastal stone pine forests provide many goods and services, such as dune stability, protection of arable lands, biodiversity, wildlife habitat, space for tourism and recreation, landscape perception and aesthetic, wood and non-wood forest products. Since the middle of the 20th century this anthropogenic landscape has been diminishing due to changes in forest dynamics and land use.

The sustainable management of these forest systems requires detailed and updated information. In this study we examine stone pine forests along the Tuscan coast in order to provide the spatial estimation of standing volume of this forest resources.

We examined the strip of land within 2 km of the Tuscan coastline. The investigated area was 74517.7 ha. The study was developed starting from the following spatial databases acquired online from the Web Map Service (WMS) Geoscopio of the Tuscany Region: digital orthophotos; digital terrain models (DTM) and digital surface models (DSM) with 2 m ground resolution derived from airborne laser scanning data. In addition, we used 49 forest inventory plots with volume data measured in the most important stone pine forests along the Tuscan coast (Azienda La Versiliana, Tenuta di San Rossore, Riserva Naturale dei Tomboli di Cecina, Pineta Granducale di Alberese).

The pine forest map at a scale of 1:10 000 was obtained by photo-interpretation of digital orthophotos and by consulting the land use map of the Tuscany region. We used a linear regression model based on laser scanning data and field measurements to estimate the volume. To do this, a canopy height model (CHM) was derived as result of the algebraic subtraction of DTM from DSM. In each field plot several laser scanning derived metrics were computed. Regression models were used to estimate relationships between the volume and the CHM-based metrics. The accuracy of tree models was evaluated with respect to coefficient of determination ( $R^2$ ) and relative root mean square error (RMSE%) between predicted and observed values. The area of the stone pine forests amounted to 10 660 ha. The model selected for the spatial estimation of the standing volume is a linear regression model with one predictor variables. Our results show that the accuracy of the selected model ( $R^2 = 0.79$ ; RMSE% = 22%) was similar to that obtained by other authors. Results are discussed with the intention of providing knowledge to support management of the forest landscape along the Tyrrhenian coast.

The work was carried out within the FRESH LIFE project LIFE ENV/IT/000414 “Demonstrating Remote Sensing integration in sustainable forest management”.

\*\*\*

### **S. 9.05 Rilievo e caratterizzazione strutturale di singoli alberi mediante fotogrammetria da SAPR e dati multispettrali Sentinel 2**

Samuele De Petris, Roberta Berretti, Luigi Perotti, Enrico Borgogno-Mondino

**Parole chiave:** rilievo; SAPR; fotogrammetria; singolo albero; dendrometria; CHM; telerilevamento.

Grazie all'introduzione dei SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto o comunemente droni), le applicazioni per il rilievo delle superfici vegetate si sono notevolmente arricchite, contando su tecnologie in grado di acquisire informazioni spettrali e geometriche su grandi estensioni territoriali. Soprattutto nel contesto forestale i droni, equipaggiati con opportuni sensori, possono fornire informazioni riguardo alle superfici indagate con un'elevata risoluzione geometrica. Nella fattispecie il rilievo fotogrammetrico delle superfici osservate apre scenari inediti in gran parte legati alla possibilità di misurare parametri morfometrici e strutturali di gruppi di alberi o di singoli soggetti arborei. Inoltre, l'attuale disponibilità di sensoristica multispettrale a basso costo e la contemporanea accessibilità gratuita ad archivi di immagini satellitari ad medio-alta risoluzione geometrica (es. Copernicus Sentinel 2 A/B) consente di ipotizzare scenari di utilizzo



integrato in cui l'informazione spettrale, anche a risoluzioni significativamente più basse di quelle che la fotogrammetria da SAPR consente, determina una più completa conoscenza delle caratteristiche dei soggetti arborei osservati. In questo lavoro viene presentata una proposta metodologica basata sull'integrazione di un rilievo e processamento fotogrammetrico di immagini da SAPR con dati satellitari ottici multispettrali Sentinel 2 finalizzata alla caratterizzazione di singoli individui arborei in ottica selvicolturale e arboricolturale. Individuando come area di studio una porzione di circa 30 ha del Parco Naturale Regionale La Mandria (Torino), con la collaborazione del personale tecnico del Parco, si è proceduto ad una rigorosa pianificazione del sorvolo, tale da garantire i requisiti di precisione necessari all'applicazione prevista. L'acquisizione è stata effettuata con DJI Phantom4 equipaggiato con camera RGB integrata a 12.4 Megapixel garantendo un ricoprimento longitudinale dell'80% e laterale del 70% tra i fotogrammi, determinando così una risoluzione geometrica media delle immagini di 5 cm. L'orientamento del blocco fotogrammetrico e la restituzione della nuvola di punti corrispondente sono stati eseguiti avvalendosi del software AGISOFT Photoscan v. 1.2.4. La nuvola di punti è stata successivamente esportata nel formato .LAS, tipico delle nuvole di punti da sistemi ALS (Aerial Laser Scanner), per essere successivamente elaborata tramite librerie LAStools. Dopo una operazione di filtratura e classificazione dei punti (suolo, non-suolo), è stato derivato il corrispondente DSM (Digital Surface Model) con passo 10 cm dal quale, per confronto tramite differenza matriciale con il DTM (Digital Terrain Model) ICE a passo 5 m, liberamente ottenibile dal geoportale della Regione Piemonte, è stato ottenuto il corrispondente CHM o modello digitale delle chiome (Canopy Height Model). Il CHM ha poi costituito la base informativa per l'interpretazione di alcuni parametri dendrometrici, la cui consistenza numerica rispetto ai dati di campo è stata verificata sulla base di osservazioni a terra a livello del singolo individuo ottenute tramite sistema di rilevamento "field map". A partire dal CHM si è proceduto all'estrazione di alcuni parametri dendrometrici utili per la caratterizzazione dei singoli alberi con tecniche di processamento object-based tipici della segmentazione di immagini. I parametri ottenibili si basano sul preventivo isolamento delle chiome (interpretate come oggetti dal segmentatore); l'algoritmo utilizzato per la segmentazione è stato di tipo watershed. Successivamente, per ogni oggetto identificato dal segmentatore sono state calcolate le statistiche zonali di media e deviazione standard dei valori dei pixel di CHM in essi contenuti. I poligoni potenzialmente associabili alle chiome di singoli alberi sono stati isolati basandosi su una soglia di valore medio di altezza associato al poligono. Per i poligoni selezionati si è poi proceduto:

- (i) all'individuazione del valore e della posizione del massimo locale di altezza;
- (ii) diametri massimo e minimo;
- (iii) altezza minima;
- (iv) volume;
- (v) area di insidenza.

Tali valori costituiscono delle misure dirette che si propongono in alternativa ai più tradizionali metodi di rilievo indiretto dei parametri di chioma che notoriamente soffrono di incertezze spesso non note. Con la tecnica fotogrammetrica oltre ad averne una descrizione più completa e diretta, è possibile anche stimarne l'incertezza, garantendo che anche l'incertezza di eventuali successive stime indirette di cui esse siano predittori (es. diametro a 1,3 m e biomassa) sia misurabile. Inoltre, l'acquisizione aerea garantisce unitarietà e contemporaneità delle misure, efficientando i tempi di rilievo soprattutto laddove si operi su estese superfici boscate con conseguente riduzione dei costi. Tali valutazioni sono state poi integrate con misure multispettrali operate da dati Sentinel 2, permettendo l'esplorazione delle caratteristiche di specie, vigore e contenuto idrico a scala di plot attraverso l'analisi sia delle firme spettrali che di indici spettrali di tipo sintetico (NDVI, EVI, NDWI, etc.). Il metodo proposto trova applicazioni sia in campo selvicolturale, per il rilievo di dati inventariali, sia in campo arboricolturale e in particolare nel contesto ornamentale, in quanto i parametri rilevati possono essere usati come dati di input per modelli di valutazione/gestione del rischio di caduta alberi, soprattutto in contesti estensivi.



## ***Survey and structural characterization of single trees using photogrammetry from UAV and Sentinel 2 multispectral data***

**Keywords:** survey; UAV; photogrammetry; single tree; forest measurements; CHM; remote sensing.

The introduction of UAV (Unmanned Aerial Vehicle or drones) have enriched the survey of vegetated surfaces. Especially in the forestry context, the drones, equipped with appropriate sensors, can provide information about the surfaces investigated with a high geometric resolution. The photogrammetric survey of the surfaces shows unpublished scenarios largely related to the possibility of measuring morphometric and structural parameters of forest stand or individual trees. Moreover, the actual availability of low-cost multispectral sensors and the simultaneous free accessibility to medium-high geometric resolution satellite images (e.g. Copernicus Sentinel 2 A / B) allows to hypothesize scenarios of integrated use which the spectral information, according to the higher resolution of the UAV photogrammetric survey, determining a complete knowledge of observed tree subjects characteristics. This work shows a methodological proposal based on the integration of photogrammetric survey and process of images from UAV with Sentinel 2 multispectral optical satellite data aimed single tree characterization in Arboricultural and Silviculture point of view. The authors identified an area (about 30 hectares) in the Regional Natural Park "La Mandria" (Torino). With the collaboration of the Park's technical staff, a rigorous overflight planning was made fixing precisions required to expected application. The survey was done by DJI Phantom4 equipped with integrated 12.4 Megapixel RGB camera with a forward overlap of 80% and a 70% side overlap between the frames, determining an images average geometric resolution (GSD ground sampling distance) about 5 cm. The orientation of the photogrammetric block and the restitution of the point cloud were made using the AGISOFT Photoscan v 1.2.4 software. The point cloud has been exported in .LAS format, typical of the ALS (Aerial laser scanner) point clouds, to be implemented with the LAsTools libraries. After a filtering and classification (ground – Not ground) process DSM (Digital Surface Model) was generated with a 10 cm GSD. The CHM (Canopy Height Model) was computed using matrix difference with the DTM (Digital Terrain Model) ICE with 5 m GSD, freely available from Piedmont Region geoportal. This Canopy height model was used like reference layer to derive forest inventory data, whose accuracy respect to the real field data was assessed on single tree measurements using "field map" detection system. Starting from CHM we derived some forest parameters useful to characterizing single tree with object-based analysis method (typical of image segmentation processes). The extracted parameters are based on the preventive isolation of the crown (interpret as object from the segmentator). The authors use for the segmentation phase watershed algorithms. Afterwards, for every identified objects detected by segmentation algorithm, CHM zonal statistics like average and standard deviation were calculated. To isolated single tree crowns was used a threshold related to average height value in each polygon. For the selected polygons we proceeded:

- (i) to identify the value and position of the maximum height local;
- (ii) maximum and minimum diameters;
- (iii) minimum Height;
- (iv) volume;
- (v) area of polygon.

These values are direct measurements that we propose as alternative to the more traditional methods of indirect measurements of the Crown parameters that are known to suffer unknown uncertainties. Indeed, with photogrammetric technique is also possible estimate both this uncertainty and subsequent uncertainty derived by indirect predictions of which they are proxy (eg Diameter and biomass). In addition, the aerial acquisition made an unitary and contemporary of the measurements, making survey more efficient especially in extensive forest surfaces reducing relative costs. These evaluations were integrated with multispectral Sentinel 2 data, allowing the exploration of species characteristics, vigor and water content at plot scale through the analysis of both spectral signatures and synthetic spectral indices (NDVI, EVI, NDWI, etc.). The proposed method finds applications both in the silvicultural field, for the survey of forest inventory data, both in the arboricultural field especially in the ornamental context; indeed the detected parameters can be used as input data for tree risk assessment / management models, especially in extensive contexts.



### S. 9.06 Studio propedeutico per la redazione di un piano di gestione forestale del bosco Tardara, sughereta pura del comune di Tusa (Provincia di Messina)

Irene Dipollina

**Parole chiave:** pianificazione forestale; sughero; filiera.

La Sicilia è la seconda regione d'Italia, dopo la Sardegna, per estensione delle formazioni naturali a *Quercus suber* (L.). Sugherete più o meno degradate sono presenti in tutte le province, il cui stato qualitativo risulta carente a causa dei frequenti incendi, pascolo eccessivo e mancanza di adeguate cure colturali, ma certamente tra tutte le cause la principale è l'assenza di pianificazione.

Da questa premessa affiora la necessità di conoscere e governare in modo congruo la superficie boscata siciliana attraverso la redazione di Piani di Gestione Forestale, mirando al ripristino dell'efficienza, della funzionalità e, in particolar modo, della produzione sostenibile dei boschi a sughera.

Solo sui monti Nebrodi i boschi a sughera si presentano meglio conservati. Per la loro estensione, la continuità e per il loro stato di conservazione, queste espressioni forestali sono ritenute fra le più interessanti della Sicilia. Come è possibile rilevare in alcuni tratti del comprensorio nebroideo, formazione boschiva esemplare è il bosco comunale di Tusa (ME), denominato Tardara, che con i suoi 360 ha rappresenta una delle poche sugherete pure siciliane, di dimensioni aziendali, che può riprendere un ruolo produttivo, previa pianificazione e monitoraggio.

Con il presente contributo si descrivono i risultati degli studi propedeutici effettuati per la redazione di un Piano di Gestione Forestale del bosco Tardara. La fase preliminare alla redazione del presente lavoro è consistita nella valutazione della compartimentazione della superficie e nella definizione del particellare, nel controllo della viabilità esistente e nella determinazione del metodo di posizionamento delle aree di saggio per la stima della massa legnosa e dello spessore del sughero.

Questi studi hanno permesso di analizzare il territorio forestale, suddividendolo in unità culturali e individuando per ognuna di esse specifici interventi di gestione sostenibile, in grado di conservare la diversità biologica e strutturale e la complessità dell'ecosistema forestale, mantenendo contemporaneamente i valori storici, culturali, paesaggistici, oltre che economici, che l'uomo ha tradizionalmente attribuito al bosco di sughera.

La scelta di indirizzi gestionali ha preso in considerazione "vocazioni funzionali" del soprassuolo che tendono a risaltare i caratteri multifunzionali del bosco. Queste possono essere riassunte in 5 punti fondamentali:

- (i) gestione delle aree di interesse produttivo: persegue interventi di valorizzazione economico produttiva delle sugherete;
- (ii) gestione delle aree di interesse silvopastorale;
- (iii) gestione delle aree di interesse turistico – ricreativo;
- (iv) gestione delle aree percorse da incendio.

5) indirizzi di carattere generale per la preservazione di habitat di particolare interesse naturalistico.

La funzione assegnata a ciascuna compresa individua la funzione prevalente della stessa senza per questo escludere altre funzioni e fruizioni attuali. L'aspetto produttivo diviene prioritario nelle aree a sughera meglio conservate, dove gli interventi mirano alla valorizzazione del prodotto sughero in termini quantitativi e qualitativi, nel rispetto della stabilità ecologica e dell'efficienza delle sugherete.

I risultati ottenuti dimostrano come il presente lavoro rappresenti una piattaforma conoscitiva solida e un punto di partenza indispensabile per una valorizzazione multiobiettivo della foresta in esame. I risultati mostrano anche come Tardara possa essere in grado di fornire materiale di qualità da certificare, sia come catena di custodia sia come processo gestionale.

Risulta necessario approfondire e valutare la qualità del sughero con opportuni studi da realizzare appositamente. Questo sistema di gestione forestale potrà portare apprezzabili benefici a realtà economiche marginali, la cui applicazione permetterà di fare delle scelte selvicolturali mirate al mantenimento di un corretto equilibrio all'interno della sughereta il cui obiettivo principale deve essere la produzione di sughero e, possibilmente di sughero di ottima qualità.

Le analisi condotte e i risultati cui si è pervenuti consentono di fare alcune considerazioni proprie della realtà forestale dell'area test e altre di carattere generale. Il quadro scaturito testimonia le vicissitudini di tipo storico, sociale ed economico che hanno interessato i boschi di questo territorio, ma anche di tante realtà della Sicilia e del bacino del Mediterraneo. I dati esaminati indicano una notevole potenzialità in termini produttivi





dell'area di studio e consentono di delineare possibili scenari per una razionale valorizzazione del sughero. Il modello sviluppato per il territorio di Tusa potrebbe essere preso come riferimento per la redazione di altri piani di gestione dei boschi a sughera termo mediterranea dell'Isola, i quali si mostrano fragili per la sola mancanza di cure colturali adeguate.

Il traguardo che si auspica raggiungere è quello di realizzare una certificazione a livello territoriale che possa costituire un trampolino di lancio per la valorizzazione economica del comparto sughericolo e di tutta la sua filiera.

***Propedeutical study for the drafting of a Forest Management Plan forest Tardara, cork oak forest pure in the municipality of Tusa (province of Messina)***

**Keywords:** forest management plan; cork; production chain.

Sicily is the second region of Italy, after Sardinia, for the extension of natural formations of *Quercus suber* (L.). Cork forests, more or less degraded whose quality status is lacking because of the frequent fires, excessive grazing and lack of adequate cultural care, are present in all the provinces, certainly among all the causes the main one is the absence of planning.

From this premise surfaces the need to know and govern in a congruous manner the Sicilian wooded area through the drafting of Forest Management Plans, aiming at the restoration of efficiency, functionality and, in particular, of the sustainable production of cork oak woods.

Only in the Nebrodi mountains are the cork oak woods better preserved. For their extent, continuity and their state of conservation, these forest expressions are considered among the most interesting of Sicily. As can be seen in some parts of the Nebrodi area, one exemplary forest formation is the municipal forest of Tusa (ME), called Tardara, which with its 360 ha represents one of the few pure Sicilian corks, of corporate like size, which can resume a productive role, after planning and monitoring.

The present contribution describes the results of the preparatory studies carried out for the preparation of a Forest Management Plan for the Tardara forest. The preliminary phase to the preparation of the present work consisted in the assessment of the partitioning of the surface and in the definition of the parcels, in the control of the existing road network and in the determination of the positioning method of the test areas for the estimation of the wood mass and the thickness of the cork. These studies have made it possible to analyze the forest territory, subdividing it into cultural units and identifying for each of them, specific interventions of sustainable management able to preserve the biological and structural diversity and the complexity of the forest ecosystem, while maintaining the historical, cultural, environmental, as well as economic values, that man has traditionally attributed to the cork forest.

The choice of management orientations has taken into consideration "functional vocations" of the ground that tend to highlight the multifunctional characters of the forest. These can be summarized in 5 basic points:

- (i) management of areas of productive interest: pursues measures for the economic and productive exploitation of cork oaks;
- (ii) management of areas of silvo-pastoral interest.
- (iii) management of areas of tourist - recreational interest.
- (iv) management of areas covered by fire.
- (v) general directions for the conservation of habitats of particular naturalistic interest.

The function assigned to each of these, identifies the prevailing function of the same without excluding other current functions and uses. The production aspect becomes a priority in the best preserved cork areas, where the interventions aim at enhancing the cork product in quantitative and qualitative terms, while respecting the ecological stability and efficiency of the cork.

The results obtained demonstrate how the present work represents a solid knowledge platform and an indispensable starting point for a multi-objective exploitation of the forest in question. The results also show how Tardara can provide quality material to be certified, both as a chain of custody and as a management process.

It is necessary to deeply examine and evaluate the quality of cork with appropriate studies to be carried out specifically.

This forest management system will bring appreciable benefits to marginal economic realities, whose application will allow to make forestry choices aimed at maintaining a proper balance within the cork forest, whose main objective must be the production of cork and, possibly, of excellent quality cork.



The analyses carried out and the results obtained allow us to make some considerations of the forestry situation of the test area and others of a general nature. The framework that has arisen testifies to the kind of historical, social and economic development vicissitudes that have affected the forests of this region, but also of many realities of Sicily and the Mediterranean basin. The data examined indicates a considerable potential in terms of production of the study area and allows us to outline possible scenarios for a rational exploitation of cork. The model developed for the territory of Tusa could be taken as a reference for the drafting of other plans for the management of the Mediterranean cork forests of the island, which are fragile due to the lack of adequate cultivation cures.

The goal that it is hoped to achieve with this study is the realization of a territorial level certification that may constitute a springboard for the economic enhancement of the cork compartment and all its supply chain.

\*\*\*

### **S. 9.07 Nuove sfide e nuovi strumenti per la pianificazione forestale: dal DL 227/2001 al nuovo TUF una sintesi di quanto è successo e quali le prospettive che ci attendono**

Fabrizio Ferretti, Paolo Cantiani, Giorgio Vacchiano, Giorgio Vacchiano

**Parole chiave:** pianificazione forestale; piani forestali territoriali di Indirizzo; Testo Unico Forestale; nuove tecnologie

Nel 2001 abbiamo assistito, praticamente in contemporanea, alla promulgazione del DL 227 e all'avvio del progetto strategico nazionale di ricerca RiSelvItalia - sottoprogetto "4.2 Sistema informativo geografico per la gestione forestale" (Area 4 monitoraggio e gestione delle risorse forestali – sottoarea 4.2 sistemi informativi di supporto per la gestione forestale).

La filosofia che sosteneva entrambi era di mettere a punto proposte metodologiche e strumenti a supporto della pianificazione forestale condivisi dalle Regioni in risposta alle nuove sfide poste ad una impostazione di fatto risalente al 1923.

Il gruppo di lavoro del progetto RiSelvItalia 4.2 era formato dai rappresentanti della comunità scientifica nazionale operante nel settore della pianificazione forestale (UNIBAS, UNIFI, UNIMOL, UNIPA, UNIPD, UNISS, UNITO, UNITUS, UNIVPM; ISSA e ISAFa ora CREA Foreste e Legno) e dalla comunità tecnica rappresentata da 16 Regioni e Province Autonome.

Il lavoro svolto ha portato a proporre di organizzare la pianificazione forestale su 3 livelli: Piano forestale regionale, Piano forestale territoriale di indirizzo PFTI e piano aziendale corredati di strumenti informatici di supporto (ProgettoBosco). Ulteriore contributo del gruppo di lavoro è stato quello di arrivare a proporre un lessico comune nella pianificazione forestale.

Il tutto è stato testato in campo attraverso la realizzazione dalle Alpi alla Sicilia di piani sperimentali (alcune decine di piani aziendali; 9 PFTI).

Infine le innovazioni metodologiche risultanti dal sottoprogetto sono state adottate ufficialmente (delibere di Giunta, determine dirigenziali, ecc.) da 6 Regioni come strumenti per la pianificazione forestale.

Terminata nel 2007 l'esperienza del Progetto RiSelvItalia, il settore della pianificazione forestale ha continuato ad evolvere; ad esempio la sfida posta dall'innovazione tecnologica (si veda ad esempio l'introduzione di tecnologie innovative orientate al telerilevamento soprattutto con l'impiego tecniche di telerilevamento LiDAR sia da aereo sia da Droni.) e dell'impatto che ha sulle metodologie della pianificazione forestale. Ancora, i nuovi servizi ecosistemici richiesti alle foreste devono essere attivamente inclusi nella pianificazione, a fronte però di una scarsa diffusione degli strumenti adatti a quantificarli. Si rende poi necessaria una razionalizzazione delle metodologie di piano, visto il costo sempre crescente dei lavori di rilievo, che pone il problema del reperimento delle risorse necessarie a proprietari e enti pubblici amministratori. Fondamentale è poi la collocazione tecnica e normativa della pianificazione a livello sovraziendale (che ha visto all'attualità nella gran parte delle regioni solo esempi episodici) e l'armonizzazione tra i diversi livelli di piano.

Tutto ciò in un contesto in cui solo il 15% delle foreste Italiane è soggetto a pianificazione di dettaglio. Inoltre le norme in materia di pianificazione sono ancora molto eterogenee da regione a regione.



Oggi il tema prioritario è quello rappresentato dai contenuti del nuovo Testo unico forestale. Prima di tutto per le competenze che assegna alle Regioni circa la redazione della pianificazione forestale territoriale di indirizzo e dei piani di gestione (art. 6 commi 3 e 6). In secondo luogo il comma 7 dell'articolo 6, che rende ancora attuale intraprendere un percorso comune per mettere a punto un linguaggio comune fra le Regioni e Province Autonome così come di realizzare strumenti condivisi di supporto alla pianificazione. In questo contesto, questo lavoro si propone di rappresentare una sintesi di quanto accaduto negli ultimi 18 anni nel settore della pianificazione forestale e fare una prima disamina delle nuove sfide che ci attendono.

***New challenges and new tools for forest planning: from DL 227/2001 to the new TUF a summary of what happened and what prospects await us***

**Keywords:** forest planning; forest landscape management plan; Forestry Act; ew technologies.

In 2001 we witnessed, practically simultaneously, the promulgation of DL 227 and the launch of the national strategic research project RiSelvItalia - sub-project "4.2 Geographical information system for forest management" (Area 4 monitoring and management of forest resources - sub-area 4.2 support information systems for forest management).

The philosophy that both advocated was to develop methodological proposals and tools to support forest planning shared by the Regions in response to the new challenges posed by a de facto approach dating back to 1923.

The RiSelvItalia 4.2 project working group was made up of representatives of the national scientific community operating in the forest planning sector (UNIBAS, UNIFI, UNIMOL, UNIPA, UNIPD, UNISS, UNITO, UNITUS, UNIVPM; ISSA and ISFAFA now CREA Foreste e Legno) and the technical community represented by 16 Regions and Province Autonome.

The work carried out has led to the proposal to organise forest planning on three levels: the Regional Forest Plan, the Forest Landscape Management Plan (FLMP) PFTI – “Piano Forestale Territoriale di Indirizzo” and the “Piano aziendale” (management plan) equipped with IT support tools (ProgettoBosco). Another contribution of the working group was to come up with a common vocabulary in forest planning.

Everything was tested in the field through the realization of experimental plans from the Alps to Sicily (several dozen management plan; 9 FLMP).

Finally, the methodological innovations resulting from the subproject have been officially adopted (“delibere di Giunta”, “determine dirigenziali”, etc.) by 6 Regions as tools for forest planning.

Once the experience of the RiSelvItalia Project was completed in 2007, the forest planning sector continued to evolve; for example, the challenge posed by technological innovation (see for example the introduction of innovative technologies oriented towards remote sensing, above all with the use of LiDAR remote sensing techniques both by airplane and by droni) and its impact on forest planning methodologies. In addition, the new ecosystem services required of forests must be actively included in planning, but the tools needed to quantify them are not widely used. It is also necessary to rationalise plan methods, given the ever-increasing cost of major works, which poses the problem of finding the necessary resources for owners and public administrators. The technical and normative position of planning at landscape level is fundamental (with only occasional examples in most regions) and the harmonization between the different levels of the plan.

All this in a context in which only 15% of Italian forests are subject to detailed planning. In addition, planning standards still vary widely from region to region.

Today, the priority theme is the contents of the new Forestry Act. First of all, because of the competences it assigns to the Regions with regard to the writing of the FLMP and management plans (art. 6 paragraphs 3 and 6). Secondly, paragraph 7 of Article 6, which makes it still relevant to undertake a common path to develop a common language between the Regions and Province autonome as well as to implement shared tools to support forest planning.

In this context, this work aims to provide a summary of what has happened in the forest planning sector over the last 18 years and to make an initial analysis of the new challenges that await us.

\*\*\*



### S. 9.08 Modelli empirici di stima dell'incremento diametrico (Forest Vegetation Simulator FVS e Gengym) un test di applicabilità a popolamenti artificiali di douglasia

Fabrizio Ferretti, Pietro Panzacchi, Sabrina Raddi, Nicola Sangiorgi, Giacomo Ventura, Federico Magnani

**Parole chiave:** modelli forestali empirici; calibrazione; validazione; tavole alsometriche; douglasi.

In Italia, la messa a punto di strumenti di previsione dell'evoluzione di un popolamento in presenza o meno di trattamenti selvicolturali è sostanzialmente rimasto ancorato alle tavole alsometriche, strumento caratterizzato da una notevole rigidità e inadatto alla previsione della crescita delle singole piante o classi diametriche. Pochi sono gli esempi di altri approcci nel panorama forestale nazionale.

In altri contesti al contrario, sia negli Stati Uniti sia in diversi altri Paesi europei, è stata perseguita da decenni la messa a punto di robusti modelli empirici di crescita per classe diametrica specifici per le diverse specie forestali, gestiti attraverso specifici programmi informatici. Negli Stati Uniti, in particolare, è stato messo a punto e progressivamente affinato dallo USDA Forest Service nell'arco di oltre 40 anni un insieme di strumenti ricadenti nel così detto Forest Vegetation Simulator (FVS), oggi diffusamente applicato nella pratica selvicolturale.

Il presente lavoro ha valutato l'applicazione al contesto italiano di due varianti di FVS (Gengym e FVS-PNV Pacific Northwest Variant) per la stima degli incrementi di diametro, primo passo per la futura stima dell'incremento volumetrico lordo e netto delle singole piante e del bosco.

La base dati di riferimento è costituita da 19 aree di saggio realizzate in popolamenti artificiali coetanei di douglasia (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) messi a dimora negli anni 1960-'70 nell'appennino forlivese. Di queste, 15 aree sono state rilevate due volte a distanza di 12 anni. E' stata in questo modo costituita una base di dati dendrometrici composta da 2826 alberi e 441 carote legnose prelevate a 1,30 m.

Sono state esplorate varie alternative:

- (i) è stata innanzitutto valutata la possibilità di applicare tali modelli così come proposti in letteratura con il loro coreggio di parametri e coefficienti, determinando la classe di fertilità attraverso la funzione proposta dai due modelli stessi ed esprimendo le diverse grandezze coinvolte nel modello secondo le unità di misura statunitensi (USC, US customary units);
- (ii) in un secondo tempo si è proceduto alla calibrazione e validazione di tali modelli utilizzando la base dati italiana espressa in unità di misura metriche (SI, International System of Units) e determinando la classe di fertilità attraverso il modello proposto da Maetzke e Nocentini (1994);
- (iii) è stata infine verificata la possibilità di arrivare a versioni ottimizzate di tali modelli, attraverso la selezione di un insieme ridotto di variabili in ingresso. In tal modo è stato possibile individuare quali parametri sono effettivamente determinanti per la stima dell'accrescimento in diametro.

Per la calibrazione sono state applicate tecniche di regressione lineare multipla. La selezione del miglior modello è stata realizzata applicando il criterio AICC e/o l' $R^2$  corretto.

In aggiunta alla calibrazione, la validazione del modello è stata basata sul metodo LOOCV (leave-one-out cross-validation) dove le singole unità campionarie erano rappresentate dalle singole aree di saggio.

Considerato che i modelli applicati si basano sulla stima dell'incremento di diametro dopo 5 o 10 anni, è stato effettuato un ulteriore test per verificarne l'applicabilità valutando l'incremento di diametro a 5, 10 e 15 anni. Infine i modelli sono stati anche verificati su dati provenienti da altri due popolamenti a Vallombrosa, rispettivamente di 70 e 90 anni, fornendo così una robusta verifica della capacità dei modelli di predire le variazioni di crescita indotte dalla gestione selvicolturale.

I risultati ottenuti mostrano un  $R^2$  corretto compreso fra 0.52 e 0.99.

#### ***Empirical models of diameter increment (Forest Vegetation Simulator FVS and Gengym): a test of applicability to Italian Douglas fir plantations***

**Keywords:** empirical forest growth models; calibration; validation; growth and yield table; Douglas fir.

The range of available tools to predict the evolution of a forest stand, with or without silvicultural treatments, is still largely limited in Italy to growth and yield tables, which are characterized by considerable rigidity and are unsuitable for predicting the growth of diameter classes or individual trees.





Other Countries, on the contrary, both in North America and in Europe, have pursued for decades the development of robust empirical diameter class growth models specific to the various local forest species, that can be applied digitally through specific computer programs. In the United States, in particular, a set of instruments falling within the so-called Forest Vegetation Simulator (FVS) has been developed and progressively refined by the USDA Forest Service over a period of more than 40 years and is now widely applied in silvicultural practice.

The present work has evaluated the application in the Italian context of two variants of FVS (Gengym and FVS-PNV Pacific Northwest Variant) for the estimation of DBH increments, the first step for the future estimation of gross and net volume increments of individual trees and the forest as a whole.

The dataset used for model validation is made of 19 test areas of even-aged Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) stands planted in the 1960s and '70s in the Northern Apennines. Of these areas, 15 were surveyed again 12 years later. The resulting dataset contains data for 2826 trees and a total of 441 increment cores.

Various modelling alternatives have been explored:

- (i) first of all, the possibility of applying the models as proposed in the literature with the original set of parameters and coefficients, determining the Site Index through the function proposed in the models themselves and expressing the different quantities involved in the model in US customary units (USC);
- (ii) subsequently, the models were calibrated and validated against the Italian dataset expressed in metric measurement units (SI, International System of Units) and determining the Site Index through the model proposed by Maetzke and Nocentini (1994);
- (iii) finally, the models were optimized, through the selection of a reduced set of input variables. In this way it was possible to identify which parameters are actually significant for the estimation of the diameter increment.

Multiple linear regression techniques were applied for calibration. The selection of the best model was based on the AICC criterion and/or the adjusted  $R^2$ .

In addition to calibration, model validation was also carried out, based on the LOOCV (leave-one-out cross-validation) method, where the sample units were represented by the test areas.

While the models originally aimed to predict the DBH increment after 5 or 10 years, a further test was carried out to verify their wider applicability by evaluating the increase in diameter after 5, 10 and 15 years. Finally, the models were also tested against data from two other stands in Vallombrosa, on the Tuscany Apennines, respectively 70 and 90 years old, thus providing a robust test of their ability to predict growth changes induced by silvicultural management.

The obtained results show a corrected  $R^2$  between 0.52 and 0.99.

\*\*\*

### **S. 9.09 Il Sistema di Gestione Forestale Aziendale Trentino come strumento operativo e informativo per il monitoraggio della gestione del bosco**

Caterina Gagliano, Alessandro Wolynski

**Parole chiave:** monitoraggio forestale; pianificazione forestale; Trentino.

Gli strumenti di monitoraggio delle risorse forestali, della loro consistenza e produttività, del loro stato di salute, delle loro funzioni sono oramai diventati indispensabili per attivare e guidare le azioni politiche di valorizzazione e investimento nel settore forestale, secondo il principio che buone decisioni richiedono buone informazioni.

Le attuali opportunità di investimento nel settore della gestione forestale, la possibilità di introdurre sistemi di pagamento dei servizi eco sistemici, la costruzione di strategie di mercato vincenti richiedono un quadro conoscitivo basato su serie temporali che solo un sistema di monitoraggio tecnicamente rigoroso e standardizzato può garantire.

La Provincia Autonoma di Trento si è pertanto dotata di un Sistema Informativo per la Gestione Forestale Aziendale Trentina, denominato SIGFAT, in grado di integrare, in un unico ambiente, gli aspetti di acquisizione e gestione dei dati geografici forniti dai tecnici forestali nella revisione dei piani aziendali, la gestione delle procedure amministrative di revisione dei piani, la gestione delle utilizzazioni forestali da essi previste nonché



la messa a disposizione dei Servizi forestali di strumenti per rendere trasparente l'attività amministrativa e tecnica nei confronti dei proprietari di boschi, dei gestori e dei tecnici forestali.

Il sistema è dotato di due diverse interfacce, l'una dedicata sia al personale operante nelle strutture centrali, responsabile dei collaudi intermedi e finale dei piani di gestione, sia a quello operante nei distretti forestali, responsabile della registrazione delle utilizzazioni, l'altra dedicata ai professionisti incaricati della revisione del piano di gestione, per la consegna degli elaborati numerici e alfanumerici che comporranno il piano nella sua veste definitiva.

Esse consentono a numerosi operatori con profili e competenze diverse di accedere ed operare in contemporaneo su una infrastruttura comune in grado di assicurare il salvataggio, la validazione e la consultazione dei dati, archiviati su due distinti database, uno contenente i dati amministrativi, l'altro contenente i dati geografici e i dati alfanumerici. La loro consultazione può avvenire sia mediante interfaccia grafica che mediante accesso diretto ai dati in forma grezza o parzialmente rielaborata (connessione odbc, Postgres, QGIS, etc). Nella progettazione della banca dati è stata valorizzata l'opportunità di recuperare tutti i dati storici archiviati a partire dagli anni 70, condizione che consente di ricostruire senza soluzioni di continuità le serie storiche dei dati della pianificazione e della gestione forestale in provincia di Trento.

Il SIGFAT si integra perfettamente con i dati cartografici provinciali nell'infrastruttura del Database Geografico Provinciale (DBGP), utilizzato come base informativa per la consultazione dei dati al pubblico. All'utenza è infatti possibile consultare il patrimonio dei dati provinciali geografici in formato OGD (Open Government Data) sia mediante geocatalogo, costruito secondo le specifiche tecniche del Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali del DigitPA, sia mediante interfaccia WebGIS (WGT).

Con il presente lavoro si intende illustrare il livello di qualità dei dati raccolti, alcuni esempi d'uso dei dati nel settore forestale riguardante gli aspetti biometrici dei popolamenti forestali, gli aspetti legati ai servizi ecosistemici e gli aspetti produttivi, nonché il loro possibile impiego trasversale in altri settori della Provincia.

### ***The Trentino Forest Management System as an operational and informative tool for monitoring forest management***

**Keywords:** forest monitoring; forest management; Trentino.

Monitoring tools, forest resources consistency and productivity, their state of health and their functions have by now become indispensable for activating and guiding political actions for valorisation and investment in the forestry sector, according to the principle that good decisions require good information.

The current opportunities for investment in the forest management sector, the possibility of introducing ecosystem services payment schemes, the construction of winning market strategies require a knowledge framework based on time series that only a technically rigorous and standardised monitoring system can guarantee.

The Autonomous Province of Trento has therefore adopted an Information System for Forest Management in Trentino, called SIGFAT, which is able to integrate, in a single environment, the aspects of acquisition and management of geographical data provided by forestry technicians in the revision of business plans, the management of administrative procedures for reviewing plans, the management of forest use provided for by them and the provision of tools to the Forestry Services to make transparent administrative and technical activities towards forest owners, managers and technicians.

The system is equipped with two different interfaces, one dedicated to personnel working in the central structures, responsible for intermediate and final tests of management plans, and that operating in forest districts, responsible for recording uses, the other dedicated to external experts in charge of the revision of the management plan, for the delivery of numerical and alphanumeric documents that will compose the plan in its final version.

They allow many operators with different profiles and skills to access and operate simultaneously on a common infrastructure that can ensure the storage, validation and consultation of data, stored in two separate databases, one containing administrative data, the other containing geographical data and alphanumeric data.

They can be consulted either by means of a graphical interface or by direct access to the data in raw or partially elaborated form (odbc connection, Postgres, QGIS, etc.). In the design of the database, all the historical data stored since the 1970s have been retrieved, a condition that allows the continuous reconstruction of the historical series of forest planning and management data in the province of Trento.



SIGFAT integrates perfectly with the provincial cartographic data in the infrastructure of the Provincial Database Geography (DBGP), which is used as an information base for public consultation of the data. In fact, it is possible for users to consult the provincial geographical data set in OGD format (Open Government Data) either through geocatalogues, built according to the technical specifications of the National Directory of Territorial Data of the DigitPA, or through WebGIS interface (WGT).

The purpose of this paper is to illustrate the level of quality of the data collected, some examples of use of data in the forest sector regarding the biometric aspects of forest stands, aspects linked to ecosystem services and productive aspects, as well as their possible transversal use in other sectors of the Province.

\*\*\*

### **S. 9.10 Valutazione delle foreste europee attraverso il Li-BioDiv database all'interno della rete ICP Forest**

Marta Galluzzi, Duccio Rocchini, Francesca Giannetti, Nicola Puletti, Annemarie Bastrup-Birk, Roberto Canullo, Susanna Nocentini, Gherardo Chirici

**Parole chiave:** biodiversità forestale; bigdata; ICP Forest; NFIs; monitoraggio.

Il Li-BioDiv database (ICP Forests) che deriva dal progetto BioSoil-Biodiversity, rappresenta un database multidimensionale riguardo alle foreste con dati provenienti da 19 paesi europei, investigati tra il 2005 e il 2008. Tale database contiene informazioni riguardo agli alberi vivi, legno morto e dati riguardo allo strato erbaceo. Il progetto BioSoil-Biodiversity rappresenta l'unica iniziativa di monitoraggio standardizzato multidimensionale della diversità forestale a livello europeo, tuttavia, il Li-BioDiv database risulta essere sottoutilizzato dal mondo scientifico a causa di passate restrizioni di tipo amministrativo-politico e fino ad oggi non sono state effettuate analisi esplorative profonde.

Pianificazioni ambientali e forestali efficienti richiedono una valutazione e una gestione attenta della struttura e dell'incertezza legata a grandi moli di dati. Basandoci sui dati grezzi:

- (i) abbiamo confrontato informazioni derivate dagli alberi vivi e dal legno morto, con i rispettivi dati derivanti dagli inventari nazionali. Inoltre;
- (ii) abbiamo cercato di caratterizzare l'incertezza relativa ai dati dello strato erbaceo;
- (iii) abbiamo calcolato indici classici di diversità forestale e analizzato le loro relazioni e i loro trend spaziali nei diversi tipi forestali e in diverse condizioni ambientali.

I risultati saranno utili per comprendere con maggiore accuratezza le stime della biodiversità forestale europea, per interpretarle correttamente e per facilitare l'uso dei dati.

#### **European forest assessment through ICP Forest Li-BioDiv database**

**Keywords:** forest biodiversity; bigdata; ICP Forest; NFIs; monitoring.

Forest ecosystems are the most biodiverse and complex habitats. For this reason, it is very important to monitor them specifically. The importance of forest monitoring is recognized from several years, and the most extensive and complete data on the European forest status are given by National Forest Inventories (NFIs). This information concerns trees but usually it marginally considers other ecosystem components such as ground vegetation.

The LI-BioDiv (ICP Forests) database, derived from the BioSoil-Biodiversity project, is a multi-dimensional forest database that contains records collected in 19 European countries in the period 2005-2008. The database includes information on living trees, deadwood and a ground vegetation survey. The BioSoil-Biodiversity project represents an unique pan-European effort for a standardized multi-dimensional forest diversity monitoring survey, however the LI-BioDiv database is still under-utilized by scientists due to policy restrictions and no depth exploratory analysis of the dataset was carried out until now.

Efficient environmental and forest planning require careful assessment and management of big data structure and uncertainty. On the basis of raw data:

- (i) we compared information of standing living trees and deadwood with results of NFIs. Furthermore;



- (ii) we characterized uncertainty related on ground vegetation data;
- (iii) we calculated several forest biodiversity indicators analyzing therefore their inter-relationship and their trend over the space and over different forest types and environmental conditions.

The results will be useful for achieving satisfactory accuracy of European forest biodiversity estimates, for correctly interpreting the estimates, and for facilitating comparable use of the data.

\*\*\*

### S. 9.11 Classificazione qualitative del legno tondo tramite laser scanner

Francesca Giannetti, Giacomo Goli, Gherardo Chirici, Marco Fioravanti

**Parole chiave:** laser scanner; qualità; legno tondo; albero in piedi.

La valutazione della qualità dei topi di legno tondo oggi è normalizzata a livello italiano ed europeo attraverso un impianto normativo in grado di valutare: pioppo (UNI EN 1316-2:2013), quercia e faggio (UNI EN 1316-1:2013), pini (UNI EN 1927-2:2008), larici e douglasie (UNI EN 1927-3:2008), abeti rossi e bianchi (UNI EN 1927-1:2008). Tali valutazioni qualitative, dovrebbero essere svolte sui topi a terra per valutarne la qualità. Tuttavia sarebbe ancora più importante fare queste valutazioni sulla pianta in piedi così da valorizzare al meglio gli assortimenti ritraibili da un soprassuolo. Questo risulterebbe in una ottimizzazione della suddivisione in topi e in una più proficua assortimentazione. Pur non esistendo normativa a riguardo, oggi vengono comunque fatte delle valutazioni sulle piante in piedi, con fini estimativi. Tali valutazioni vengono oggi fatte dall'occhio esperto di chi vende, da chi deve acquistare o da chi deve utilizzare e vendere adottando criteri personali e senza riferimenti alle classi definite dalla normativa esistente. L'esecuzione di queste valutazioni oltre che la cubatura del soprassuolo potrebbero essere rese più oggettive ed automatizzate attraverso l'impiego di sistemi laser scanner per la ricostruzione tridimensionale di aree di saggio del soprassuolo. L'acquisizione di nuvole di punti sufficientemente dense e la ricostruzione di un modello solido sufficientemente accurato delle piante rilevate infatti potrebbe essere alla base di algoritmi automatici atti a determinare i volumi e la qualità del materiale di un soprassuolo forestale. Al fine di verificare se questo approccio sia possibile, si è eseguita una campagna di prove sperimentali nell'ambito del corso di "Qualificazione del legno, industrie e biomasse forestali" del corso di laurea in "Gestione dei sistemi forestali" dell'Università di Firenze. Le nuvole di punti sono state acquisite attraverso un rilievo laser scanner ottenuto camminando attorno a singole piante di faggio e abete bianco con uno scanner portatile mobile ZEB1 che permette di acquisire l'ambiente circostante camminando. Lo strumento restituisce grazie all'utilizzo del sistema IMU interno e ad algoritmi GEOSLAM nuvole di punti complete senza bisogno dell'aggancio di più scansioni distinte. A partire dalle nuvole di punti delle singole piante è stata analizzata la struttura 3D dei fusti. I dati derivanti dall'analisi della nuvola di punti 3D sono stati comparati con quelli derivanti dalle classiche analisi qualitative dei fusti codificate dalla normativa di riferimento. I risultati mostrano come i sistemi laser scanner portati siano in grado di ricostruire con sufficiente accuratezza il fusto. Inoltre, questi sistemi permettono di valutare, con sufficiente accuratezza, eventuali difetti a partire dall'albero in piedi.

\*\*\*

### S. 9.12 Modellazione spaziale a elevata risoluzione del paesaggio forestale passato in Trentino (TRENTINOLAND)

Stefano Gobbi, Marco Ciolli, Nicola La Porta, Maria Giulia Cantiani, Clara Tattoni, Duccio Rocchini, Paolo Zatelli

**Parole chiave:** telerilevamento; cambiamento paesaggistico; ortofoto; mappe storiche; SIT.

Il Trentino è una regione italiana caratterizzata da paesaggi alpini (con una superficie di circa 6200 Km<sup>2</sup>) e da una copertura forestale di oltre il 60%. Durante gli anni passati il paesaggio forestale ha subito drastici cambiamenti, specialmente nei periodi di sfruttamento intensivo.





Studi precedenti in alcuni comprensori trentini (Paneveggio e Val di Fassa) hanno identificato questi cambiamenti e la recente tendenza di ricrescita forestale, dovuta all'abbandono di aree rurali, a scapito di aree aperte quali pascoli e praterie. Questo fenomeno ha portato alla riduzione di habitat di alcune specie protette e impoverisce l'intera biodiversità dell'ecosistema forestale di montagna.

Per permettere il controllo della situazione e prendere decisioni efficaci sul futuro di questa tendenza è fondamentale avere una conoscenza dettagliata della situazione storica dei cambiamenti progressivi sull'uso del suolo che sono avvenuti in Trentino.

Il presente lavoro mira a ricostruire comprensivamente la copertura forestale dell'intero territorio Trentino con una alta risoluzione (5m x 5m per pixel) usando una serie di informazioni che coprono un ampio orizzonte temporale, ovvero mappe storiche, foto aeree, informazioni telerilevate e archivi storici. Le mappe storiche sono il "Atlas Tyrolensis" (datato 1770), il "Theresianischer Kataster" (datato 1859), la Mappa Forestale del Regno Italiano del 1936. Le foto aeree includono il volo del 1954, insieme di immagini che ha inoltre richiesto una attenta ortorettifica, e foto già ortorettificate risalenti agli anni 1973, 1994, 2000, 2006, 2010 e 2016. Informazioni telerilevate comprendono immagini Landsat e mappature Lidar; infine gli archivi storici consistono nei piani di gestione forestale stilati a partire dagli anni '50 dello scorso secolo.

Questi dati sono elaborati, analizzati e ottenuti usando i software Open Source GIS GRASS e QGIS. Parte delle mappe (le mappe storiche, nello specifico) sono state digitalizzate manualmente, mentre una classificazione supervisionata è stata applicata sulle immagini aeree e telerilevate per estrarre le aree interessate da copertura forestale.

Quantificare il cambiamento delle foreste nel periodo temporale del dataset così costruito può essere una base per ulteriori analisi su servizi ecosistemici, ad esempio protezione dall'erosione del suolo, cambiamenti nella diversità dei biomi, e costruzione di possibili scenari futuri.

Presentiamo quindi lo stato attuale di questa ricerca, evidenziando i risultati raggiunti e le sfide future.

### ***Fine spatial scale modelling of Trentino past forest landscape (TRENTINOLAND)***

**Keywords:** remote sensing; landscape change; orthophotos; historic.

Trentino is an Italian Alpine region (about 6200 Km<sup>2</sup>) with a forest coverage exceeding 60% of its whole surface. In the past, forest landscape has changed dramatically, especially in periods of forest over-exploitation.

Previous studies in some Trentino sub-regions (Val di Fassa, Paneveggio) have identified these changes and the current trend of forest growth at the expenses of open areas, such as pastures and grasslands, due to the abandonment of rural areas. This phenomenon leads to the reduction of the habitats of some endangered species and profoundly affects the ecological features of mountain ecosystems. To be able to monitor and to take future actions about this trend it is fundamental to know in detail the history of the progressive changes on the land use that occurred over Trentino.

The work aims to comprehensively reconstruct the forest cover of whole Trentino at high resolution (5m x 5m pixels) using a series of maps spanning a long period, consisting in historical maps, aerial images, remote sensed information and historical archives. Historical maps include "Atlas Tyrolensis" (dated 1770), "Theresianischer Kataster" (dated 1859) and Italian Kingdom Forest Map (IKFM) of 1936. The aerial imagery dataset includes aerial images taken in 1954, which have been orthorectified during this research, and orthophotos available for years 1973, 1994, 2000, 2006, 2010 and 2016. Remote sensed information includes Landsat and recent Lidar data, while historical archives consist mostly in Forest Management Plans available since around 1950's.

The datasets were archived, processed and analyzed using the Free and Open Source GIS GRASS and QGIS. Part of the dataset was digitized manually (historical maps), while supervised classification was carried out on aerial and remote sensed imagery to detect the forest coverage.

Quantifying forest change in the timespan of our dataset can be used to perform further analysis on ecosystem services, such as protection from soil erosion, and on modification of biome diversity and to create future change scenarios. We present the current state of this research highlighting achieved results and future challenges.

\*\*\*



### S. 9.13 La pianificazione forestale in Sicilia: storia e recenti evoluzioni

Federico Maetzke, Tommaso La Mantia, Paolo Girgenti, Donato Salvatore La Mela Veca

**Parole chiave:** pianificazione; Sicilia, Piano Forestale Regionale

In Sicilia la pianificazione forestale ha avuto di recente una svolta resasi necessaria sia per motivi richiesti dall'autorità europea e da quella nazionale, sia per un'oggettiva necessità del territorio.

Dal punto di vista normativo la storia degli ultimi decenni ha visto la Sicilia dotarsi di norme e giuridicamente all'avanguardia e lungimiranti dal punto di vista della conservazione del patrimonio naturale. Si fa infatti riferimento ai piani di assestamento forestale per la gestione del patrimonio boschivo isolano dalle leggi regionali del 1989, del 1996, del 2004 con l'emanazione di linee guida regionali e della LR 14/2006. Quest'ultima in particolare richiamava anche alla necessità di predisporre "...il piano forestale regionale sulla base degli elementi di conoscenza desumibili dall'inventario forestale regionale e della carta forestale regionale», e introduceva, a livello aziendale, il concetto di piano di gestione forestale sostenibile.

A tutt'oggi le normative in materia di pianificazione aziendale infatti sono state disattese: sono pochissime le aree forestali siciliane in cui è stato redatto un piano di gestione, per quanto riguarda le proprietà pubbliche che costituiscono la parte più rilevante del patrimonio forestale siciliano.

Per quanto riguarda la pianificazione a livello regionale, la travagliata redazione del primo piano forestale regionale è terminata nel 2010, priva del supporto dell'inventario e della carta, redatte in seguito per motivi contingenti. Il primo PFR è risultato un documento di ampio respiro, con una descrizione del territorio nei suoi vari aspetti, e degli strumenti tecnici e finanziari. Tuttavia l'analisi sia pur dettagliata si basava su elementi in parte datati e in parte di non sufficiente dettaglio, proprio per le carenze informative illustrate. Gli obiettivi ed attuazione del Piano erano peraltro chiari e ben articolati, mirati soprattutto all'aumento della superficie forestale e alla corretta gestione di essa attraverso piani di gestione aziendali, proponendo anche esempi di pianificazione a livello territoriale. Dotato di un rapporto ambientale condiviso e di documenti d'indirizzo pratici operativi, fu redatto per il periodo programmatico 2009-2013. Già in fase di approvazione della VAS si sottolineò peraltro la necessità di un aggiornamento sulla base dell'inventario forestale e della carta forestale regionale che nel frattempo avevano visto la luce. Infatti emergevano i limiti sia legati alle carenze della descrizione delle risorse forestali del territorio regionale, che comunque è piuttosto approssimativa poiché basata sull'INFC – quindi con dettaglio insufficiente, sia alla mancanza di strumenti esecutivi per una chiara impostazione riguardo la pianificazione e all'assestamento. La mancanza degli strumenti sopracitati non ha consentito la definizione di interventi specifici per il patrimonio forestale siciliano.

La regione ha predisposto una proposta di aggiornamento del PFR con significative innovazioni. La parte conoscitiva è stata aggiornata sulla scorta del nuovo sistema informativo al dettaglio regionale, e soprattutto dell'adozione del sistema tipologico forestale. Sulla base di quest'ultimo per ogni tipo sono state redatte linee guida per la gestione colturale specifica delle formazioni dell'isola, con dettaglio per i boschi di maggior importanza ecologica e produttiva.

Nell'aggiornamento del Piano Forestale Regionale, in particolare per la redazione delle linee guida di gestione a livello di tipo forestale, si è tenuto conto dei risultati acquisiti con il progetto Life 11+ RESILFORMED- RESILienza al cambiamento climatico delle FOReste MEDiterranee, (2012 – 2017) volto a trovare le migliori risoluzioni tecniche per aumentare la resilienza dei sistemi forestali al cambiamento climatico in corso in area mediterranea.

Un obiettivo perseguito nella proposta di aggiornamento del PFR è l'incentivazione della pianificazione forestale, oggi ancora molto carente, a livello sovraziendale/territoriale e aziendale. Un processo volto a definire una pianificazione su più livelli coerenti ed interagenti tra loro.

I Piani di Indirizzo Territoriale redatti per ambiti forestali omogenei in termini di indirizzi gestionali possono contribuire a una visione integrata delle opportunità del territorio, mentre a livello aziendale il piano di Gestione Forestale realizza gli indirizzi di gestione sostenibile volti a favorire le attitudini multifunzionali del bosco.

A completamento del PFR occorre ancora una nuova definizione di alcuni strumenti cartografici fondamentali: la Carta delle Aree Ecologicamente Omogenee e la carta delle Priorità d'Intervento. Questi due strumenti, già prodotti nella precedente versione, devono essere aggiornati tenendo conto di nuove basi informative, quali la carta forestale (in luogo della precedente classificazione Corine su cui era basata la Carta delle Aree a Priorità d'Intervento) e altri fondamentali, come ad esempio la nuova carta geolitologica, le carte



dei piani stralcio di bacino idrografico, entrambe in scala 1:10.000 e la nuova edizione della carta della sensibilità alla desertificazione.

A corollario dell'iter di aggiornamento del PFR ancora in corso è comunque stato emesso il Decreto Assessoriale n° 85 del 14/12/2016 rafforza l'importanza della pianificazione a livello aziendale definendo linee guida dettagliate per la redazione dei piani, di cui si definiscono metodi e tecniche esecutive.

### ***Forest planning in Sicily: history and recent developments***

**Keywords:** forest management; Sicily; Forest Regional Plan.

In Sicily, forest planning has recently had a significant evolution, required both for reasons requested by the European and national authorities, and for an objective necessity of the territory. From a regulatory point of view, the history of the last decades has seen Sicily adopt laws and juridically avant-garde and far-sighted from the point of view of the conservation of the natural heritage. In fact, reference is made to forest management plans for the management of the island's forest heritage from the regional laws of 1989, 1996 and 2004 with the issue of regional guidelines and of Regional Law 14/2006. The latter in particular referred to the need to prepare "... the regional forestry plan on the basis of the elements of knowledge inferable from the regional forest inventory and the regional forest map", and introduced, at company level, the concept of a sustainable forest management plan.

The troubled drafting of the first regional forest plan was completed in 2010, without the support of the inventory and the forest map, drafted later for contingent reasons. The first PFR was a wide-ranging document, with a description of the territory in its various aspects, and technical and financial instruments. However, the analysis, although detailed, was based on elements that were partly dated and partly insufficiently detailed, due to the shortcomings illustrated. The objectives and implementation of the Plan were also clear and well-articulated, aimed above all at the increase of the forest area and the correct management of it through company management plans, also proposing examples of planning at the territorial level. Equipped with a shared environmental report and practical operational guidance documents, it was drafted for the 2009-2013 program period. The approval of the SEA also underlined the need for an update on the basis of the forest inventory and the regional forest map which in the meantime had seen the light. In fact emerged the limits related to the shortcomings of the description of the forest resources of the regional territory, which is rather approximate because it is based on the INFC - 2005 therefore with insufficient detail, both the lack of executive tools for a clear planning and settling approach. The lack of the aforementioned tools did not allow the definition of specific interventions for the Sicilian forest heritage.

To date, the planning regulations have been disregarded: there are very few Sicilian forest areas in which a management plan has been drawn up, regarding the public properties that make up the most important part of the Sicilian forest heritage.

The region has prepared a proposal to update the PFR with significant innovations. The knowledge part was updated on the basis of the new regional forest information system, and above all the adoption of the forest typological system. On the basis of the latter, for each type, guidelines have been drawn up for the specific crop management of the island's formations, with details for the forests of greater ecological and productive importance.

In the update of the Regional Forestry Plan, in particular for the drafting of the management guidelines at forest level level, the results obtained with the project Life 11+ RESILFORMED- RESILIENCE to climate change of the MEDiterranean FORestry have been taken into account, (2012 - 2017) for finding the best technical resolutions to increase the resilience of forest systems to climate change in progress in the Mediterranean area.

The proposal has also pursued the updating of the RFP in fostering forest planning, which is still very lacking today, at a territorial and local level. A process aimed at defining a plan on several levels that are coherent and interacting with each other.

The Territorial Guidelines drawn up for homogeneous forest areas in terms of management guidelines can contribute to an integrated vision of the territory's opportunities, while at the local level the Forest Management Plan implements sustainable management guidelines aimed at favoring multifunctional forest attitudes.

To complete the FRP, a new definition of some fundamental cartographic tools is still needed: the Charter of Ecologically Homogeneous Areas and the Priority Charter. These two tools, already produced in the previous version, must be updated taking into account new information bases, such as the forest map (in place of the



previous Corine classification on which the Priority Areas Map was based) and other fundamental, such as for example, the new geolithological map, the maps of the drainage plans, both in scale 1: 10,000 and the new edition of the map of sensitivity to desertification.

As a corollary of the update of the plan, the Assessment Decree No. 85 of 14/12/2016 reinforces the importance of planning at the local level by defining detailed guidelines for the preparation of plans, which are defined as executive methods and techniques.

\*\*\*

#### **S. 9.14 Pianificazione, gestione ed analisi tecnologiche del legno di Castagno del Bosco di Nocera (ME)**

Deborah Naro

**Parole chiave:** castagno; pianificazione; tecnologia del legno.

Il castagno caratterizza il paesaggio di molte regioni Italiane, nelle quali riveste una duplice attitudine di coltura agricola e forestale ma svolge anche funzioni di notevole importanza per la difesa idrogeologica dei suoli. L'uso del legno di castagno è ancora oggi relativamente limitato, generalmente viene utilizzato per la produzione di pali da recinzione, tondelli e pali piccoli per colture agrarie. Il materiale di migliore qualità, invece, viene impiegato per la fabbricazione di mobili rustici, cucine ed infissi.

Lo scopo del lavoro è stato quello di effettuare un'analisi sotto diversi aspetti delle caratteristiche produttive e del materiale legnoso prodotto in un castagneto d'origine artificiale sito sul versante Sud dei Monti Nebrodi in Sicilia, in agro del comune di Roccella Valdemone il "Bosco di Nocera". In seguito alle prime osservazioni sono stati eseguiti ulteriori studi per approfondire le caratteristiche del legno a livello tecnologico e pianificare la gestione del bosco per valutare meglio il periodo necessario ad effettuare interventi selvicolturali, ipotizzando anche la conversione del ceduo in fustaia.

Il lavoro è stato condotto approfondendo lo studio degli aspetti dendrometrici, la valutazione dell'incidenza del cancro della corteccia e del materiale prodotto quali pali da recinzione e paletti per graticciate e vigna. Attraverso una ricostruzione delle vicende precedenti del Bosco di Nocera sono state analizzate, mediante software Quantum Gis le caratteristiche morfologiche e geo-pedologiche del territorio, il clima, le tipologie forestali presenti, l'estensione, l'altitudine media, l'esposizione ed infine la viabilità interna ed esterna al fine di elaborare le basi di un piano di gestione che costituisca lo strumento fondamentale per l'attuazione concreta sul territorio della gestione attiva delle risorse agro-forestali. Inoltre sono state analizzate le caratteristiche tecnologiche del legno di castagno ivi prodotto approfondendo sia lo studio sull'accrescimento per comprendere quali interventi selvicolturali siano necessari, sia lo studio sulle caratteristiche fisico-meccaniche del legno analizzando non solo la densità, la presenza di difetti e di tensioni ma anche la resistenza a compressione assiale ed a flessione statica, attraverso specifiche prove utilizzando una macchina prova materiale Amsler.

Dagli studi eseguiti si evince che i turni praticati di 12 anni non permettono una produzione di massa e i diametri dei polloni rilevati non sono elevati, aggirandosi tra i 5 e i 18 centimetri; nonostante ciò essi permettono una buona produzione di paletti per graticciate, tronchettame e paletti per vigna permettendo così sia la vendita a privati che l'utilizzazione da parte dell'Azienda Foreste Demaniali. Gli attacchi di cancro corticale rilevati si presentano di tipo ipovirulento, di colore bianco poiché riescono a formarsi solo pochi picnidii; nonostante la presenza della malattia, il materiale legnoso può essere utilizzato senza alcun problema non apportando effetti negativi sulla capacità dei soprassuoli.

Inoltre è stato necessario effettuare rilievi ed analisi fondamentali quali basi per un futuro piano di gestione del Bosco, fino a questo momento sprovvisto di questo strumento. A tal proposito si è approfondito lo stato della pianificazione forestale in Sicilia e attraverso l'utilizzo della cartografia di base (CTR e Google satellite) è stato tracciato il perimetro del bosco necessario per la realizzazione del particellare, individuando 44 particelle; per ciascuna di queste è stata individuata la relativa esposizione, altitudine media, estensione in Ha, ultimo taglio effettuato e tipologia forestale prevalente.

Infine lo studio relativo alla viabilità esterna ed interna è stato necessario per l'asestamento, la gestione forestale, la sorveglianza del bosco, l'esecuzione e il controllo dei lavori e per la difesa contro il fuoco.





Per quanto riguarda i caratteri incrementali, dai grafici ricavati dalla combinazione dell'età e dello spessore degli anelli d'accrescimento per ogni singola pianta, è stato possibile notare una diminuzione dell'accrescimento intorno al decimo anno dovuto presumibilmente all'elevato livello di competizione che si viene a creare tra gli individui presenti all'interno del popolamento. Sarebbe quindi necessario effettuare degli interventi selvicolturali di diradamento, prima del decimo anno e in seguito ogni quattro anni in modo da evitare che lo spessore degli anelli sia al di sotto di 2-3 mm annui, il che comporterebbe una diminuzione della densità a causa dell'eccessiva vicinanza degli anelli porosi compromettendo le caratteristiche meccaniche e la qualità del legno.

Sia il Castagneto di Nocerazzo preso in esame, uno tra i più produttivi della Sicilia, che in tutte le regioni d'Italia vi sono ancora numerosi casi in cui sarebbe necessario reintrodurre una maggior colturalità sia per motivi sanitari, dove il cancro corticale si manifesta più intensamente, sia per motivi colturali onde migliorare la produzione e la qualità del legno.

### ***Planning, management and technological analysis of Nocerazzo's Chestnut Wood (ME)***

**Keywords:** chestnut; planning; wood technology.

The Chestnut tree characterizes the landscape of many Italian regions, in which it has a dual attitude of agricultural and forestry cultivation but also performs functions of considerable importance for the hydrogeological defense of the soils. Use of chestnut wood is still relatively limited today, it is generally used for the production of fence poles, logs and small poles for agricultural crops. The best quality material, instead, is used for the manufacture of rustic furniture, kitchens and fixtures.

The aim of the work is to carry out an analysis, under different aspects, of the productive characteristics and of the woody material produced in an artificial chestnut tree, located on the southern side of the Nebrodi Mountains in Sicily, inside of Roccella Valdemone "Nocerazzo's Wood ". Following the first observations, further studies were carried out to make a thorough characteristics of wood at the technological level and to plan the management of the forest to better evaluate the period required to carry out silvicultural interventions, assuming also the conversion of the coppice to the forest.

The work was carried out by studying in depth the study of the dendrometric aspects, the evaluation of the incidence of bark cancer and of the produced material such as fence posts and small poles for gratings and vines. Through a reconstruction of the previous vicissitudes of the Nocerazzo's Wood they were analyzed using Quantum Gis software, the morphological and geo-pedological characteristics of the territory, the climate, the current forest types, the extension, the average altitude, the exposure and finally internal and external traffic in order to elaborate the basis of a management plan that constitutes the fundamental tool for the concrete implementation on the territory of the active management of agro-forestry resources. In addition, the technological characteristics of the Chestnut wood produced have been analyzed, deepening both the study on growth to understand which silvicultural interventions are necessary, and the study of the physical-mechanical characteristics of the wood analyzing not only the density, the presence of defects and tensions but also the axial compression hardness and static flexure hardness. Mensuration were carried out through specific tests using an Amsler material testing machine.

The studies carried out show that the 12-year shifts do not allow mass production and the diameters of the stool are quite reduced, ranging from 5 to 18 cm; nevertheless, they allow a good production of small poles for gratings, trunks and poles for the vines thus allowing both the sale to individuals and the use by the State Forests Company. The detected cortical cancer attacks are of a hypovirulent type, white in color since only a few picnidia can form; despite the presence of the disease, the woody material can be used without any problem, as it does not have negative effects on the ability of the stands.

Furthermore, it was necessary to make fundamental surveys and analysis as a basis for a future management plan of the forest, up to this moment without this tool. In this regard, the state of forest planning in Sicily was deepened and through the use of basic cartography (CTR and Google satellite) the perimeter of the forest, necessary for the construction of the particle, was traced identifying 44 particles; for each of these it has been identified the relative exposure, average altitude, extension in hectares, last cut made and prevalent forest typology.

Finally, the study of the external and internal roads was necessary for forest settling, forest management, forest monitoring, execution and control of works and for defense against fire.



As for the incremental characters, from the graphs obtained from the combination of age and thickness of the growth rings for each individual plant, it was possible to observe a decrease in growth around the tenth year, presumably due to the high level of competition that it is created among the individuals present in the population. It would therefore be necessary to perform silvicultural interventions of thinning, to be carried out before the tenth year and then every four years to obtain a of the ring growth thickness greater than 2-3 mm per year, a smaller radial growth would result in a decrease in density due to excessive proximity of the porous rings compromising the mechanical characteristics and the quality of the wood.

Both the Nocerazzo's Chestnut Wood examined, that is one of the most productive in Sicily, and other Chestnut woods in all regions of Italy there are still many cases in which it would be necessary to reintroduce a more intense cultivation activity both for health reasons, where cortical cancer manifests itself more intensively, and to improve the production and quality of wood.

\*\*\*

### **S. 9.15 CRP (Close Range Photogrammetry) la "fotogrammetria a distanza ravvicinata", un'opzione per il monitoraggio in selvicoltura**

Matteo Piccolo, Matteo Mura, Mauro Marongiu, Cristian Ibba, Raffaella Lovreglio, Roberto Scotti

**Parole chiave:** dendrometria; inventari forestali; pianificazione forestale.

Monitorare lo sviluppo del bosco e, in particolare, gli effetti di diradamenti e altri interventi selvicolturali è una richiesta da sempre presente. La necessità è diventata ancora più rilevante man mano che si è elevata l'attenzione sulla foresta quale sistema complesso e aspetti come il profitto economico, la stabilità meccanica degli alberi, il grado di protezione del suolo e effetti sulla biodiversità devono essere considerati congiuntamente. Per un supporto effettivo all'interpretazione delle reazioni funzionali conseguenti a modifiche strutturali, vuoi casuali, vuoi pianificate, è necessario un monitoraggio accurato atto sia a stimare la crescita degli alberi, sia a valutare l'evoluzione della struttura del popolamento.

I costi connessi alle operazioni di rilievo dendrometrico sono elevati e limitano drasticamente la possibilità di soddisfare le richieste di monitoraggio solo a casi particolari di progetti molto specializzati. Le tecniche di misurazione di base della dendrometria consentono di produrre solo risultati a risoluzione spaziale grossolana (diametri, alcune altezze e stime di volume, riferiti a singole aree o a livello di popolamento), troppo poveri di informazione per le esigenze di monitoraggio di oggi. Nella ricerca di soluzioni si è fatto ricorso a transetti con misurazioni spazialmente dettagliate, ma i costi sono così elevati che molto raramente è stato possibile tornare ad effettuare una nuova misurazione e quindi valutare il cambiamento intercorso. Le tecniche di scansione laser hanno recentemente mostrato prestazioni molto interessanti in termini di dettagli forniti e minimi tempi di misurazione richiesti, ma il costo della strumentazione è molto al di sopra della normale dei budget per la gestione della pianificazione forestale.

La CRP (fotogrammetria a distanza ravvicinata) può fornire un dettaglio paragonabile agli approcci di scansione laser con tempi di misurazione abbastanza limitati e un costo strumentale praticamente trascurabile. Il lavoro offre un test operativo delineando una procedura di rilievo ed elaborazione e valutandola nel contesto di un intervento selvicolturale con finalità al contempo produttive e di restauro ecologico.

#### ***CRP-Close Range Photogrammetry', an option for silvicultural monitoring***

**Keywords:** forest mensuration; forest inventory; forest planning and management.

Monitoring forest development and, particularly, the effects of thinnings and other silvicultural interventions is an old dated request that has become even more relevant as forest complexity has gained focus and aspects like economic profit, mechanical stability of the forest, the degree of soil protection and effects on biodiversity need to be jointly considered. Accurate monitoring is required to estimate trees' growth, to evaluate stand structure evolution and hence to help interpret functional reactions to hazardous and planned structural modifications.



The cost of forest mensuration operations has drastically bound the possibility to fulfill the request beyond the limits of very specialized projects. The basic measurement outputs, confined to a coarse spatial resolution (dbh, some heights and volume estimates, by plot or stand level) are too weak and info-poor for today's monitoring needs. Spatially detailed transects have been used to tackle the question but costs are so high that very rarely re-measurement could be performed.

Laser scanning techniques have recently demonstrated very interesting performances in terms of detail provided and minimal measurement time required, but the cost of the instrumentation is far beyond ordinary forest planning and management budgets.

CRP (close range photogrammetry) can provide a detail comparable with laser scanning approaches with fairly limited measurement times and an instrumentation cost practically negligible. The paper offers an operational test delineating a procedure and testing it in the frame of a commercial silvicultural intervention.

\*\*\*

### **S. 9.16 Aggiornamento dell'inventario dell'arboricoltura da legno in Italia**

Nicola Puletti, Domenico Coaloa, Piermario Chiarabaglio, Laura Rosso, Lorenzo Fattorini, Agnese Marcelli, Walter Mattioli, Mirko Grotti, Valerio Quatrini, Cristiano Castaldi, Rosario Turco, Vincenzo Bernardini, Matteo Tomaiuolo, Michele Sciré, Piermaria Corona

**Parole chiave:** piantagioni legnose; inventario forestale; uso del suolo; campionamento.

Le informazioni più aggiornate sull'arboricoltura da legno in Italia sono state raccolte nel 2008 dall'Inventario dell'uso delle terre in Italia (IUTI), istituito nell'ambito del Piano nazionale di telerilevamento ambientale gestito dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare italiano. IUTI ha monitorato l'uso del suolo e il cambiamento dell'uso del suolo negli ultimi due decenni, in particolare negli anni 1990, 2000, 2008, adottando uno schema di campionamento stratificato con circa 1,2 milioni di punti campione classificati utilizzando ortofoto aeree. Ogni punto campione IUTI è stato nuovamente classificato con ortofoto aeree ad altissima risoluzione riferite all'anno 2017. Utilizzando un approccio gerarchico, i punti IUTI classificati come colture forestali sono stati ulteriormente distinti in piantagioni di pioppo (esclusi i cedui), altre piantagioni di latifoglie e piantagioni di conifere. Questo contributo presenta la metodologia adottata e discute le stime ottenute a livello nazionale e regionale.

### ***Updating the inventory of the forest tree crops on farmland in Italy***

**Keywords:** forest plantations; forest inventory; land use; spatial sampling.

The most updated information on forest tree crops on farmland in Italy have been collected in 2008 by the land use inventory system (IUTI), established within the framework of the Italian National Remote-Sensing Plan managed by the Italian Ministry of Environment. IUTI has monitored the land use and land use change in the last two decades over the country at the years 1990, 2000, 2008, adopting a tessellated stratified sampling scheme with about 1.2 million sample points classified on aerial orthophotos. An update concerning forest tree crops on farmland has been carried out with respect to the year 2017. Each IUTI sample point has been again classified by very high-resolution aerial orthophotos, using a hierarchical approach where IUTI points classified as forest tree crops have been further distinguished in poplar plantations (excluding coppices), other broadleaved plantations and conifer plantations. This contribution presents the adopted methodology and reports and discusses the estimates obtained both at national and regional levels.

\*\*\*



### **S. 9.17 Approccio innovativo per la definizione di interventi selvicolturali a supporto della gestione forestale sostenibile in aree protette in ambiente costiero mediterraneo**

Fabio Recanatesi, Riccardo Salvati, Chiara Giuliani, M. Piccinno, Luca Maffei, Ervedo Giordano, Giuseppe Scarascia Mugnozza

**Parole chiave:** rinnovazione naturale; querceto caducifoglie, Sentinel-2; SAPR; area naturale protetta.

Ai soprassuoli forestali, soprattutto quando ubicati in ambiente urbano e periurbano, viene oggi riconosciuto un ruolo rilevante nella produzione di servizi ecosistemici. In tale scenario, la selvicoltura rappresenta uno strumento imprescindibile per la tutela di questi ambienti in termini di efficienza, funzionalità e di sostenibilità.

In un contesto di cambiamenti climatici globali, che hanno visto negli ultimi anni l'accentuarsi di periodi siccitosi, le foreste mediterranee costiere, con particolare riferimento ai querceti caducifogli, rappresentano le cenosi forestali che più di altre subiscono gli effetti di questi cambiamenti. In considerazione dell'elevata eterogeneità, in termini di struttura e composizione specifica, che caratterizza la biodiversità di questi ecosistemi, si rende imprescindibile un approccio selvicolturale integrato e sito specifico.

In questa prospettiva è stata condotta una campagna di acquisizione dati utilizzando un approccio innovativo multilivello integrando dati multispettrali satellitari (Sentinel-2), dati multispettrali provenienti da piattaforme SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto) e rilievi di campo. L'indagine è stata svolta presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma), area naturale protetta in ambiente costiero mediterraneo dell'Italia centrale, in una parcella sperimentale soggetta a differenti interventi di diradamento volti a determinare la risposta, in termini di insediamento e affermazione della rinnovazione naturale, del querceto di caducifoglie.

Il contributo illustra i risultati della metodologia utilizzata e descrive il ruolo di questo approccio innovativo per la redazione di indirizzi di gestione forestale sostenibile in aree naturali protette.

#### ***Innovative approach for the definition of silvicultural interventions to support sustainable forest management in protected areas in the Mediterranean coastal environment***

**Keywords:** natural regeneration; deciduous oak, Sentinel-2; SAPR; protected natural area.

The forest stands, especially when located in urban and periurban environments, are now recognized as having a significant role in the production of ecosystem services. In this scenario, silviculture is an essential tool for the protection of these environments in terms of efficiency, functionality and sustainability. In a context of global climate change, which has seen the drought in recent years, coastal Mediterranean forests, with particular reference to deciduous oak woods, represent the forest dwellers that more than others are affected by these changes.

In view of the high heterogeneity, in terms of specific structure and composition, which characterizes the biodiversity of these ecosystems, an integrated and specific site silvicultural approach is essential. In this perspective, a data acquisition campaign was carried out using an innovative multilevel approach integrating satellite multispectral data (Sentinel-2), multispectral data coming from SAPR platforms (Remote Piloting Aircraft Systems) and field surveys.

The survey was carried out at the Presidential Estate of Castelporziano (Rome), a protected natural area in the Mediterranean coastal environment of central Italy, in an experimental plot subject to different thinning interventions aimed at determining the response, in terms of settlement and affirmation of natural renewal, of deciduous oak woods.

The contribution illustrates the results of the methodology used and describes the role of this innovative approach for the drafting of guidelines for sustainable forest management in protected natural areas.

\*\*\*





### **S. 9.18 Metodologia innovativa per la realizzazione di un database specie specifico per il rilievo dello stato vegetativo del querceto di caducifoglie della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma)**

Riccardo Salvati, Fabio Recanatesi, Chiara Giuliani, Matteo De Horatis, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Ervedo Giordano

**Parole chiave:** proximal sensig; SAPR; area naturale protetta; pianificazione forestale.

Negli ultimi anni si è assistito ad un rapido sviluppo di tecnologie innovative per il monitoraggio ambientale a supporto della pianificazione delle risorse forestali. Le più promettenti si basano su tecniche di remote e proximal sensing e consentono stime accurate dei principali attributi dei soprassuoli forestali. L'impiego di queste tecnologie permette inoltre di raccogliere, in maniera speditiva e a costi contenuti, notevoli quantità di dati ad una scala di dettaglio elevata (singoli individui arborei).

Questi dati, attraverso l'impiego di indici quantitativi e la loro validazione in campo, consentono oggi di predisporre monitoraggi in continuum per la valutazione delle condizioni vegetative dei soprassuoli forestali potendo fornire utili informazioni a supporto della fase decisionale nella programmazione degli interventi di carattere gestionale.

In questa prospettiva è stata condotta, all'interno di un'area sperimentale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) una campagna di acquisizione dati per la realizzazione di un database specie-specifico inerente lo stato vegetativo del querceto naturale di caducifoglie mediante l'impiego di dati satellitari (Sentinel-2) e dati provenienti da piattaforme aeree multisensoriali SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto).

I dati raccolti si sono dimostrati un utile supporto alla redazione di linee guida di gestione forestale sostenibile.

***Innovative methodology for the realization of a specific species database for the survey of the vegetative state of the deciduous oak grove of the Presidential Estate of Castelporziano (Rome)***

**Keywords:** proximal sensing; SAPR; protected natural area; forest management.

In recent years there has been a rapid development of innovative technologies for environmental monitoring to support forest resource planning. The most promising ones are based on remote proximal sensing techniques allowing accurate estimates of the main attributes of forest stands. The use of these technologies also makes it possible to collect, in a rapid and cost-effective way, large amounts of data at a high level of detail (single arboreal individuals). These data, through the use of quantitative indices and their validation in the field, allow today to set up continuous monitoring for the assessment of the vegetative conditions of forest stands, providing useful information to support the decisional stage in the planning of management operations. In this perspective, a data acquisition campaign was carried out within an experimental area of the Presidential Estate of Castelporziano (Rome) for the construction of a species-specific database concerning the vegetative state of the deciduous natural oak forest through the use of satellite data (Sentinel-2) and data from multi-sensory aerial platforms SAPR (Remote Pilot Aircraft Systems). The collected data proved to be a useful support for the drafting of sustainable forest management guidelines.

\*\*\*

### **S. 9.19 Monitoraggio dei microhabitat attraverso dati LiDAR in bosco misto del Mediterraneo, Italia centrale**

Giovanni Santopuoli, Cesar Alvites, Mirko Di Febbraro, Marco Balsi, Marco Marchetti, Bruno Lasserre

**Parole chiave:** selvicoltura, microhabitat su alberi vivi, pianificazione forestale, telerilevamento, biodiversità, inventario forestale.

Mantenere e migliorare la conservazione della biodiversità è uno degli obiettivi più importanti della gestione forestale sostenibile. A livello paneuropeo, il monitoraggio della conservazione della biodiversità in ambienti



forestali è un compito di FOREST EUROPE che riporta lo stato e il trend delle foreste e della loro gestione. Tuttavia, il monitoraggio della biodiversità forestale rappresenta tuttora una sfida significativa.

Questo studio si concentra sul monitoraggio della biodiversità utilizzando tecniche di telerilevamento come ALS (Airborne Laser Scanning) per distinguere gli alberi habitat, che svolgono un ruolo ecologico significativo. Gli alberi habitat spesso possono generare dibattiti conflittuali tra i gestori delle foreste, perché sono solitamente alberi più grandi che forniscono una grande quantità di legname e rappresentano allo stesso tempo un'importante nicchia ecologica per diversi organismi viventi. Inoltre, svolgono anche un ruolo interessante per scopi culturali, spirituali, turistici e altri scopi sociali. Sebbene siano comunemente associati a boschi vetusti o boschi dove mancano gli interventi selvicolturali, gli alberi habitat sono presenti anche nelle foreste regolarmente gestite, incluso i boschi governati a ceduo.

In questo studio, l'integrazione dei dati LiDAR (Light Detection and Ranging) con i dati rilevati in campo all'interno di un bosco misto nella Regione Molise, consente di sviluppare un modello per predire il valore ecologico del bosco.

Lo studio considera l'abbondanza e la frequenza dei microhabitat su alberi vivi (TreMS) come variabile per il rilevamento di alberi habitat. I dati sul campo sono stati raccolti usando Field-Map, mentre i dati ALS sono stati raccolti usando uno scanner YellowScan Mapper ad un'altezza media di 150 m. L'estrazione delle metriche dalla nuova di punti originale è stata realizzata usando il software LAsTools. La selezione di un subset di numero di variabili esplicative relative agli indicatori di microhabitat è stata ottenuta utilizzando il programma R, inserendo un modello lineare generalizzato (GLM) con una distribuzione binomiale negativa degli errori, consentendo relazioni sia lineari che quadratiche. Per ogni regressione, è stato applicato un metodo di selezione di variabili "stepwise" basato su Akaike's Information Criterion (AIC). Le misure statistiche utilizzate per valutare i modelli erano: radice dell'errore quadratico medio (RMSE), coefficiente di correlazione ( $R^2$ ) e  $R^2$ -corretto o aggiustato (adjRsqr),

Complessivamente, dei 23 TreMs originali monitorati solo 3 mostrano buoni risultati: alberi caratterizzati da perdita significativa di una parte della chioma ( $R^2$ : 0.4; RMSE 2.0), alberi caratterizzati per avere il fusto spezzato ( $R^2$ : 0.7; RMSE 1.5) e alberi con cavità di almeno 5 cm di apertura ( $R^2$ : 0.8; RMSE: 1.2). Inoltre, lo studio mostra che esiste una correlazione tra i dati ALS e gli alberi habitat e tra i dati ALS e TreMS, rivelando per TreMS ( $R^2$ : 0.7; RMSE: 6.3) e per gli alberi habitat ( $R^2$ : 0.8; RMSE: 3.3). I risultati sono visualizzati come mappe tematiche che rappresentano un utile strumento a supporto della pianificazione e la gestione forestale.

Questo articolo ha proposto un approccio a cascata del monitoraggio qualitativo dei microhabitat per approfondire il compito ecologico sulla base della gestione forestale sostenibile. Tuttavia, alcune strategie di telerilevamento possono essere applicate utilizzando non solo un singolo dispositivo ma anche una combinazione di dispositivi per migliorare la descrizione della struttura verticale ed orizzontale dei boschi. L'integrazione tra sensori LiDAR aviotrasportati e quelli terrestri possono contribuire notevolmente alla discriminazione e caratterizzazione dei singoli alberi e la distribuzione spaziale delle chiome.

### ***Airborne Laser Scanning to monitor Tree-related Microhabitats in a mixed Mediterranean forest, central Italy***

**Keywords:** silviculture, tree-related microhabitats, forest planning, remote sensing, biodiversity, forest inventory.

Maintain and enhance the conservation of biodiversity is one of the most important Sustainable Forest Management (SFM) aims. At pan-European level monitoring the conservation of biodiversity in forests is a task of FOREST EUROPE that report on the status and trend of forests and their management through a set of SFM indicators. Nevertheless, monitoring forest biodiversity is still a challenging task.

This study focuses on the monitoring of biodiversity using remote sensing techniques as ALS for discriminating habitat trees, which play a significant ecological role. Habitat trees often can generate conflictual debates among forest practitioners due to they usually are largest trees that provide a large amount of timber and at the same time they represent an important ecological niche for several living organisms. Furthermore, they play also an attractive role for cultural, spiritual, touristic and other social purposes. Although they are commonly associated with old growth forests or forests where silvicultural interventions are missed, habitat trees are frequent also in forests regularly managed included the coppice forests.

In this study, the integration of LiDAR (Light Detection and Ranging) data with field inventory data within a mixed multi-layered forests in Molise Region, allows to develop a model enable to predict ecological value



of forest stands. The study considers the abundance and occurrence of tree-related microhabitats (TreMS) as a proxy for detection of habitat trees. Field data were collected by Field-Map, while ALS data were taken with a YellowScan Mapper scanner at an average height of 150 m. The extraction as set of explanatory variables from the original point cloud was achieved using LAStools software. The selection of smallest number of explanatory variables related to microhabitat indicators was achieved using R program, fitting a Generalized Linear Models with a negative binomial distribution of errors, allowing both linear and quadratic relationships. For each regression, a stepwise variables selection method based on the Akaike's Information Criterion (AIC) was applied. The statistics measure used to evaluate the models were the adjusted-R-squared (adjRsq) and Root Mean Square Error (RMSE), and coefficient of correlation ( $R^2$ ).

Overall, from 23 original TreMS monitored only 3 show good results, and regards trees with significant loss of a part of the crown ( $R^2$ :0.4; RMSE 2.0), broken stem ( $R^2$ :0.7; RMSE 1.5) and Cavities with >5 cm aperture ( $R^2$ :0.8; RMSE:1.2). In addition, the study shows that correlation between ALS data and habitat trees and between ALS data and TreMs exist, revealing for TreMs ( $R^2$ :0.7; RMSE:6.3) and for Habitat Trees ( $R^2$ :0.8; RMSE:3.3). Results are displayed as thematic maps that represent a helpful tool for supporting forest planners and managers.

This article proposed a cascade approach of qualitative monitoring of microhabitats to depth the ecological task in the basis of sustainability forest management. Nonetheless, some remotely sensed strategies may be applied using not only a single device but also a combination of devices to better the description vertical and horizontal forest's structures. For enhancing this task may be achieved using at least one devices for platform: Terrestrial LiDAR platform to characterise the tree diameter and trunk morphology and Airborne LiDAR platform to delineate the canopy cover, canopy density and vertical distribution of crowns.

\*\*\*

### **S. 9.20 L'approccio LiDAR/GIS per realizzare l'inventario forestale ad alta risoluzione e il piano di interventi selvicolturali della Foresta Presidenziale di Castelporziano**

Gianfranco Scrinzi, Giacomo Colle, Emanuele Presutti Saba, Fabrizio Clementel, Luca Maffei, Aleandro Tinelli, Ervedo Giordano

**Parole chiave:** mobile/web-GIS; angle count sampling; assestamento forestale; ripresa selvicolturale.

Negli anni 2012-16 la Commissione tecnico-scientifica del Segretariato della Presidenza della Repubblica Italiana, in collaborazione con l'Accademia Nazionale delle Scienze, ha promosso una revisione dell'inventario forestale quale base base informativa per la contestuale stesura del piano pluriennale di gestione selvicolturale della Foresta Presidenziale di Castelporziano. Quest'ultima è un'area protetta nei pressi di Roma, con circa 5000 ha di boschi prevalentemente di Querce caducifoglie, Leccio, Sughera e pinete di Pino domestico.

Il progetto di ricerca, coordinato dal Gruppo di Geomatica per l'Assestamento forestale del CREA-FL, supportato per l'implementazione informatica dallo spin-off del CREA EFFETRESEIZERO Srl, si è svolto in due fasi: quella preliminare di realizzazione dell'inventario forestale e quella di messa a punto e di implementazione del Piano pluriennale di interventi selvicolturali.

La fase inventariale, iniziò nel 2012 con un processo di suddivisione analitica dell'intera foresta in (circa 800) sub-unità territoriali (Ufor) caratterizzate da alta omogeneità per composizione in specie e tipo di selvicoltura praticata. A tal fine si sono impiegate immagini di telerilevamento tradizionale (OFD, IR falso colore) ma si è fatto anche intenso uso del modello digitale delle chiome (CHM) di derivazione LiDAR. Dopo la loro digitalizzazione e georeferenziazione GIS, nel processo di fotointerpretazione sono state inoltre utilizzate diverse serie di immagini aeree storiche della Tenuta, a partire da quelle del 1943. Una campagna di rilievi al suolo è servita a raccogliere dati qualitativi descrittivi sulle Ufor, tramite un software di mobile-GIS appositamente sviluppato ("UFORmobile"). Durante tale fase al suolo sono state inoltre raccolte centinaia di immagini e note territoriali in punti cospicui della foresta (software "GEONOTE").

Una attività importante della fase inventariale è stata lo studio di diversi modelli regressivi di messa in luce della correlazione quantitativa tra volumi e biomasse riscontrate al suolo su oltre 600 prove di numerazioni angolare (raggruppate a cluster di 4) con alcune metriche numeriche significative desunte dal CHM LiDAR contestuale territorialmente. Ciò ha permesso di costruire una serie di modelli LiDAR, diversi per le varie



Categorie inventariali (Pinete, Querceti caducifogli, Leccete, Sugherete, ecc.) in grado di stimare poi “in previsione” i volumi legnosi e le rispettive fitomasse per unità di superficie (con risoluzione di 1 metro quadrato) per ogni punto della Foresta (e per ogni Ufor intera), sulla base del solo dato CHM LiDAR. Detti modelli sono stabili e utilizzabili anche in futuro qualora si verrà a disporre di un nuovo CHM LiDAR, permettendo di aggiornare quasi automaticamente l’inventario.

Tutti i dati quantitativi, qualitativi e geografici sono confluiti in una applicazione web-GIS appositamente sviluppata denominata SIFTEC-I, con funzionalità mobile (on/off-line), per tablet e smartphone, da utilizzare in campo, con posizionamento automatico GNSS dell’operatore. SIFTEC-I permette a operatori non specialisti di visualizzare tutti i piani tematici prodotti (es. Volume/ha) oltre a quelli primari (es. OFD, CHM e DTM LiDAR) e consente anche la visualizzazione di tutti i layers di foto aeree storiche realizzate per la Tenuta dal ‘43 al ‘98 (5 serie). Inoltre permette la consultazione di tutti i dati relativi alle Ufor e la visualizzazione delle note territoriali e delle foto al suolo identificate da icone georeferenziate.

In una seconda fase del progetto, si è messo a punto il sistema informatizzato di prescrizione selvicolturale (GIS denominato SIFTEC-S). Le circa 600 Ufor produttive forestali sono state raggruppate in 26 Classi colturali (di trattamento specifico omogeneo) per ciascuna delle quali (in riferimento alle condizioni medie della classe) è stata redatta una Guida colturale dei tipi di interventi necessari. Sulla base di martellate virtuali (relascopiche) tese a sostanziare le prescrizioni di trattamento di cui sopra in situazioni reali della classe, sono stati desunti con metodo colturale la “matrice” dei tassi di prelievo per specie e classe dimensionale (intersezione). Tale matrice standard, applicata poi alla reale situazione inventariale di ogni singola Ufor, ha permesso di quantificare il prelievo “colturale” previsto per la Ufor, sia in termini di volume in metri cubi che di fitomassa in tonnellate per ogni specie e classe dimensionale oltre che in totale. Detti dati e la loro derivazione sono andati a costituire il nucleo informativo di SIFTEC-S, applicazione appositamente sviluppata, che, attraverso una interfaccia web-GIS, consente all’asestatore anche di modificare interattivamente i tassi di prelievo inizialmente previsti per una specifica Ufor e di ricalcolare in automatico le riprese colturali.

Il progetto finalizzato di ricerca ha dimostrato come l’approccio LiDAR/GIS possa costituire un metodo innovativo ed economico per la pianificazione anche nelle complesse ed eterogenee foreste mediterranee, dato che provvede vantaggi interessanti come la possibilità di calibrazione analitica dell’intervento selvicolturale per popolamento, la quasi automatica produzione di aggiornamento dell’inventario, disponendo di un nuovo rilievo LiDAR, e la facilità di dimensionamento analitico della ripresa su base colturale.

### ***The LiDAR/GIS based approach to carry out a high resolution forest inventory and an implementation of a pluriannual silvicultural operations plan for the Castelporziano Presidential Forest***

**Keywords:** LiDAR; mobile-GIS; web-GIS; forest management; allowable cut.

In the years 2012-16 the Scientific Technical Committee of the Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica Italiana, in cooperation with the Accademia Nazionale delle Scienze, promoted a revision of the forest inventory as information base to draw up a pluriannual program of silvicultural operations of the Castelporziano Presidential Forest. This is a protected mediterranean reserve, near Rome, with more than 5000 hectares of forest land, mostly composed by deciduous Oaks, Holm, Cork oak and Italian stone pine.

The research project, coordinated by the Geomatic and Forest management Group of CREA-FL, with the IT support of the CREA research spin-off EFFETRESEIZERO Srl, consisted of two phases: a forest inventory phase and a silvicultural planning implementation phase.

The forest inventory phase started in 2012 with an analytical digital process of subdivision of the forest in geographical units called Ufor (about 800 units) characterized by a high homogeneity in terms of species composition and silvicultural practices adopted. The process was carried out with a traditional remote sensing images analysis (Orthophoto, IRfc-images) but also with a strong use of LiDAR CHM data. Additionally, several historical aerial photo images (starting from 1943) were digitized, georeferenced and included in the process of photointerpretation for Ufor delimitation. Ufor qualitative data were also collected with a survey campaign supported by a specifically developed mobile software called UFOR-mobile. During the survey campaign a conspicuous number of georeferenced photos taken on the ground and qualitative notes were also collected by a software called GEONOTE.





The inventory phase of the research project needed also a large study of seven general regression models to correlate some numbers of significative CHM LiDAR metrics data with the volume and biomass measured on the ground, for each kind of forest (deciduous Oaks, Holm, Stone pine, etc.). For this purpose a total of more than 600 angle count sampling's (clustered in group of 4) were realized. The above models were then used "in a predictive way" (on the basis of LIDAR CHM metrics only), for the production of maps, with a resolution of 1 square meter, of estimated volume and biomass per hectare for the entire forest and for each of the about 800 Ufor. That models will be valid also in case of a future review of the inventory (new LiDAR campaign).

All the qualitative, quantitative and geographical results of the inventory phase of the research project were stored in an 'ad hoc' developed web-application called SIFTEC-I with mobile and off-line functionalities. In outdoor use, SIFTEC-I software allows the operator to automatically locate himself (by a tablet o smartphone with GNSS capacity) on each primary layer (e.g. Ortophoto, also historical ones, CHM LiDAR), or calculated thematic layer (e.g. Volume/ha), to consult the quantitative or descriptive data of each Ufor and to visualize georeferenced notes or photos collected during the inventory phase.

In the silvicultural operations plan implementation phase the approximately 600 productive Ufor units were grouped in 26 silvicultural classes (type of species composition and silvicultural treatments). A Guideline was defined for each silvicultural class, concerning the necessary silvicultural operations for a stand in average condition of fertility and crop volume presence. For each class, two standard matrices of allowable cut, in volume (mc) and biomass (t) were calculated with species in columns and large size class of trees in rows. These matrices were defined on the basis of a conspicuous series of relascope virtual marking survey of trees to be harvested for silvicultural reasons. The appropriate standard matrices of allowable cut were then applied to each Ufor to quantify the actual allowable cut matrix for each specific Ufor. The second phase of the research project ended with the development and implementation of a silvicultural planning information system software called SIFTEC-S. SIFTEC-S archives all the silvicultural management data and provides them through a GIS web interface. The software automatically computes the volumes and biomass matrices allowing the technician to interactively update the silvicultural operations and evaluate the volume of allowable cut on silvicultural basis.

As evidenced by this research project the LiDAR/GIS based methodology could be an innovative and economically advantageous approach to forest management also in complex and heterogeneous mediterranean forests. It provides remarkable advantages like the possibility of detailed calibration of forestry at stand level, the opportunity of frequent inventory revision with repetitions of airborne LiDAR scanning and the possibility of analytical dimensioning of allowable cut on silvicultural basis.

\*\*\*

### **S. 9.21 Metriche forestali da fotogrammetria con drone: linee guida**

Enrico Tomelleri, Valentino Floreancig, Silvia Franceschi, Abraham Mejia-Aguilar, Jörn von Uslar, Maurizio Ventura, Giustino Tonon

**Parole chiave:** droni; foreste; ecologia.

Il rilevamento da drone è un approccio per l'acquisizione di dati ecologici in via di sviluppo. Grazie ad un rapido sviluppo negli ultimi anni, i vettori sono ora accessibili, leggeri ed economici. Lo sviluppo e la miniaturizzazione dei sensori ha reso possibile la raccolta di dati ecologici di qualità scientifica a livello di parcella e paesaggio. Inoltre, gli strumenti possono essere facilmente trasportati e possono essere utilizzati quasi in qualsiasi momento e in qualsiasi condizione. Tuttavia, esistono ancora alcune limitazioni in terreni complessi. Queste limitazioni sono principalmente legate alla turbolenza atmosferica, alla scarsa visibilità, alla limitata ricezione del segnale GNSS e alla disponibilità di aree per il decollo e l'atterraggio. Tuttavia, il rilevamento di dati ecologici da drone offre vantaggi rispetto ai rilievi aerei e di campo. Quali la ripetibilità verso il primo approccio e la capacità di coprire una maggiore area per unità di tempo verso il secondo. Per questi motivi, le applicazioni negli ecosistemi forestali stanno diventando oggi più diffuse. Infatti, le immagini RGB ad alta risoluzione hanno un grande potenziale per la mappatura dei popolamenti forestali e la loro caratterizzazione. Pertanto, questo metodo rappresenta un valido supporto per gli inventari forestali e le pratiche di gestione come il controllo dei parassiti, la pianificazione e il monitoraggio del prelievo legnoso. In



questa prospettiva, la convalida delle metriche derivate è un passo fondamentale per una solida caratterizzazione dei popolamenti forestali. Con questo lavoro, vogliamo quindi suggerire un modo per ricavare metriche forestali robuste da nuvole di punti fotogrammetriche e dall'analisi "object-based" di ortofoto ad alta risoluzione. Nel 2013 e 2015 abbiamo condotto rilievi di campo e campagne da drone in una valle alpina (Val Aurina/Ahrntal). In 12 are di studio (15 m di diametro) abbiamo misurato il diametro a petto d'uomo (DBH) e l'altezza di ogni albero (se superiore a 1,3 m). Le caratteristiche dei singoli alberi sono state associate alle cime degli stessi identificate dal modello di altezza della copertura (CHM). Questo è stato ottenuto da un volo aereo lidar del settembre 2012 (Optech GEMINI Airborne Laser Terrain Mapper, altezza di volo 500 m a.g.l., risoluzione di 10 punti per metro quadrato). All'inizio dell'estate 2015, abbiamo condotto una campagna fotogrammetrica da drone. A scopo di test, ci siamo concentrati su una singola area di studio con un'eterogeneità ecologica orizzontale e verticale elevata. Su quest'area, abbiamo eseguito un volo coprendo 1.5 ettari. Il volo è stato pianificato per ottenere una distanza di campionamento terra (GSD) inferiore a 5 cm. Il sensore a bordo era una telecamera RGB (Ricoh GR) attivata da un intervallometro (20 immagini al minuto). Abbiamo acquisito la geolocalizzazione precisa di 10 punti di controllo a terra (GCP) distribuiti nell'area di studio. Nella fase di raccolta dei dati, abbiamo affrontato problemi relativi all'accessibilità del sito, alla sovrapposizione delle immagini e al segnale GNSS scadente. Abbiamo quindi elaborato le immagini per ottenere una nuvola di punti fotogrammetrica ed un ortomosaico. La prima è stata segmentata per ricavare le posizioni e le altezze dei singoli alberi nello spazio 3D. Inoltre, sono state identificate le specie arboree mediante la fusione di queste informazioni con una classificazione "object-based" del corrispondente ortomosaico. Le metriche ottenute dai questi dati sono state confrontate con il rilievo sul campo per consentire una validazione. In questa fase, abbiamo affrontato problemi relativi alla deformazione del terreno nella zona perimetrale, ai dati mancanti e alla ricostruzione scadente delle forme 3D di alcuni individui. Nella fase di convalida, i due approcci hanno dimostrato di essere consistenti. L'integrazione di campagne da drone con rilievi di campo è quindi un metodo efficiente per stimare metriche forestali in modo robusto consentendo anche la valutazione delle incertezze. Il nostro approccio ha dimostrato le potenzialità e le limitazioni della stima di metriche forestali con immagini RGB da drone. Da questa esperienza, abbiamo sviluppato linee guida per un metodo che consenta di stimare metriche forestali robuste a livello di popolamento. Stime affidabili di queste metriche forestali su base fotogrammetrica offriranno possibilità finora imprevedute per una "smart forestry" nel prossimo futuro.

#### ***UAV-borne photogrammetric forest metrics: dos and don'ts***

**Keywords:** UAV; forestry; ecology.

UAV sensing is a developing approach for ecological data acquisition. Following a rapid development in the recent years, carriers are now affordable, light and cost-effective. Development and miniaturization of sensors allows collecting scientific-grade ecological data at plot and landscape scale. Furthermore, payloads can be easily transported and can be operated almost at any time and any condition. However, some constraints in complex terrains still exist. These constraints are mainly related to atmospheric turbulence, scarce visibility, poor GNSS signal, availability of areas for take-off and landing. Still, UAV-sensing provides advantages compared to airborne and field surveys. The repeatability toward the first approach and the area covered per unit of time toward the second. For these reasons, applications in forest ecosystems are nowadays becoming more popular. In fact, high resolution RGB images have a great potential for stand mapping and characterization. Therefore, representing a valuable support for forest inventories and management practices such as pest control, planning and monitoring of logging. In this perspective, the validation of derived metrics is a fundamental step for robust forest plot characterization. With this work we provide guidelines for deriving robust forest metrics from photogrammetric point cloud data and object-based image analysis. In 2013 and 2015 we conducted field surveys and UAV campaigns in an alpine valley (Val Aurina/Ahrntal). In 12 plots with 15 m diameters we measured diameter at breast height (DBH) species and height of each tree with height greater than 1.3 m. Tree characteristics were associated with tree tops identified from the Canopy Height Model (CHM) derived from an airborne lidar survey executed in September 2012 (Optech GEMINI Airborne Laser Terrain Mapper, flying height 500 m a.g.l., resolution 10 points per square meter). Early summer 2015, we conducted a UAV-borne photogrammetric campaign. For testing



purposes, we focused on a plot with high horizontal and vertical ecological heterogeneity. Over this area of interest, we performed a UAV flight covering 1.5 ha, and we aimed at a Ground Sampling Distance (GSD) lower than 5 cm. The payload was a RGB camera (Ricoh GR) triggered by an intervalometer (20 images per minute). We acquired the precise geolocation of 10 Ground Control Points (GCP) spread in the area of interest. In the data collection phase, we faced issues related to site accessibility, image overlapping and poor GNSS signal. We processed UAV-borne images to obtain an orthomosaic and a photogrammetric point cloud. We segmented this to derive three tops positions and heights. Additionally, we could identify tree species by means of merging this information with the corresponding orthomosaic and applying an object-based classification. The metrics obtained from the photogrammetric data were compared to the field survey allowing for validation. In this phase, we addressed problems related to radial terrain deformation, missing data at the margins and poor 3D tree reconstruction. As last - in the validation phase - the two independent approaches showed to be consistent. The integration of UAV campaigns and field surveys is a time efficient method for estimating robust forest metrics allowing for assessing uncertainties and correcting biases. Our approach showed the potentialities and limitations of forest traits estimation from UAV-borne RGB images. From this experience, we could develop guidelines for a robust workflow to estimate forest metrics at plot level. Robust estimates of UAV-borne photogrammetric forest metrics will offer unpredicted possibilities for smart forestry in the near future.

\*\*\*

### S. 9.22 Nuovi sistemi di monitoraggio degli alberi: da Industry 4.0 a Nature 4.0

Riccardo Valentini, Damiano Gianelle, Luca Belelli, Ivanovich Vasenev Viecheslav, Simona Castaldi

**Parole chiave:** ecofisiologia; trasporto idrico; incremento radiale,; analisi spettrale.

Recentemente le tecnologie Internet of Things (IoT) sono cresciute rapidamente e rappresentano oggi un'opportunità unica per migliorare le nostre capacità di monitoraggio ambientale a costi estremamente bassi. IoT è un nuovo sistema di pensiero in cui oggetti, animali o persone sono dotati di identificatori univoci e trasferiscono i dati su una rete senza richiedere l'interazione da uomo a uomo o da uomo a computer. L'IoT si è evoluto dalla convergenza di tecnologie wireless, sistemi microelettromeccanici (MEMS) e Internet. L'espansione di tali tecnologie in domini di monitoraggio ambientale consente di avere in tempo reale la trasmissione dei dati e numerosi punti di monitoraggio a basso costo. Abbiamo sviluppato un nuovo sensore, TreeTalker©, che è in grado di misurare il trasporto idrico delle piante arboree, l'accrescimento diametrico e le caratteristiche spettrali delle foglie della chioma in tempo reale. Vengono mostrate delle applicazioni di tale tecnologia per il monitoraggio delle foreste mediante algoritmi di analisi big data in rapporto alle variazioni climatiche, all'età degli individui, alla specie ed alle condizioni fitopatologiche.





## Sessione 10 - Arboricoltura da legno e agroselvicultura

### Session 10 - Timber/wood plantations and agroforestry

#### S. 10.01 Performance di 22 genotipi di pioppo selezionati in Europa in quattro differenti ambienti italiani

Franco Alasia, Gianni Facciotto, Sara Bergante, Omar Alasia, Enrico Allasia, Fabiano Bertaina, Giuseppe Pignatti, Giorgio Pontuale, Matteo Tomaiuolo, Stefano Verani, Giuseppe Nervo

**Parole chiave:** pioppo; genotipi; biomassa; fenologia.

Nell'ambito del progetto EU-POP "Testing of poplar clones from EU member states for the use in short rotation coppice (SRC) culture", coordinato dal Bavarian Office for Forest Seeding and Planting (ASP) sono stati testati e confrontati in diversi ambienti europei 22 genotipi di pioppo (cloni), selezionati da diverse istituzioni o selezionatori privati europei negli ultimi anni, al fine di valutare l'accrescimento delle piante e la produzione di biomassa. Sono stati previsti due cicli di coltivazione di 4 anni per ottenere dati significativi sulle prestazioni dei cloni. In Italia sono stati costituiti quattro impianti sperimentali in diverse condizioni ambientali: a Casale Monferrato (CM) su terreno sabbioso con clima sub-continentale; a Cavallermaggiore (CL) e Savigliano (SV) su suolo franco e clima sub-continentale, e a Roma (RM) su suolo argilloso sabbioso e clima subtropicale. Nella primavera del 2014 i campi sperimentali sono stati arati a 30 cm di profondità ed erpicati poco prima della messa a dimora. In tutti i siti, sono state piantate talee non radicate di 20 cm di lunghezza di tutti i cloni, con una spaziatura di  $2,5 \times 1$  m, corrispondente ad una densità di 4000 talee per ettaro. Il disegno sperimentale è un blocco completo randomizzato con tre replicazioni; l'unità sperimentale è una parcella di 4 file di 10 piante ciascuna. Subito dopo l'impianto è stato effettuato sulle file un trattamento erbicida con antigerminello. Durante la prima stagione vegetativa sono state eseguite tre o quattro erpicature negli interfilari e sono stati necessari ripetuti trattamenti insetticidi per il controllo della *Crisomela populi* in particolare a CM. A partire dal secondo anno, le pratiche culturali sono state ridotte: il controllo meccanico delle infestanti è stato effettuato solo due volte: in tarda primavera e all'inizio dell'autunno. Le parcelle sono state irrigate a pioggia da quattro a cinque volte ogni anno a CM. Alla fine di ogni stagione vegetativa in tutti i siti, e su ogni unità sperimentale, sono stati rilevati: la sopravvivenza di tutte le piante, e nella parte centrale delle parcelle (16 piante) il diametro a petto d'uomo e l'altezza totale delle piante per valutare la crescita e stimare la produzione di biomassa dei vari cloni testati. A CM e a RM, sono state rilevate anche le fasi fenologiche relative alla formazione delle gemme apicali nell'autunno del primo anno e alla germogliazione nella primavera del secondo anno. Negli altri due siti è stata effettuata a settembre di ogni anno la valutazione della sensibilità alle ruggini (*Melampsora larici-populina*, *M. allii-populina*) utilizzando uno schema o basato sulla percentuale di area fogliare totale colpita della pianta a seguito dell'infestazione naturale. Alla fine del quarto anno, tutte le prove sono state ceduate: gli alberi della parte centrale di ogni parcella sono stati pesati per ottenere la produzione di biomassa per unità di superficie. A CM, su tre piante di ciascun clone di ogni replicazione, a 1,30 m di altezza sono state prelevate delle rotelle, di circa 20 cm di lunghezza, per misurare la densità basale. Le stesse tre piante sono state sminuzzate con un cippatore da piazzale e su un campione di circa 2 kg di cippato (fusto e rami) è stato misurato il contenuto di umidità. Il miglior clone è risultato AF34 a CM, Delrive e Orion a RM, Orion a CL e AF18 a SV con biomassa secca epigea vicino a 20 Mg ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> nei tre siti dell'Italia settentrionale e 9 Mg ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> a Roma.

#### **Performances of 22 poplar genotypes selected in Europe in four different environments of Italy**

**Keywords:** poplar; genotypes; biomass; phenology.

In the frame of EU-POP project "Testing of poplar clones from EU member states for the use in short rotation coppice (SRC) culture", coordinated by Bavarian Office for Forest Seeding and Planting (ASP), a total of 22 different poplar genotypes (clones), selected by different European working groups in recent years, were tested and compared in different environments of Europe, to evaluate growth and production performances.





Two rotation periods of 4 years are planned to get significant data about the performance of the clones. In Italy four experimental sites were established in different environmental conditions: in Casale Monferrato (CM) on sandy soil with sub-continental climate; in Cavallermaggiore (CL) and Savigliano (SV) on loam soil and sub-continental climate and in Rome (RM) on sandy loam soil and subtropical climate. The fields were ploughed to 30 cm depth and harrowed before planting. In all sites, the clones were planted as unrooted cuttings (20 cm), in spring 2014, with a spacing of  $2.5 \times 1$  m, corresponding to a density of 4000 trees ha<sup>-1</sup>. The experimental design is a randomized complete block with three replications; each plot contains 40 trees. After establishment, chemical herbicide was sprayed on the rows. During the summer of the first year, three or four harrowings were carried out between the rows. Repeated treatments against *Crisomela populi* were necessary during spring and summer of the first year in CM. From the second year, cultural practices were reduced: mechanical weed control was done only twice in late spring and in autumn. The plots were irrigated by sprinkler four-five times per year in CM. In all sites, survival of all the trees, diameter at breast height (DBH) and total height of the trees of the core plot for each clone and replication were measured at the end of each vegetative season to evaluate the growth and estimate biomass production. In CM and RM, evaluations of phenology were performed in autumn of the first year and in spring of the second year. In the other two sites rust assessment (*Melampsora larici-populina*, *M. allii-populina*) was carried out in September of each year using a scoring scheme based on the total infected leaf area of a young tree after natural infection. At the end of fourth year, all the trials were harvested: the trees of each core plot were weighted to obtain aboveground biomass production. In CM, on three plants of each plot disks, of about 20 cm of stem at 1.30 m of height, were taken to measure the basal density. The same three plants were chipped and a sample of wood chips (stem and branches together) was taken to get the dry matter content. The best clone resulted AF34 at CM, Delrive and Orion at RM, Orion at CL and AF18 at SV with aboveground dry biomass near 20 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in the three sites of northern Italy and near 9 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in Rome.

\*\*\*

### S. 10.02 Quali sono le specie arboree a rapido accrescimento per la Sicilia?

Emilio Badalamenti, Tommaso La Mantia, Donato Salvatore La Mela, Federico Maetzke, Giovanna Sala, Sebastiano Sferlazza

**Parole chiave:** biomassa legnosa; produttività; eucalipti; Sicilia.

A dispetto dell'uso diffuso massiccio della locuzione "specie a rapido accrescimento", riferita a specie utilizzate per la produzione di biomassa, mancano ad oggi riferimenti certi che servano a definire le suddette specie. Si consideri, inoltre, che la locuzione è utilizzata, oltre che in articoli e testi tecnici, anche in testi che hanno carattere applicativo e/o costituiscono norme di riferimento come, ad esempio, le misure dei Piani di Sviluppo Rurale.

Una definizione ormai datata della FAO (1967), riferita ai paesi in via di sviluppo, riporta: "Fast-growing species are considered as those capable of a mean annual increment of at least 10 cubic meters per hectare". Nel frattempo, da quando è stata pubblicata questa definizione, molte altre definizioni sono sorte tra cui "fast growing high yielding" (FGHY), "Short Rotation Forestry" (SRF), "Short Rotation Coppice" (SRC). Naturalmente, le specie a rapido accrescimento indicate per grandi aree del pianeta, ad esempio i paesi in via di sviluppo, che comprendono vaste aree deserte e aree tropicali e subtropicali dove la scelta e la risposta delle specie utilizzabili è necessariamente diversa, si traducono in indicazioni generiche e fuorvianti.

Anche per l'Italia, che presenta una notevole eterogeneità ambientale, l'indicazione di specie a rapido accrescimento risulta generica, se non è precisata almeno l'area di utilizzo.

Gli Autori hanno innanzitutto compiuto una valutazione delle definizioni e dei significati sino ad oggi utilizzati a livello mondiale per indicare le specie arboree a rapido accrescimento. È stata poi compiuta una valutazione di dettaglio a livello nazionale dei lavori che fanno riferimento a specie a rapido accrescimento per individuarne, se indicate, le soglie di produttività. È stata infine eseguita una valutazione di dettaglio per il territorio siciliano, compiendo un'analisi dei dati di letteratura e inediti sulla produttività delle diverse specie arboree, individuando quelle che possono rientrare tra le specie forestali a rapido accrescimento.



Tra le specie analizzate, gli eucalipti rimangono quelle più promettenti per il contesto regionale, ma emergono numerose criticità dipendenti da errori compiuti spesso nel passato. Emerge altresì una mancanza di sperimentazione condotta con criteri moderni, e con questa la necessità di rivisitare profondamente, per la realizzazione di nuovi impianti, le tecniche di impianto, la scelta delle specie/cloni, etc. adottate negli impianti del passato, che erano stati realizzati per aumentare le superfici forestali dell'Isola.

L'individuazione di queste specie è indispensabile in un momento in cui, a causa di scelte compiute quali la realizzazione di grossi impianti per la produzione di energia da biomassa, c'è la necessità di approvvigionamento di materia prima. A prescindere dalla correttezza delle scelte compiute in ordine alla realizzazione di grossi impianti a biomassa, discutibile in una regione come la Sicilia, una valutazione delle reali possibilità di produzione di biomassa va compiuta. Non va trascurato, inoltre, che non è sufficiente soffermarsi solo sulla scelta delle specie, poiché anche le tecniche agronomiche da adottare rivestono un ruolo fondamentale nella riuscita delle piantagioni, la definizione della FAO, infatti, continua così: "under favorable site conditions and as long as suitable techniques are utilized for ground preparation and for the establishment, care and tending of the plantations". Ma qui entrano in gioco altre valutazioni, non secondarie, di tipo finanziario e sociale, di fronte alla necessità di ricorrere ad input quali l'irrigazione (e la fertilizzazione!): le colture arboree a rapido accrescimento sono alternative alle colture agrarie abituali?

### ***Which are the fast growing tree species for Sicily?***

**Keywords:** woody biomass; productivity; *eucalyptus*; Sicily.

In spite of the widespread use of the term "fast-growing species" referred to forest tree species used for biomass production, there are currently no definite references for defining the aforementioned species. It should be also considered that the term is used not only in articles and technical papers, but also in texts that are applicative and/or represent reference standards such as, for example, the measures of Rural Development Plans.

A long-established definition by FAO (1967), but with reference to the developing countries, reports: "Fast-growing species are considered as those capable of a mean annual increment of at least 10 cubic meters per hectare". In the meantime, since this definition was published, many other definitions have emerged including "fast growing high yielding" (FGHY), "Short Rotation Forestry" (SRF), "Short Rotation Coppice" (SRC). Naturally, fast growing species indicated for large areas of the planet, for example developing countries, that include wide desert areas and tropical and subtropical areas where the choice and response of usable species is clearly different, resulting in generic and misleading indications.

Even for Italy, which has a considerable environmental heterogeneity, the indication of fast growing species is generic, if at least the area of use is not specified.

First of all, the Authors made an assessment of the definitions and meanings used up to now in the world to indicate the fast growing species. A nationwide detailed assessment of the works referring to fast-growing species was then carried out to identify, if indicated, the productivity thresholds. Finally, a detailed assessment was carried out for the Sicilian territory, making an analysis of the literature and unpublished data on the productivity of the different tree species, identifying those that can be considered among the "fast growing species".

Among the investigated species, eucalypts have confirmed to be the most promising trees for the regional context, but there are a number of critical issues that emerged from mistakes often made in the past. There is also the lack of experimentation conducted with modern criteria, and with this the need to deeply revise, in order to establish new afforestation plantings, the planting techniques, the choice of species/clones, etc., adopted in the past afforestations, which had been established to increase the forest cover of the island.

The identification of these species appears indispensable at a time when, due to choices made such as the construction of large biomass energy plants, there is the need to supply raw material. Regardless of the correctness of the choices made, establishing large energy plants, questionable in a region such as Sicily, an assessment of the real possibilities of biomass production must be carried out. Furthermore, it should not be overlooked that it is not sufficient to dwell only on the choice of species, since also the agronomic techniques to be adopted play a fundamental role in the success of the plantations. The definition by FAO, in fact, continues like this: "under favorable site conditions and as long as suitable



techniques are utilized for ground preparation and for the establishment, care and tending of the plantations". Furthermore, it should not be overlooked that it is not sufficient to dwell only on the choice of species, since also the agronomic techniques to be adopted play a fundamental role in the success of the plantations. But here other, non-secondary, economic and social assessments come into play, faced with the need to resort to inputs such as irrigation (and fertilization!): are fast-growing tree crops alternative to ordinary agricultural crops?

\*\*\*

### **S. 10.03 Effetti dei diradamenti sull'efficienza d'utilizzo dell'acqua e sulla produttività di impianti di *Quercus robur***

Giovanna Battipaglia, Francesco Niccoli, Angela Di Puoti, Maria Chiara Manetti, Dalila Sansone, Francesco Pelleri

**Parole chiave:** diradamento; farnia; efficienza d'uso dell'acqua; produttività; isotopi stabili; selvicoltura.

Le strategie di gestione forestale hanno assunto negli ultimi anni un ruolo determinante nel contrastare i cambiamenti climatici in atto. Tra le pratiche selvicolturali, il diradamento è la pratica più utilizzata per accrescere la produttività e la stabilità di un soprassuolo forestale in quanto, attraverso la riduzione della competizione, permette l'aumento della resa produttiva degli individui rilasciati. D'altra parte è stato verificato che i diradamenti possono alterare il ciclo dell'acqua e soprattutto i rapporti idrici tra suolo e pianta. Questo determina un aumento dell'uso della risorsa idrica, conseguenza importante in ambienti, come quelli Mediterranei, dove l'acqua rappresenta un fattore limitante.

Lo scopo di questo lavoro è quantificare gli effetti che i diradamenti di diversa intensità hanno sull'uso dell'acqua e sulla produttività di *Quercus robur*, una specie molto diffusa in Europa e fortemente impiegata nelle pratiche di riforestazione. Tale studio potrebbe essere utilizzato come linea guida per determinare le modalità di gestione più idonee alla specie.

L'area di studio è una piantagione mista risalente al 1996 e situata in una zona di pianura vicino Firenze, realizzata usando un sesto d'impianto quadrato di 4m. La farnia, il frassino e il noce sono stati piantati insieme al 50% di Ontano. Nel 2011 le parcelle sono state sottoposte a tre diversi tipi di diradamento:

- (i) diradamento selettivo attorno alle piante obiettivo, di intensità moderata, dove sono state abbattute le 4 piante di noce, farnia o frassino, circostanti le candidate individuate, lasciando invece gli ontani;
- (ii) diradamento selettivo attorno alle piante obiettivo, di intensità molto forte. In questo caso sono state abbattute le 8 piante circostanti ciascuna candidata, compreso l'ontano;
- (iii) diradamento geometrico a salti di intensità forte, dove sono state abbattute le piante di noce e ontano presenti sull'allineamento prescelto.

Nel sito studio sono stati eseguiti periodicamente rilievi strutturali e misure annuali dendrometriche. Nell'estate 2017 sono state effettuate misure di LAI e PAR ed è stato calcolato l'indice di competizione di Hegyi considerando tutti gli alberi competitori nel raggio di 8 m. All'analisi dendrocronologica è stata affiancata l'analisi isotopica degli anelli di accrescimento. Sono state campionate due carote per albero a 1.3 m di altezza da 60 individui dominanti di farnia. L'incremento corrente di area basimetrica (BAI) è stato calcolato per poter confrontare la produttività della farnia nelle diverse tesi di diradamento. Le analisi del  $\delta^{13}C$  sono utilizzate per ricavare informazioni sull'efficienza d'uso dell'acqua nei tre trattamenti, mentre il  $\delta^{18}O$  come misura della conduttanza stomatica.

I risultati preliminari mostrano come, nonostante i tre trattamenti siano molto diversi tra loro per intensità, la produttività della specie è rimasta la stessa sia in termini di BAI che di diametro. L'indice di Hegyi risulta maggiore nel trattamento 1 (dove è presente l'ontano) rispetto agli altri trattamenti. Inoltre il valore di trasmittanza nel trattamento 1 è statisticamente differente da quello trovato negli altri due trattamenti. Le future analisi isotopiche chiariranno le risposte ecofisiologiche innescate dai diversi trattamenti e consentiranno di individuare il trattamento più efficace da un punto di vista gestionale.



## **Effect of thinning strategies on tree water use efficiency and productivity of *Quercus robur* plantation**

**Keywords:** thinning; pedunculate oak; water use efficiency; stable isotopes; silviculture.

Forest management strategies for addressing global climate change have become an increasingly important issue. Among forest management practices, thinning is the most commonly applied treatment for improving tree productivity. Thinning is able to decrease competition between the remaining trees and improve stand vigour, thereby effectively increasing volume growth for commercial purposes. However, thinning has the potential to alter the water potential gradients that exist between soil and canopy. As a result, a change in the amount of water used by trees could be produced and it needs to be taken in account, being water shortage one of the main problems of Mediterranean forest.

The main aim of this study is to quantify the effect of thinning intensities on water use and growth of *Quercus robur*, a widely planted forest tree species in Europe, which could help providing guidelines for the appropriate thinning intensity in mature oak forest. The results can be a support for land management decisions on the choice of appropriate thinning intensity in mature oak forest.

Our study site is a mixed plantation established in 1996, in a low land fertile soil near Florence, with a planting layout in square with distance of 4 m. Pedunculate oak, narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) and common walnut (*Juglans regia* L.) have been intercropped with the 50% of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). In this plantation a thinning trial was established in winter 2011 testing three different options:

- (i) selective thinning around 70-80 crop trees per hectare preserving all the black alder and felling four direct competitors of the other species;
- (ii) selective thinning around 70-80 crop trees, felling four alders and four direct competitors in the nearby of the crop trees;
- (iii) systematic thinning felling 50% of alder and other trees favouring oaks' lines.

In the plantation, periodical measurement of stand structure and annual DBH of crop trees have been carried out. Further, LAI and PAR values were estimated in the Summer of 2017; Hegyi competition index was calculated considering all the competitors of crop trees in a radius of 8 m. The classical dendrochronological approach was coupled with stable isotope analyses. Two cores per tree were extracted at breast height (1.3 m) from 60 dominant oaks. Basal area increments (BAI) were compared to evaluate the effects of different thinning types. Each single ring was separated for C and O isotope analysis:  $\delta^{13}C$  has been considered as proxy of Water use efficiency (WUEi) while  $\delta^{18}O$  as proxy of stomatal conductance.

Preliminary results showed that, despite strong differences in the thinning intensity and modality, the oaks present a similar growth in terms of DBH and BAI. The Hegyi index is significant higher in option 1 (where alder was preserved) in comparison to the other two thinning intensity. Further, transmittance values are lower in option 1 and show significant difference in comparison to the other thinning intensity. Future isotope measurements will clarify the ecophysiological processes triggered by the thinning intensity and would suggest the most appropriate management practice for pedunculate oak.

\*\*\*

### **S. 10.04 Effetto delle variazioni climatiche e colturali sulla crescita del clone di pioppo 'Imola', in un ceduo a turno breve con turno quinquennale**

Sara Bergante, Maurizio Marchi, Gianni Facciotto

Parole chiave: pioppo; produzioni; fattori climatici; fattori colturali.

I cambiamenti climatici, ed in particolare la forte variabilità nella disponibilità di acqua, influenzano sempre più le produzioni agrarie e forestali, incidendo direttamente sulla produttività e sulle condizioni fitosanitarie delle piante e intensificando la necessità di sopperire con pratiche colturali costose sia dal punto di vista economico che ambientale. Per alcune specie particolarmente dipendenti dalla disponibilità idrica, come le Salicacee, si cerca di selezionare genotipi sempre più rustici da un lato, e di mettere a punto tecniche colturali a basso impatto economico e ambientale ma che assicurino produzioni elevate. Per questo è estremamente





importante comprendere il rapporto tra ambiente e pianta, individuare i fattori ambientali più influenti e come il loro effetto possa variare nel tempo oppure in base alla zona geografica di produzione, o ancora in base al genotipo e al modello di coltivazione. Con il progetto SUSPACE finanziato dal MiPAAF è stato possibile progettare un impianto di arboricoltura a ciclo breve con pioppo ibrido (clone 'Imola') per la valutazione della capacità produttiva in base a: modello colturale, input colturali, variazioni climatiche. L'impianto è stato messo a dimora nella primavera 2009, con spaziatura di 3 × 3 m e ceduzione quinquennale, seguendo il disegno statistico dello Split-split plot con tre replicazioni. Il blocco è suddiviso in due parcelle, una irrigata e una non irrigata; ogni parcella è suddivisa in due sub-parcelle, una concimata e una non concimata; in totale sono presenti 4 tesi colturali: Irrigato (I), Fertilizzato (F), Irrigato e Fertilizzato (IF), non trattato (testimone). L'irrigazione è stata somministrata tramite impianto a goccia. Oltre al controllo di tutti gli input colturali (quantità di fertilizzante e acqua forniti) tutte le piante sono state misurate (diametro a petto d'uomo) alla fine di ogni anno, mentre un campione di piante è stato misurato (diametro a petto d'uomo) ogni 15 giorni circa durante ogni stagione vegetativa. Grazie alla disponibilità di dati meteorologici ottenuti da una centralina posta a circa 1 km di distanza dall'impianto è stato quindi possibile mettere in relazione tutti i dati e studiare l'effetto dei differenti fattori climatici e colturali sulla crescita delle piante. I dati raccolti sono stati inseriti in un modello misto, impostando la variabile accrescimento annuale come variabile dipendente ed utilizzando età, trattamento e stagione vegetativa come effetti fissi e includendo le loro interazioni. L'identificativo (ID) univoco dell'albero è stato invece settato come effetto random. La produzione finale, alla raccolta al termine del quinto anno, è stata influenzata in particolare dall'irrigazione, mentre la fertilizzazione non sembra aver avuto effetti evidenti sulla crescita. In molti casi l'interazione tra irrigazione e fertilizzazione ha dato un effetto debolmente negativo sulla crescita. Il modello ha poi evidenziato la stagione estiva (Giugno-Agosto) come periodo chiave per la somministrazione di irrigazione mentre la combinazione di irrigazione e fertilizzazione è risultata essere significativa sulla crescita nella seconda parte della stagione vegetativa (tarda estate). A fine turno la produzione media dell'impianto è stata di 58,9 t ha<sup>-1</sup> di sostanza secca (s.s.); il testimone non trattato ha prodotto 34.3 t ha<sup>-1</sup> di s.s., la tesi fertilizzata ha prodotto in media 39.4 t ha<sup>-1</sup> di s.s., la tesi irrigata e fertilizzata 76 t ha<sup>-1</sup> di s.s., mentre e la tesi irrigata ha prodotto fino a 86 t ha<sup>-1</sup> di s.s.

### ***Growth dynamics of 'Imola' poplar clone under different cultivation inputs and climate variability***

**Keywords:** poplar; productions; climate; cultivation inputs.

Climate change strongly impacts on crops yields, quantity and quality; through application of cultural inputs, that request a lot of energy, is possible to improve the productions but if the environmental factors are very adverse to a particular crop, the expensive cultural inputs couldn't be sufficient to reach a good yields. Given these considerations, the influence of climatic factors on crops is a very important issue today, the research core for estimate, provide and evaluate the impact of the inevitable future climate change on agriculture, and specially on crops yields potential. Many studies, and the attention of mass media today are rightly towards food crops but also woody crops (and forests) must be considered very important because they supply raw material for energy production (electric, thermal or bio-ethanol production), for constructions (new Ecoconstruction sector based on wood and biodegradable materials for buildings), paper, packaging, transports and new chemicals industries. Poplar is a fast growth specie able to ensure all these types of products; in Italy, it is intensely cultivated, like an agricultural crop with production of high quality and high quantity of raw material, but, with the consequences of high energetic inputs and relative high environmental costs, specially due to chemicals treatments, fertilization and irrigation. Even if some new selected poplar genotypes are more productive and pest and disease resistant, able to grown with lower inputs in a more sustainable cultivation models, the poplar still remains a specie very closely related to water availability. With the SUSPACE project, funded by MiPAAF, it was possible to establish in 2009 in northern Italy a Short Rotation Crop (SRC) with poplar hybrid clone 'Imola', to study the impact of cultural inputs (fertilization and irrigation) and of climatic factors. The plantation density is 1111 trees ha<sup>-1</sup> with harvest at the end of 5th year; the experimental design was a Split-plot: irrigation effects were estimated using the whole plots while fertilization and the interaction effects were estimated using the split plots. A total of 4 thesis are studied: Irrigated and Fertilized trees (IF), only Irrigated (I), only Fertilized (F), no treated (test). Date and quantity of each cultural input were noted, all the trees were measured at the end of each year and a sample of 5 trees



per subplot was measured about every 15 days during each vegetative season. Obtaining climatic data from a weather unit 1 km away from plantation, it was possible to study the effect of different climatic factors on the growth rate of trees and their possible variation due to time or interaction with cultural input. All were included in a mixed-effects model with the annual increment as dependent and with age, treatment and meteorological season as fixed effects, including interactions between them. The random effect was the tree identity ID. The effect of irrigation has been positive in all years. The model highlighted the summer (June-August) as key season for the irrigation of trees while the combination between irrigation and fertilization was significant in the second half of the growing season (late Summer). At the end of the cycle the average yield was of 58,9 Odt ha<sup>-1</sup>; with a mean of 34.3 Odt ha<sup>-1</sup> for the test, 39.4 Odt ha<sup>-1</sup> for the fertilized plots, 76 t ha<sup>-1</sup> Odt ha<sup>-1</sup> for irrigated and fertilized plots and 86 t ha<sup>-1</sup> Odt ha<sup>-1</sup> for irrigated plots.

\*\*\*

### **S. 10.05 Le piantagioni da legno di noce comune del centro e Nord Italia: primi risultati di un'indagine realizzata nell'ambito del progetto H2020 WOODnat**

Sara Bergante, Dalila Sansone, Maurizio Marchi, Maria Chiara Manetti, Manuela Plutino, Claudio Bidini, Piermario Chiarabaglio, Achille Giorcelli, Massimo Gennaro, Gaetano Castro, Francesco Pelleri.

**Parole chiave:** noce; *Juglans*; piantagioni; arboricoltura da legno; impianti policiclici.

Nell'ambito del Progetto H2020 WOODnat "Second generation of planted hardwood forests in European Union" sono stati valutati i risultati delle piantagioni di arboricoltura da legno di noce comune (*Juglans regia* L.) realizzate nell'Italia centro-settentrionale prevalentemente grazie ai finanziamenti previsti dal Regolamento 2080/92 e dal primo Programma di Sviluppo Rurale. In gran parte di questi impianti è stato utilizzato il noce anche perché sembrava garantire, per lo meno in quel periodo, prezzi più elevati sul mercato. Per questo motivo il noce è stato spesso piantato anche in aree marginali e in stazioni non favorevoli per questa specie.

L'obiettivo del lavoro è stato quello di valutare, dopo 15- 25 anni dall'impianto:

- (i) i ritmi di crescita del noce ;
- (ii) le dimensioni, la qualità e la quantità del legname potenzialmente ritraibile;
- (iii) le principali cause di successo/fallimento di queste piantagioni.

L'indagine si è svolta nel 2017 e ha riguardato prevalentemente due Regioni dell'Italia centrale (Toscana e Marche) e due dell'Italia settentrionale (Piemonte e Lombardia). Il campionamento ha interessato piantagioni realizzate in aree di pianura e media collina (< 650 m s.l.m.), ubicate in terreni mediamente idonei alla coltivazione della specie che, almeno inizialmente, presentavano un buon attecchimento.

In ciascuna piantagione sono stati rilevati i seguenti parametri: tipologia e sesto di impianto, modalità di conduzione, superficie, volume e qualità del legno delle piante in piedi. In ciascuna piantagione è stato misurato un campione di 30 piante, stimandone anche la percentuale di fallanze e le condizioni fitosanitarie. I valori medi dei parametri misurati, insieme ai parametri descrittivi della stazione e delle modalità gestionali della piantagione, sono stati riportati in un Sistema Geografico Informativo al fine di studiare le potenzialità produttive di questa specie nelle diverse situazioni.

In totale sono state campionate 28 piantagioni nel Nord, 21 nelle Marche e 28 in Toscana, per un totale di 76 piantagioni con una superficie complessiva di 201,6 ettari e un'età media di 20 ±5 anni.

Nelle piantagioni campionate si è riscontrata una fallanza media del 7,6%; migliori performance si sono ottenute sia nelle piantagioni policicliche che in quelle consociate con piante accessorie, mentre una più alta mortalità si è riscontrata nelle piantagioni più vecchie e non diradate.

L'accrescimento diametrico medio è risultato pari a 1,0±0,4 cm per anno; i migliori risultati si sono ottenuti nelle piantagioni policicliche con noci piantati a distanza definitiva di 8-12 m in suoli fertili del Nord Italia e nelle piantagioni pure con accessorie delle Marche, dove la coltivazione è stata più adeguata, mentre i peggiori risultati si sono riscontrati in Toscana.

La produttività complessiva è risultata modesta (circa 20,2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, con una variabilità molto elevata), con un incremento medio di volume delle piante di noce pari a 1,0±0,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>. I migliori risultati, sia in termini di produzione legnosa che di qualità dei fusti, si sono ottenuti nelle piantagioni del Nord Italia e nelle



Marche, dove è più radicata la tradizione di coltivazione del noce e dove vi è stata una più efficiente formazione degli agricoltori.

Per quanto riguarda le condizioni fitosanitarie generali, il 18,4 % delle piantagioni presentava danni medi e/o forti, il restante 80,6% è risultata senza danni o con danni di lieve intensità. Anche in questo caso le migliori condizioni fitosanitarie si sono riscontrate nel Nord Italia e nelle Marche rispetto alla Toscana, dove danni sensibili si sono riscontrati sul 32% delle piantagioni campionate.

La mancata realizzazione dei diradamenti nella piantagione, a densità media ed elevata, è risultata una costante presente in tutte le aree indagate. Ciò è dovuto principalmente ad un'assenza di un mercato locale per il legname di latifoglie pregiate, in particolare degli assortimenti di piccole dimensioni, che rende economicamente non vantaggiosa l'esecuzione dei diradamenti. È bene ricordare però che la non tempestiva attuazione di tali pratiche colturali, insieme alla mancanza di attenzione nelle cure colturali, può indurre condizioni di sofferenza delle piante aumentando il rischio di diffusione di patologie in grado di ridurre la capacità produttiva e la qualità degli assortimenti.

Le piantagioni policicliche, di più recente introduzione, sono un tipo innovativo di coltivazione più sostenibile dal punto di vista sia economico che ambientale rispetto alle monoculture tradizionali di noce; la loro maggior flessibilità consente anche di posticipare eventualmente l'abbattimento, in attesa che il mercato del legno offra condizioni particolarmente favorevoli.

### ***Walnut plantations in Italy: a GIS database in the frame of the H2020 Woodnat project***

**Keywords:** walnut; *Juglans*; plantations; wood production outside the forest; polycyclic plantations.

Within the activity of the H2020 'Woodnat' project ("Second generation of planted hardwood forests in the European Union") the growth, yield and sanitary conditions of some Italian common walnut (*Juglans regia* L.) plantations, established in North and central Italy in the 1990s with funding of the 2080/92 Regulation, were evaluated. In those years walnut was indicated as a valuable species particularly appreciated by the market, and many farmers decided to introduce it, also in marginal and not very suitable soils. One of the objectives of the project is to evaluate tree growth and stem quality and to understand which cultural and environmental factors had a positive or negative impact on the present production. The sampled stands have been georeferenced, with the open access QGIS program; moreover, on a sample of 30 trees for each stand, general information (planting layout, spacing, age, environment conditions, pruning and thinning), dendrometric data (trees diameter, total height and others) and phytosanitary conditions have been collected, to estimate the potential wood volume obtainable and the quality percentage of the assortments. Observation of the general data has allowed to identify the principal causes of success/failure to be considered as a 'learned lesson' for the future plantations.

Data were collected in spring 2017 on 28 stands established in Northern Italy (Piemonte and Lombardia) and on 49 stands in Central Italy (Toscana and Marche) for a total of 201.6 ha on flat or hilly lands, of average aptitude and with a mean age of  $20 \pm 5$  years.

The survival rate was generally good: on average only 7,6 % of the trees were dead; better survival results were obtained in consociated or polycyclic plantations. The average annual diameter increment was  $1 \pm 0.4$  cm; also in this case better results were obtained in consociated or polycyclic plantations with a spacing of 8-10 m between walnut trees, on fertile soils and with high cultural inputs; poor results have been observed in Tuscany. The total wood volume had not a very high value (with an average of  $20.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and great variability among plantations), with an increment of about  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ . The best growth results were obtained in plantations of Northern Italy and Marche, where walnut cultivation is a long established tradition. More than 80 % of the sampled plantations showed good phytosanitary conditions with no or little damage. In all the sampled stands, thinning was not yet been carried out though necessary, especially in the denser and older stands. This was mainly due to the low local demand for the timber of valuable broadleaves of small diameter, and of the consequently low prices, which made thinning operations unprofitable. The lack of thinning and the unsuitable cultural care have been identified among the main causes of the poor results recorded. The new polycyclic plantations, with innovative layout and cultural model, allow to obtain valuable timber in a more sustainable way, with higher flexibility as for the timing of pruning and thinning, and to postpone harvesting until market conditions are favorable



## S. 10.06 Prospettive di impiego industriale dei cloni di pioppo MSA in relazione alle caratteristiche tecnologiche del legno

Stefano Berti, Gaetano Castro, Roberto Zanuttini

**Parole chiave:** legno; pioppo; clone MSA; industria.

La relazione fornisce una sintesi dell'attività di ricerca svolta negli ultimi anni sulla tematica in oggetto. Viene riportata una breve panoramica sulla situazione nazionale inerente alla disponibilità di materia prima e all'impiego industriale del legno proveniente dalla pioppicoltura specializzata, ove le stime sulla produzione interna rilevano un crescente divario rispetto alle esigenze del settore di prima trasformazione su cui è importante intervenire e che richiederebbe una superficie coltivata a pioppo di ben maggiore estensione dell'attuale. Di recente, tuttavia, in molte aree della pianura padano-veneta è in atto un'inversione di tendenza con una ripresa di nuovi impianti, spesso realizzati senza ricorrere ai contributi dei finanziamenti regionali. Viene quindi evidenziata la versatilità del pioppo coltivato secondo il modello tradizionale nel fornire assortimenti di vario tipo destinati a tutti i segmenti della filiera produttiva. Ciò rappresenta un valore intrinseco che consente un uso integrale della risorsa, con differenziazioni legate alle caratteristiche del lotto e del legname presente. Vengono poi illustrati i recenti progressi nella ricerca sul legno di pioppo, che si è sviluppata su più fronti spaziando da prove industriali sui nuovi cloni alla sperimentazione di prodotti ingegnerizzati, fino all'ottimizzazione di alcuni processi produttivi. Essa ha consentito la messa a punto di prodotti innovativi e di valutare possibili impieghi non tradizionali, in analogia a quanto sta avvenendo in altri Paesi europei. Come esempio, vengono riportati i risultati del progetto ThermoPoplarPly (finanziato dalla Regione Piemonte), nell'ambito del quale sono state effettuate prove di trattamento termico ad alta temperatura su semilavorati di pioppo sotto forma sia di elementi in massiccio che di pannelli di compensato. Vengono poi esposte le risultanze di analisi fisiche e tecnologiche preliminari eseguite sui principali cloni di pioppo che rientrano nell'elenco di quelli a "Maggior Sostenibilità Ambientale" (i cosiddetti "cloni MSA"), il cui impiego in alcuni casi è necessariamente richiesto dagli schemi di certificazione o da misure del PSR, mentre in altri può essere opportuno per specifiche esigenze stagionali e per ridurre i costi delle cure colturali. Più in dettaglio vengono forniti i risultati di prove di sfogliatura confrontandoli con quelli del clone di riferimento ('I-214'), approfondendo i punti critici e le potenzialità legati alla loro introduzione sul mercato nazionale. In tal senso, la principale difficoltà appare legata al fatto che, in Italia, l'industria del compensato, in quanto destinazione principale e più remunerativa per il legname di pioppo di miglior qualità ritraibile dagli impianti, è da tempo abituata a lavorare quasi esclusivamente il clone 'I-214' ed ha conseguentemente sviluppato canali di impiego e sbocchi commerciali confacenti alle sue proprietà peculiari, per cui cerca di limitare l'approvvigionamento a materiale con caratteristiche tecnologiche analoghe (bassa densità, colore chiaro, stabilità dimensionale, facilità di incollaggio e finitura). Pur mantenendo simile, se non superiore, rapidità di accrescimento, molti dei nuovi cloni sono invece caratterizzati da un legno con proprietà diversificate, in genere più pesante ma anche più resistente, paragonabile da un punto di vista prestazionale a quello di alcune conifere largamente usate in edilizia. Tale aspetto è di indubbio interesse qualora si voglia prospettare una maggior differenziazione dei semilavorati e prodotti ottenuti e un futuro impiego per applicazioni, non necessariamente strutturali, nel suddetto ambito. A questo riguardo viene sottolineato il ruolo che la ricerca potrebbe avere nel supportare l'industria verso lo sviluppo di prodotti innovativi e nell'inserimento in produzione delle novità clonali della moderna pioppicoltura.

**Perspectives for industrial use of MSA poplar clones in relation to the technological characteristics of their wood**

**Keywords:** wood; poplar; MSA clones; industrial use.

This report provides a summary of the research activities carried out in recent years on Poplar, with special regard to the industrial utilization of its wood.

A brief overview is provided of the availability of raw materials at national level and of the industrial use of the wood obtained from specialized poplar plantations: estimates of the domestic production show a large gap with the needs of the first processing sector, a gap which could only be filled by a major increase of the





area covered with poplar. Recently, however, in many areas of the Po valley the trend is changing, thanks to the establishment of new plantations, often even realized without resorting to regional funding.

The versatility of the poplar wood obtained from plantations cultivated according to the traditional model, which provide various types of assortments for all the segments of the production chain, represents an intrinsic value that allows an integral use of this resource, with different possible applications, depending on the characteristics of the lot.

The latest progresses in research on poplar wood, on several fronts, are then illustrated, ranging from industrial trials on the new clones to experimentation with engineered products and to the optimization of some production processes. Research has allowed to develop innovative products and to evaluate possible non-traditional uses, in line with the trend in other European countries. As an example, the results of the ThermoPoplarPly project (financed by the Piedmont Region) are reported, in which tests of high temperature heat treatment were carried out on semi-finished poplar, in the form of both solid and plywood panels.

The results of preliminary physical and technological analyses carried out on the main poplar clones among those characterised by "Greater Environmental Sustainability" (so-called "MSA clones") are also shown: their use in some cases is made compulsory by certification schemes or by Regional Development measures, while in others it may be appropriate and recommended in relation to specific site conditions and/or to reduce the costs of cultural practices.

More specifically, the results of rotary-cutting tests are provided, as compared to those of the reference clone ('I-214'), with particular attention to both the critical and the positive implications of their introduction on the national market. The main criticality appears to be the fact that the Italian plywood industry - the main and most profitable destination for the highest quality poplar wood obtainable from traditional plantations - has long been using almost exclusively the clone 'I-214' and has consequently stuck to utilization channels and market uses suited to its peculiar properties. This industry therefore tends to purchase material with technological characteristics (low density, light colour, dimensional stability, ease of bonding and finish) equivalent to those of 'I-214'. While showing similar, if not higher, growing rates, many of the new clones are nevertheless characterized by a wood with slightly different properties, generally heavier but also more resistant, and comparable - from a performance point of view - to those of some conifers widely used in building. This aspect is of undoubted importance for the purpose of increasing the variety of semi-finished products obtainable and of possible future uses, also for applications, although not necessarily with structural function, also in the building sector. To this aim, the role that research could have in supporting the industry towards the development of innovative products exploiting the characteristics of the clonal novelties of modern poplar cultivation.

\*\*\*

#### **S. 10.07 Standard di certificazione PEFC per la certificazione del "Fuori foresta" e dell'agroselvicoltura**

Antonio Brunori

**Parole chiave:** certificazione PEFC; fuori foresta; agroselvicoltura; gestione forestale sostenibile.

Il Programma per il mutuo riconoscimento di schemi di certificazione forestale (PEFC) è un'organizzazione internazionale non profit e non governativa dedicata alla promozione della gestione sostenibile delle foreste (GFS) attraverso la certificazione indipendente di terza parte. Il PEFC funziona nell'intera filiera forestale per promuovere buone pratiche nella foresta e garantire che i prodotti forestali e quelli non legnosi siano prodotti nel rispetto dei più elevati standard ecologici, sociali ed etici. Grazie al suo marchio, clienti e consumatori sono in grado di identificare i prodotti da foreste e piantagioni arboree gestite in modo sostenibile. L'allargamento del campo d'applicazione della certificazione PEFC della gestione forestale ai sistemi arborei "fuori foresta" rappresenta un'importante evoluzione a livello internazionale. Il termine "fuori foresta" si riferisce a tutti i sistemi arborei che vengono coltivati al di fuori delle aree classificate come foreste a livello nazionale; in tale classificazione si include sia l'agroselvicoltura che le foreste urbane, comprendendo alberi che crescono in frutteti e in terreni non forestali comunali e statali, in parchi e giardini, lungo strade, canali e linea ferroviaria in aree rurali o urbane, etc.. Linee guida e criteri di gestione sostenibile sono necessari per ottenere una certificazione, dal momento che questo uso del suolo sta diventando sempre più importante e dovrebbe



avere linee guida di gestione sostenibile in modo simile all'agricoltura e alla selvicoltura. Ciò costituirebbe la base per la futura certificazione dei prodotti da sistemi di agroselvicoltura gestiti in modo sostenibile. Questo approccio porterà l'agroselvicoltura all'attenzione dei consumatori, pur sottolineando la sua importanza per la produzione sostenibile di cibo, legname, combustibile e servizi ambientali. I requisiti internazionali per la certificazione dell'agroselvicoltura secondo il sistema PEFC sono attualmente in fase di sviluppo e saranno disponibili solo a seguito dell'approvazione a livello internazionale del metastandard per la gestione sostenibile delle foreste, e dell'appendice per l'interpretazione degli standard dedicati al "fuori foresta". Una volta che questa certificazione sarà approvata a livello internazionale, gli standard potranno essere applicati a livello nazionale attraverso un progetto pilota. Si prevede che questo processo finisca nell'anno 2019.

### **PEFC assessment standards for certification of "trees outside forests" and agroforestry**

**Keywords:** PEFC certification; trees outside forests; agroforestry; sustainable forest management.

The Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) is an international non-profit, non-governmental organization dedicated to promoting Sustainable Forest Management (SFM) through independent third-party certification. PEFC works throughout the entire forest supply chain to promote good practice in the forest and to ensure that timber and non-timber forest products are produced with respect for the highest ecological, social and ethical standards. Thanks to its eco-label, customers and consumers are able to identify products from sustainably managed forests. Expanding PEFC's scope from trees within forests, to include trees outside forests (ToF), is an important consideration for advancing sustainable landscapes and rural livelihoods. The term ToF refers to all trees that are grown outside the "recorded forest area"; and includes both agroforestry (AF) as well as urban forestry, and includes trees growing in private lands in agroforestry, farm forestry, along farm bunds and homesteads, in orchards and in common and state non-forest lands, in parks and gardens, along roads, canals and railway line in rural or urban areas, etc. Sustainable management criteria and guidelines for ToF and AF are necessary to achieve a certification, since this land use is growing in importance, and should have sustainable management guidelines in a similar way to agriculture and forestry. These would form the basis of future certification of products from sustainably managed agroforestry systems. This approach will bring agroforestry to the attention of consumers, while emphasising its importance for the sustainable production of food, timber, fuel and environmental services. International requirements for agroforestry certification according to PEFC system are currently under development and will be available only after the approval at international level of PEFC Sustainable Forest Management metastandard, expanding scope and including appendix for ToF interpretation. Once ToF certification will be approved at international level, then national level ToF standards can be developed and endorsed by PEFC International. The following step will be the decision at national level to run a pilot project certification. This process is predicted to end in year 2019.

\*\*\*

### **S. 10.08 Life Cycle Assessment (LCA): i nuovi cloni di pioppo a maggior sostenibilità ambientale permettono vantaggi ambientali tangibili**

Andrea Deidda, Sara Bergante, Gaetano Castro, Pier Mario Chiarabaglio, Gianni Facciotto, Simonetta Pagliolico, Corrado Carbonaro

**Parole chiave:** ambiente; Analisi del Ciclo di Vita; cloni; pioppo; sostenibilità.

In Italia l'attività di selezione genetica del pioppo condotta sia da Enti pubblici che privati, ha permesso, negli anni, di iscrivere ben 72 cloni di pioppo, appartenenti a specie diverse, al Registro Nazionale dei Materiali di Base. Il materiale genetico, ottenuto da incroci controllati o da impollinazione libera, è stato sottoposto a selezione per differenti fattori tra cui: velocità di crescita, dominanza apicale, forma e ramificazione del fusto, resistenza alle malattie fungine e agli insetti. Le principali problematiche fitosanitarie del pioppo si sono alternate ed hanno colpito con periodicità variabile le piantagioni nel corso dei decenni, a causa



dell'introduzione nel nostro Paese, con il commercio internazionale, di nuove specie o di nuovi ecotipi, oppure a causa dei cambiamenti climatici. Di conseguenza l'attenzione per i fattori di resistenza da selezionare si è di volta in volta focalizzata sui problemi più attuali, permettendo di produrre serie clonali in grado di assicurare buone produzioni grazie anche alla resistenza agli attacchi biotici. I cloni di pioppo di recente selezione (ed anche alcuni cloni meno recenti) sono stati denominati 'a Maggior Sostenibilità Ambientale' (MSA) poiché, mostrando elevata resistenza a pressoché tutte le principali malattie del pioppo e all'afide lanigero, permettono una coltivazione a basso impatto ambientale ed energetico, con un vantaggio, di conseguenza, anche dal punto di vista economico. Tali cloni mostrano generalmente crescita rapida e produzioni elevate rispetto al diffusissimo clone 'I-214', pur non richiedendo cure colturali maggiori. Per tutte queste caratteristiche di sostenibilità, i cloni MSA sono stati recentemente introdotti nel programma di incentivazione del PSR, il quale prevede il loro utilizzo nei nuovi impianti di pioppo per i quali si richiede il contributo. Per comprendere meglio l'effettiva sostenibilità ambientale dei nuovi cloni rispetto a quelli più largamente utilizzati, si è fatto ricorso ad una analisi basata su un approccio "life cycle oriented", ovvero uno studio accurato e normato dell'intero ciclo di vita della pianta. L'obiettivo è stato quello di valutare, attraverso il metodo dell'analisi LCA (Life Cycle Assessment, codificato dalle ISO 14040-43), gli impatti ambientali delle coltivazioni, così come effettuate in esperienze dirette in impianti sperimentali dislocati in varie località italiane negli ultimi 15 anni. L'impatto sull'ambiente della coltivazione di un pioppeto costituito con cloni MSA è stato analizzato e comparato con quello di una coltivazione tradizionale con 'I-214'. I due modelli di coltivazione sono stati analizzati a partire dalla produzione vivaistica del materiale (le pioppelle) fino al taglio e all'assortimentazione dei topi al quindicesimo anno, considerando tutti i passaggi colturali indispensabili per ottenere una buona produzione e considerando la crescita raggiunta dalle piante a fine turno. Il risultato di questa analisi ha permesso di quantificare, classificare e raccogliere i dati di input necessari alla realizzazione dell'Analisi di Inventario (ISO 14041: 1999); all'interno di questa, per ogni fase del ciclo di vita, suddivisa in attività specifiche e necessarie alla coltivazione (irrigazione, diserbo, piantumazione, ecc...), sono state quantificate le materie prime, l'energia, gli scarti e le emissioni dirette nell'ambiente. L'elaborazione dei dati diretti di tale analisi, propedeutica alla fase di Analisi degli Impatti (LCIA-ISO 14042:2000), ha evidenziato che la coltivazione dei cloni MSA, rispetto al clone 'I-214', richiede in media il 27% di acqua in meno, il 28% di energia primaria in meno (MJ-ha-1), e ad una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> di circa 30%, confermandone la sostenibilità ambientale per la quale non si avevano ancora dati dimostrativi. Questi primi risultati confermano la necessità di completare l'analisi LCA attraverso la fase di valutazione degli impatti, sondando anche altri possibili impatti ambientali ed altre possibili soluzioni di coltivazione. Infine, le elevate produzioni ottenute con questi cloni, associate alle caratteristiche di resistenza alle principali malattie, li rendono ottimi candidati nelle coltivazioni per le quali si intende richiedere la certificazione PEFC o FSC.

### ***Life Cycle Assessment (LCA): new poplar clones allow an environmentally sustainable cultivation***

**Keywords:** environment; Lyfe Cycle assessment; poplar; sustainability.

In Italy the selection of new poplar clones, carried out by both public research bodies and private ones, has allowed to select and to register for commercialization 72 poplar clones (*Populus* spp.) from the 1940s to today. The main characteristics selected through controlled breeding and in situ free pollination have been: fast and constant growth, stem shape (apical dominance, branches) and disease resistance. Poplar is susceptible to many fungal pathogens and is attacked by xylophages and leaf borers; different diseases have alternated over the years, and with worldwide trade and climate change, new problems periodically affect the crops. Over the years, the selection program has adapted to the new needs, while maintaining, when possible, the characteristics of resistance of the clones of the previous selections. The last new series of poplar clones includes genotypes with very high resistance to all the main poplar diseases and to one insect, *Ploeomizus passerinii*, which still creates many problems in plantations realized with the clone 'I-214', by far the most used. They are called 'MSA', the acronym for Italian 'Maggior Sostenibilità Ambientale', that means 'greater environmental sustainability'. Fast growth and disease resistance allow to produce wood with low environmental and economic costs; for this reasons in some Italian Regions a percentage of trees of these clones is mandatory to obtain funding for the establishment of plantations within the Rural Development Plan. To better understand the environmental advantages deriving from the use of these clones, in



comparison with the old genotypes (particularly 'I-214'), a 'Life Cycle Oriented' analysis was applied; this technique, using a standardized method based on the LCA approach (ISO 14040-43), allowed to evaluate the various cultivation phases using real data of 15 years of growth, obtained in experimental stands in Italy. The cultivation of MSA clones was compared with traditional cultivation of 'I-214' from nursery phase to mature trees harvest. As it was the first time that such analysis was carried out on a poplar stand, the work focused firstly on the realization of an Inventory Analysis (ISO 14041:1999) in which, for each cultivation phase, all the raw material, energy, wastes and emissions related to cultural inputs were identified and evaluated. This type of analysis was propaedeutic to the successive Analysis of Impacts (LCIA, ISO 14042:2000), that showed savings in water of 26%, primary energy (MJ-ha-1) of 28%, and CO<sub>2</sub> emissions of 30% when growing MSA clones is compared to 'I-214'. These first encouraging results confirm the need to complete the LCA analysis, assessing impacts and also considering other environmental hazards. Finally, the high yields achievable with costs, typical of these clones, make them the best choice in poplar stands for which the PEFC or FSC certification protocol is required.

\*\*\*

### **S. 10.09 Confronto tra SRC di pioppo, salice e robinia a turno di due e cinque anni nella pianura piemontese**

Gianni Facciotto, Sara Bergante, Laura Rosso, Gianfranco Minotta

**Parole chiave:** pioppo; salice; robinia; densità di impianto; produzione di biomassa.

L'aumento della domanda di energia e le necessità connesse alla mitigazione dei cambiamenti climatici in atto sottolineano l'importanza delle risorse energetiche rinnovabili: pertanto le energy plantations possono diventare una delle possibili alternative per l'approvvigionamento energetico (Mizey P., Racz L., 2010) e per la protezione del suolo e delle foreste in molti paesi europei ed extra-europei (Bergante et al., 2013). In Italia sono state testate varie specie arboree nell'ambito dei modelli colturali tipici del Short-Rotation-Coppice (SRC), tra queste pioppi, salici, robinia, eucalipti, olmo siberiano, paulonia, ed altri ancora. Tuttavia, considerando il basso valore di mercato della biomassa ad uso energetico c'è ancora spazio per ricerche finalizzate ad ottimizzare particolari aspetti di queste colture legnose, quali l'organizzazione aziendale, gli schemi di piantagione e la lunghezza del ciclo colturale (Canellas I. et al., 2012).

La scelta della densità di impianto influenza il pattern di crescita delle piante, il tipo e l'intensità degli input colturali, la qualità degli assortimenti legnosi ed infine la produttività e la resa economica delle piantagioni. In Italia, gli SRC sono tipicamente attuati con una densità iniziale di 5500-8500 piante ha-1 e con turno biennale, ottenendo materiale legnoso di bassa qualità, utilizzabile solo ai fini energetici.

SRC realizzati con densità iniziali di 1100-1670 piante ha-1 e coltivati con un turno di 5 anni possono produrre assortimenti di maggiori dimensioni, adatti non solo all'uso energetico, ma anche ad altre destinazioni più remunerative (es. industrie degli imballaggi, dei pannelli OSB, delle paste da carta) (Coaloe e Facciotto, 2014). Pertanto, in due località della pianura piemontese (Casale Monferrato-AL e Cavallermaggiore-CN) sono state realizzate alcune prove sperimentali volte a confrontare due tipologie diverse di SRC: cedui a densità molto alta (vHDM) realizzati con 8333 piante ha-1 e gestiti con turno di 2 anni, e cedui a densità alta (HDM) con una densità iniziale 1667 piante ha-1 e con turni di 5 anni. Il confronto è stato effettuato per cedui di pioppo (*Populus×canadensis* Mönch), di salice (ibridi di *Salix matsudana* Koidz.) e di robinia (*Robinia pseudoacacia* L.). Per ciascuna tesi sono stati misurati la sopravvivenza delle piante, nonché il numero ed il diametro dei fusti vitali per ceppaia allo scopo di valutare la produzione di biomassa e la capacità di ricaccio delle ceppaie. Al momento della raccolta sono state valutate anche l'umidità e la densità basale della biomassa. Per stimare la produzione annuale di biomassa, in ciascuno dei sei trattamenti posti a confronto è stata utilizzata una regressione esponenziale del tipo  $Y = aX^b$ , dove Y è la biomassa secca in g o kg e X è il diametro del fusto a 1,30 m in mm o cm. Dopo 5 anni dall'impianto, le migliori performance produttive sono state osservate con il ceduo HDM il quale ha fornito una resa produttiva pari a circa 12 e 17 tss ha-1 anno-1 rispettivamente a Casale Monferrato ed a Cavallermaggiore. Il salice ha evidenziato, con entrambi i modelli colturali, la migliore sopravvivenza. I valori della produttività non sono risultati statisticamente diversi tra le tesi vHDM ed HDM. I valori minori di produttività, pari a circa 10 tss ha-1 anno-1 sono stati osservati con la robinia. L'umidità e la densità





basale del legno alla raccolta sono risultate variabili in funzione della specie e pari, rispettivamente, al 48.5% ed a 0.41 g cm<sup>-3</sup> per il salice, 57.6% e 0.35 g cm<sup>-3</sup> per il pioppo e 0.44% e 0.40 g cm<sup>-3</sup> per la robinia. I due modelli vHDM ed HDM richiedono differenti operazioni colturali e diverse tecniche di impianto e di raccolta della biomassa; anche il legno prodotto presenta caratteristiche qualitative diverse e differenti potenzialità d'uso. I produttori possono scegliere il modello più consono alle proprie esigenze sulla base delle caratteristiche aziendali (tipo di macchine e manodopera disponibile), del costo del materiale d'impianto e delle opportunità di mercato.

### **Comparison between two and five year rotation models in poplar, willow and black locust Short Rotation Coppices (SRC) in North West Italy**

**Keywords:** poplar; willow; black locust; planting density; biomass yield.

On a global scale, the increasing energy demand and the needs to mitigate climate change emphasize the importance of renewable energy sources: bio-energy plantations are expected to become an alternative solution for energy supply (Mizey P., Raczy L., 2010) and for soil and forests protection in many World Countries (Bergante et al., 2013). Many fast growing species (herbaceous and trees) were studied and tested with Short Rotation Coppice (SRC) models in Italy: poplar (*Populus* spp.), willow (*Salix* spp.), black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), Siberian elm (*Ulmus pumila* L.), princess tree (*Paulownia tomentosa* Steud.) and others. But, considering the low market price of products and the consequently low farmer gain, there is still a need for research about particular aspects of these woody crops, such as farm organization, plantation design and rotation length (Canellas I. et al., 2012)

The choice of plantation density influences tree growth, time of cultural inputs, rotation length, wood quality and, finally, yields and economic income. In Italy, typical SRC energy crop are now established with a density of 5500-8500 trees ha<sup>-1</sup> with a 2 year rotation length, thus producing a "low price" woody material suitable only for energy purposes.

SRC plantations established with densities of 1100-1670 trees per ha and grown with a 5 year rotation length have the potential to produce larger assortments suitable not only for energy but also for other more profitable destinations (i.e. packaging, OSB panel and pulp industries) so widening the market for the woody material derived from the crop (Coaloe e Facciotto, 2014).

Therefore, SRC trials comparing two different cultivation models: very high density model - vHDM (8333 trees ha<sup>-1</sup> with 2 year rotation), and high density model - HDM (1667 trees ha<sup>-1</sup> with 5 year rotation) both applied to Poplar (*Populus xcanadensis* Mönch), Willow (*Salix matsudana* Koidz. hybrid) and Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) were carried out at two sites in the Western Po Valley, Piedmont Region (Casale Monferrato and Cavallermaggiore). Plant survival, stem diameter and number of living shoots per tree/stump were measured to evaluate biomass yield and re-sprouting ability. Some wood characteristics as water content and basic density were also measured at the harvest. A power regression function ( $Y = aX^b$ , where Y is the oven dried biomass in g or kg and X is the stem dbh in mm or cm) was calculated for each of the six treatment combinations to estimate the annual biomass yield (Odt ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>). After 5 years from planting, HDM showed the best performances with an annual biomass yield of 12 and 17 Odt ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> in Casale Monferrato and Cavallermaggiore sites, respectively. Willows show best survival values in each model (only in Casale Monferrato rodents damage vHDM trees during first year) and production difference between the two cultural model are not statistically significant. Black locust shows lower yields, near to 10 Odt ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>, especially in difficult site conditions, but this species didn't show any need of diseases control. Wood moisture content and basic density varied depending on species and genotype (48.5% and 0.41 g cm<sup>-3</sup> for willow, 57.6% and 0.35 g cm<sup>-3</sup> for poplar, 44% and 0.40 g cm<sup>-3</sup> for black locust). The two models request different tending operation, as well as different establishment and harvest techniques, beside the wood produced has different quality and market destinations. The producer can choose the model according to farm characteristics (machineries and manpower availability), cost of planting material, and market opportunities.



## S. 10.10 Il patosistema del pioppo: una disamina ragionata dei fattori determinanti la situazione attuale e prospettive per il futuro

Achille Giorcelli, Massimo Gennaro

**Parole chiave:** pioppicoltura; malattie del pioppo; insetti del pioppo; gestione sostenibile dell'arboricoltura da legno.

La pioppicoltura italiana è stata fin dagli albori condizionata e indirizzata dalle avversità biotiche e abiotiche che si sono imposte in tempi successivi all'attenzione degli studiosi. Per il carattere intensivo connaturato alla coltivazione «tradizionale» del pioppo, che fa del legno di buona qualità e prodotto in tempi brevi il proprio obiettivo d'elezione, i patogeni non vi sono mai stati visti quali una componente inevitabile dell'ecosistema, come entro certi limiti nella selvicoltura, bensì come agenti perturbatori da eliminare o controllare. Se ibridi spontanei fra pioppo nero europeo (*Populus nigra*) e omologo nordamericano (*P. deltoides*) vennero empiricamente adottati per la coltivazione in base a convenienti caratteri di ramosità, radicazione e tolleranza ai marciumi radicali, lo stimolo pressante e principale al primo vero programma su basi scientifiche di miglioramento genetico venne dalle epidemie di defogliazione primaverile (da *Venturia populina*) fra gli anni Venti e Trenta del secolo scorso, a carico soprattutto del gruppo – allora molto diffuso – di genotipi cosiddetti “Canadesi”, programma selettivo che avrebbe lasciato un'impronta indelebile sul panorama pioppicolo nazionale fino ai giorni nostri. La conseguente costituzione del celeberrimo 'I-214', caposaldo dei cloni resistenti ottenuti in quegli anni e ancora oggi predominante, ha infatti fatto la fortuna della pioppicoltura italiana ma al tempo stesso l'ha «cristallizzata» in una condizione che ne ha determinato l'odierno ritardo rispetto ad altre importanti realtà europee. Le industrie utilizzatrici hanno infatti trovato assai conveniente conformare i processi produttivi ai caratteri dendrologici e tecnologici di questo clone, di fatto scoraggiando fino ad oggi il ricorso ad altri cloni successivamente selezionati magari più produttivi o più adatti a certe condizioni stagionali. Si vide con l'avvento negli anni Sessanta della bronzatura fogliare (da *Marssonina brunnea*) che si preferì introdurre nella pratica colturale impegnativi interventi fitoiatrici piuttosto che diversificare con genotipi ad essa più resistenti, così come una incrementata virulenza delle ruggini fogliari (da *Melampsora* spp.) a partire da una ventina di anni più tardi non riuscì a scalzarne il quasi monopolio, contribuendo anzi all'accantonamento di altri cloni produttivi come 'Luisa Avanzo' peraltro già minato dalla vulnerabilità al disordine fisiologico delle “macchie brune”. Allo stato attuale, bronzatura e ruggine rimangono le fitopatie più incidenti sulla coltura, alle quali si oppongono trattamenti fungicidi soprattutto in sede di piantagione per la prima e in sede di vivaio per la seconda; in quanto alla defogliazione primaverile, motore primo dell'impulso alla selezione clonale, sia per la scarsa coltivazione dei canadesi sensibili sia per una sempre più rara occorrenza delle condizioni meteorologiche ad essa favorevoli, la carica di inoculo è ormai troppo bassa per destare casi di incidenza economica. Nondimeno, le esperienze in altre importanti realtà pioppicole europee mettono in luce la praticabilità della lotta genetica, congiunta alla diversificazione del materiale messo a dimora e a razionali pratiche agronomiche, in forme di pioppicoltura meno intensiva e oggi più accettate dalla crescente consapevolezza ecologica che si vanno facendo strada anche in Italia con la diffusione dei cloni “a maggiore sostenibilità ambientale” (cloni MSA). Né vanno sottaciuti i persistenti problemi, finora soltanto contenuti con ingente ricorso a insetticidi – con l'eccezione dell'afide lanigero (*Phloeomyzus passerinii*), che si presta alla lotta genetica –, associati all'imperversare di vari insetti infestanti soprattutto di origine esotica, alcuni dei quali, come la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) o il coleottero giapponese (*Popillia japonica*), sono oggetto di dibattito per determine regionali di difesa obbligatoria. Data la mancanza di interazioni geniche di coevoluzione di siffatti infestanti con i nostri genotipi, che riduce le probabilità di successo con le tradizionali resistenze verticali, sarebbe auspicabile intraprendere programmi di ricerca di resistenze orizzontali o quantitative (QTL), con l'assistenza di marcatori molecolari che faciliterebbero in misura decisiva le modalità di selezione, e magari in connessione con approfondimenti in campo epigenetico e sulle comunità microbiche associate ai vari tessuti con i nuovi strumenti offerti dalla metagenomica. In altri termini, andrebbe innalzata la complessità dell'agrosistema-pioppo, da una parte diversificando il novero dei cloni coltivati – ed è già previsto nella pioppicoltura certificata – e introducendo resistenze geniche stabili, dall'altra favorendo il controllo omeostatico dei patogeni/infestanti attraverso meccanismi di antibiosi o competizione innescati da altri componenti del microbiota.



## ***Poplar pathosystem: a reasoned analysis of factors determining the present state and future prospects***

**Keywords:** poplar cultivation; poplar diseases; poplar pests; sustainable management of wood plantations.

The poplar cultivation in Italy since its early stages has been conditioned and orientated by biotic and abiotic adversities, that in subsequent times focused the attention of investigators. Owing to the intensive character of the «traditional» poplar cultivation, which has for chosen goal wood of good quality and produced in short times, the pathogens never were seen as an unavoidable component of its ecosystem, as to some extent in silviculture, but as perturbing agents to be controlled or eliminated. Spontaneous hybrids between European black poplar (*Populus nigra*) and the north-American homologous, eastern cottonwood (*P. deltoides*), were empirically introduced into cultivation for their suitable characters of branchiness, rooting and tolerance to root rots; nevertheless, the main and urgent impulse for the first true scientific program of genetic improvement came from the leaf and shoot blight epidemics by *Venturia populina* during the Twenties and Thirties of the previous century, that worked above all on the genotype group – widespread in those times – of the so called “Canadians”. This selective program made a permanent impression on poplar Italian scene till our days: the resulting creation of the notorious ‘I-214’, cornerstone of resistant clones obtained in those years and even now prevalent, made the fortune of poplar cultivation in Italy but in the same time «crystallised» it in a condition finally resulting in the present delay with respect to other important European scenarios. In fact, user industries found very suitable to conform the productive processes to ‘I-214’ dendrologic and technological characters, actually discouraging till now the use of subsequently selected clones possibly more productive or more adapted to various sites. With the arrival in the Sixties of leaf-spot disease by *Marssonina brunnea*, the farmers preferred to introduce into cultivation practices demanding phytoiatric treatments rather than diversifying with more resistant genotypes. Similarly, the increased virulence of leaf rusts by *Melampsora* spp. starting from about twenty years later did not succeed in undermining ‘I-214’ nearly monopolisation; instead, rusts have concurred to set aside other productive clones such as ‘Luisa Avanzo’, however previously undermined by a sensitivity to “brown spots” physiologic disorder. At present time, *Marssonina* leaf spots and leaf rusts are the most incident diseases on the cultivation: fungicide treatments are carried out mainly in plantation against the former and mainly in nursery against the latter. As regards leaf and shoot blight, prime mover of the stimulus to clonal selection, both because the susceptible “Canadians” are at present scarcely cultivated and because supporting weather conditions are more and more less frequent, its inoculum charge is too low by now to arise any economic incidence. Nevertheless, experiences in other important European poplar cultivation systems highlight the suitability of genetic control, together with a diversification of planted material and efficient agronomic practices, in less intensive forms of poplar cultivation today more accepted by the increasing ecologic awareness; they are gaining ground in Italy as well through the spreading of clones with enhanced environmental sustainability (“cloni MSA” in Italian). Besides, they must be mentioned the persisting problems, till now only contained by massive application of insecticides – except for the woolly poplar aphid (*Phloeomyzus passerinii*) that is subjected to host genetic control –, associated with the spreading of various pests mainly of exotic origin; some of them, such as the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) or the Japanese beetle (*Popillia japonica*), are indeed matter of debate for regional ordinances of obligatory control. Given the lack of coevolution genetic interactions of these pests with our poplar genotypes, reducing the chances of success with traditional vertical resistances, it would be advisable to undertake research programs for horizontal or quantitative (QTL) resistances, recurring to molecular markers decisively facilitating selection procedures, and in connection with studies on epigenetics and on microbial communities of various tissues by the new approach offered by metagenomics. In other words, the complexity of poplar agrosystem should be increased, on one hand diversifying the group of cultivated clones – and this is already included in certified poplar cultivation – and introducing stable genic resistances, on the other hand promoting an homeostatic control of pathogens and pests through antibiotic or competitive features triggered by other microbiota components.

\*\*\*



### S. 10.11 Progettare piantagioni da legno con una APP

Paolo Mori

**Parole chiave:** arboricoltura da legno; Piantagioni Policicliche Potenzialmente Permanenti; Piantagioni 3P.

Grazie ad una sperimentazione di circa 20 anni da parte di CREA FL, Associazione per un'Arboricoltura da Legno sostenibile per l'Economia e l'Ambiente (AALSEA) e Compagnia delle Foreste, sono state sperimentate piantagioni da legno policicliche in varie regioni del nord Italia. Queste hanno la caratteristica di avere contemporaneamente, nello stesso appezzamento di terreno, due o più cicli produttivi. Nel quinquennio 2013-2018 il progetto LIFE+ InBioWood (LIFE12 ENV/IT/000153) ha permesso di realizzare Piantagioni Policicliche Potenzialmente Permanenti (Piantagioni 3P) dimostrative su 25 ha a pieno campo e 45 km di filari. La sperimentazione e la realizzazione delle piantagioni dimostrative hanno messo in evidenza la relativa complessità della progettazione delle Piantagioni 3P, soprattutto ad opera di tecnici che realizzano sporadicamente impianti arborei da legno. Per agevolare una corretta progettazione anche da parte di neofiti o di tecnici che si dedicano occasionalmente all'arboricoltura da legno, nell'ambito del progetto LIFE+ InBioWood, Compagnia delle Foreste ha realizzato una APP. Con tale strumento (disponibile anche in versione web), rispondendo a cinque domande studiate per mettere in evidenza gli obiettivi dell'arboricoltore, è possibile produrre 116 progetti di Piantagioni 3P: 58 a pieno campo e 58 in filare. Ogni progetto, oltre allo schema d'impianto, alle indicazioni per la realizzazione e la gestione della piantagione, propone anche una valutazione finanziaria orientativa sui possibili ricavi ottenibili con il tipo di Piantagione 3P che corrisponde alle esigenze dell'arboricoltore. La valutazione si limita ad un periodo di 25 anni. Ognuno dei 64 parametri utilizzati per i calcoli può essere modificato a piacimento dall'utente in modo da adattare la valutazione al proprio caso reale e alle variazioni dei parametri stessi nel tempo.

\*\*\*

### S. 10.12 Trattamento di semenzali di *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus* con biostimolante e diversi regimi idrici: risultati preliminari

Giovanni Mughini, Gianni Facciotto, Tomasz Ozyhar

**Parole chiave:** *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus*; semenzali; biostimolante; trattamento; regime idrico.

L'obiettivo di questo studio è stato verificare, in una prova condotta in serra, la risposta di semenzali di *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* a Tamarack 10L, un biostimolante di origine naturale a base di aminoacidi e peptidi ottenuto da idrolisi chimica di epitelio animale. Questo prodotto viene normalmente impiegato in agricoltura su piante erbacee e arboree ma poche sono le informazioni sul suo impiego su piante da legno come l'eucalitto. Si descrivono alcuni dei risultati ottenuti nel corso dello studio. Semenzali di *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*, allo sviluppo del terzo verticillo, allevati in contenitori alveolari, sono stati irrorati per nebulizzazione con una soluzione di acqua contenente Tamarack® 10L alla concentrazione di 2,5 ml/litro. Il trattamento è stato effettuato una volta la settimana per 5 settimane.

In seguito i semenzali sono stati trapiantati in contenitori della capienza di 10 litri di substrato. Come substrato è stata usata sabbia con pH 7,5. Ogni contenitore è stato concimato con 20 grammi di Agroblen® 9-20-8+3MgO+0,2B. I contenitori su bancale in serra sono stati disposti secondo un dispositivo sperimentale fattoriale 2 x 3 con 7 ripetizioni e una pianta per parcella. Fattore a è stato considerato il biostimolante: a1. controllo senza biostimolante, a2. semenzali trattati con biostimolante. Fattore b invece il regime idrico: b1. irrigazione convenzionale (80-100% della capacità di campo), b2. 50% della capacità di campo, b3. nessuna irrigazione dopo l'iniziale corrispondente al 100% della capacità di campo.

I risultati dopo 120 giorni sono stati molto interessanti, in base alla ANOVA elaborata secondo il dispositivo sperimentale: le differenze in termini di biomassa epigea (fusto, rami e foglie) anidra (0% di umidità) sono risultate significative ( $p < 0,05$ ) per il fattore a, b e l'interazione a x b. Altrettanto è avvenuto per le differenze tra biomassa totale (biomassa epigea + ipogea sempre anidra). Anche per la sola biomassa ipogea le differenze per a e b sono





risultate significative. I semenzali trattati con biostimolante (a2) hanno registrato una crescita in termini di biomassa epigea e totale orientativamente circa il doppio del controllo. Il regime idrico al 50% della capacità di campo ha dato il risultato migliore in termini di biomassa epigea e totale. Altrettanto è risultato per l'interazione: a2 x b2 per entrambe i caratteri citati. I risultati di questa prima prova con biostimolante suggeriscono che il suo impiego promuove una reazione positiva nel metabolismo delle piante incrementandone lo sviluppo epigeo. Aspetto che può risultare importante per ottenere in tempi più brevi materiale d'impianto (riduzione dei tempi di permanenza in vivaio) o comunque meglio sviluppato alla messa a dimora. Dopo questi primi risultati positivi sarebbe auspicabile un approfondimento in vivaio ma anche in campo degli effetti del biostimolante impiegato a diverse concentrazioni.

#### ***Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus seedlings treatment with biostimulant and different water regimes: preliminary results***

**Keywords:** *Eucalyptus globulus ssp globulus*; seedlings; biostimulant; treatment; water regime.

The objective of this study was to verify, in a greenhouse test, the response of *Eucalyptus globulus ssp globulus* seedlings to Tamarack® 10L, a biostimulant of natural origin based on amino acids and peptides obtained from chemical hydrolysis of animal epithelium. This product is normally used in agriculture on herbaceous and arboreous plants but there are little information on its use on woody plants such as eucalyptus. Some of the results obtained during the study are described.

*Eucalyptus globulus ssp globulus* seedlings, grown in alveolar containers with the development of the third verticil, were sprayed with a solution of water containing Tamarack® 10L at a concentration of 2.5 ml / liter. Treatment was performed once a week for 5 weeks. Subsequently the seedlings were transplanted into containers with a capacity of 10 liters of substrate. Sand with ph 7,5 was used as the substrate. Each container was fertilized with 20 grams of Agrobien 9-20-8 + 3MgO + 0.2B. The containers on a greenhouse bench were arranged according to a 2 x 3 factorial experimental design with 7 replications with a plant per plot. Factor a was considered the biostimulant treatment: a1. control without biostimulant, a2. seedlings treated with biostimulant. Factor b instead the water regime: b1. conventional irrigation (80-100% of the field capacity), b2. 50% of the field capacity, b3. no irrigation after the initial corresponding to 100% of the field capacity. The results after 120 days were very interesting, according to ANOVA computed according to the experimental design: the differences in terms of aboveground biomass (stem, branches and leaves) anhydrous (0% humidity) were significant ( $p < 0, 05$ ) for the factor a, b and the interaction a x b. The same happened for the differences between total biomass (aboveground + belowground). Also for belowground biomass the differences for a and b were significant. Seedlings treated with biostimulant (a2) have recorded growth in terms of aboveground and total biomass (aboveground + belowground), approximately twice the control level. The water regime at 50% of the field capacity gave the best result both in terms of aboveground and total biomass. same result for the interaction: a2 x b2 for both mentioned characters. The results of this first test with biostimulant suggest that its use promotes a positive reaction in plant metabolism, increasing its development aboveground. This aspect may be important for obtaining plant material in a shorter time (reduction of time spent in a nursery) or, in any case, better developed when planting. After these first positive results it would be desirable to have a deeper study in the nursery but also in the field of the effects of the biostimulant used at different concentrations.

\*\*\*

#### **S. 10.13 Linee di indirizzo per la pioppicoltura sostenibile**

Giuseppe Nervo, Achille Giorcelli, Domenico Coaloa, Pier Mario Chiarabaglio, Rinaldo Comino, Lorenzo Camoriano

**Parole chiave:** arboricoltura; pioppo; cloni MSA; filiera legno; sostenibilità ambientale.

Da un attento esame della filiera legno emerge l'importanza del pioppo per la sua valenza economica, produttiva, ambientale e sociale. La pioppicoltura rappresenta per l'Italia una tra le più importanti fonti di approvvigionamento di legname per l'industria di prima trasformazione, pur occupando una superficie



minima rispetto a quella delle foreste naturali. Tali aspetti sono stati evidenziati nell' "Intesa per lo sviluppo della filiera del Pioppo" siglata a Venezia nel gennaio 2014, innovativa nel metodo perché sottoscritta da Regioni a vocazione pioppicola, associazione dei pioppicoltori, associazioni agricole, associazioni industriali e Centro di ricerca, allo scopo di attivare interventi di settore, finalizzati al perseguimento dei seguenti obiettivi:

- (i) riconoscere l'importanza dell'arboricoltura da legno in generale e della pioppicoltura in particolare, quale fonte di materia prima strategica, per far fronte ai fabbisogni dell'industria del legno, della carta e dell'energia rinnovabile, riducendo la crescente dipendenza dalla importazione di materie prime legnose a sostegno del potenziale manifatturiero, favorendo l'incremento delle superfici destinate alla pioppicoltura;
- (ii) adoperarsi, di concerto con i diversi soggetti della filiera, per un'azione di riconoscimento degli aspetti ambientali, paesaggistici e produttivi della pioppicoltura, anche ricordando le specificità collegate alla gestione delle aree golenali, di esondazione, ed espansione dei fiumi etc., favorendone il rilancio mediante un adeguato sostegno economico soprattutto in occasione della definizione della nuova PAC (pagamenti diretti) e delle misure del Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2014-2020;
- (iii) individuare strategie comuni per la regolamentazione dell'attività pioppicola, anche per quanto riguarda l'attività di coltivazione all'interno di zone SIC (Siti di Importanza Comunitaria) e ZPS (Zone di Protezione Speciale) e di altre Aree Protette."

Si è pertanto ritenuto opportuno elaborare un documento di indirizzo a supporto delle politiche di sviluppo rurale e di pianificazione territoriale, finalizzato a individuare modelli di gestione sostenibile della pioppicoltura di pregio, orientata prioritariamente all'ottenimento di assortimenti legnosi di elevata qualità per l'industria del compensato, senza escludere tutti gli altri impieghi compreso a quello energetico, secondo il principio dell'uso a cascata. Il documento "Linee di indirizzo per la pioppicoltura sostenibile" fa riferimento alla coltivazione del pioppo in piantagione, sia in coltura specializzata sia mediante altre modalità che prevedono l'impiego di cloni di pioppo con latifoglie a ciclo medio-lungo (impianti policiclici) o in filari alternati alle colture agrarie (agroselvicultura). Al riguardo va rimarcato che la pioppicoltura italiana è ancora ampiamente legata all'utilizzo del clone 'I-214' che ha certamente caratteristiche tecnologiche ideali per la fabbricazione dei pannelli compensati (leggerezza e colorazione), ma presenta alcune criticità dovute alla suscettibilità ad avversità di natura biotica (afide, ruggine e bronzatura). L'impiego di cloni caratterizzati da "Maggiore Sostenibilità Ambientale (MSA)" e da migliore resistenza alle principali avversità biotiche rende possibile lo sviluppo di modelli colturali semi-estensivi che, riducendo al minimo gli interventi colturali e quelli di difesa antiparassitaria, consentono di attuare una pioppicoltura ecologicamente disciplinata e sostenibile. Unitamente ad aspetti di carattere tecnico colturale sono state considerate anche le importanti funzioni ambientali paesaggistiche proprie della pioppicoltura quali: barriere frangivento, reti ecologiche, protezione dall'erosione, assorbimento dei contaminanti del suolo, oltre all'efficiente assorbimento di CO<sub>2</sub> con successiva stabilizzazione nei prodotti dell'industria manifatturiera.

Queste linee di indirizzo vogliono pertanto essere un primo documento di analisi e uno strumento di confronto tra soggetti tecnico istituzionali (Ministero, Regioni, Enti di ricerca), associazioni di produttori e di utilizzatori, organismi di normazione e associazioni ambientaliste.

\*\*\*

#### **S. 10.14 Sistemi silvo-arabili di pioppo da industria e farnia. Il caso studio dell'azienda Casaria nel Polesine**

Pierluigi Paris, Andrea Piasenelli, Marco Lauteri, Luca Leonardi, Marcello Cherubini, Francesca Chiochini, Marco Ciolfi, Luciano Spaccino, Cristina Dalla Valle, Giustino Mezzalira, Mauro Sangiovanni

**Parole chiave:** agroselvicultura; arboricoltura da legno; foto emisferiche; isotopi stabili; latifoglie pregiate.

La consociazione del pioppo da industria con le colture erbacee è stata una pratica colturale frequentemente utilizzata dai pioppicoltori italiani sino agli ultimi anni '70. E' attualmente adottata nella pioppicoltura di Cina ed India, ed in Europa è oggetto di studio nell'ambito della moderna agroforestry, per le importanti valenze ambientali e produttive della nuova agricoltura ad intensificazione sostenibile. I filari arborei intervallati alle colture agricole aumentano la sostanza organica ed il Carbonio nel suolo, mitigando i cambiamenti climatici. Le radici degli alberi riducono la lisciviazione dei nitrati, con una forte azione di fito-depurazione di acqua e



suolo da molti contaminanti. Per i suddetti benefici, i Piani di Sviluppo Rurale di alcune Regioni prevedono finanziamenti per i sistemi silvo-arabili con pioppo. Il presente contributo riporta gli studi condotti nell'ambito del progetto Europeo AGFORWARD (2014-17) presso un impianto silvo-arabile di pioppo ibrido (clone I214) e farnia (*Quercus robur* L.) realizzato nel 2014 dall'azienda Casaria (48°08'30" N; 11°30'13" E), nella Pianura padano-veneta, comune di Masi, prov. Padova). Il lavoro ha visto la collaborazione di vari stakeholders: Veneto Agricoltura e CNR IBAF di Porano (partner del progetto AGFORWARD, [www.agforward.eu](http://www.agforward.eu)), l'azienda Casaria e l'AIAF (Associazione Italiana Agroforestazione). L'impianto è stato realizzato in un appezzamento di circa 9 ha, su terreno di bonifica con sistemazione alla Ferrarese, cioè con scoline di drenaggio permanenti con 1 m di profondità e distanziate a 30-35 m. I filari arborei, piantati lungo il bordo esterno della scolina, hanno un orientamento di 5° N. Nell'impianto silvo-arabile sono stati costituiti 9 transetti sperimentali di 10 x 30-35 m, su cui sono state condotte le osservazioni per quantificare l'accrescimento degli alberi, le produzioni delle colture erbacee e le interazioni, tra componenti arboree ed erbacee, per energia radiante, l'umidità del suolo e l'azoto. Affinché un sistema silvoarabile sia tecnicamente sostenibile ed economicamente remunerativo devono sussistere interazione sinergiche o complementari rispetto a quelle competitive nell'uso delle risorse primarie (acqua, fito-nutrienti e radiazione solare). Alla fine della quarta stagione vegetativa il pioppo ha raggiunto un'altezza di 9 m (0.15 errore standard -es) con diametro a petto d'uomo di 11 cm (0,29 es). La qualità del legno del pioppo, valutata in base alla forma del fusto, altezza inserzione rami (5,6 m; 0,15 es) ed eccentricità del fusto (3,02%, 0,39 es), risulta idonea agli usi industriali più remunerativi, per sfogliatura e segazione, nonostante gli ampi sestri d'impianto (30 piante di pioppo ad ha). La farnia, come previsto, presenta ritmi d'accrescimento molto più lenti del pioppo, con un'altezza di circa 1.8 m (1,23 es) alla quarta stagione, e con il 100% d'attecchimento e sopravvivenza. La farnia, a 5 m di distanza sulla fila dai pioppi, non sembra essere al momento influenzata dall'ombreggiamento dei pioppi. La produzione delle colture erbacee conosciute è risultata, in sostanza secca (ss), di 14,4 t ss ha<sup>-1</sup> (0,78 es) per la barbabietola da zucchero nel 2015, e di 4,8 (0.1 es) e 4 (0.14 es) t ss ha<sup>-1</sup>, per grano duro e soia in biologico nel 2016. La presenza degli alberi non ostacola l'operazione dei mezzi meccanici per la gestione delle colture, né la dimensione degli alberi è tale da ombreggiare significativamente le colture, le cui produzioni non indicano differenze significative tra la fascia centrale e fasce laterali delle colture consociate. Nel 2014 e 2015 le foto emisferiche indicano valori di luminosità pari al 98,8 (0.23 es) e 97,7% (0.54 es) rispetto al pieno sole. Tali valori sono ampiamente compatibili con indici di ombreggiamento che non influiscono sulla disponibilità di luce delle colture consociate. Gli studi sugli isotopi stabili dell'ossigeno dell'acqua ( $\delta^{18}O$ ) e dell'azoto ( $\delta^{15}N$ ) mostrano precoci interazioni sinergiche positive tra le colture erbacee e gli alberi riguardo all'acqua e alle sostanze nutritive del suolo, con alberi di pioppo che utilizzano l'umidità del suolo negli strati più profondi del suolo e riducono la lisciviazione dell'azoto. In conclusione, gli studi condotti, dimostrano che tra alberi e colture erbacee consociate, negli anni di studio prevalgono interazioni complementari per luce ed acqua, e sinergiche per l'azoto. L'impianto studiato è oggetto di azioni divulgative (attualmente nel prog. H2020 AFINET, [www.afinet.eu](http://www.afinet.eu)), per verificare l'interesse degli agricoltori per questa forma di pioppicoltura, in grado di coniugare "food e wood security" con la tutela ambientale.

### ***Hybrid poplar-oak silvoarable systems for timber production. The case study of Casaria Farm***

**Keywords:** agroforestry; alley cropping; hemispherical photos; stable isotopes; timber quality.

The intercropping of poplar trees for industrial wood production with herbaceous crops has been practiced in Italy until the late 70s. It is currently adopted for poplar cultivation in China and India, and in Europe it is studied in the framework of modern agroforestry, for the important environmental and productive values of the sustainable intensification of agriculture. Such intercropping forms are now named silvoarable or alley cropping systems. Tree rows intercropped with agricultural crops increase organic matter and soil carbon, mitigating climate change. Tree roots reduce nitrates leaching, with strong phytoremediation actions of water and soil from many contaminants. For the aforementioned benefits, the Rural Development Plans of some Regions provide funding for the establishment of new silvo-arable systems. This paper reports the studies conducted within the European project AGFORWARD (2014-17, [www.agforward.eu](http://www.agforward.eu)) at a silvoarable site with hybrid poplar (I214 clone) and English oak (*Quercus robur* L.). The site was established in 2014 by the Casaria Farm (48°08'30" N; 11°30'13" E), in the Po valley, municipality of Masi, Padua. This work is a



collaboration of various stakeholders: VenetoAgricoltura and CNR IBAF of Porano (both partners of the AGFORWARD project), the Casaria Farm and the AIAF (Italian Association of Agroforestry). The silvoarable area is about 9 ha large, on reclaimed alluvial land with Ferrarese drainage system, i.e. with permanent drainage ditches with a depth of 1 m and spaced at 30-35 m. The tree rows, planted along the outer ditch edge, have an orientation of 5° N. In the silvo-arable area, nine experimental transects of 10 x 30-35 m were formed, for running measurements on tree growth and intercrops yield, and for studying the interactions between tree and herbaceous components for solar radiation, soil moisture and nitrogen. In silvoarable systems, in order to be technically sustainable and economically profitable, there must be synergistic or complementary interactions higher than competitive ones in the use of primary resources (water, phyto-nutrients and solar radiation). At the end of the fourth vegetative season, the poplar trees have reached a height of 9 m (0.5 standard error of mean –sem) with a diameter of 11 cm (0.29 sem). The quality of the poplar timber, assessed according to the stem shape, height of canopy insertion (5.6 m, 0.15 sem) and trunk eccentricity (3.02%, 0.39 sem), is suitable for the more profitable industrial uses of poplar timber, for peeling and sawing, despite the large planting density (30 poplar trees per ha). As far as expected, oak trees have a growth rate much slower than poplars, with a height of about 1.8 m (1.23 sem) at the fourth season, and with 100% of survival. The oak trees, 5 m away on the row from the poplars, do not seem to be negatively influenced by poplar trees shade. Yield of herbaceous crops was, in dry matter (dm), 14.4 t dm ha<sup>-1</sup> (0.78 sem) for sugar beet in 2015, and 4.8 (0.1 sem) and 4 (0.14 sem) t dm ha<sup>-1</sup>, for durum wheat and soybean, respectively, in 2016 with organic management. The presence of trees does not hinder the operation of farm machineries for crops management, nor the size of trees is such as to significantly shade crops, whose production does not indicate significant differences between the central and lateral areas across intercrop alleys. In 2014 and 2015, hemispherical photos indicate solar radiation values being 98.8 (0.23 sem) and 97.7% (0.54 sem) across intercrop alley compared to full sun. These values are compatible with shading indexes that do not affect the availability of radiant energy for the associated crops. Studies on the stable isotopes of water oxygen ( $\delta^{18}O$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}N$ ) show early positive synergistic interactions between herbaceous crops and trees with respect to the use of soil water and nutrients, with poplar trees using the soil moisture in the deep layers and, probably, reducing nitrogen leaching. In conclusion, results show that between trees and associated herbaceous crops, during the years of study, it prevails complementary interactions for light and water, and synergistic ones for nitrogen. The silvoarable site is currently used for extension activities (currently in the H2020 AFINET project, [www.afinet.eu](http://www.afinet.eu)), to verify the interest of farmers for this form of poplar cultivation, able to combine "food and wood security" with environmental protection.

\*\*\*

#### **S. 10.15 Produzione di legna da ardere da cedui di eucalipto a turno breve: produttività di lavoro e costi**

Giuseppe Pignatti, Stefano Verani, Giulio Sperandio

**Parole chiave:** eucalipto; sistemi di lavoro; legna da ardere; utilizzazioni; costi.

Tradizionalmente l'utilizzazione del ceduo a turno breve, in particolare di pioppo, è finalizzata alla produzione di cippato per scopi energetici o industriali. Negli ultimi anni, anche a seguito della mancanza di finanziamenti nei PSR delle regioni, le superfici destinate a questo tipo di coltura si sono drasticamente ridotte determinando anche una crisi nel mercato del cippato. Risulta quindi necessario riorientare la produzione verso un nuovo assortimento, che per l'eucalipto potrebbe essere rappresentato dalla legna da ardere. La legna da ardere di eucalipto, pur avendo un mercato ristretto (prevalentemente in Calabria e Sardegna) può rappresentare una fonte energetica significativa nei contesti territoriali dell'Italia Centro-meridionale. In questa area sono state realizzate estese piantagioni con questa specie a fini protettivi e produttivi nella seconda metà del secolo passato (circa 70-80.000 ha, secondo le stime dell'inventario forestale nazionale). All'interno del progetto AGROENER - Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia - finanziato dal MIPAAF (D.D. 26329 del 01/04/2016) si svolge un'azione di ricerca finalizzata al recupero e valorizzazione delle biomasse residuali delle utilizzazioni forestali e alla verifica della sostenibilità economica della produzione di legna da ardere da cedui di eucalipto anche governati a turno breve. Durante





l'utilizzazione di un ceduo di 4 anni, ubicato all'interno dell'Azienda Ovile (41°54'35.04" N; 12°21'37.98"E), struttura del CREA Centro di Ricerca Foreste e Legno a Roma, sono messi a confronto due sistemi di lavoro per la produzione di legna da ardere: quello tradizionale del legno corto (Short Wood System - SWS) e quello dell'albero intero (Whole Tree System - WTS). Quest'ultimo permette anche il recupero dei cimali (fino a un diametro massimo di 5 cm) e della ramaglia di risulta. Le caratteristiche dendrometriche della piantagione evidenziano un diametro medio del pollone di 6,4 cm, un'altezza media di 9,4 m ed una provvigione per ettaro di 73,56 t, delle quali il 68% (49,91 t) di legna da ardere. Tale valore è stato determinato con l'ausilio di due curve, esprimenti rispettivamente il peso della pianta e quello dei rami e cimale in funzione del diametro, ricavate dai valori sperimentali del peso totale e di quello relativo al cimale e alla ramaglia di un campione di polloni, opportunamente distribuiti tra i diametri presenti nella piantagione. Il lavoro di utilizzazione, adottando lo SWS si è svolto secondo le seguenti operazioni: abbattimento, sramatura e sezionatura sul letto di caduta ed esbosco della legna. Con il WTS le operazioni effettuate sono state le seguenti: abbattimento, esbosco della pianta intera fino all'imposto e cimatura, sramatura e sezionatura del fusto. Per l'abbattimento ed allestimento è stata impiegata una motosega Oleomac 260 (0,9 kW); per l'esbosco è stato impiegato un trattore New Holland TD 5050 da 70 kW, munito di benna anteriore nel caso di adozione del sistema del legno corto, e di verricello Schwarz EGV A45 nel sistema dell'albero intero. Il tempo medio di abbattimento ed allestimento per un numero medio di 4,3 polloni/ceppaia è risultato di 5,92 minuti. La produttività media lorda per operaio è risultata di 1,07 t h<sup>-1</sup>. L'esbosco ha fatto registrare un tempo medio a viaggio di 30,44 min su una distanza media di esbosco di 60 m e un carico medio trasportato di 0,94 t, con una produttività media lorda per operaio di 1,86 t h<sup>-1</sup>. Nel WTS la produttività nell'abbattimento è risultata di 4,68 t h<sup>-1</sup> per operaio, mentre quella dell'esbosco, su una distanza media di 100 m ed un carico medio di 0,6 t, è stata pari a 1,53 t h<sup>-1</sup> per operaio. La sezionatura all'imposto ha fatto registrare una produttività di 3,35 t h<sup>-1</sup> per operaio. I costi di produzione della legna sono risultati di 30,78 € t<sup>-1</sup> per lo SWS, e di 28,59 € t<sup>-1</sup> per il WTS con valori riferiti all'unità di superficie rispettivamente di 2.264 e di 2.103 € ha<sup>-1</sup>. Considerando pari a 60 € t<sup>-1</sup> il valore di vendita della legna da ardere e di 10 € t<sup>-1</sup> quello dei cimali e ramaglie (solo nel WTS), si ottiene una positività dell'utilizzazione per entrambi i sistemi di lavoro: 9,93 € t<sup>-1</sup> per lo SWS e 15,33 € t<sup>-1</sup> per il WTS. Anche se l'adozione del WTS determina una maggiore redditività nel lavoro perché permette il recupero e l'utilizzo della biomassa residuale, occorre considerare altre valutazioni di ordine ecologico, protettivo del suolo dell'area sottoposta a taglio, e anche tecnico, ai fini di una decisione complessiva sull'utilizzo del sistema di lavoro.

### ***Firewood from short rotation coppice of Eucalyptus: working productivity and costs***

**Keywords:** eucalyptus; working systems; firewood; logging; costs.

Traditionally, the utilization of short rotation coppices, in particular of poplar, focuses on production of wood chips for energy or industrial purposes. In recent years, due to the lack of funding in the RDPs of the regions, surfaces destined to this type of crop were drastically reduced, causing a crisis in the wood chip market. It is therefore necessary to think of new forms of use, which in the case of eucalyptus could be represented by firewood. Eucalyptus firewood, despite having a restricted market (mainly in Calabria and Sardinia), may represent a significant energy source in Central and Southern Italy. In this area, extensive plantations were planted with this species for protective and productive purposes in the second half of the past century (about 70-80,000 ha, according to national forest inventory estimates). Within the AGROENER project - Energy from agriculture: sustainable innovations for the bioeconomy - funded by MIPAAF (DD 26329 of 01/04/2016) a research action is carried out with the aim on recovery and valorization of residual biomasses of forest utilization and verification of the economic sustainability of firewood production from eucalyptus coppices managed as short rotation. During the utilization of a 4 years coppice, located at the Ovile Experimental Farm of the CREA Research Center for Forests and Wood in Rome (41 ° 54'35.04 " N; 12 ° 21'37.98" E), two systems for the production of firewood are compared: the traditional one, Short Wood System (SWS) and the Whole Tree System (WTS). The latter allows the recovery of the top (up to a maximum diameter of 5 cm) and the residual branches. The dendrometric characteristics of the plantation show an average diameter of the sucker of 6.4 cm, an average height of 9.4 m and a growing stock per unit area of 73.56 t, with 68% (49.91 t) of firewood. This value has been determined with the aid of two curves, expressing respectively the weight



of the plant and that of the residuals (top and branches) in relation to the diameter. The curves are obtained from the experimental values of the total weight and that of the residuals of a sample of suckers, appropriately distributed among the diameters in the plantation. The utilization work, adopting the SWS, took place according to the following operations: felling, wood processing in place and wood extraction. With the WTS the operations carried out were as follows: felling, extraction of the whole plant up to landing and processing. For the felling an Oleomac 260 (0.9 kW) chain saw was used, whereas a 70 kW New Holland TD 5050 tractor with a front bucket in the case of SWS and a Schwarz EGV A45 winch in the WTS were used. The average time of felling and processing for an average number of 4.3 suckers per stump was 5.92 minutes. The average gross productivity per worker was 1.07 t h<sup>-1</sup>. The extraction recorded an average trip time of 30.44 min. for an average distance of 60 m, and a transported average load of 0.94 t, with a gross average productivity per worker of 1.86 t h<sup>-1</sup>. In the WTS, the productivity in felling was 4.68 t h<sup>-1</sup> per worker, while that of the extraction, for an average distance of 100 m and an average load of 0.6 t, was equal to 1,53 t h<sup>-1</sup> per worker. The bucking at landing showed a productivity of 3.35 t h<sup>-1</sup> per worker. Wood production costs were € 30.78 t<sup>-1</sup> for the SWS, and € 28.59 t<sup>-1</sup> for the WTS, with values for hectare of € 2,264 and € 2,103 respectively. Considering the € 60 t<sup>-1</sup> sale value of firewood and € 10 t<sup>-1</sup> that of residuals (only for the WTS), the gain for both work systems are 9.93 € t<sup>-1</sup> for the SWS and € 15.33 t<sup>-1</sup> for the WTS. Even if the adoption of the WTS determines a greater profitability, because it allows the recovery and use of residual biomass, other ecological, soil protection and technical considerations for the logging area should be taken into account in order to perform the sustainability of the utilization.

\*\*\*

#### **S.10.16 Sistemi agro-forestali: estensione globale, caratteristiche socio-ecologiche e potenzialità per la mitigazione dei cambiamenti climatici**

Antonio Trabucco, Robert Zomer, Jianchu Xu, Mingcheng Wang, Donatella Spano

**Parole chiave:** sistemi agroforestali; alberi; clima; densità di popolazione; biomassa; mitigazione.

I sistemi agroforestali, l'inclusione di specie arboree nel paesaggio agricolo, sono stati tradizionalmente utilizzati nell'agricoltura di sussistenza e promossi come una valida opzione da enti di cooperazione e sviluppo rurale. I sistemi agroforestali includono un'ampia varietà di opzioni che includono sistemi silvopastorali e agrosilvopastorali, filari ai bordi dei campi e sussistenza agli orti domestici, o piantagioni di biomassa, con diverse condizioni biofisiche e caratteristiche socio-ecologiche. La rilevanza dei sistemi agroforestali è stata quantificata piuttosto vagamente fino a poco tempo fa ed ha portato a stime ampiamente diverse ed incerte sulla sua importanza. Nonostante un'apparente importanza dei sistemi agroforestali, è tuttora difficile trovare dati attendibili sull'effettiva portata dei sistemi agroforestali a scala globale. Questa mancanza di riferimenti ed incomprensioni su definizioni, ha portato a presupporre che sistemi agroforestali siano generalmente di marginale importanza globalmente. Tali fraintendimenti hanno portato a decisioni politiche non ottimali, che possono essere tuttavia migliorate fornendo misure oggettive e concrete dell'estensione dei sistemi agroforestali. Inoltre, i sistemi agroforestali, ed in generale la copertura arborea su terreni agricoli possono dare un contributo importante alla mitigazione dei cambiamenti climatici, ma non sono sistematicamente considerati negli inventari di carbonio nazionali e globali. Per consolidare una quantificazione di sistemi agroforestali a livello globale, gli autori di questo lavoro hanno elaborato una metodologia di stima basata su incrocio di dati fondamentali disponibili che possono mettere in evidenza aspetti rilevanti, quali le coperture arboree sul paesaggio agricolo. La metodologia considera l'uso di una serie di dati disponibili a scala globale ad 1 km di risoluzione, che includono dati di uso del suolo e copertura arborea per identificare la rilevanza di sistemi agroforestali, intesi come copertura arborea su paesaggi rurali ("trees on farm"), dove l'unità di definizione del paesaggio è determinato dalla scala dei dati disponibili (i.e. 1 km). Queste mappature vengono caratterizzate inoltre in relazione al clima ed alla densità di popolazione.

Tra i risultati principali si evince che i sistemi agroforestali risultano essere estremamente rilevanti per estensione, ma anche in relazione al numero di persone che abitano questi sistemi. Dati di telerilevamento mostrano che nel 2010 circa il 43% di tutta la superficie agricola globale è caratterizzata da almeno 10% di



copertura arborea, con un aumento del 2% rispetto al 2000, con circa 558 milioni di persone che vi abitano. Sistemi agroforestali sono caratteristici di diversi paesaggi rurali globalmente, con estensioni che variano significativamente a seconda delle diverse regioni. Sistemi agroforestali sono particolarmente prevalenti nel Sud-est Asia, Centro e Sud America, con alte coperture arboree presenti sul 50% delle superfici agricole. C'è una forte associazione tra aridità e copertura arborea: quanto più umido il clima, tanto più elevata la copertura arborea sulle superfici agricole. In ogni caso, ci sono molte eccezioni - alte coperture arboree in zone aride e basse coperture arboree in zone più umide – che sono spiegate da altri fattori. La copertura arborea media è parzialmente influenzata dalla densità di popolazione con “patterns” che variano a seconda delle regioni. Combinando stime di biomassa, specifiche per diverse zone geografiche e bioclimatiche (IPCC Tier 1), con l'analisi di copertura arborea, abbiamo stimato 45,3 PgC su superfici agricole globali, dove la componente arborea contribuisce più del 75% della biomassa totale. Tra il 2000 ed il 2010 la copertura arborea è aumentata del 3,7%, risultando in un aumento di circa 2 PgC (o 4,6%) dello stock di carbonio su superfie agricole. In media, globalmente, durante questo periodo la biomassa di carbonio presente su superfici agricole è aumentata da 20,4 a 21,4 tC ha<sup>-1</sup>. Brasile, Indonesia, Cina ed India hanno mostrato l'aumento più consistente; mentre Argentina, Myanmar, e Sierra Leone le maggiori diminuzioni.

### ***Trees on farm: global extent, socio ecological characteristics and potentials for climate change mitigation***

**Keywords:** agroforestry; trees; climate; population density; biomass; mitigation.

Agroforestry, the inclusion of woody perennials within agricultural landscape, has been both a traditional landuse approach developed by subsistence farmers and a livelihood option promoted by managers and international development efforts. Agroforestry systems range from subsistence livestock and pastoral systems to home gardens, alley intercropping, and biomass plantations with a wide diversity of biophysical conditions and socio-ecological characteristics. The extent of its practice has been vaguely quantified until recently leading to widely varied estimates about its importance. Despite this apparent ubiquity and importance, it has been hard to find reliable data on the actual extent of agroforestry around the world. This lack of data, and more fundamental misconceptions of what agroforestry is, had led to an assumption that it is globally of little importance. Such misunderstandings lead to suboptimal policy decisions and can best be reversed by providing objective, data-based measures of the extent of agroforestry. However, agroforestry systems and tree cover on agricultural land may make an important contribution to climate change mitigation, but are not systematically accounted for in either global carbon budgets or national carbon accounting. In order to address the widely varying estimates about the prevalence and importance of agroforestry as a land use, a quantification of the extent of agroforestry at the global level was attempted by the authors. It implies using-available remote sensing datasets at 1 km resolution, treecover data set together with a global land-use layer to investigate the occurrence of agroforestry, which we defined as tree cover on agricultural land when viewed at the scale of data available. We mapped and described the patterns of occurrence in relation to climate and population density.

Among the key results agroforestry appears to be globally extremely relevant both in extent and in number of people associated with it. Remote sensing data show that in 2010, 43% of all agricultural land globally had at least 10% tree cover and that this has increased by 2% over the previous ten years. About 46% of agricultural land globally has a tree canopy cover of more 10%, with 558 million people inhabiting these landscapes. Agroforestry is a significant feature of agriculture in all regions, but its extent varies significantly across different regions. Agroforestry is particularly prevalent in Southeast Asia, Central America, and South America with over 50% of area under agroforestry. The average tree canopy cover in agricultural land increases strongly with increasing humidity and it is partially influenced by population density with patterns varying across regions. There is a strong association between aridity and tree cover: the more humid the climate, the higher the level of tree cover. The results from Southeast Asia, Central America and South America are examples of this relationship. However, there are still many exceptions to this rule—high tree cover found in more arid zones and low tree cover found in more humid zones—that are explained by other factors.

Combining geographically and bioclimatically differentiated IPCC Tier 1 estimates of carbon storage with this tree cover analysis, we estimated 45.3 PgC on agricultural land globally, where trees contribute >75%.





Between 2000 and 2010 tree cover increased by 3.7%, resulting in an increase of >2 PgC (or 4.6%) of biomass carbon. On average, globally, over this period biomass carbon stored on agricultural land increased from 20.4 to 21.4 tC ha<sup>-1</sup>. Brazil, Indonesia, China and India show the largest increases, while Argentina, Myanmar, and Sierra Leone the largest decreases.

\*\*\*

### **S. 10.17 Nuovi cloni *P. × canadensis* per l'industria del legno e la produzione di biomassa costituiti in Italia presso il CREA - Centro di ricerca Foreste e Legno di Casale Monferrato**

Lorenzo Vietto, Gianni Facciotto, Achille Giorcelli, Gianni Allegro, Gaetano Castro, Pier Mario Chiarabaglio, Domenico Coaloa, Giuseppe Nervo

**Parole chiave:** pioppo; breeding; selezione clonale; *P. × canadensis*.

La pioppicoltura italiana contribuisce da tempo allo sviluppo di una filiera produttiva qualificata ed economicamente rilevante per l'economia del nostro Paese. Nonostante alcuni periodi di flessione in termini di superficie coltivata, l'adozione di adeguate tecniche colturali e la selezione di varietà clonali ben adattate ai diversi ambienti di coltivazione, hanno comunque garantito la disponibilità di materiale legnoso di qualità, particolarmente adatto all'ottenimento di pannelli a base legno di elevate caratteristiche tecnologiche. La maggior parte delle caratteristiche colturali quali accrescimento, capacità di radicazione, resistenza e/o tolleranza a stress biotici e abiotici, forma del fusto e architettura della chioma, sono sotto il controllo genico e pertanto migliorabili tramite un'oculata scelta dei parentali da impiegare nei programmi di breeding. L'attività di miglioramento genetico e selezione clonale avviata negli anni '80 presso il CREA - Centro di ricerca Foreste e Legno, sede di Casale Monferrato, considera strategie di lungo e breve periodo, con l'obiettivo di selezionare nuove varietà clonali *P. × canadensis* migliorate per adattabilità, produttività e caratteristiche qualitative del legno. Per la strategia di lungo termine è stato impostato un programma di selezione 'semi-reciproca' ricorrente di due popolazioni di *P. deltoides* e *P. nigra*. L'attività è già stata avviata con un primo ciclo di incroci inter-specifici che ha consentito di valutare le femmine di *P. deltoides* e i maschi di *P. nigra* e a selezionarne, sulla base di test di progenie, un gruppo più ristretto da suddividere sulla base dei principali caratteri di importanza economica ed agronomica da migliorare; questo pool di genitori sarà impiegato in un secondo ciclo di incroci intra-specifici che daranno origine a due nuove popolazioni di specie parentali caratterizzate da una maggior frequenza di geni utili a migliorare i principali caratteri di interesse. L'attività di breve periodo si avvale dell'impiego di genitori dotati di buone caratteristiche produttive e di tolleranza alle avversità, da utilizzare in programmi di incrocio da cui selezionare i migliori individui nell'ambito delle progenie. I materiali genetici più promettenti ottenuti nelle fasi iniziali del programma di selezione 'semi-reciproca' sono stati avviati all'iter selettivo e valutati in vivai multi-stazionali e in piantagioni costituite in siti italiani caratterizzati da condizioni pedoclimatiche diversificate. Da questa attività di breeding è stato possibile selezionare di recente 8 cloni *P. × canadensis* di cui due ('Imola' e 'Orion') da utilizzare nel settore energetico e per la produzione di pannelli a particelle, e sei ('Aleramo', 'Diva', 'Moletto', 'Moncalvo', 'Mombello' e 'Tucano') per la produzione di sfogliati per pannelli compensati. Tale cloni, iscritti in Italia nel Registro Nazionale dei Materiali di Base e protetti in Europa dalla privativa Community Plant Variety Rights (CPVR), sono stati recentemente inseriti nella lista dei cloni di pioppo a "Maggior Sostenibilità Ambientale" (MSA) e potranno consentire una coltivazione più 'sostenibile' in alternativa a quella tradizionale. L'adozione di modelli colturali basati sull'utilizzo di cloni di pioppo a maggior sostenibilità ambientale, come previsto dai Piani di Sviluppo Rurale, consente di perseguire gli obiettivi strategici previsti dal Reg. EU 1305/2013 e, oltre a fornire al pioppicoltore numerosi vantaggi di carattere produttivo, economico ed ambientale, consente di aderire agli standard di gestione forestale sostenibile previsti dagli schemi di certificazione Forest Stewardship Council (FSC) e Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC.) La sperimentazione condotta anche in altri Paesi (Francia, Spagna) in differenti condizioni pedo-climatiche, ha consentito di confermare il loro buon livello di adattabilità ambientale, di tolleranza alle principali avversità del pioppo, quali insetti (*Phloeomyzus passerinii*) e parassiti fungini (*Marssonina brunnea*, *Melampsora* spp., *Venturia populina*).





## **New *P. × canadensis* clones for wood industry and biomass production selected in Italy by the Research Centre for Forestry and Wood in Casale Monferrato**

**Keywords:** poplar; breeding; clonal selection; *P. × canadensis*

Italian poplar cultivation has long contributed to the development of a qualified production chain that is economically significant for our Country. Despite some periods of decline in terms of cultivated area, the adoption of appropriate cultivation models and the selection of clonal varieties well adapted to the different cultivation environments, however, guaranteed the availability of woody material particularly suitable to obtain panels based on wood with high technological features.

Most of the characters of economic and productive importance as growth rate, resistance and/or tolerance to biotic and abiotic stress, stem and crown shape, are controlled by genes and so can be improved by a wise parental selection in breeding programs. The breeding and selection program that started in the Eighties at CREA - Research Centre for Forestry and Wood in Casale Monferrato, considers long and short-term strategies, with the aim of selecting new *P. × canadensis* clonal varieties improved for adaptability, productivity and qualitative characteristics of wood.

For the long-term strategy, a recurrent 'semi-reciprocal' selection program of two populations of *P. deltoides* and *P. nigra* was set up. The activity has already started with a first cycle of inter-specific crossings that allowed to evaluate the females of *P. deltoides* and the males of *P. nigra* and to select, on the basis of progeny tests, a smaller group to be divided on the basis of the main characters of economic and agronomic importance to be improved; this pool of parents will be used in a second cycle of intra-specific crossings that will give rise to two new populations of parental species characterized by a greater frequency of genes useful to improve the main characters of interest. Short-term activity uses the use of parents with good production characteristics and tolerance to adversity, to be used in cross-breeding programs from which to select the best individuals within the progenies.

The most promising genetic materials obtained in the initial stages of the 'semi-reciprocal' selection program have been initiated to the selective process and evaluated in multi-sites nurseries and in plantations established on Italian sites characterized by diversified pedo-climatic conditions. From this breeding activity it was possible to select recently 8 *P. × canadensis* clones of which two ('Imola' and 'Orion') to be used in the energy sector and for the production of particle board, and six ('Aleramo', 'Diva', 'Moletto', 'Moncalvo', 'Mombello' and 'Tucano') for the production of veneers for plywood panels. These clones, registered in Italy in the National Registry of Base Materials and protected in Europe by the Community Plant Variety Rights (CPVR), have recently been included in the list of poplar clones in "Greater Environmental Sustainability" and will allow a more 'sustainable' cultivation as an alternative to the traditional one. The adoption of cultivation models based on the use of poplar clones with greater environmental sustainability, as envisaged by the Rural Development Plans, allows to pursue the strategic objectives set out in the EU Reg. 1305/2013 and, in addition to providing the poplar growers with numerous advantages of productive, economic and environmental nature, allows to apply to the sustainable forest management standards required by the Forest Stewardship Council (FSC) certification scheme and the Forest Endorsement Program (PEFC). Trial activities also conducted in other countries (i.e. France, Spain) in different pedo-climatic conditions, has allowed to confirm their good level of environmental adaptability, tolerance to the main poplar adversities such as pests (*Phloeomyzus passerinii*) and diseases (*Marssonina brunnea*, *Melampsora* spp., *Venturia populina*)

\*\*\*

### **S. 10.18 Valorizzazione di germoplasma di pioppo nero e pioppo bianco**

Lorenzo Vietto, Giuseppe Nervo, Pier Mario Chiarabaglio

**Parole chiave:** *Populus nigra*, *Populus alba*; pioppo; biodiversità; selvicoltura urbana.

Il pioppo nero europeo (*Populus nigra* L.) e il pioppo bianco (*Populus alba* L.) sono i pioppi autoctoni più rappresentativi delle foreste alluvionali. Si tratta di specie pioniere caratterizzate da spiccata eliofilia e



plasticità in grado di colonizzare i suoli alluvionali sciolti e poveri in sostanza organica generati dalla dinamica fluviale; crescono in boschi misti in successione ai salici (*Salix* spp.), e favoriscono la successiva affermazione delle specie più definitive tipiche degli ecosistemi fluviali quali olmi (*Ulmus* spp.), aceri (*Acer* spp.), ontani (*Alnus* spp.), frassini (*Fraxinus* spp.) e querce (*Quercus* spp.). Il pioppo nero ha una vasta area di distribuzione naturale che comprende la maggior parte del continente europeo, e parte del Medio Oriente, del Caucaso, della Cina, dell'Asia centrale e del Nord Africa. Allo stato spontaneo è da considerarsi specie sporadica o rara non solo in Italia, ma anche in vaste aree del continente europeo. L'intenso sfruttamento del territorio a favore delle attività agricole e industriali e i sempre più frequenti eventi idrologici estremi quali siccità e inondazioni, hanno profondamente alterato gli ecosistemi fluviali provocando una drastica riduzione degli habitat tipici della specie; inoltre, l'impiego del pioppo nero cipressino (*Populus nigra* var. *italica* L.) per la costituzione di viali e alberate e la coltivazione nelle aree golenali di cloni *P. xcanadensis* e *P. xgenerosa* con cui il pioppo nero è interfertile, favoriscono l'erosione del suo patrimonio genetico. Rispetto al pioppo nero, il pioppo bianco corre minori rischi di introgressione (popolamenti o zone ibride naturali tra *P. alba* e *Populus tremula* sono segnalati in diverse aree), ma comunque anche questa specie è presente solo come nuclei costituiti da pochi esemplari sparsi sul territorio o formazioni naturali di modesta entità.

Considerato l'elevato valore multifunzionale ed ecologico di queste due specie negli ecosistemi fluviali e, nel caso di *P. nigra*, l'importanza economica (oltre che per la produzione di legname è il parentale più impiegato in diversi programmi miglioramento genetico in Europa e Stati Uniti), molte azioni di conservazione sia in situ che ex-situ sono state intraprese a partire dagli anni Novanta nell'ambito del European Forest Genetic Resources Program (EUFORGEN). Attualmente a livello europeo 31 popolamenti naturali di *P. nigra* e 9 di *P. alba* sono riconosciuti come unità di conservazione genetica a livello nazionale e sono incluse nel database dell'European Information System on Forest Genetic Resources (EUFGIS). L'Unione Europea ha inoltre riconosciuto la riqualificazione dei fiumi e delle pianure alluvionali come strumento fondamentale per la gestione sostenibile dei corsi d'acqua. Da alcuni anni la conservazione della natura, la tutela della biodiversità e la qualità ambientale sono costantemente tra gli obiettivi fondamentali delle politiche internazionali, anche perché è ormai assunto che la conservazione della diversità biologica sia alla base della resilienza degli ecosistemi forestali e fluviali all'adattamento ai cambiamenti climatici.

In questo contesto le specie autoctone di pioppo hanno acquisito importanza anche in settori diversi da quello della produzione prettamente legnosa, e in particolare per l'impiego in attività di 'river restoration', 'environmental restoration', 'restoration ecology' e, più recentemente, 'fitoremediation', 'agroforestry' e 'urban forestry'. In questi campi, al fine di non contribuire ulteriormente all'erosione genetica e anche per ridurre i rischi di tipo epidemiologico, è d'obbligo ricorrere all'impiego di individui di sicura origine ed identità e geneticamente diversificati, in modo da assicurare nei popolamenti ricreati artificialmente un'elevata variabilità genetica. Tra le collezioni di germoplasma di Salicacee mantenute presso il CREA-FL quella di *P. nigra* è la più importante per numero e provenienza di accessioni conservate, anche per il ruolo che questa specie ha avuto e ha tuttora per i programmi di miglioramento genetico del pioppo; quella di *P. alba* è in fase di ampliamento in seguito a recenti campionamenti di nuovo materiale genetico lungo i fiumi Tanaro, Bormida, Scrivia, Po e Ticino.

A livello di progetti pilota sono già state realizzate numerose esperienze in collaborazione con enti parco (oltre 200 ettari riqualificati nel Parco Fluviale del Po e dell'Orba, Parco Oglio Sud, Parco Oglio Nord, Parco Milano Sud) e, in ambienti urbani, con amministrazioni locali e organizzazioni non governative (WWF). Dal momento che uno dei limiti principali per la realizzazione di interventi di recupero in campo ambientale è la carenza di materiale vivaistico idoneo allo scopo, il CREA - FL ha recentemente proposto, come previsto dal Decreto Lgs. 386/2003, l'iscrizione al Registro Nazionale dei Materiali Forestali di Base di un miscuglio clonale di pioppo nero, denominato 'POBIA', anche al fine di valorizzare l'attività ed i materiali genetici selezionati nell'ambito del "Trattato internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura" - Programma RGV-FAO.

### **Valorisation of black poplar and white poplar germplasm**

**Keywords:** black poplar, white poplar, biodiversity, restoration, urban forestry

The European black poplar (*Populus nigra* L.) and the white poplar (*Populus alba* L.) are the most representative native poplar species of alluvial forests. These are pioneer species characterized by marked heliophilia and plasticity able to colonize loose and poor alluvial soils in organic matter generated by river dynamics; grow in



mixed woods in succession to willows (*Salix* spp.), and favor the subsequent affirmation of the most definitive species typical of river ecosystems such as elms (*Ulmus* spp.), maples (*Acer* spp.), alders (*Alnus* spp.), ash (*Fraxinus* spp.) and oaks (*Quercus* spp.) Black poplar has a wide natural distribution range occurring across Europe, The Middle East, the Caucasus, China, Central Asia and North Africa; but in the spontaneous state the black poplar is to be considered sporadic or rare not only in Italy, but also in most of the European continent. The intense exploitation of the territory in favor of agricultural and industrial activities and the increasingly frequent extreme hydrological events such as droughts and floods, have profoundly altered the river ecosystems causing a drastic reduction of the typical habitats of the species; in addition, the use of the fastigate black poplar (*Populus nigra* var. *italica* L.) for the creation of avenues and windbreaks and the cultivation of *P. ×canadensis* *P. ×generosa* clones in the floodplain areas with which the black poplar is inter-fertile, favor the erosion of its genetic pool. Compared to black poplar, white poplar takes less chance of introgression (introgressed populations or natural hybrid zones between *P. alba* – flood-plain pioneer - and *Populus tremula* – upland pioneer - have been already reported) but anyway also this widespread species occurs only as scattered or small natural stands.

Because of their multifunctional and ecological value in riparian floodplain ecosystem and, in the case of *P. nigra*, for its economic importance (it is a valuable timber species and it is used as a parent pool for several breeding programmes across Europe and United States), many conservation actions both in-situ and ex-situ have been taken since the Nineties within the European Forest Genetic Programme (EUFORGEN). There are 31 (*P. nigra*) and 9 (*P. alba*) European populations (gene conservation areas at national level) assigned as conservation units in the European Information System on Forest Genetic Resources database (EUFGIS). According to the European Union restoration of healthy floodplains ecosystems, is one of the very effective way of preventing and mitigating floods, water management and biodiversity conservation. Nature conservation, biodiversity protection and quality of environment are among the main goals of international policies; the convention of Biological Diversity (CBD) considers that the biodiversity conservation will support the resilience of fluvial and forest ecosystems in the face of climate change.

For these reasons *P. nigra* and *P. alba* are nowadays commonly used not only for pulp, timber production or as bioenergy crops, but play an important role in 'river restoration', 'environmental restoration', 'restoration ecology' and, also, 'fitoremediation', 'agroforestry' and 'urban forestry'. Taking into consideration introgression and epidemiologic risks, special attention should be paid to provenances, identity and genetic variability of vegetative materials in order to assure an high gene variability in the artificially restored sites. At the experimental farm 'Mezzi' of CREA-FL, among the ex-situ germplasm collections, the *P. nigra* one is the most relevant for number and accessions origin, considering the role of this species in poplar breeding activities. The *P. alba* collection will be enlarged in a short time as a result of inventoring and sampling of genetic materials on Tanaro, Bormida, Scrivia, Ticino and Po river basins.

Lots of experimental trials have been carried out together with Parks institution in floodplain areas (over 200 hectares have already been restored at Parco Fluviale del Po e dell'Orba, Parco Oglio Sud, Parco Oglio Nord, Parco Milano Sud) and, in urban areas in cooperation with local administration and ONG as WWF. Lack of plant materials represents the main obstacle to realise environmental restoration activities; CREA-FL, according to the Legislative Decree n. 386/2003, to plug this gap has recently applied to the National Register of Basic Materials for a *P. nigra* clonal mixture, named 'POBIA'. This action will serve to valorise the work carried out and the genetic materials selected within the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (RGV-FAO Treaty), supported by MiPAAF



## Sessione 11 - Ricerca, innovazione e prospettive nella filiera foresta-legno

### Session 11 - Research, Innovation and perspectives in the forest-wood chain

#### S. 11.01 Valutazione della sostenibilità ambientale degli impianti a biomassa presenti in Trentino Alto-Adige mediante Life Cycle Assessment (LCA)

Silvia Bernardi, Alessandro Paletto, Elisa Pieratti, Manuela Romagnoli, Francesca Teston

**Parole chiave:** bioeconomia; economia circolare; centrali di teleriscaldamento; analisi della sostenibilità ambientale; Valutazione di Ciclo di Vita.

Il settore forestale, attraverso la produzione di legname ad uso industriale e di biomasse ad uso energetico, fornisce un contributo strategico alla bioeconomia nazionale così come evidenziato dalla Strategia Italiana per la Bioeconomia (2017). Inoltre, la valorizzazione energetica dei residui legnosi derivanti dai tagli di utilizzazione boschiva e dai processi di trasformazione del legname può contribuire in modo sostanziale al soddisfacimento dei fabbisogni energetici nazionali e alla mitigazione dei cambiamenti climatici, grazie alla sostituzione dei combustibili fossili con fonti rinnovabili. Al fine di adottare delle idonee strategie di valorizzazione energetica dei residui legnosi su scala locale (entro i 70 km come previsto dal Decreto Ministeriale del 2 Marzo 2010) è necessario analizzare i flussi di materiali e i conseguenti impatti ambientali derivanti dal processo produttivo. Lo studio mira ad individuare e valutare gli impatti associati alla produzione di energia termica negli impianti a biomassa dal punto di vista ambientale. Per svolgere lo studio sono stati raccolti, tramite dei questionari, dati relativi a trenta diversi impianti a biomassa presenti nel territorio della regione Trentino-Alto Adige. L'analisi ambientale è stata eseguita utilizzando l'approccio della Valutazione del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment) basato sulla metodologia definita dall'ISO; tale analisi prevede che lo studio venga svolto in quattro fasi:

- (i) definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione;
- (ii) analisi d'inventario;
- (iii) valutazione dell'impatto del ciclo di vita;
- (iv) interpretazione dei risultati e miglioramento (International Standard ISO 14040).

Per ogni impianto a biomassa è stata eseguita un'analisi LCA, per poter confrontare gli impatti ambientali associati alla produzione della stessa unità funzionale, quantificando e valutando le prestazioni ambientali derivanti dal ciclo di vita del processo produttivo ed evidenziando le fasi di produzione che presentano il maggiore impatto. L'obiettivo finale dello studio è evidenziare l'esistenza o meno di una correlazione tra la dimensione degli impianti, legata alla disponibilità delle materie prime, e gli impatti effettivamente provocati sull'ambiente, al fine di poter suggerire delle linee guida capaci di migliorare la sostenibilità degli impianti, soprattutto in termini ambientali. L'unità funzionale dello studio è stata identificata come 1 MJ di energia termica, e rappresenta l'unità di riferimento a cui corrispondono tutti i flussi in entrata e in uscita e i risultati dello studio. I confini del sistema seguono l'approccio "Gate to Gate" (International Standard ISO 14040), in cui si tiene in considerazione solamente la fase di produzione del prodotto oggetto di studio, escludendo le fasi di approvvigionamento delle materie prime e di utilizzo del prodotto da parte del consumatore finale. Nella fase di analisi d'inventario si è ottenuta la tabella d'inventario, che rappresenta tutti gli input e gli output associati al processo in analisi. Tali dati sono stati poi inseriti nel software SimaPro8 per l'analisi di LCA e studiati secondo i metodi ReCiPe Midpoint e ReCiPe Endpoint. Nel primo metodo i vari input e output vengono inseriti in 18 categorie d'impatto differenti, in base all'effetto che essi hanno sull'ambiente. Alcuni esempi di effetti sull'ambiente sono così sintetizzabili: acidificazione, eutrofizzazione, riscaldamento globale, assottigliamento della fascia dell'ozono. Il secondo metodo utilizza, invece, le conseguenze degli effetti individuati con il primo metodo. In questo caso i flussi di input e di output del processo vengono inseriti nelle





varie categorie d'impatto Midpoint, le quali successivamente vengono associate a tre macro conseguenze: danni alla salute, danni agli ecosistemi e danni alle risorse ambientali. I risultati dello studio permettono di mostrare la sostenibilità ambientale del settore foresta-legno-energia dalla prospettiva gestionale e da quella politica, e di valutare l'opportunità di realizzazione di nuovi impianti a biomassa seguendo i principi della sostenibilità ambientale, economica e sociale in un'ottica di filiera corta.

### ***Environmental sustainability analysis of biomass plants present in Trentino Alto Adige by Life Cycle Assessment (LCA)***

**Keywords:** bioeconomy; circular economy; heating district plants; environmental sustainability analysis; Life Cycle Assessment.

Forest sector, through timber production for industrial use and biomass for energy use, provides a strategic contribution to the national bioeconomy as highlighted by the Italian Strategy for Bioeconomy (2017). In addition, the energy valorization of wood residues resulting from forest cuttings and wood transformation processes can substantially contribute to meeting national energy needs and climate change mitigation, thanks to the replacement of fossil fuels with renewable sources. In order to adopt appropriate strategies for energy valorization of wood residues on a local scale (within 70 km as required by the Ministerial Decree of 2 March 2010) it is necessary to investigate the materials flows and the environmental impacts deriving from the production process. The study aims to identify and evaluate from an environmental point of view the impacts associated with the thermal energy production in heating district plants (HDP). The environmental sustainability was assessed through the administration of a questionnaire to 30 HDPs in Trentino-Alto Adige region. The environmental analysis was performed using the Life Cycle Assessment (LCA) approach based on the methodology defined by the ISO and divided in four steps:

- (i) goal and scope;
- (ii) Life Cycle Inventory;
- (iii) Life Cycle Impact Assessment;
- (iv) Life Cycle Interpretation (International Standard ISO 14040).

For each heating district plant an LCA analysis was performed in order to: compare the environmental impacts associated with the production of the same functional unit, quantifying and valuating the environmental performance deriving from the production process life cycle, and highlighting the production phases with greater impact. The final aim of this study is analyzing the correlation between HDP size - based on availability of the raw materials - and environmental impacts in order to define guidelines that allow a better environmental sustainability of the biomass plants. The functional unit of the study is 1 MJ of thermal energy; it is the reference unit of the input data, output data and results of the study. The boundaries of the system follow the "Gate to Gate" approach (International Standard ISO 14040), where only the production phase is taken into account, excluding the phases of supply of raw materials and the use by final consumer. The inventory table obtained in the Life Cycle Inventory phase represents all the input data and the output data associated with the process under analysis. These data are then inserted in the software SimaPro8, and they are analyzed according to the ReCiPe Midpoint and ReCiPe Endpoint methods. In the first method, the different input and output are inserted into 18 impact categories according to the effect that they have on the environment. Some examples of the environmental effects can be summarized as follow: terrestrial acidification, eutrophication, climate change, ozone depletion. The second method uses the consequences of the effects identified in the first method. In this case, the input and output are first inserted into the Midpoint impact categories, and subsequently they are associated with three macro consequences: damage to human health, damage to ecosystem and damage to resources. The results of the study allow - at management and political level - to underline the environmental sustainability of forest-wood-energy sector and to evaluate the opportunity of the construction of new biomass plants following the environmental, economic and social principles in a short supply chain viewpoint.

\*\*\*



## S. 11.02 La selvicoltura oggi, fra green economy e abbandono culturale

Antonio Brunori, Maria Cristina D'Orlando, Francesco Dellagiacomà

**Parole chiave:** filiera corta; certificazione forestale; PEFC; gestione attiva.

### Potenzialità

Il legno è la materia prima per antonomasia della green economy: rinnovabile, produzione in un ambiente naturale che produce servizi eco sistemici, bassi costi energetici per la produzione e lavorazione, stoccaggio di CO<sub>2</sub>, se trattato correttamente non produce rifiuti da smaltire, è riciclabile.

C'è notevole attenzione alle risorse locali (km 0) con l'obiettivo di ridurre i trasporti e di valorizzare l'economia locale

Il cambiamento climatico è una preoccupazione importante e c'è disponibilità ad agire per contenere le emissioni di CO<sub>2</sub>.

L'ambiente bosco è percepito in modo (molto) positivo. I boschi italiani sono in forte crescita, concentrata (quasi) esclusivamente in montagna e nelle aree interne.

La funzione produttiva, quella naturalistica e la fornitura dei servizi eco sistemici sono compatibili, come dimostrano le aree montane più in equilibrio (Trentino Alto Adige, Cadore, Comelico) che sono anche quelle con la maggior produzione di legname

L'Italia ha settore legno arredo molto importante, che produce lavoro, ricchezza, esportazione, che però è basato sull'importazione di legno e semilavorati legnosi.

### Disattenzione

Nonostante queste opportunità, le utilizzazioni restano molto basse, ai livelli inferiori in Europa.

Gli investimenti nel settore forestale sono scarsi, ulteriormente ridotti nel passato recente, c'è una carenza di accessibilità. La viabilità forestale è il presupposto per svolgere efficacemente molte delle funzioni dei boschi, non solo quella produttiva. Questo provoca l'abbandono culturale, oggi il problema principale della selvicoltura italiana.

Il settore forestale disporrebbe di risorse importanti nell'ambito dello sviluppo rurale, che ormai è il solo strumento di finanziamento del settore, ma molte risorse non vengono utilizzate.

Innovazione e formazione delle imprese di utilizzazione e dei proprietari sono insufficienti nei metodi di lavoro con le nuove tecnologie e nell'organizzazione (associazioni, contratti di gestione e miglioramento).

Le foreste sono cresciute sostanzialmente nell'area montana e potrebbero essere un elemento di interesse nella strategia per le aree interne: le foreste possono essere l'asse dell'infrastruttura verde.

C'è una rottura della filiera locale: la fase di utilizzazione e prima trasformazione è piuttosto debole e non è in grado di interloquire attivamente con il (forte) settore della lavorazione del legno: le (piccole) segherie italiane non sono competitive con le grandi segherie dei paesi confinanti.

Le foreste sono percepite in modo positivo dall'opinione pubblica, ma il settore forestale non riesce a coinvolgere efficacemente i portatori di interesse del settore produttivo e l'opinione pubblica.

Proposte: il bosco in un'ottica multifunzionale e di filiera

La selvicoltura deve contrastare l'abbandono culturale e contribuire a cogliere le potenzialità, sono necessari investimenti per la gestione sostenibile: infrastrutture, attrezzature, formazione per imprese e proprietari/amministratori. L'investimento crea opportunità di lavoro e di reddito nelle aree interne, spesso soggette e spopolamento, e ne migliora l'attrattività, anche in chiave turistica. La possibilità di utilizzare i fondi PSR nel settore forestale permetterebbe di finanziare il piano strategico: è necessaria una leale ed efficace collaborazione Stato regioni e fra regioni per creare strutture adeguate e condivise e per avere una presenza efficace e attiva in sede EU, da cui derivano ormai quasi tutti i fondi per le foreste.

Devono essere attivati strumenti di monitoraggio, prodotti dati attendibili in un'ottica di multifunzionalità del bosco e di filiera produttiva dal bosco alla trasformazione del legno.

Occorre conoscere meglio la proprietà forestale privata frammentata e sviluppare proposte che ne permettano l'attivazione tramite progetti di miglioramento, ricomposizione fondiaria, strumenti flessibili per favorirne la gestione attiva rispetto alla pianificazione aziendale delle proprietà maggiori (in genere pubbliche).



Occorre produrre una comunicazione specifica sulla sostenibilità del legno locale: utilizzazione a cascata (impiego strutturale e come materia prima, scarti e smaltimento per la valorizzazione termica), analisi Life Cycle Assessment, impatto climatico.

Devono essere definiti accordi per la promozione del legno locale: arredo, edilizia, tavoli di confronto produttori-utilizzatori per la valorizzazione della produzione (specie, provenienza, tradizioni locali). I tecnici forestali devono confrontarsi con i professionisti di settore (architetti, designer, produttori) per sviluppare insieme progetti specifici.

Tali progetti devono coinvolgere portatori di interesse e il pubblico sul valore culturale della filiera locale.

La certificazione Pefc ha portato un contributo specifico: ha tracciato la filiera del legno (sostenibile) dalla foresta al prodotto finale; ha costituito la maggiore piattaforma di dialogo della filiera foresta legno nazionale da 17 anni; è stato mezzo di comunicazione e di coinvolgimento non strumentale nei confronti della società civile e dell'associazionismo. 5 esempi positivi:

- (i) collaborazione PEFC e Leroy Merlin;
- (ii) filiera Legno FVG: Area food ad Amatrice, "Radura", "Abbracci", "Teatrino";
- (iii) legno delle piccole Dolomiti: azienda Profilegno ha finanziato la certificazione di un piccolo bosco di castagno, valorizzando il legno locale certificato e utilizzandolo per le proprie produzioni;
- (iv) Municipio di Dambel (Tn): ristrutturazione dell'edificio con legno certificato con provenienza entro un raggio di 80 km;
- (v) Centro didattico della foresta del Latemar (Bz), realizzato con legno locale certificato.

\*\*\*

### **S. 11.03 Caratteristiche fisiche del legno di noce comune prelevato in due differenti impianti: prove preliminari**

Gaetano Castro, Sara Bergante, Dalila Sansone, Claudio Bidini, Francesco Pelleri

**Parole chiave:** noce; legno; caratteristiche fisiche.

Alcuni impianti realizzati con noce comune grazie ai finanziamenti del regolamento 2080/92 hanno raggiunto, in questi anni, dimensioni tali da richiedere interventi di diradamento. Il progetto Woodnat, finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del programma Horizon 2020 si propone di trovare nuove soluzioni di mercato, differenti dall'utilizzo come biomassa, per gli assortimenti ricavati dai diradamenti, che spesso sono di dimensioni inferiori a quanto richiesto dall'industria e per tutti gli assortimenti di scarso pregio ottenibili dagli impianti mal gestiti.

Nella primavera 2018 sono stati eseguiti diradamenti su due impianti di noce monitorati nell'ambito del progetto e che hanno dato buoni risultati in termini di produzione e di qualità degli assortimenti. Questi due impianti sono stati realizzati con modelli colturali differenti: un impianto (A) è stato realizzato nel 1994 ed è suddiviso in settori sperimentali con 5 schemi d'impianto differenti: il primo settore, interessato dal diradamento, è coltivato in purezza con *Juglans regia*. L'altro impianto (B) è stato realizzato nel 1996 seguendo un modello di piantagione policiclica, costituito da noce, pioppo e piante accessorie; in questo impianto il pioppo è stato prelevato al termine del settimo anno. In seguito al diradamento, sono state prelevate rotelle campione alla base di 5 piante scelte casualmente per ogni impianto, dalle quali sono stati ricavati campioni multipli: 2 campioni di alborno e, quando possibile, 2 campioni di durame. Le rotelle non contenevano durame oppure ne avevano una percentuale molto bassa. Dai campioni di legno ottenuti dalle rotelle sono stati ricavati i seguenti parametri: massa volumica e densità basale, percentuali di ritiro nelle tre direzioni (radiale, tangenziale e longitudinale). I dati medi ottenuti sono i seguenti: la massa volumica media dell'alborno allo stato fresco è risultata essere di  $0,90 \text{ g/cm}^3$ , mentre i campioni di durame hanno raggiunto valori di  $1,13 \text{ g/cm}^3$ ; il ritiro tangenziale medio è stato del 12 % per i campioni di alborno e del 6 % per i campioni di durame, mentre il ritiro radiale medio è stato del 6,7% per l'alborno e del 4,4 % per il durame. Sono state riscontrate differenze di comportamento tra i campioni provenienti dai due impianti, probabilmente dovute al materiale vegetale diverso, alla differente età delle piante e al modello di coltivazione; tale risultato, unito alla elevata variabilità dei dati, conferma la necessità di svolgere ulteriori indagini, possibilmente associate ad una



conoscenza completa e dettagliata delle caratteristiche degli impianti, della provenienza del materiale vegetale e delle operazioni colturali eseguite.

### ***Common walnut wood characteristics in two different Italian plantations***

**Keywords:** walnut; wood; physical characteristics.

Over the last decades in Europe, thanks to the financial support provided by EU Regulation 2080/92 and of Rural Development Plan, many plantations have been established with walnut and other valuable broad-leaved and nurse trees. However, the poor quality wood recently obtained by thinning could only be sold as biomass, with little or no profit for the owners.

The project 'Woodnat', presently financed by the EU under the program Horizon 2020, aims to assess the problem of such walnut plantations, and to improve the market demand for smaller assortments, making them usable at industrial level. Some of the plantations monitored by the project needed to be thinned. Two of these showed good growth and quality results: one (plantation A), established in 1994, is an experimental stand with 5 plots with different layouts and species; the first plot is cultivated with pure common walnut (*Juglans regia*) and was thinned in spring 2018. The other stand (plantation B) is a polycyclic plantation established in 1996 with common walnut, hybrid poplar and nurse trees in which the poplar was harvested in 2007 and the walnut was thinned in spring 2017. After thinning, sample disks were taken from the base of 5 trees selected randomly in each site, from which multiple samples were obtained: 2 samples of sapwood and, when possible (the disks did not contain, or had a very low percentage, of heartwood), 2 samples of heartwood. The following parameters were obtained from the wood samples: density and shrinkage in the three directions (radial, tangential and longitudinal). The average data obtained are as follows: the average density of the sapwood resulted to be 0.90 g/cm<sup>3</sup> while the heartwood samples reached values of 1.13 g/cm<sup>3</sup>; the average tangential shrinkage was 12% for the sapwood samples and 6% for the heartwood samples, while the average radial shrinkage was 6.7% for the sapwood and 4.4 % for the heartwood. There were differences in behavior between the samples from the two sites, probably due to different genotypes, age of the plantations and cultivation models. These results, combined with the high variability of the data, confirms the need to carry on further investigations, possibly associated with a complete and detailed knowledge of the characteristics of the plantations, the provenance of the vegetal material and the cultivation operations carried out.

\*\*\*

### **S. 11.04 SIR-Legno – Applicativo informatico di supporto al riconoscimento macroscopico del legno**

Gaetano Castro, Corrado Cremonini, Flavio Ruffinatto, Roberto Zanuttini

**Parole chiave:** riconoscimento; macroscopico; software; atlante; specie legnose; caratteri IAWA.

Nel contesto della Misura 1 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Piemonte, il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino ha predisposto un corso online sull'identificazione macroscopica del legno che è stato sviluppato in collaborazione con altri soggetti esperti in materia, tra i quali il CREA – Centro di Ricerca Foreste e Legno di Casale Monferrato (AL).

Per fornire risposta alla carenza di strumenti dedicati a tale scopo, è stato realizzato un apposito applicativo, SIR-Legno, basato su una lista di caratteri recentemente proposta all'Associazione Internazionale di Anatomisti del Legno (IAWA) quale standard per il riconoscimento macroscopico.

SIR-Legno, scaricabile gratuitamente dal sito ELFo (<http://www.elfopiemonte.it>) della Regione Piemonte, prende in esame 48 specie arboree presenti sul territorio italiano, sia autoctone che introdotte. Il programma, attraverso un'interrogazione aperta del software, ossia senza dover seguire un ordine prestabilito nella scelta dei caratteri da analizzare, fornisce una guida al riconoscimento del legno con un approccio decisamente più flessibile rispetto alle classiche chiavi dicotomiche.





Il software, di facile ed intuitivo utilizzo, comprende tutte le informazioni presenti nel modulo didattico del relativo corso online e può essere usato in locale sul proprio personal computer (necessita di sistema operativo Microsoft Windows) previa installazione.

I caratteri di riferimento utilizzati sono esemplificati attraverso specifiche descrizioni ed immagini inclusi nel software stesso. Al termine del percorso di identificazione, una serie di immagini ad alta risoluzione ed una scheda descrittiva del legno candidato per il riconoscimento consentono una verifica del risultato.

Ciascuna scheda fornisce poi, oltre alla descrizione dei caratteri macroscopici, diverse altre informazioni relative sia al legno stesso (tra cui caratteristiche tecnologiche, impieghi più comuni ecc.), sia al genere botanico di appartenenza (numero di specie, principali legni di interesse commerciale, note sull'identificazione a livello macroscopico e microscopico, distribuzione geografica).

Oltre a rappresentare una guida al riconoscimento, l'applicativo consente anche un confronto tra le proprietà fisico-meccaniche e di durabilità naturale dei legni inseriti nella banca dati, che può rivelarsi utile nella scelta di quelli meglio in grado di soddisfare determinati requisiti di impiego finale.

Le schede sono state raccolte sotto forma di un Atlante che può così essere scaricato e consultato indipendentemente dal software di riconoscimento.

Sebbene nel realizzare l'applicativo, pur assicurandone il rigore scientifico, si è cercato di adottare un approccio quanto più possibile user-friendly, per poter essere utilizzato in maniera appropriata ai fini del riconoscimento esso richiede comunque una conoscenza di base in anatomia del legno, con particolare riferimento all'analisi dei caratteri macroscopici, ed una buona esperienza in materia.

I prodotti realizzati intendono proporsi come un insieme di contributi aggiornati, e in lingua italiana, di supporto all'identificazione macroscopica del legno delle specie più comuni, il cui campo di applicazione parte dalla didattica e ricerca scientifica fino ad interessare l'ambito tecnico culturale.

In un prossimo futuro, gli autori confidano di poter effettuare un aggiornamento del software per includere anche specie legnose extraeuropee. Il programma è stato infatti predisposto con un'architettura aperta che si presta all'implementazione del database tramite l'inserimento di altri legni e alla realizzazione di una versione in lingua inglese.

### ***SIR-Legno - Application software to support the macroscopic identification of wood***

**Keywords:** identification; macroscopic; software; atlas; wood species; IAWA characters.

The research group on wood technology of the Department of Agricultural, Forestry and Food Sciences (DISAFA), University of Torino, developed an E-learning course on the macroscopic identification of wood. The activity was carried out in collaboration with the CREA - Research Centre for Forestry and Wood of Casale Monferrato (AL), within the 2014-2020 Rural Development Program, Measure 1, of the Piemonte Region. Given the lack of up-to-date tools in Italian for the macroscopic identification of wood, a brand new software, named SIR-Legno, was developed, based on a list of characters recently proposed to the International Association of Wood Anatomists (IAWA) as a standard for the macroscopic identification of wood.

SIR-Legno allows the identification of 48 Italian woods, both native and introduced, and is freely downloadable from the ELFo web site (<http://www.elfopiemonte.it>). Through a user-friendly and intuitive interface, the user can browse amongst the different characters and choose the correct state for each of them, according to the features of the sample to identify. The identification interface shows the definitions of characters and of their states, providing reference images as well.

At the end of the identification process, the wood species is illustrated by various high-definition images and by a data sheet that allows to verify the outcome. The species is described through information about its wood (with a complete macroscopic description, physico-mechanical properties, natural durability and common uses) and its botanical genus (number of species, main commercial woods, notes on species or species group identification at macroscopic and microscopic level, geographical distribution). An additional feature of the software enables users to select a species on the basis of physico-mechanical and natural durability properties. This makes the tool useful also for selecting the wood most suited to meet the requirements of specific end-uses. All the description sheets are also collected into an atlas, which can be used independently from the software. Though easy to use, also thanks to its user-friendly interface, SIR-



Legno may however be not so easy to master, since a good knowledge of the wood characters and continuous practice are required.

Overall, SIR-Legno aims to provide an up-to-date tool, in Italian, for the macroscopic identification of wood species able to answer the needs of teachers/students, researchers and professionals. In the near future, the authors intend to upgrade this software with the introduction of extra European woods and translation into English.

\*\*\*

### **S. 11.05 Strategie e tecnologie per lo sviluppo della Filiera Foresta Legno in Calabria**

Maria Francesca Cataldo, Andrea Rosario Proto, Giuseppe Zimbalatti

**Parole chiave:** Filiera Foresta Legno; NDT; qualità; assortimenti legnosi; Calabria.

L'Italia è uno dei paesi più importanti nella produzione di prodotti a base di legno, ma al contempo, in Europa, è tra le nazioni con il più alto tasso di importazione della materia prima grezza. Secondo i recenti dati di Ferderlegno-Arredo, infatti, oltre la metà del fabbisogno nazionale di legname è importato dall'estero. Nonostante l'elevato indice di boscosità, la Filiera Foresta Legno nazionale non riesce a soddisfare le esigenze del mercato, sia in termini di quantità prodotta per singola specie di interesse economico, sia per le ridotte possibilità di impiego di alcune essenze forestali. In Calabria, tale situazione è maggiormente evidente in virtù del patrimonio forestale regionale. In questa regione, la filiera produttiva del legno è spesso limitata dalle caratteristiche orografiche e stagionali dei siti forestali, dalla prevalenza della proprietà statale rispetto a quella privata, da proprietà forestali di ridotte estensioni medie (circa il 75% dei boschi calabresi hanno un'estensione inferiore a 250 ettari), le dimensioni ridotte di molte imprese forestali e la scarsa diversificazione merceologica dei prodotti a base di legno. Tutto ciò riversa i suoi effetti in termini di produttività economica sull'intero settore forestale calabrese. In tale contesto, questo studio mira ad individuare modalità tecniche e scientifiche per aumentare l'efficienza della Filiera Foresta Legno regionale in tutte le sue fasi, dalle piante in piedi alle utilizzazioni del legname ed alla trasformazione degli assortimenti legnosi, ottimizzando l'uso delle risorse forestali, senza compromettere la multifunzionalità del bosco. Diversi approcci metodologici verranno impiegati, in un'ottica pluridisciplinare, necessaria per la comprensione e lo studio delle singole fasi di filiera. La ricerca verterà sulla valutazione della produttività di alcuni cantieri di utilizzazione forestale rappresentativi della realtà regionale calabrese e sulla determinazione delle qualità intrinseche degli assortimenti ritraibili dal bosco tramite prove svolte su piante in piedi e su piante abbattute con l'impiego di strumenti non distruttivi (NDT). La valutazione di ulteriori caratteristiche qualitative e prestazionali del legno verranno condotte mediante test sui prodotti legnosi negli impianti di prima lavorazione (segherie) ed in laboratorio. In particolare, le piante verranno seguite e sottoposte alle diverse prove strumentali in modo progressivo nelle fasi di utilizzazione e trasformazione, per studiarne le loro caratteristiche, peculiarità, e le loro variazioni lungo i processi di filiera; infatti le proprietà del legno, tra le quali umidità, elasticità e resistenza agli agenti atmosferici, variano in funzione dei processi di lavorazione e trasformazione che il legno subisce, dall'albero in piedi al prodotto finito. L'obiettivo di questo studio è, quindi, quello di evidenziare quali possano essere le tecnologie e gli strumenti più appropriati al settore forestale, nel contesto calabrese, nonché le possibili innovazioni introducibili ed i possibili impieghi utili all'interno dell'intera Filiera Foresta Legno per incrementarne l'efficienza produttiva e la qualità dei prodotti.

#### ***Strategies and technologies for the development of the Forest Wood Supply Chain in Calabria***

**Keywords:** Forest Wood Supply Chain; NDT; quality; wood assortments; Calabria.

Italy is one of the most important countries in the production of wood-based products, but at the same time, in Europe, it is among the nations with the highest import rate of wood raw material. According to recent data from Ferderlegno-Arredo, in fact, over half of the national timber demand is imported from abroad. Despite the high coefficient of woodiness, the national Forest Wood Supply Chain is not able to satisfy the needs of the market, both in terms of quantity produced for each species of economic interest, and for the



reduced possibilities for the use of certain forest essences. In Calabria, this situation is more evident evaluated the characteristics of the regional forest surface that, for its peculiarities, takes on a role of national importance. In this region, the wood production chain is often limited by the orographic features of forest sites, where almost half of the forest areas have slopes of over 40%, prevalence of state ownership with respect to private owners, the small-scale characteristics of the forest ownership structure (approximately 75% of the forests are owned in parcels of less than 250 hectares) and the small size of many forest enterprises and the low diversification of wood-based products. All this causes many effects in terms of economic productivity on the entire Calabrian forest sector. In this context, this study aims to detect technical and scientific methods to increase the efficiency of the Forest Wood Supply Chain in this region in all its phases, from standing trees to the use of timber and final transformation in wood-based products, optimizing the use of forest resources that this region offers without compromising the forest multifunctionality. Different methodological approaches will be used, from a multidisciplinary point of view necessary for the understanding and study of the single supply chain phases. The research will focus on the assessment of the productivity of some forest utilization sites representative of the Calabrian regional reality, and the evaluation of the intrinsic qualities of the wood assortments through tests carried out on standing trees and after felling with the use of non-destructive tools (NDT). The assessment of further qualitative and performance characteristics of wood will be conducted through tests on wood products in the first processing plants (sawmills) and in the laboratory. In particular, the wood assortments will be followed and subjected to various instrumental tests progressively during transformation phases to determine their characteristics, peculiarities, and their variations along the supply chain processes. In fact the properties of wood, among which moisture, elasticity and resistance to atmospheric agents, vary in accordance with the transformation processes that the wood undergoes from the standing tree to the finished product. The objective of this study is, in conclusion, to highlight what technologies and tools are most appropriate for the forestry sector in the Calabrian context nowadays, as well as possible innovations that can be introduced, and possible uses within the entire Forest Wood Supply Chain to increase production efficiency and product quality.

\*\*\*

### **S. 11.06 VIGOFORPOPLAR - Una filiera corta nel sistema pioppo per valorizzare le produzioni di qualità**

Pier Mario Chiarabaglio, Achille Giorcelli, Antonio Brunori, Alessandro Pansecco, Stefano Vigolungo

**Parole chiave:** pioppo; accordi di filiera; industria; VigoForPoplar.

Il ruolo della filiera legno di pioppo rappresenta da sempre per l'Italia un'eccellenza agricola e industriale, riconosciuta anche a livello internazionale. Da molti decenni il legno di pioppo è quello più utilizzato dall'industria nazionale del legno e i prodotti che ne derivano rappresentano il terzo settore italiano per importanza nell'export. A fronte di una domanda di legno di pioppo crescente, negli ultimi decenni è decisamente diminuito il grado di approvvigionamento interno. A partire dagli anni '80 la pioppicoltura ha però subito una contrazione rilevante in termini di superficie in un breve periodo. Le aziende agricole interessate alla coltivazione del pioppo sono piuttosto frammentate e disperse, con piccole e medie aziende a conduzione diretta e, prevalentemente, a manodopera familiare. Manca una collaborazione forte tra le aziende agricole e scarsissimo è il dialogo tra aziende e industrie di trasformazione. Risultano carenti le informazioni relative a valori di riferimento standard per la stima del legname in piedi, per la definizione di una qualità oggettiva condivisa tra agricoltori ed industriali. La mancanza di un'organizzazione tra le aziende le porta ad avere scarsa forza contrattuale verso il mercato della trasformazione, al contrario di quello che invece avviene all'estero, ad esempio in Francia.

Nell'ambito dell'operazione 16.1.1 del Programma di Sviluppo Rurale della Regione Piemonte è stata presentata una proposta progettuale per organizzare le aziende agricole e creare una filiera in modo che siano più competitive all'interno del mercato per agevolarle nei rapporti con l'industria di trasformazione, creare un servizio di assistenza tecnica, favorire la Gestione Sostenibile delle Piantagioni, promuovere e valorizzare l'intera filiera del pioppo.

L'azienda E. Vigolungo S.p.a. di Canale (CN) ha promosso questo progetto sottoscrivendo, anche in assenza del finanziamento del PSR, un protocollo di intesa tra un gruppo di produttori, vivaisti e operatori forestali per



offrire un sostegno alla certificazione PEFC del gruppo e un premio per i produttori che si impegnano a ripiantare dopo l'abbattimento.

L'ampliamento della certificazione di Gestione Sostenibile della Pioppicoltura (GSP PEFC) a una Catena di Custodia PEFC al nuovo gruppo di produttori garantirà la tracciabilità del materiale PEFC proveniente dai pioppeti certificati fino all'industria di trasformazione finale anche grazie a un apposito software che permetterà di mantenere e archiviare tutte le informazioni sulla gestione agronomica di pioppeti (tipo di clone, età materiale, vivaista, buone pratiche adottate, caratteristiche produttive e qualitative, ...), oltre alle operazioni di taglio, esbosco e vendita all'utilizzatore finale compresa la tracciabilità del legno seguendo le modalità operative previste dal Regolamento europeo "legname" attraverso il Due Diligence System (Reg. UE 995/2010).

Il progetto VIGOFORPOPLAR permetterà di coinvolgere in una filiera corta un elevato numero di aziende agricole, rivitalizzando così la coltivazione del pioppo. Tutte le tipologie di impresa del sistema pioppo, a partire dai vivaisti attraverso i pioppicoltori fino alle imprese forestali e all'industria di trasformazione, saranno legate da un 'accordo di filiera' che renderà i rapporti tra i diversi soggetti più efficaci ed economicamente più sostenibili, grazie anche al coinvolgimento di enti scientifici e di organismi tecnici. L'innovazione proposta provocherà un miglioramento della sostenibilità ambientale della coltivazione e della qualità tecnica del prodotto ritraibile.

### ***VIGOFORPOPLAR – A short supply chain in poplar system to enhance quality production***

**Keywords:** poplar; supply chain agreement; wood industry; VigoForPoplar.

The role of poplar wood supply chain has always represented in Italy an agricultural and industrial excellence, internationally recognized as well. For several decades poplar wood has been the most required by Italian wood industry, and the deriving products represent the third Italian sector as export relevance. In contrast with an increasing demand of poplar wood, in the last decades the amount of internal supply has dramatically decreased. Starting from the Eighties, however, poplar cultivation has consistently reduced in terms of short-term surfaces. The agricultural farms interested in poplar cultivation are rather fragmented and scattered, with small and medium-sized farms directly managed and mainly with family workforce. There is no strong collaboration among the farms, and the dialogue between farms and processing industries is very scarce. Inadequate is the knowledge on standard reference values for the estimation of standing timber, with the goal of defining an objective quality shared between farmers and industrialists. The lack of any organization among farms brings them to have a scarce bargaining position versus the processing market, in contrast with abroad conditions such as in France.

Under the Operation 16.1.1 of Piedmont's Rural Development Programme (RDP), a project proposal has been submitted to organize a net among agricultural farms and to create a processing chain structure, with the goals of an increased competition inside market, a facilitation of relationship between farms and processing industries, the creation of a technical assistance service, a fostering of a sustainable plantation management, a support and valorisation of poplar supply chain on the whole.

E. Vigolungo S.p.A. industry of Canale (CN, Italy) has supported this project by subscribing, even without any RDP funding, a memorandum of understanding among a group of poplar growers, nursery farmers and forestry operators to give support to PEFC certification of the farmer group and to grant the farmers that undertake to replant poplar plantations after the cut.

The extension of the certification of Sustainable Poplar Plantation Management to a PEFC custody chain as regards the new group of farmers will ensure the traceability of PEFC material coming from certified poplar plantations until the final processing industry, even by means of a dedicated software allowing to maintain and store all the data of poplar agronomic management (clone, age, nursery, adopted good practices, productive and qualitative characters etc.). Besides, the operations of cut, wood extraction and sale to final user will be registered, including wood traceability according to the operating modes required by the European Timber Regulation "EUTR" through the Due Diligence System (EU Reg. 995/2010).

VigoForPoplar project will allow to involve in a short supply chain a high number of poplar producers, thus revitalising poplar cultivation. All types of enterprise of poplar system, from nursery farms, to poplar growers, to logging companies and processing industries, will be linked in a "chain agreement" which will streamline the connections among subjects and will make them more economically sustainable, even owing to the involvement of scientific and technical bodies. The proposed innovation will improve cultivation, environmental sustainability and the technical quality of any product.





### S. 11.07 Un sistema innovativo per la tracciabilità nella filiera legno dal progetto TeLL

Paolo Cielo, Corrado Cremonini, Luca Martino, Francesco Negro, Roberto Zanuttini

**Parole chiave:** tracciabilità elettronica del legno, RFID, software gestionale, UHF, tag.

Il progetto TeLL (Tracciabilità eLettronica del Legno) è stato sviluppato nel contesto del programma della Misura 124.2 del PSR Regione Piemonte 2007-2013 ed ha visto una collaborazione multidisciplinare tra il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino, lo Studio forestale associato FORTEA (capofila del progetto) e la TEKFER S.p.A. società specializzata nella realizzazione di sistemi di segnalamento e automazione del traffico ferroviario.

Lo scopo del progetto è stato quello di realizzare un sistema di tracciabilità flessibile, efficiente e dai costi contenuti che, basato sulla tecnologia RFID (identificazione a radiofrequenza), consentisse di offrire una innovazione di processo alla portata delle tradizionali filiere legno. La prima fase del progetto ha visto la realizzazione di un sistema di identificazione, contrassegnatura, registrazione e monitoraggio in modo semi-permanente di piante in piedi, semilavorati o manufatti a base di legno attraverso la:

- (i) progettazione e sviluppo di un prototipo di tag RFID specifico per l'uso in un contesto forestale;
- (ii) sviluppo di un reader / writer sulla base delle caratteristiche del tag;
- (iii) progettazione e sviluppo dello specifico database di gestione su piattaforma web.

Terminata la fase progettuale e di sviluppo il sistema TeLL è risultato costituito da:

- (i) un Tag UHF EPC GEN2 passivo idoneo ad immagazzinare su memoria non volatile un numero identificativo univoco ottenuto tramite opportuni algoritmi che garantiscono l'assenza di collisioni. Il tag è costituito da un'antenna RFID ad alta frequenza protetta da un involucro in materiale siliconico che lo rende flessibile e resistente con un grado di protezione IP54 (polvere, spruzzi, cadute), per una durata minima di 10 anni;
- (ii) un reader/writer RFID idoneo alla lettura dei Tag UHF e visualizzazione delle principali caratteristiche legate all'identificativo, memorizzate su supporto locale o remoto tramite opportuna connessione dati. Lo strumento è dotato di localizzatore GPS;
- (iii) database idoneo ad contenere e gestire gli identificativi ed i relativi dati associati.

Al termine di una serie di test di laboratorio e prove in campo, il sistema sviluppato si è dimostrato affidabile ed in grado di assicurare l'individuazione di piante e tronchi con una verifica immediata dei dati di contrassegnatura (specie, numero identificativo, diametro ecc.). L'archiviazione dei dati in una banca dati centralizzata consente poi evidenti vantaggi in termini gestionali e di affidabilità dei dati rilevati rispetto agli attuali sistemi.

Inoltre, l'architettura aperta del sistema ben si presta al monitoraggio e tracciamento dei flussi di legname nelle più svariate situazioni: dal bosco, all'assortimento in segheria, al manufatto finale, con un'ampia possibilità di applicazioni che spaziano dalla gestione forestale, alla tracciabilità dell'origine in conformità ai requisiti del Regolamento EUTR 995/2010, alla certificazione della catena di custodia, alla gestione del verde arboreo urbano e ornamentale, fino al monitoraggio di manufatti lignei di interesse storico-artistico.

Il progetto TeLL e le sue possibili applicazioni sono state presentate alla 52a edizione internazionale del salone SMAU, svoltasi dal 21 al 23 ottobre 2015 a Milano riscuotendo vivo interesse tra gli operatori.

#### ***An innovative traceability system for the wood supply chain from TeLL project***

**Keywords:** electronic traceability of wood; management software; RFID; UHF; tag.

The TeLL project was carried out within the Rural Development Plan 2007–2013, Action 124.2, of Piemonte Region. Partners were the Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA) of the University of Torino, the forest consulting office FORTEA, which was the project leader, and the company TEKFER S.p.A., specialized in signal and automation in the railroad transportation sector.

Aim of the project was to realize a traceability system based on the Radio Frequency Identification technology (RFID) and characterized by flexibility, efficiency and cheapness. This can constitute a process innovation within the reach of the enterprises of traditional wood supply chains. In the first phase of the project, a system to identify, mark, record and monitor standing trees, semi-finished or finished wood products was realized. In detail, the activity consisted of:



- (i) the design and development of a RFID tag prototype intended for the forest sector;
- (ii) the development of a reader/writer device based on tag properties;
- (iii) the design of a managing database on a web platform.

Overall, the TeLL system is constituted by:

- (i) a passive UHF EPC GNE2 tag suitable for storing univocal identification codes on a non-volatile memory. The number is obtained through specific algorithms that avoid data collisions. The tag is made of an UHF RFID antenna sheltered by a silicon capsule that makes it flexible and resistant against dust, splashes and falls (index protection IP54) for at least 10 years;
- (ii) a RFID reader/writer suitable for reading UHF tags and for displaying the main information associated with the identification numbers that are recorded on a local or remote device by a data connection. The reader is also equipped with a GPS system;
- (iii) a database for storing and managing the identification numbers and the associated data.

Laboratory and field tests were performed within the project. The developed system resulted reliable and able to guarantee the identification of trees and logs with an immediate verification of the data (species, identification number, diameter etc.). Compared with the traditional marking systems, the data recording in a central database storage is convenient in terms of managing and data reliability.

Furthermore, the open structure of the system is suitable for monitoring and tracking timber commercial flows in several situations: forests, sawmills, finished products. The range of applications is wide, including for instance the forest management, the traceability of the provenance according to the requirements of the Regulation EU No 995/2010, the certification of the chain of custody, the managing of urban green and the monitoring of wooden artifacts with historical or artistic value.

The TeLL project and its possible applications were presented at the 52th edition of the SMAU fair, 21-23 October 2015, held in Milano, Italy, attracting considerable interest from operators.

\*\*\*

#### **S. 11.08 Il biochar da cippato di conifera come ammendante dei suoli agricoli dell'Alto Adige: impatto sulle emissioni di gas climalteranti e sugli stock di carbonio**

Irene Criscuoli, Maurizio Ventura, Katja Wiedner, Bruno Glaser, Pietro Panzacchi, Christian Ceccon, Damiano Zanotelli, Carlo Andreotti, Giustino Tonon

**Parole chiave:** biochar da conifera; pirogassificazione; Alto Adige; emissioni gas serra; stock di carbonio del suolo.

Il biochar, o carbone vegetale, è una matrice ad alto contenuto di carbonio prodotta attraverso la pirogassificazione di biomasse vegetali. Nell'ultimo decennio il biochar è stato proposto come ammendante agricolo perché, se applicato al suolo, può migliorarne le qualità chimico-fisiche ed aumentarne gli stock di carbonio in un'ottica di mitigazione del cambiamento climatico.

Nell'ambito del progetto Wood-Up (Valorizzazione della filiera di gassificazione di biomasse legnose per l'energia, la fertilità del suolo e la mitigazione dei cambiamenti climatici, FESR1028) è stato valutato l'impatto che il biochar prodotto a partire da cippato di conifera ha sulle emissioni dei principali gas serra dal suolo: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>), oltre che sullo stock di carbonio dei suoli agricoli dell'Alto Adige.

Più in particolare, 25 e 50 t ha<sup>-1</sup> di biochar, in purezza o miscelato con compost (45 t ha<sup>-1</sup>), sono stati applicati al suolo di un vigneto nei pressi di Merano nel maggio 2017, seguendo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con quattro repliche per trattamento.

Nel giugno 2017 si è iniziato il monitoraggio dell'emissione di gas serra dal suolo nelle parcelle sperimentali. I flussi sono stati misurati, in tempo reale, mediante l'utilizzo di un analizzatore portatile multi-gas ad alta risoluzione basato sulla tecnologia cavity ring-down spectroscopy (Picarro inc., Santa Clara, CA, USA) collegato ad un sistema di camere chiuse dinamiche automatizzate (Eosense inc., Dartmouth, NS, Canada). Le emissioni dei suddetti gas sono state misurate nel corso di un anno con cadenza mensile, su tutte le repliche dei diversi trattamenti sperimentali. Inoltre, sono state effettuate misure in continuo per 24 ore su una parcella per trattamento. In questo modo è stato possibile valutare le variazioni delle emissioni di gas



serra nel tempo e nello spazio per tutti i trattamenti. Le emissioni dei gas serra sono state messe in relazione con i dati di temperatura e umidità del suolo, al fine di valutare un possibile impatto dei trattamenti sulla sensibilità del suolo agricolo alle variazioni di temperatura e umidità.

La stabilità del biochar di cippato nel suolo verrà valutata attraverso la quantificazione degli acidi carbossilici aromatici (BPCA), biomarcatori specifici del carbone vegetale. Il contenuto di BPCA nel suolo è stato misurato sia prima che dopo l'applicazione dei trattamenti e sarà nuovamente valutato a distanza di 2 anni dall'applicazione. Con la stessa finalità, grazie alla diversa firma isotopica ( $\delta^{13}C$ ) del biochar e della materia organica originariamente presente nel suolo, il contenuto di biochar sarà stimato attraverso un bilancio di massa isotopico. I risultati delle due tecniche di investigazione saranno messi a confronto.

In questo lavoro saranno mostrati i risultati preliminari ottenuti nel primo anno di studio. Questi risultati saranno inseriti nel contesto più ampio delle attività del progetto Wood-Up che si pone l'obiettivo di valorizzare la filiera altoatesina di pirolisi/gassificazione della biomassa legnosa, valutando l'impiego di diverse tecnologie di piro-gassificazione per la produzione di energia rinnovabile, l'impiego della biomassa legnosa a fini farmaceutici e/o alimentari prima della successiva trasformazione energetica e l'impiego del biochar come ammendante del suolo per migliorare la produttività e la qualità produttiva dei meleti e dei vigneti altoatesini e l'efficienza d'uso di acqua e nutrienti.

### ***Conifer wood biochar as an amendment for agricultural soils in South-Tyrol: impact on greenhouse gases emissions and soil carbon stocks***

**Keywords:** conifer wood biochar, pyro-gasification, South Tyrol, greenhouse gases emissions, soil carbon stock.

Biochar, or charcoal, is a carbonaceous matrix produced through the pyro-gasification of biomass. In the last decade, biochar has been proposed as a soil amendment because it can improve soil physico-chemical properties and increase its carbon stocks, positively contributing to climate change mitigation.

In the framework of the Wood-Up project (Optimization of WOOD gasification chain in South Tyrol to produce bioenergy and other high-value green products to enhance soil fertility and mitigate climate change, FESR1028) we studied the impact of conifer wood biochar on the emissions of the main greenhouse gases from the soil: carbon dioxide ( $CO_2$ ), nitrous oxide ( $N_2O$ ) and methane ( $CH_4$ ), as well as on the carbon stock of agricultural fields in South Tyrol.

In May 2017, 25 and 50 t ha<sup>-1</sup> of pure biochar and biochar mixed with compost (45 t ha<sup>-1</sup>), were applied to the soil of a vineyard near Merano, following a randomized block experimental design with four replicates per treatment.

The monitoring of the emission of greenhouse gases from the soil began in June 2017. The fluxes were measured, in real time, with a high-resolution portable multi-gas analyzer based on cavity ring-down spectroscopy technology (Picarro inc., Santa Clara, CA, USA) connected to an automated dynamic chambers system (Eosense Inc., Dartmouth, NS, Canada). The gas emissions were measured monthly over a period of one year, in all the replicates of the different soil treatments. In addition, continuous measurements were carried out for 24 hours on one plot per treatment every month. Thereby it was possible to evaluate the spatial and temporal variability of greenhouse gases fluxes in all soil treatments. Emissions of greenhouse gases have been correlated with soil temperature and humidity, in order to evaluate a possible impact of the treatments on the sensitivity of agricultural soils to changes in environmental conditions.

The stability of conifer wood biochar in soil will be assessed through the quantification of specific biomarkers of black carbon, the Benzene PolyCarboxylic Acids (BPCA). The soil content of BPCA was measured both before and after application of the biochar and compost and will be reassessed after two years from application. With the same purpose, the biochar content in the soil will be estimated through an isotopic mass balance, thanks to the different isotopic signature ( $\delta^{13}C$ ) of the biochar and of the organic matter originally present in the soil. The results of the two investigation techniques will be compared.

In this work, we will show the preliminary results obtained during the first year of investigation in the broader context of the Wood-Up project. The main objectives of the Wood-Up project are a) to optimize the woody biomass pyrolysis / gasification chain of South-Tyrol for biochar and renewable energy production; b) to



evaluate the use of woody biomass for pharmaceutical and / or food purposes before the subsequent use for energy production; c) to evaluate the impact of biochar on productivity and production quality of South Tyrolean apple orchards and vineyards as well as the water and nutrients use efficiency.

\*\*\*

### S. 11.09 Variazione assiale del diametro dei condotti e proprietà del legno

Alan Crivellaro

**Parole chiave:** allargamento dei condotti, punteggiature areolate, floema, proprietà meccaniche, legno per strumenti musicali.

Questa presentazione è strutturata approssimativamente in tre attività di ricerca e di didattica parzialmente sovrapposte e intitolate: lungo il fusto, attraverso il fusto e nuove prospettive. Tutti e tre gli argomenti possono essere declinati in molte diverse discipline come la tecnologia del legno, la selvicoltura, l'ecologia, la fisiologia vegetale e l'archeologia, e più in generale in altri numerosi campi delle scienze ambientali e biologiche. Tuttavia, le caratteristiche anatomiche dei fusti saranno sempre tra i principali archivi di conoscenze o strumenti. Tutti gli esempi qui forniti sono influenzati da una selezione personale dell'autore e sono in parte esplorativi. La struttura del sistema vascolare delle piante è progettata per condurre l'acqua dalle radici alle foglie. Secondo le leggi della fisica, l'aumento dell'altezza dell'albero, e quindi della lunghezza dei condotti xilematici, sarebbe accompagnato da un aumento contestuale della resistenza idrodinamica. Questo potenziale effetto negativo è compensato da un adattamento dimensionale dei condotti xilematici con l'ontogenesi: il diametro dei condotti diventa più ampio con l'aumento della distanza dall'apice della pianta secondo una relazione di legge di potenza nella forma  $d \sim h^b$ . L'ampliamento dei condotti xilematici mantiene pressoché costante la resistenza idraulica totale qualunque sia l'altezza raggiunta dalla pianta. La lunghezza del fusto, non il clima né il portamento, è di gran lunga il più importante fattore di variazione nel diametro dei condotti. Tuttavia, la variazione assiale delle caratteristiche anatomiche del fusto coinvolge anche la struttura minuta delle punteggiature delle tracheidi assiali, dei raggi, delle cellule del floema e di altre caratteristiche anatomiche della corteccia. Le dimensione e la densità dei condotti sono, tra gli altri fattori, di maggior importanza nel determinare la densità del legno e quindi le proprietà di rigidità e resistenza. Poiché le variazioni anatomiche si verificano lungo il fusto, le proprietà meccaniche del legno dovrebbero variare di conseguenza. Qui, mostro alcune prove preliminari della variazione in densità, elasticità e rigidità lungo il fusto di alcune specie di conifere e latifoglie. Inoltre, collego la variabilità anatomica lungo il fusto con la nota variazione radiale delle caratteristiche anatomiche. Conoscere tale variabilità consente di selezionare il miglior elemento in legno per scopi specifici, come il legno per strumenti musicali e attrezzi sportivi.

In conclusione, le variazioni in molti tratti anatomici dei fusti sono fonte di informazioni e strumenti unici per migliorare l'uso efficiente del legno, guidando la selezione del legno migliore per l'applicazione specifica. Inoltre, la variabilità anatomica lungo e attraverso il fusto rappresentano un'opportunità unica per condurre ricerche nell'interfaccia interdisciplinare di archeologia, climatologia ed ecologia, e più in generale in numerosi campi di scienze ambientali e biologiche.

#### ***Conduits widening and wood properties***

**Keywords:** widening; bordered pits; phloem; mechanical properties; soundwood.

This talk is roughly structured in three partly overlapping research and learning activities entitled: along stems, across stems and new perspectives. All of them can be further subdivided into several topics at the interface of wood science, forestry, ecology, plant physiology and archeology, and more generally in numerous fields of environmental and life science. However, stem anatomical features will always be among the main archive of knowledge or tool. All examples herein provided are biased by a personal selection of the author and partly explorative.





The structure of plant vascular system is designed to conduct water from roots to leaves. According to the laws of physics, the increase in tree height would be accompanied with a contextual increase in hydrodynamic resistance. This potential negative effect is compensated by a dimensional adaptation of xylem conduits with ontogenesis: conduits diameter become wider with the increased distance from the plant top according to a power-law relationship in the form  $d \sim h^b$ . The widening of the xylem pipeline maintains almost constant the total hydraulic resistance for any given plant height. Stem length, not climate nor habit, is by far the most important driver of variation in mean conduits diameter. Axial variation of stem anatomical features also involves the minute structure of axial tracheids bordered pits, rays, phloem cells and other bark features. More importantly in this context, conduits size and density are, among others factors, known to trigger wood density and therefore stiffness and strength properties. Since anatomical variations occur along the stem, wood mechanical properties are expected to vary accordingly. Here, I show some preliminary evidence of the magnitude range in density, elasticity and stiffness along the stem of some conifers and broadleaved species. Moreover, I link the anatomical variability along stem with the well know pith to bark anatomical variations. Knowing such variability allows selecting the best wood element for specific purposes, such as sound wood for musical instruments and sport tools.

In conclusion, variations in many stem anatomical traits represent unique archives and tools to improve the efficient use of wood by selecting the best wood for the specific application. Moreover, along and across stem anatomical variability represents a unique opportunity for conducting research at the cross-disciplinary interface of archaeology, climatology and ecology, and more generally in numerous fields of environmental and life science.

\*\*\*

#### **S. 11.10 Effetti delle normative ambientali per la qualità dell'aria sulla filiera foresta-legno-energia. Il caso studio del Piemonte**

Andrea Crocetta, Giulio Cerino Abdin, Corrado Cremonini, Marco Corgnati, Alberto Poggio

**Parole chiave:** filiera legno-energia; combustibili legnosi; PM10; imprese forestali; innovazione

L'energia dal legno riveste un ruolo chiave nella strategia UE per il clima al 2020/2050. In Italia le biomasse legnose ad uso termico garantiscono, già oggi, il superamento degli obiettivi nazionali al 2020 di fonti rinnovabili nel settore residenziale.

Tuttavia, negli anni, la combustione domestica del legno è stata oggetto di scarsa attenzione da parte del legislatore e attualmente costituisce una sorgente significativa di PM10, confliggendo con gli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria nel bacino padano. Conseguentemente, le Regioni coinvolte hanno pianificato una diminuzione complessiva delle biomasse legnose consumate e l'adozione di requisiti emissivi progressivamente più restrittivi per i nuovi generatori domestici (caldaie, apparecchi). Quanto sopra ha implicazioni differenti a seconda del combustibile, poiché le emissioni dei moderni generatori a cippato e legna da ardere sono fortemente dipendenti da umidità e pezzatura di questi, mentre i generatori a pellet garantiscono sempre, grazie ad un combustibile standardizzato, emissioni contenute. Tuttavia, sebbene l'Italia sia il primo utilizzatore europeo di pellet per usi termici, una ulteriore espansione del mercato si scontrerebbe con una produzione interna inferiore al 15% del fabbisogno nazionale, a causa della ridotta disponibilità di scarti da segheria e della scarsa competitività economica. Risulta quindi essenziale incrementare e garantire la qualità di tutti i combustibili legnosi.

In questo contesto il Piemonte costituisce un caso studio di primario interesse, per la drammatica qualità dell'aria e il diffuso ricorso all'energia da legno.

I consumi residenziali di biomassa legnosa in Piemonte sono stati stimati impiegando un modello basato sugli edifici. Le stime risultano coerenti con i dati statistici nazionali, ma consentono indagini spazialmente più fini e di tipo evolutivo. I fabbisogni energetici attuali stimati sono pari a 442 ktep/anno per la legna in pezzi e 162 ktep/anno per il pellet (il cippato è escluso dall'analisi). Tali fabbisogni corrispondono a 1,4 Mt/anno di legna in pezzi (M 25) e 0,4 Mt/anno di pellet (M 10), pari ad un consumo medio ad abitazione rispettivamente di 4,7 t/anno e 2,8 t/anno. Tali valori, confrontati con i database del settore forestale della Regione Piemonte



e con le stime delle importazioni, evidenziano una dipendenza del mercato dalle importazioni cospicua per la legna da ardere (30-50% del totale) e maggioritaria per il pellet (80-90%).

L'attuale consumo di biomassa legnosa genera emissioni di PM10 stimabili in 7987 t/anno (7473 t/anno imputabili alla legna in pezzi e 514 t/anno al pellet). La Regione Piemonte nella propria pianificazione prevede entro il 2030 il dimezzamento del PM10 da biomassa, pari a 4000 t/anno. Tale obiettivo è stato inizialmente analizzato ipotizzando una sostituzione massiva dei generatori con modelli rispondenti alle best available techniques (BAT): la riduzione stimata risulta superiore a 4500 t/anno, concentrata sui dispositivi alimentati a legna. Qualora invece i generatori fossero sostituiti con prodotti business as usual (BAU) di fascia medio-alta la riduzione stimata si attesterebbe a circa 1500 t/anno. Assumendo una vita utile dei generatori non superiore ai 25 anni, gli obiettivi regionali, pur certamente ambiziosi, risultano conseguibili con un mix di sostituzioni di generatori a fine vita con dispositivi BAU, di incentivazione/obbligo all'installazione di BAT, nonché di incentivazione/obbligo alla coibentazione degli edifici (riduzione dei consumi del 10-20%).

Gli scenari definiti dagli obiettivi di risanamento dell'aria sono chiaramente destinati a influenzare gli sviluppi futuri della filiera foresta-legno-energia. Se da un lato la contrazione dei consumi potrebbe essere ristretta quasi esclusivamente alle importazioni adottando norme e incentivi fondati sull'impronta di carbonio fossile, dall'altro la filiera potrebbe essere spinta a innovazioni significative:

- (i) cippato di legno. L'ingresso sul mercato di nuove, economiche, caldaie a condensazione di piccola taglia potrebbe aprire un mercato residenziale del cippato alternativo a pellet e pezzi di legna, con prestazioni emissive eccellenti. Potrebbe inoltre incentivare le imprese forestali a individuare nuove forme organizzative per gestire direttamente degli impianti e vendere il calore;
- (ii) legna da ardere. Il futuro incremento di costo dei combustibili concorrenti, unito ai vincoli normativi e tecnici sui generatori, potrebbe orientare la filiera verso maggior controllo della qualità, adozione di sistemi di certificazione (FSC, PEFC, ISO 17225) e nuove soluzioni di conferimento al cliente. Il potenziale di qualificazione del parco generatori potrebbe orientare le imprese verso l'offerta di servizi energetici integrati (coibentazioni, sostituzione dei generatori, fornitura a contratto del combustibile);
- (iii) pellet. Un probabile, rilevante, incremento di prezzo del pellet atteso nella stagione termica 2018/2019 potrebbe rendere economicamente vantaggiosa la produzione diretta da biomassa forestale; tale opportunità dovrebbe essere coordinata per massimizzare i benefici per la filiera, garantire la qualità ed evitare approcci speculativi e non durevoli. Parallelamente l'esigua produzione locale da scarti da segheria potrebbe essere rafforzata da un approccio cooperativo, a partire da un aggiornamento delle informazioni disponibili su attività e produzione.

In conclusione, i nuovi vincoli ambientali per l'impiego di energia da legno potrebbero rivelarsi come significative opportunità di crescita economica e di qualificazione della filiera foresta-legno-energia, anziché degli elementi critici o limitanti.

### ***Effects of Air Quality regulations on the wood-to-energy supply chain. Piedmont as a case study***

**Keywords:** wood-to-energy supply chain; wood fuels; PM10; forestry companies; innovation.

Wood bioenergy plays a key role in UE 2020/2050 climate strategy. In Italy, wood biomass for thermal uses overcomes already the national 2020 goals for the diffusion of renewable energy sources in the residential sector. Nevertheless, very few regulations have been issued in the past about the domestic use of wood fuels, so that it represents now a significant source of PM10, hindering the goals of air quality improvement in the Po Valley. Consequently, the involved Regions have planned to decrease the use of wood biomass, and to adopt progressively more strict emission requirements for the new domestic heat generators (i.e. boilers and stoves). This choice has different implications depending on the type of fuel, since in modern wood chips or wood logs generators emissions depend strongly on wood humidity and size, whereas pellet generators are able to guarantee constant low emissions, thanks to the standardisation of the fuel. However, although Italy is the first pellet consumer for thermal purposes in Europe, an even larger diffusion of pellet would collide with an internal production that covers currently less than 15% of the national demand, due to scarce availability of sawmill residues and low competitiveness in a global market. It is therefore essential to increase and guarantee quality in all kind of wood fuels.



In this context Piedmont is a case study of primary concern, because of problematic air quality and widespread wood utilization for energy generation.

The residential consumption of wood biomass in Piedmont has been evaluated using a building-based model. The results are congruent with national statistical data, and they allow more detailed investigations in terms of spatial distribution and evolution over time. Currently, the estimated energy needs in Piedmont are 442 ktoe/year for wood logs and 162 ktoe/year for pellet (wood chips are not considered in the analysis). They are equivalent to 1,4 Mt/year of wood logs (M 25) and 0,4 Mt/year of pellet (M 10), corresponding to a mean average consumption per dwelling of 4,7 t/year and 2,8 t/year respectively. These data, compared with Piedmont Region forestry databases and with import estimates, show the picture of a market conspicuously dependent from imports (30-50% wood logs, 80-90% pellet).

Wood biomass consumption produces PM10 emissions of about 7987 t/year (7473 t/year from wood logs and 514 t/year from pellet). Piedmont Region has planned to half PM10 emissions from biomass by 2030, with a reduction of 4000 t/year. In the present analysis, this goal has been initially approached with the hypothesis of a massive replacement of generators with best available techniques (BAT): this would lead to a estimated reduction higher than 4500 t/year, concentrated in wood log devices. If generators would be replaced instead with business as usual (BAU) products (from medium-high market segment), the estimated reduction would reach around 1500 t/year. As the generators' lifespan is hardly higher than 25 years, the regional goal seems to be achievable through a mix of replacement of obsolete generators with BAU devices, incentivisation/obligation of BAT installation and thermal insulation of buildings (that could reduce consumption of 10-20%).

Clearly, air quality improvement scenarios will condition the future development of the wood-to-energy supply chain. On one hand the consumption decrease could be allocated to imports, by means of regulations and incentives based on the carbon footprint, on the other hand wood bioenergy supply chain could be pushed by significant innovations:

- (i) wood chips. New, small size, cheap condensing boilers could open a market for wood chips in the residential sector, as an alternative to pellet and wood logs and with excellent emission performances. It could also encourage forestry companies to identify new organisational forms to directly manage plants and sell heat (instead of only fuel);
- (ii) wood logs. The increasing cost of the other fuels, combined with regulatory and technical constraints on generators, could orient the supply chain towards higher quality, certification (FSC, PEFC, ISO 17225) and new solutions for the delivery to end users. The future potential market associated with the reduction of emissions could encourage forest companies to offer energy services (insulation, replacement of generators, fuel supply contracts) instead of just selling fuel;
- (iii) pellet. A probable, significant increase in the pellet price expected in thermal season 2018/2019, could raise the convenience of direct pellet production from forestry biomass; coordination of this opportunity is needed to maximize benefits for the supply chain, to guarantee quality and to avoid short term speculations. Simultaneously, the scarce local production from sawmill residues could be reinforced with a cooperative approach, starting from updating databases of activities and productions.

In conclusion, new environmental regulations in the use of wood bioenergy could reveal themselves as significant opportunities of local economic growth, instead of creating critical issues.

\*\*\*

#### **S. 11.11 La valorizzazione dei sistemi di conoscenza tradizionali come strumento per promuovere l'innovazione e la creatività nella filiera foresta-legno**

Marco Fioravanti, Valentina Frosini, Giuseppe Lotti

**Parole chiave:** Sistemi conoscenza tradizionali, filiera legno, legno, progetto, design.

Il concetto di innovazione è talvolta comunemente confuso con invenzione e creatività, dai quali però si distingue per un elemento imprescindibile: l'innovazione è determinata dal successo che gli attribuisce il mercato. Questo implica che innovativo non debba essere necessariamente nuovo.



Il territorio, e le aree rurali interne in particolare, e le comunità che in esso risiedono, sono portatrici di un patrimonio tangibile e intangibile che ne preserva il carattere identitario determinandone i valori di sostenibilità culturale e sociale oltre che biologica.

Nelle aree montane i sistemi di conoscenza tradizionali che caratterizzano la filiera del legno e dei suoi prodotti derivati ne rappresentano uno degli esempi più importanti, e la cui persistenza deve essere assicurata, non per rimanere fedeli a una visione nostalgica e marginalistica del passato, ma perché rappresentano conoscenze, abilità e pratiche che dovrebbero essere trasmesse alle future generazioni perché portatrici e potenziali promotrici di creatività e sviluppo.

Per preservare l'identità della comunità e il "tesoro" tecnologico legato al "saper fare" che si è sedimentato durante centinaia di anni, è però necessario che questi sistemi possano tornare a produrre nuove fonti di reddito. Una delle modalità con cui ottenere questo risultato è quella di intervenire attraverso un'azione di progetto che favorisca la transizione di prodotti, in un cosiddetto "sistema prodotto", fatto di prodotto, servizio e comunicazione.

Nel presente contributo vengono sintetizzate le esperienze condotte nel corso di alcuni anni con gli studenti del corso di "Design per la Sostenibilità" della Laurea Magistrale in Design dell'Università di Firenze, i quali si sono confrontati con la valorizzazione dei sistemi territoriali del Casentino e della Garfagnana.

I lavori, focalizzati in particolare sulla filiera foresta-legno, hanno operato, da un punto di vista metodologico, attraverso la cosiddetta ricerca-azione: un processo ciclico e iterativo che muove dalla definizione del problema, attraverso la ricerca di dati, l'analisi e la valutazione strategica, per arrivare alle proposte progettuali - strategie, ai concept, e ai progetti esecutivi. Il lavoro svolto sul campo ha avuto un approccio community centred - participatory design e co-design; cercando di operare applicando una visione necessariamente multidisciplinare e, per quanto possibile, sistemica, per la valorizzazione del territorio. Un ambito nel quale il progetto muovendo da un'analisi del capitale territoriale - inteso come l'insieme delle eccellenze, conoscenze, valori tangibili e intangibili propri del contesto di intervento (l'"identità competitiva" del territorio (S. Anholt, 2007)) - può operare su le produzioni locali e le forme di artigianato, integrandole in una rete più ampia che comprende anche le produzioni agroalimentari, i sistemi culturali, le riserve naturali, le attività turistiche, la promozione e gli eventi, i sistemi comunicativi e, non ultimo, le "reti sociali." (B. Villari, 2013), secondo principi di sostenibilità ambientale, sociale e culturale.

\*\*\*

### **S. 11.12 Prodotti a base di legno per l'isolamento acustico in edilizia: stato dell'arte**

Marco Fringuellino, Francesco Negro, Corrado Cremonini

**Parole chiave:** edilizia; isolamento acustico; prodotti a base di legno.

Nel nostro Paese lo sviluppo di una sensibilità acustica in edilizia è piuttosto recente e a livello giuridico risale alla Legge quadro n. 447 del 1995 e relativi decreti attuativi. Nonostante i crescenti vincoli normativi in termini di comfort acustico delle abitazioni e le sempre maggiori esigenze degli utenti finali, le conoscenze scientifiche riguardo l'isolamento acustico non sono ancora adeguatamente diffuse nel settore delle costruzioni. Spesso, infatti, permangono una scarsa conoscenza dei modelli previsionali e una debole comprensione del comportamento acustico delle strutture, che si traducono in un diffuso ricorso all'empirismo e nell'applicazione di soluzioni costruttive convenzionali e non ottimizzate.

Nel corso degli ultimi anni, in Italia e in Europa, si è registrata una notevole crescita nell'impiego di legno e prodotti derivati in edilizia. I materiali legnosi possiedono infatti caratteristiche prestazionali e un profilo ecologico che consentono di soddisfare in modo eccellente i requisiti della moderna bioedilizia. Negli edifici si possono distinguere varie applicazioni in cui i prodotti a base di legno svolgono, in abbinamento con altri materiali, un ruolo di isolamento acustico; tipicamente tali prodotti hanno nel contempo altre funzioni, come ad esempio quella prestazionale o di valorizzazione estetica.

In tale contesto, il presente contributo intende fornire un supporto alla comprensione dei meccanismi che regolano le proprietà di isolamento acustico con particolare riferimento ai prodotti a base di legno per l'edilizia. A tale scopo, vengono dapprima presentati i descrittori fondamentali dell'isolamento acustico: il





coefficiente di trasmissione ( $\tau$ ), l'isolamento acustico (D), il potere fonoisolante (R) e il livello di rumore da calpestio (L). Successivamente sono descritti i principali metodi di prova per la determinazione, su elementi in dimensioni d'uso, del potere fonoisolante (ISO 140-3) e dell'isolamento dal rumore di calpestio (ISO 140-6,8 e ISO 717-2). Viene poi illustrato il metodo del tubo a impedenza (o tubo di Kundt), idoneo per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo condotte su provini di piccole dimensioni.

Sono quindi prese in considerazione le principali grandezze fisiche che concorrono all'isolamento acustico: la massa, cui è legata la resistenza inerziale che si oppone al movimento imposto dalla pressione acustica; l'elasticità, che determina la capacità di immagazzinare e successivamente restituire parte dell'energia ricevuta; lo smorzamento, ovvero la possibilità di dissipare l'energia. L'introduzione teorica è completata da uno sguardo al vigente quadro normativo, particolarmente articolato e oggetto di recenti evoluzioni.

La seconda parte del contributo riporta invece una panoramica delle principali tipologie di prodotti fonoisolanti a base di legno e dei relativi sistemi costruttivi impiegati oggi in edilizia. A tal fine sono illustrati alcuni esempi di solai e pareti in Crosslam, pavimentazioni, pareti di compartimentazione di ambienti interni e serramenti. In aggiunta, vengono presentati casi di pannelli sandwich fonoisolanti impiegati nel settore dei trasporti e delle barriere fonoisolanti per la protezione dall'inquinamento acustico proveniente da sedi stradali.

Nell'insieme, una migliore conoscenza dei principi base dell'isolamento acustico può favorire l'ottimizzazione dell'impiego dei prodotti a base di legno fonoisolanti ed è fondamentale per lo sviluppo di compositi stratificati che siano in grado di abbinare proprietà acustiche elevate a un favorevole rapporto resistenza/peso.

### ***Wood-based products for sound insulation in building: state of the art***

**Keywords:** building; sound insulation; wood-based products.

Attention to acoustics in building is quite recent in Italy, where at the juridical level it dates back to Act No 447/1995 and implementing Decrees. Even if regulatory requirements and demands by end-users are constantly raising, the scientific understanding of sound insulation is not widespread in this sector. At present, limited knowledge of prediction models and of acoustics of buildings persist. As a result, empiric methods are commonly used, and non-optimized constructive solutions are frequent.

In building, the use of wood and derived products has considerably grown over the past years. Wood-based products are characterized by performance and ecologic profiles that are well suited to meet the requirements of bio-building. In several applications, they provide sound insulation together with different materials; other functions, such as mechanical or aesthetic, are often carried out at the same time.

In this context, this contribution aims to support the understanding of sound insulation, particularly with regard to wood-based products intended for building. To this purpose, the fundamental descriptors of sound insulation are presented: the transmission coefficient ( $\tau$ ), the sound insulation (D), the sound reduction index (R) and the impact sound insulation (L). Following, the main test methods for determining the sound reduction index (ISO 140-3) and the impact sound insulation (ISO 140-6,8 and ISO 717-2) on samples in end-use dimensions are described. The impedance tube (Kundt's tube) method, suitable for research and development activity on small-size specimens, is illustrated as well.

The main physical characteristics affecting sound insulation are presented afterwards: mass, from which the inertial resistance that contrasts the acoustic pressure; elasticity, which determines the storage and the release of received energy; damping, which can be defined as the possibility to dissipate energy. The introduction is completed by a brief look at the legislative framework, particularly complex and subject to constant evolution.

The second part of the contribution outlines the main typologies of sound-insulating wood-based products currently used in building: slabs and walls made of Crosslam, floorings, indoor separating walls, doors and windows; the relative constructive systems are presented as well. In addition, sound-insulating sandwich panels for the transportation sector and sound barriers against street noise pollution are presented.

Overall, a better knowledge of the principles at the basis of sound insulation can foster a proper use of sound-insulating wood-based products. This is also fundamental for developing layered composites able to match high acoustic properties with favorable strength to weight ratios.

\*\*\*



### S. 11.13 Il progetto CaSCo (Carbon Smart Communities)

Luca Galeasso

**Parole chiave:** filiera corta; sostenibilità; acquisti; tracciabilità; certificazione.

Il progetto europeo CaSCo ha preso avvio nel novembre 2016 ed ha come obiettivo principale la promozione dell'utilizzo del legno da filiera corta nel settore delle costruzioni, stimolando l'accorciamento e la riorganizzazione delle filiere stesse. La presentazione vuole illustrarne i contenuti, lo stato di avanzamento e gli obiettivi raggiunti. Il progetto prevede lo sviluppo e la sperimentazione di strumenti, rivolti sia agli operatori del settore che al mercato pubblico e privato, per la valorizzazione e la certificazione dell'impatto ambientale associato ai trasporti dei prodotti legnosi. Considerando infatti il ciclo di vita di un prodotto in legno, nel caso di utilizzo di prodotti legnosi realizzati con specie di importazione l'impatto ambientale associato ai trasporti può arrivare a costituire fino al 90% del valore complessivo.

Nell'ambito del progetto è previsto lo sviluppo e l'adattamento ai contesti regionali di un sistema on-line, nato in Germania con le denominazione Holz Voh Hier ©, basato sulla tracciabilità dei flussi di materiale legnoso dal bosco fino al punto di consegna del prodotto finito. Il sistema, in grado di confrontare le distanze cumulate percorse con dei benchmark di riferimento, consente alle imprese registrate di produrre, in qualsiasi punto della filiera, un certificato d'origine associato ad una dichiarazione dell'impatto ambientale associato ai trasporti, che permetta di classificare il materiale come "legno a basso contenuto di carbonio" (Low Carbon Timber, LCT).

Sul lato della domanda, il progetto intende promuovere l'introduzione all'interno delle procedure di acquisto pubblico degli strumenti sviluppati, utilizzabili per la verifica nell'ambito degli appalti. In particolare in Italia infatti, con l'introduzione dell'obbligo di inserimento dei Criteri Ambientali di Minima all'interno degli appalti di progetti di costruzione, si sono aperti nuovi spazi di mercato per l'utilizzo di legname proveniente da gestione forestale sostenibile e caratterizzato da ridotte distanze di approvvigionamento. Questa dinamica, unitamente all'accresciuta sensibilità ambientale del mercato privato, apre nuovi spazi per promuovere i valori ambientali associati alla tradizionale idea di "regionalità" anche nella filiera foresta legno.

In ultimo, il progetto intende trasferire gli strumenti e la cultura dell'utilizzo di legno da filiera corta a tutte le categorie di operatori del settore: imprese di utilizzazione, prima e seconda lavorazione, pubbliche amministrazioni e progettisti (architetti/ingegneri), affiancando ad una formazione specifica sugli aspetti ambientali del legno da filiera corta un corretto trasferimento di informazioni sugli aspetti tecnologici dell'utilizzo di specie locali, utilizzi innovativi del legno per una progettazione sostenibile, casi di successo nell'accorciamento delle filiere di approvvigionamento. Agli strumenti per la tracciabilità della filiera, specificatamente rivolti alle imprese e alle amministrazioni, si affiancano la creazione di un database di realizzazioni e casi studio, una piattaforma online per la creazione di un network di professionisti del settore, uno sportello per gli acquisti pubblici e una rassegna degli schemi di valutazione ambientale per il settore del legno esistenti.

Azioni pilota previste dal progetto: sperimentazione del sistema di tracciabilità CaSCo su filiere regionali di operatori, integrazione del tool con le procedure di tracciabilità previste per le certificazioni di catena di custodia PEFC/FSC, sviluppo di linee guida per capitolati innovativi di acquisto di LCT, introduzione del criterio LCT all'interno del prezzario regionale delle opere pubbliche.

#### **The CaSCo project (Carbon Smart Communities)**

**Keywords:** short chain; sustainability; procurement; traceability; certification.

The CaSCo European project started in November 2016 and has as its main objective the promotion of the use of wood from short supply chain in the construction sector, stimulating the shortening and reorganization of the supply chains themselves. The presentation aims to illustrate the contents, progress and objectives achieved.

The project deals with the development and testing of tools, aimed at both operators in the sector and the public and private market, for the enhancement and certification of the environmental impact associated with transport of wood products. In fact, considering the life cycle of a wooden product, in the case of use of wood products made with imported species, the environmental impact associated with transport can reach up to 90% of the total value.



The project includes the development and adaptation to the regional contexts of an on-line system, born in Germany under the name Holz Voh Hier ©, based on the traceability of wood material flows from the forest to the point of delivery of the finished product. The system, which is able to compare the cumulative distances traveled with reference benchmarks, allows registered companies to produce, at any point in the supply chain, a certificate of origin associated with a declaration of the environmental impact associated with transport, which allows to classify the material as "low carbon wood" (Low Carbon Timber, LCT).

On the demand side, the project intends to promote the introduction within the public procurement procedures of the developed instruments, which can be used for verification in the context of procurement. In particular, in Italy, with the introduction of the obligation to include the Minima Environmental Criteria within the procurement of construction projects, new market spaces have opened up for the use of wood from sustainable forest management and characterized from reduced supply distances. This dynamic, together with the increased environmental sensitivity of the private market, opens up new spaces to promote the environmental values associated with the traditional idea of "regionality" also in the wood forest chain. Lastly, the project intends to transfer the tools and the culture of the use of wood from short supply chain to all categories of operators in the sector: harvesters, wood companies, public administrations and designers (architects / engineers), supporting specific training on the environmental aspects of short supply chain wood, a correct transfer of information on the technological aspects of the use of local species, innovative use of wood for sustainable design, successful cases in the shortening of supply chains. The tools for traceability of the supply chain, specifically aimed at companies and administrations, are joined with the creation of a database of achievements and case studies, an online platform for the creation of a network of professionals in the sector, an help desk for public purchases and a review of existing environmental assessment schemes for the wood sector. Pilot actions envisaged by the project: testing of the CaSCo traceability system on regional operators' chains, integration of the tool with the traceability procedures envisaged for the PEFC / FSC chain of custody certification, development of guidelines for innovative LCT purchasing specifications, introduction of the LCT criterion within the regional price list of public works.

\*\*\*

#### **S. 11.14 Coefficienti specifici di taglio e qualità delle superfici nelle lavorazioni del legno determinati attraverso un metodo innovativo – il progetto Anisotropee**

Giacomo Goli, Rocco Furferi

**Parole chiave:** anisotropia; lavorazioni; legno; fibratura; qualità; superfici.

Il settore delle lavorazioni del legno e derivati è uno dei settori più attivi dell'economia italiana sia per quanto riguarda la produzione di semilavorati che per la fabbricazione di arredamenti e strutture in legno. Questo contesto di attività manifatturiera ha portato anche al contestuale sviluppo di un sistema industriale di fabbricanti di macchine e accessori per la lavorazione del legno e derivati che oggi caratterizza l'Italia come il secondo produttore mondiale di queste tecnologie. Nonostante le tecnologie impiegate nelle lavorazioni del legno siano sempre più avanzate, l'interazione legno utensile è ancora poco studiata e lontana dai livelli di modellistica oggi disponibili per la lavorazione dei metalli. L'interazione legno-utensile infatti è un fenomeno molto complesso influenzato da molti fattori tra cui: le caratteristiche anatomiche della specie lavorata, la densità del pezzo in lavorazione e le sue caratteristiche meccaniche, l'umidità, la direzione della fibratura, la presenza di nodi o altri difetti. Questo rende la modellazione delle interazioni legno-utensile molto complessa. Nell'ambito del progetto Anisotropee – finanziato dall'Università degli Studi di Firenze – si stanno studiando in maniera approfondita le relazioni legno-utensile, le relative forze di taglio e la qualità superficiale ottenibile a seguito della lavorazione tenendo conto dell'anisotropia del legno. Al fine di studiare questi comportamenti si è predisposta una metodica innovativa che consiste nel fresare dei dischi di legno all'interno di una porzione di tavola di legno massiccio utilizzando una macchina a controllo numerico. La tavola prima della lavorazione viene fissata rigidamente su una piattaforma dinamometrica in modo da permettere la misura delle forze di taglio durante la lavorazione. Durante la lavorazione dunque si esegue il taglio del materiale con diversi angoli della fibratura lavorando nel senso del filo e controfilo. Eseguendo



lavorazioni con differenti spessori di truciolo si riesce con una sola lavorazione a ricostruire le forze specifiche di taglio per un singolo materiale per tutte le orientazioni della fibratura. Variando poi la specie e i vari parametri si può in maniera relativamente semplice sviluppare un modello predittivo delle forze di taglio che possa servire nella corretta configurazione delle lavorazioni del legno. Una volta lavorato il disco questo viene sottoposto ad una scansione tridimensionale in modo da poter determinare la qualità di lavorazione con diversi utensili, parametri di taglio e materiali.

\*\*\*

### S. 11.15 LCA comparativa dei prodotti forestali: il caso studio dell'albero di Natale

Andrea Laschi, Lapo Azzini, Francesco Nicese, Francesco Del Pero, Enrico Marchi, Massimo Delogu, Giacomo Goli

**Parole chiave:** arboricoltura da legno; Life Cycle Assessment: Emissioni CO<sub>2</sub>eq; impatti ambientali.

Il settore forestale in Italia è caratterizzato da una vasta gamma di prodotti legnosi, che variano a seconda dalle caratteristiche dei diversi territori e dei boschi presenti. Oltre alle più comuni produzioni di legname e legna da ardere, vi sono anche i prodotti secondari del bosco e alcune ulteriori produzioni i cui processi risultano più vicini a produzioni agricole piuttosto che forestali. In questo contesto, la coltivazione dell'albero di Natale è un'attività di nicchia nel nostro paese, tipica soprattutto di aziende agricole o forestali di ambienti alto collinari e montani. In passato la coltivazione dell'albero di Natale era attività remunerativa e molto radicata in alcuni territori, come ad esempio il Casentino, in Toscana. Negli anni il settore ha subito l'effetto della concorrenza dell'albero in plastica, ritenuto più pratico, più durevole e secondo alcuni più sostenibile dal punto di vista ambientale. L'obiettivo del presente studio è quello di rispondere alla domanda che spesso risuona durante le festività natalizie: "E' meglio l'albero vero o quello di plastica?", intendendo con "migliore" il prodotto che risponde in maniera più efficace ai criteri di sostenibilità ambientale. Per fare questo si è proceduto con l'analisi del ciclo di vita (LCA – Life Cycle Assessment) comparando la produzione e l'utilizzo delle due tipologie di albero di Natale, quello vero e quello di plastica. La metodologia LCA è nata in campo industriale per l'ottimizzazione dei processi produttivi, ed è stata poi applicata alla valutazione di prodotti e servizi anche da un punto di vista ambientale, valutando gli input e gli output in termini di energia e materiali che intervengono durante tutto l'arco di vita del prodotto o servizio stesso. Non si considera quindi solo la produzione, ma anche la precedente acquisizione di materie prime e le seguenti fasi di distribuzione, uso e smaltimento. Questa metodologia è particolarmente adatta per il confronto tra prodotti di diversa natura che svolgono la stessa funzione, ed è questo il caso del presente studio, in cui prodotti diversi vengono utilizzati per il medesimo scopo. Lo studio si è svolto in diverse fasi:

- (i) prima fase: analisi delle preferenze di utilizzo da parte dei consumatori: è stato preparato un questionario volto a comprendere le preferenze in termini di tipologia di albero utilizzato (vero o di plastica), la durata media in anni dell'albero e il motivo per cui una tipologia viene preferita all'altra. I questionari sono stati sottoposti direttamente alle persone all'uscita di supermercati e centri commerciali e anche via internet (social network) durante il periodo natalizio 2017;
- (ii) seconda fase: reperimento dati sulla produzione delle due tipologie di prodotto. Sono state visitate numerose aziende del Casentino per la produzione dell'albero di Natale, che hanno fornito dati di dettaglio circa le diverse fasi produttive. Per quanto riguarda l'albero artificiale sono stati acquistati due alberi rappresentativi delle tipologie più vendute nei maggiori centri commerciali, e sono stati smontati e pesati in ogni componente, in modo da identificare le quantità e le tipologie di metalli e plastiche utilizzati identificandone anche i relativi processi produttivi;
- (iii) terza fase: Identificazione dei confini dell'analisi LCA Si è scelto di comparare le due tipologie di albero di Natale in un'analisi di tipo "dalla culla alla tomba" (from cradle to grave), cioè considerando la produzione dalle materie prime fino al prodotto finito, includendo l'uso del prodotto e il suo smaltimento;
- (iv) quarta fase: analisi dei dati (LCIA) con software dedicato LCA (Gabi) e comparazione dei risultati;





Nel presente contributo verranno quindi presentati i principali risultati ottenuti e le fasi critiche del ciclo di vita dei due prodotti in termini di emissione di CO<sub>2</sub> atmosferica equivalente, parametro utilizzato per la valutazione degli impatti sull'effetto serra (Green House Gas - GHG).

### **Comparative LCA of wood products: a case of study on Christmas tree**

**Keywords:** Life Cycle Assessment: CO<sub>2</sub>eq emissions; environmental impacts.

Forest sector in Italy is characterized by a large variety of wood products, due to the high variability of forest types and local conditions. Beyond the common productions of logs and firewood, there are several secondary products provided by forests. Moreover, some products are between forest sector and agriculture, and a suitable example of this, is the Christmas tree cultivated in field. In this context, Christmas tree cultivation is a generally limited activity, which is typical in upper hills and mountains. In the past, Christmas tree cultivation was a remunerative production very common in some areas, such as in Casentino territory (Tuscany – ITA), but in the last years the market of natural tree underwent the competition of the plastic one, which is often considered as a more efficient product in terms of duration, practicality and environmental sustainability. The aim of this study was to answer to a common question: “It is better the real or the artificial Christmas tree?”. Trying to answer to this question, we proceeded with a Life Cycle Assessment (LCA) comparing the production of the two different kind of tree, the natural and the artificial one. LCA was born in industry sector several years ago for the improvement of productive cycles, and it has been finally updated in a tool to evaluate the environmental impacts of a product or a service, taking into account all the inputs and outputs, both in terms of materials and energy in the entire life cycle. This methodology fits well with comparative analysis between different products and services, which is the case of this study. The study has been divided in four different phases:

- (i) first phase: analysis of customer preferences through a questionnaire aimed at understanding why a person chooses the natural or the artificial Christmas tree;
- (ii) second phase: primary data collection on the production of both natural and artificial trees. For the natural one, several producers supplied information about cultivation and distribution of their trees; regarding the artificial one, being mainly produced in China, we bought two representative trees between the most appreciated types on the market, which were disassembled and weighted in each component, identifying quality and quantity of each material (mainly plastics and metals);
- (iii) third phase: identification of system boundaries; the analysis is a cradle to grave LCA, being all the phases of life cycle included in the analysis, from raw material production to the disposal of the product at the end of its life;
- (iv) fourth phase: life cycle impact assessment (LCIA) and comparison of results with Gabi software.

In this contribution the main results obtained in the comparison between natural and artificial Christmas tree will be presented in order to identify the best environmental profile and the hotspot in CO<sub>2</sub>eq emission, which is a parameter used as indicator for Greenhouse Gas (GhG).

\*\*\*

### **S. 11.16 L'importazione comunitaria e nazionale di legno e prodotti derivati soggetti all'UE Timber Regulation**

Angelo Mariano, Sebastiano Cerullo

**Parole chiave:** importazione; legno; rischio; legalità; dovuta diligenza.

L'Unione europea nel suo insieme, rappresenta uno dei maggiori importatori di legno e derivati a scala globale. Nel 2016 il controvalore totale delle importazioni extra-UE, in continua crescita dal 2013, ha sfiorato i 26 miliardi di euro.

L'Italia si colloca al terzo posto, dopo Regno Unito e Germania, tra gli Stati membri dell'Unione in quanto ad importazione di legno e prodotti derivati da paesi extra comunitari, con un controvalore annuo pari a 2,7 miliardi di euro nel 2016. Il Regolamento UE 995 del 2010, conosciuto con l'acronimo EUTR, obbliga gli



operatori, che importano nel territorio dell'Unione i suddetti prodotti, ad accertarsi preventivamente che il rischio di illegalità ad essi connesso sia effettivamente trascurabile. Ciò, come disposto dal citato regolamento, prevede la predisposizione e il continuo aggiornamento, da parte degli importatori, di un sistema di dovuta diligenza che consenta la valutazione e l'eventuale mitigazione del suddetto rischio.

In base a stime effettuate dalle maggiori Organizzazioni internazionali che studiano il fenomeno, si ritiene che il legno illegale, prodotto in violazione delle norme vigenti nei paesi di produzione, possa rappresentare fino al 30% del totale di quello commercializzato a scala globale. In termini meramente finanziari, si ritiene che il traffico di legno illegale generi annualmente un controvalore anche superiore a 100 miliardi di euro. Essendo grandi importatori di prodotti a base di legno, Unione europea, USA, Australia, Cina, India e Giappone risultano tra i paesi più esposti al rischio.

Questo lavoro mira a descrivere i flussi e gli altri parametri fondamentali delle importazioni comunitarie e nazionali di prodotti soggetti all'EUTR, avendo cura di correlarli all'indice di corruzione percepita (CPI), elaborato da Transparency international e comunemente utilizzato come primo riferimento nell'effettuazione delle valutazioni del rischio previste dalla normativa di contrasto alla commercializzazione di legno illegale.

Le elaborazioni di dati di commercio estero, relative al 2016 - ultimo anno disponibile - effettuate dall'Ufficio Studi di FederlegnoArredo, alla base del presente lavoro, possono essere di grande utilità per gli addetti alle filiere produttive dei settori del legno e della carta e fungere da base conoscitiva propedeutica ai fini del campionamento degli operatori da sottoporre ai previsti controlli delle Autorità nazionali responsabili dell'attuazione dell'EUTR. Ciò assume particolare importanza negli Stati membri caratterizzati da un alto numero di operatori che si approvvigionano da paesi terzi. A tal proposito, vale la pena di menzionare che, in base alle stime oggi disponibili, l'Italia, con circa 20.000 operatori, è seconda soltanto alla Germania che ne conta circa 25.000 e precede la Francia che risulta essere il terzo paese dell'UE con 14.000 importatori.

Per facilitare l'esposizione, i dati vengono raggruppati in tre macro categorie di prodotti afferenti ai settori del legno, dei mobili e della carta, destinando particolare attenzione ai primi due. Al fine di mantenere una coerenza all'interno delle suddette categorie, nelle quali vengono necessariamente aggregati prodotti diversi, si è scelto di fare riferimento alle unità di valore piuttosto che a quelle fisiche di massa o di volume. In ogni caso, la provenienza geografica delle merci importate rappresenta il parametro principale di osservazione e analisi. A tal fine i maggiori paesi extra comunitari, esportatori dei suddetti prodotti, vengono indicati in ordine di importanza e contraddistinti dal citato indice di corruzione.

### ***Import of timber products subject to the Timber Regulation in Italy and in the EU***

**Keywords:** import; timber; risk; legality; due diligence.

The European Union as a whole is one of the largest importers of timber products on a global scale. In 2016, the total value of non-EU imports, which has been growing continuously since 2013, has risen to € 26 billion.

Italy ranks third, after the United Kingdom and Germany, among the Member States in terms of imports of timber products from non-EU countries, with the 2016 annual value of € 2.7 billion. The EU Regulation 995/2010, known by the acronym EUTR, obliges the operators, who import the aforesaid products into the territory of the Union, to ascertain in advance that the risk of illegality connected to them is effectively negligible. This, as required by the mentioned regulation, provides for the preparation and continuous updating, by importers, of a due diligence system that allows the assessment and possible mitigation of the risk.

Based on estimates made by the major international organizations, it is believed that illegal timber, produced in violation of the regulations in force in the countries of harvest, can represent up to 30% of the global market. In purely financial terms, it is believed that the trafficking of illegal timber generates an annual turnover of over 100 billion euros. Being large importers of wood-based products, the European Union, USA, Australia, China, India and Japan are among the countries most exposed to risk.

This presentation aims to describe the flows and the other fundamental parameters of EU and Italian imports of EUTR products, correlating them with the perceived corruption index (CPI), developed by Transparency international, and commonly used as a reference in the risk assessments carried out to avoid the marketing of illegal wood.

The statistical study on 2016 foreign trade data, carried out by the Ufficio Studi of FederlegnoArredo, is the base of this work and can be very useful for the stakeholders involved in the wood and paper sectors and for



the National Competent Authorities responsible for the implementation of the EUTR, including the selection of the operators to check on the basis of the provided risk analysis. This is particularly important in Member States with a large number of operators procuring from third countries. In this regard, it is worth mentioning that, according to the estimates available today, Italy, with about 20,000 operators, is second only to Germany - with about 25,000 - and precedes France, which is the third EU country, with 14,000 importers.

In order to facilitate the presentation, data are grouped into three macro categories of timber products consisting in wood, furniture and paper sectors, paying particular attention to the first two. For the sake of consistency within the aforementioned categories, in which different products are necessarily aggregated, value rather than physical mass or volume units have been taken into account. The geographical origin of imported goods is the main parameter of observation and analysis; to this end the major non-EU countries, exporters of the aforesaid products, are ranked in order of importance and accompanied by the aforementioned corruption index.

\*\*\*

### **S. 11.17 Influenza della gestione selvicolturale e delle caratteristiche stazionali sulle caratteristiche fisiche e meccaniche del legno di cedui di castagno del monte Amiata**

Francesco Marini, Maria Chiara Manetti, Piermaria Corona, Luigi Portoghesi, Manuela Romagnoli

**Parole chiave:** ampiezza anulare; densità; ritiri; altezza media; area basimetrica.

Le condizioni stazionali e i trattamenti selvicolturali influenzano i parametri dendrometrici nei boschi cedui di castagno (*Castanea sativa* Mill.), ma relativamente modeste sono le conoscenze sulla loro influenza nei confronti delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legno. Obiettivo di questo studio è stato di verificare in 5 soprassuoli sul Monte Amiata, di età compresa tra 12 e 14 anni, diversi per condizioni di fertilità, esposizione e pendenza, la variabilità delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legno dei polloni, anche in relazione alla presenza o meno di diradamenti selvicolturali. I soprassuoli differiscono sensibilmente tra di loro nei valori di massa volumica, mentre per le resistenze meccaniche a compressione perpendicolare alla fibratura un soprassuolo differisce da tutti gli altri in maniera significativa. Per ciò che concerne la resistenza a flessione statica a tre punti i soprassuoli si distinguono tra le diverse condizioni solamente in un caso. I ritiri del legno, come per la durezza Brinell, non differiscono tra le aree in maniera significativa. Come prevedibile, la resistenza a compressione del legno è correlata positivamente ( $r=0,833^*$ ,  $p=0,07$ ) all'area basimetrica ed al volume ( $r=0,80241$ ,  $p=0,10^*$ ) del soprassuolo. In popolamenti di età simile, l'area basimetrica e il volume sono un indice del ritmo di crescita della pianta media con riferimento all'ampiezza degli anelli di accrescimento; pertanto, ad anelli più ampi (i.e. area basimetrica maggiore), corrispondono maggiori capacità di resistenza meccanica. Una riflessione merita la correlazione negativa e significativa tra l'altezza media delle matricine e la resistenza a flessione ( $r=-0,88957^{**}$ ,  $p=0,043$ ) nonché la massa volumica ( $r=-0,8609^*$ ,  $p=0,06$ ) dei polloni. Se si considera l'altezza media delle matricine un indice di fertilità della stazione, risulterebbe che ad una maggiore fertilità della stazione corrisponda nel legno di castagno dei polloni una minore massa volumica e resistenza a flessione. Oppure, la maggiore crescita delle matricine, potrebbe aver generato caratteristiche sfavorevoli nel legno dei polloni sottostanti a causa di un eccessivo ombreggiamento, che potrebbe essere influenzato anche dall'età delle matricine. Le correlazioni tra densità di matricinatura e caratteristiche fisico meccaniche del legno dei polloni non sono risultate significative. I primi risultati della ricerca in atto indicano che la selvicoltura e le caratteristiche stazionali influenzano le proprietà fisiche e meccaniche del legno di castagno; tuttavia non è ancora del tutto chiaro su quali caratteristiche il trattamento incida di più.

### ***Influence of forest management and station characteristics on physical and mechanical properties on chestnuts wood of Amiata mountain's coppices***

**Keywords:** ring widths; density; shrinkage; mean height; basal area.

Site conditions and forest management affect dendrometric parameters of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) coppices, but modest knowledge are about their role on the physical and mechanical wood characteristics.



The aim of this study was to verify if fertility, exposure, slope and different silvicultural treatments, affect physical and mechanical wood characteristics on 5 study area on Amiata Mountain, 12-14 aged, related to presence of thinning. The study areas differ mainly in wood density, while a single study's area differ from each other significantly in compression strength. Bending strength is quite comparable among the areas, only one area differs from all each other. Wood shrinkage and Brinell hardness, do not differ significantly from all the areas. As predictable, compression strength of wood it is positively correlated ( $r= 0,833^*$ ,  $p=0,07$ ) to the basal area and to the tree volume ( $r= 0,80241$ ,  $p= 0,10^*$ ). As other forest having the same age, basal area and volume are index of plants growth entity refer to ring widths and related to bigger ring widths corresponds major compression strength values. A note regarding of negative and significant correlation between mean height of standards in the coppice and bending strength ( $r= -0,88957^{**}$ ,  $p= 0,043$ ), and with density ( $r= -0,8609^*$ ,  $p=0,06$ ) with shoots under of these. If it is possible to consider the mean height of standards like an index of fertility, it should results that an higher fertility index corresponds a major density and bending strength in chestnut shoots. Otherwise, higher growth of standards can be generates worst characteristic in shoots wood undercoverage caused by an extreme shadow effect, that it can be influenced by the age of standards too. Correlations between standards density and wood physical and mechanical characteristics of shoots are not significantly. First results of the study shows that forest management and stational characteristics affects physical and mechanical properties in chestnut wood; however it is not clear on which characteristics thinning have the major effect.

\*\*\*

### **S. 11.18 Utilizzazione del legname di roverella (*Quercus pubescens* Wild) per la produzione di botti da invecchiamento**

Nicola Moretti, Sabino A. Bufo, Filomena Lerario, Luigi Todaro, Luigi Milella, Laura Scrano

**Parole chiave:** roverella;tannini.

*Quercus pubescens* Willd. (Rovere pubescente o Roverella), è una quercia semidecidua, caratterizzata da un'alta variabilità morfologica (Schwarz, 1993) e diffusa nell'Europa occidentale, centrale e sud-orientale (Jalas e Suominen, 1999). Cresce nei boschi termofili di latifoglie, con optimum nella fascia submediterranea, adattandosi bene sia su terreni calcarei che su arenarie ricche in basi, su suoli argillosi neutro-basici, subaridi d'estate. Poiché resiste bene alla siccità è una specie molto frugale da impiegare nei rimboschimenti. Questa sua proprietà è probabilmente legata al fatto che è una specie che si ibrida facilmente con altre specie del gen. *Quercus*, i cui ibridi a loro volta sono fecondi (Ferrari e Medici, 2003). In passato la Roverella è stata utilizzata principalmente per i binari ferroviari grazie alla sua durezza, mentre oggi viene utilizzata come legna da ardere, occasionalmente per la carpenteria o la costruzione di imbarcazioni. Recentemente il suo uso è stato rivalutato ed indirizzato alla realizzazione di botti per l'invecchiamento dei vini di qualità. Normalmente per l'invecchiamento di vino di qualità viene utilizzato barrique di Rovere (*Quercus petraea* (Matt) Liebl.), essenza molto diffusa in Francia ma anche in Europa orientale ed in alcune aree dell'Asia Minore e del Marocco, che conferisce al prodotto stabilità del colore, chiarificazione spontanea ed un aroma complesso e strutturato.

La nostra unità di ricerca ha intrapreso una sperimentazione in cui sono stati confrontati dal punto di vista quali - quantitativo e sensoriale due vini rossi (Aglanico di Cantine del Notaio, Rionero in Vulture) invecchiati per dodici mesi in botti di Roverella e di Rovere francese.

Il confronto ha interessato anche lo studio della struttura anatomica del legno, e il tipo di essiccazione delle doghe, poiché la velocità ed il tipo di invecchiamento è funzione della composizione e delle proprietà meccaniche del tessuto legnoso. Infatti è importante che siano attivate reazioni tra la bevanda e l'ambiente circostante che, incidono sull'evoluzione del colore, dei profumi e del gusto. L'ossidazione stabilizza il vino, permettendogli di resistere maggiormente nel tempo, mentre la cessione di tannini permette di armonizzare quelli prodotti naturalmente dai singoli vitigni. Adoperando strumentazione analitica di precisione è stato possibile quantificare il contenuto di resveratrolo e di tannini, valutando anche il potere antiossidante dei due vini testati. Oltre alle analisi chimico fisiche sui due vini invecchiati è stata condotta un'analisi sensoriale, necessaria per valutare le emozioni e le aspettative del consumatore in relazione allo specifico profilo





percepibile del prodotto. Infatti l'analisi strumentale può assicurare la rispondenza di un alimento ai parametri igienico-sanitari e fisico-chimici richiesti dalla normativa ma non fornisce dati sulla sua gradevolezza al palato o sull'emozione indotta da profumi ed aromi.

L'esperienza sensoriale è stata condotta sui due vini tal quali e su un vino blend ottenuto miscelando in un rapporto 1:1 le due bevande invecchiate nella botte di Rovere ed in quella di Roverella.

L'analisi chimica ha evidenziato un maggiore contenuto in resveratrolo e minor contenuto in tannini nel vino invecchiato nella botte di Roverella mentre l'analisi sensoriale ha mostrato un maggior gradimento del blend rispetto ai due vini tal quali.

Si apre quindi una nuova prospettiva di utilizzazione e di valorizzazione di questa specie che potrebbe consentire la produzione di vino di qualità, anche dal punto di vista nutraceutico, con la conseguente valorizzazione dei boschi, attualmente sottostimati.

### ***Use of downy oak wood (*Quercus pubescens* Willd) for the production of aging barrel***

**Keywords:** Pubescent oak; tannini.

*Quercus pubescens* Willd. (Pubescent oak, downy oak or Roverella), a semi-deciduous oak, widespread in western, central and south-eastern Europe (Jalas and Suominen, 1999) is characterized by a high morphological variability (Schwarz, 1993). It grows in thermophilous broad-leaved woods, with optimum in the sub-Mediterranean belt, and is well adapted in growing in different types of soils. Thanks to its drought resistance, probably linked to the fact that it easily hybridizes with other species of *Quercus* genus (Ferrari and Medici, 2003), it is commonly used in reforestation initiatives. In the past, the downy oak wood was mainly used for railway thanks to its durability properties, while nowadays it is used as firewood, occasionally for carpentry or boat construction.

Recently its use has been revalued and addressed to the production of the aging barrels for the production of quality wines. Usually for aging oak barrels are used; they are made with French oak (*Quercus petraea* (Matt) Liebl.) wood, an essence widespread in France but also in Eastern Europe and in some areas of Asia Minor and Morocco. Its wood gives color stability, spontaneous clarification and a complex and structured aroma to wine.

In an experimentation undertaken by our research team two samples of the same red, quality wine (Aglianico made by Cantine del Notaio, in Rionero in Vulture), aged for twelve months respectively in barrels of downy oak and of French oak, were compared to evaluate chemical and sensorial difference. The comparison also involved the study of the anatomical structure of wood, and the type of drying of the staves, since the speed and type of aging is influenced by the composition and mechanical properties.

It is actually important to activate reactions between wine and the surrounding environment, that are responsible of the wine color, aroma and taste. Oxidation, in particular, stabilizes wine, allowing it to resist longer over time, while the release of tannins permits taste harmonization.

By precision analytical instrumentation it was possible to quantify the content of resveratrol and tannins, also evaluating the antioxidant power of the two tested wines.

In order to evaluate consumer's emotions and expectations in relation to the specific perceptible profile of the product, a sensory analysis of aged wines was carried out, in addition to the chemical-physical analyses. Instrumental analysis of a food can actually assure, the compliance with the hygienic-sanitary and physico-chemical parameters required by the legislation, but it does not provide data on its pleasantness to the palate or on the emotion induced by scent and aromas.

The sensory experience was carried out not only on two wines but also on a blend wine obtained by mixing in a 1: 1 ratio the two samples.

The chemical analysis showed a higher content in resveratrol and lower tannin content in the wine aged in the downy oak cask, whereas the sensory analysis showed a greater liking of the blend.

It is evident new perspectives of exploitation of downy oak wood are thus opened, which could allow the production of quality wine, also from a nutraceutical point of view, with the consequent valorization of the currently underestimated stands.



### S. 11.19 Valorizzare i prodotti legnosi locali favorendo la crescita e la trasparenza del mercato: il portale LegnoPiemonte

Valerio Motta Fre, Pier Paolo Brenta, Marco Pignochino, Roberto Zanuttini

**Parole chiave:** operatori forestali; legname locale; mercato; prodotti legnosi; due diligence.

Lavorando da anni a stretto contatto con gli operatori del settore forestale locale, il Settore Foreste della Regione Piemonte e l'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente hanno ripetutamente raccolto segnalazioni relative alla difficoltà nel conoscere l'offerta di beni legnosi, i prezzi del legname locale e le norme da rispettare per l'immissione del legno nel mercato.

Nell'ottica di contribuire a dare risposta a tali necessità è stato avviato il progetto LegnoPiemonte: un servizio informativo finalizzato a favorire l'incontro fra la domanda e l'offerta di prodotti legnosi locali e a rendere il più possibile trasparente e aperto il mercato.

L'idea progettuale nasce dall'esperienza pluriennale maturata dalla Regione pubblicando attraverso il proprio sito web gli avvisi di vendita di legname emessi dagli enti pubblici e tiene conto, pur in parte discostandosene, di quanto realizzato dalla Camera di Commercio di Trento con il portale Legno Trentino.

Nello specifico il progetto, realizzato da Regione Piemonte, da IPLA S.p.A. e dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino e finanziato attraverso la Misura 1 - Operazione 1.2.1, Azione 2 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, si è concretizzato nella realizzazione di un sito web intuitivo e di facile utilizzo anche per gli utenti meno avvezzi agli strumenti digitali. Il sito, progettato per essere completamente responsive, in grado quindi di adattarsi graficamente in modo automatico al dispositivo con il quale viene visualizzato, compresi smartphone e tablet, è suddiviso in tre aree principali:

- (i) "Avvisi", nella quale vengono pubblicate le informazioni relative alla disponibilità di lotti boschivi (compresa la pioppicoltura e l'arboricoltura in genere) e di assortimenti legnosi finiti (tronchi da opera, legna da ardere in tronchetti e depezzata, legame da triturazione e da imballaggio, paleria, cippato), pubblici e privati, di provenienza piemontese;
- (ii) "Report", contenente i dati aggregati relativi all'esito degli avvisi pubblicati, fra cui tipologia dei lotti, volumi e prezzi di vendita medi per specie e assortimento. Tali informazioni garantiranno agli operatori, interessati alla vendita o all'acquisto, una più chiara conoscenza dell'andamento dei prezzi e del valore di mercato dei diversi prodotti legnosi;
- (iii) "Legno e legalità", sezione di approfondimento dedicata al Regolamento UE n. 995/2010, che vieta la commercializzazione di legno e prodotti derivati di provenienza illegale nell'Unione Europea, curata dal DISAFA con l'obiettivo di chiarire gli obblighi previsti dal Regolamento per le imprese forestali che operano in ambito locale.

È inoltre previsto un sistema di alert tramite e-mail che permette agli utenti iscritti al servizio di ricevere informazioni in tempo reale sulla pubblicazione di nuovi avvisi. Un analogo sistema basato su sms è invece allo studio di fattibilità.

Attivato a gennaio 2018, LegnoPiemonte è attualmente in una fase sperimentale volta a quantificare il reale utilizzo del portale da parte degli operatori del settore, correggerne eventuali errori e migliorarne il funzionamento. Ad oggi gli avvisi possono essere caricati solo da tecnici forestali abilitati che garantiscono la veridicità e la correttezza delle informazioni inserite, mentre la gestione del portale e il controllo sugli avvisi pubblicati viene effettuata da IPLA.

Durante i primi sei mesi di attività, sono stati pubblicati su LegnoPiemonte 10 avvisi, composti principalmente da lotti di bosco in piedi, cui si aggiungono pioppeti in piedi, legna da ardere e legname da triturazione, per un valore totale di oltre 130.000 euro (esclusa l'iva). Il portale ha avuto oltre 10.000 visualizzazioni effettuate da circa 1.500 utenti, mentre il servizio di alert raggiunge attualmente 100 destinatari.

Ci si attende un'ulteriore crescita del numero di avvisi e degli accessi, anche a seguito di iniziative di informazione mirata a sensibilizzare le ditte e gli enti territoriali sulla potenzialità dello strumento; attualmente infatti sono stati previsti e svolti solo momenti informativi per i tecnici forestali. Completato il periodo sperimentale, l'obiettivo è di dare continuità all'iniziativa, rilasciando una versione aggiornata e migliorata del sito e implementando nuove funzionalità (es. capitolato vendita) e modalità operative



(es. permettendo l'inserimento degli avvisi anche a soggetti diversi dai tecnici forestali abilitati) in relazione ai riscontri ottenuti.

\*\*\*

### **S. 11.20 Selvicoltura e tecnologia del legno: le interazioni nelle filiere di valore tradizionali e innovative**

Manuela Romagnoli

**Parole chiave:** bioeconomia; economia circolare; resilienza; qualità del legno; ricerca; fibre.

La necessità di salvaguardia dei popolamenti forestali e la domanda di prodotti a base di fibre naturali, e tra questi in primo luogo in legno, sono in aumento e le sfide in atto dovute ai cambiamenti climatici impongono una consapevolezza delle restrizioni che potranno palesarsi sull'approvvigionamento, sulla minore qualità del materiale ottenibile, e sulla redistribuzione delle risorse utilizzabili. La ricerca ha individuato alcuni parametri xilematici che, in qualche misura, e in una ottica evolutiva, costituiscono una garanzia di resilienza delle specie arboree; sotto questo profilo lo studio delle interazioni con le pratiche selvicolturali dovrebbe essere obbligato e contribuisce ad una corretta valutazione dell'impatto di ogni processo e intervento sulla possibilità di sopravvivenza e di sviluppo dei popolamenti forestali. Concentrandosi sull'aspetto della qualità del materiale legno soprattutto per le lavorazioni industriali, la ricerca ha individuato con casi studio e con articoli di inquadramento generale gli effetti dovuti a scelte selvicolturali (popolamenti puri, misti, turni ed intensità dei diradamenti) su caratteri fenotipici dell'albero ma anche morfologici, chimici e fisico-meccanici del legno. In questo caso l'interazione tra selvicoltura e tecnologia del legno assume un ruolo fondamentale soprattutto nei popolamenti con funzione produttiva, peraltro effetti più evidenti sono prevedibili laddove si considerino le filiere più tradizionali, o quantomeno basate su legno massiccio.

Vanno invece pienamente valutate le ripercussioni di interventi colturali considerando le nuove tendenze sia nell'industria che nella ricerca. Nella produzione industriale infatti, la fibra, non solo forestale ma anche di origine agricola, sta assumendo un ruolo fondamentale con prodotti biocompositi; le nano-dimensioni e le nanotecnologie sono in continua crescita e la circular economy è ormai uno dei paradigmi principali della società moderna. A questo quadro generale va aggiunta la capacità di modificare e plasmare le caratteristiche del materiale originario grazie a nuovi processi tecnologici ed a macchine con capacità avanzate di lavorazione; il focus si sta spostando quindi sempre di più su una biomassa, con caratteristiche variabili di dimensioni e di qualità, anche in un ambito fortemente competitivo come la bioenergia. Non è chiaro il ruolo che assumeranno in futuro alcune applicazioni delle fibre, che ora sono quasi di nicchia, nei mercati nazionali ed internazionali (accessori, tessile, automotive); in questo caso non ancora del tutto definite e catalogate sono le caratteristiche desiderate della biomassa originaria, di conseguenza la qualità richiesta e le pratiche selvicolturali per ottenerla. Il binomio selvicoltura-tecnologia del legno interagirà con nuove modalità anche tenendo conto di concetti emergenti interdisciplinari come quello della biomimesi

#### ***Silviculture - wood technology interaction in traditional and innovative value chains***

**Keywords:** bioeconomy; circular economy; resilience; wood quality; research; fibers.

The need to safeguard forests and the demand of products based on natural fibers, including wood, is increasing and due also to the ongoing climatic changes, the awareness of possible constraints of wood supply and quality, and the geographical redistribution of the exploitable resources, becomes mandatory. Wood research has identified some xylematic parameters which could represent a strength for tree species resilience; from this point of view the study of the interactions between forestry and the characters of wood tissue could contribute to find the best bio-practice allowing the survival of the forest stands and wood- diversity. This approach must be considered a quite new perspective for wood technology.

Looking to the more classic mechanistic and productive function of forests, there are a lot of bibliographic references based on case studies so as more general review articles (pure and mixed stands, thinning intensity etc.), which show the effects of forest practices on tree phenotypic characters and some papers



deal on the morphological, chemical and physic-mechanical wood parameters; both phenotypic and technological characters parameters affect or even compromise some industrial processes. In this respect the interaction between silviculture and wood technology is mainly economic and the effects of forestry impact mainly on traditional supply chains or, at least, on the chains based on solid wood. In the most recent trends in industry and research the role of "biomass" is increasing in a more enlarged approach for its more suitable use in biocomposite products; nano-sized particles and nano-technologies practices are also growing and circular-economy can be considered now one of the main paradigm of the modern society. Furthermore new technological process make possible to have shapes which can be molded and which are actually more appreciated by customers and designers. For this reason the interest is more and more addressed to the general particle/fiber/powder biomass with variable size and quality, including here bioenergetic applications. Now some productions are quite a niche (textile, automotive, accessories), but it is to be expected a more consolidated awareness of their possible use in the future both in national and international trade. From this point of view the best characters of the original fiber material are not yet fully assessed and silviculture could take the role of protagonist even from another perspective. Wood technology and Selviculture will find also a new interaction in the Bioinspiration and Biomimetis which are an emerging interdisciplinary concept.

\*\*\*

#### **S. 11.21 Valutazione degli effetti dell'intensità di diradamento sulla qualità del legno di pino laricio (*Pinus nigra* Arnold subsp. *Calabrica*) attraverso l'applicazione di metodi acustici non distruttivi nel Parco Nazionale dell'Aspromonte**

Diego Russo, Fabio Lombardi, Pasquale Antonio Marziliano, G. Macri, Andrea Proto, Giuliano Menguzzato, Giuseppe Zimbalatti

**Parole chiave:** diradamenti; pino laricio; velocità acustica; MOEd; foreste montane mediterranee.

Dagli anni '60 del secolo scorso, in Italia meridionale, sono state realizzate numerose opere di rimboschimento utilizzando il Pino calabrese, allo scopo di aumentare la copertura forestale delle aree interne e montane. Questi popolamenti, anche a causa della non redditività economica, non sono mai stati utilizzati per la produzione di legname. Tuttavia, gli assortimenti ritraibili dai popolamenti di Pino calabrese consentono diversi usi e applicazioni. E' quindi interessante approfondire lo studio della qualità del legno di questa specie, al fine di una sua promozione e valorizzazione nella filiera foresta-legno. Attualmente, la specie è stata invece utilizzata esclusivamente per la produzione di biomassa a fini energetici.

In quest'ottica, nella gestione forestale, le attività selvicolturali (sfollamenti, diradamenti, ecc) devono mirare a migliorare le proprietà del legname e il valore dei futuri prodotti legnosi, senza trascurare la multifunzionalità della foresta.

Le tecnologie acustiche applicate per prevedere le proprietà meccaniche del legname sono ampiamente utilizzate nel settore forestale. I recenti progressi tecnologici, insieme allo sviluppo di strumenti facilmente applicabili in campo, hanno facilitato la valutazione della qualità del legno prima delle operazioni di taglio. Gli strumenti acustici permettono un approccio metodologico non dannoso e non invasivo, permettendo di ottenere preziose informazioni sulle proprietà fisiche e meccaniche del legno. Essi si basano sulla misura della propagazione delle onde di tensione attraverso il legno.

In questo studio, si è ipotizzato che la densità di impianto iniziale del Pino calabrese possa influenzare il modulo dinamico di elasticità (MOEd), quindi la futura qualità del legno. E' stato misurato il MOED su individui di Pino calabrese in otto aree sperimentali sottoposte a diverse intensità di diradamento (area non gestita, diradamento del 25%, diradamento del 50% e diradamento del 75%). La percentuale di diradamento si riferisce al numero di alberi tagliati rispetto al numero totale di individui presenti prima dell'intervento. E' stato utilizzato il TreeSonic microsecond timer, sviluppato da Fakopp Enterprise, ad Àgfalva, in Ungheria. Lo studio è stato condotto in due fustaie a dominanza di pino calabrese: Zervò e Cardeto, afferenti entrambe al Parco Nazionale dell'Aspromonte (Calabria, Italia meridionale). In ogni area di studio sono state campionate quattro aree, estese ognuna 5 ha, cui sono state applicate diverse intensità del diradamento. L'età degli alberi campionati





è in media di 50 anni e le analisi sono state condotte su un totale di 400 alberi (100 alberi per ogni area studio, 10 anni dopo il diradamento).

Inoltre, sono stati valutati gli effetti delle diverse pratiche selvicolturali sul rapporto ipso-diametrico del pino (H/D), verificando l'eventuale presenza di una correlazione tra la qualità del legno e il rapporto H/D.

I risultati ottenuti sul MOEd sono stati confrontati statisticamente in relazione alla densità dei popolamenti e alle classi di diametro presenti. La velocità acustica, i trattamenti di diradamento e il diametro a petto d'uomo sono risultati positivamente correlati. Il diradamento realizzato al 50% ha prodotto la migliore qualità del legno per entrambi i siti investigati. I risultati ottenuti hanno dimostrato che la velocità acustica può essere un parametro utile per lo screening del modulo dinamico di elasticità (MOEd), fornendo quindi informazioni strategiche che possono supportare la scelta dei migliori interventi selvicolturali volti a migliorare la qualità del legno del prodotto finale.

***Evaluation of the effects of silvicultural practices on wood quality of calabrian pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *Calabrica*), through non-destructive acoustic methods in the Aspromonte National Park***

**Keywords:** silvicultural treatments; calabrian pine forests; acoustic velocity; mediterranean mountain areas; MOEd.

Calabrian pine forests were planted in southern Italy to increase the forest cover in mountain areas, even if many of them have never been managed because considered non-profitable for wood production. However, Calabrian pine timber properties can permit different uses and applications of the final product; therefore, it is interesting to deeper study the pine wood quality, in order to improve the market orientation and its wood value. In fact, nowadays it is often used only for biomass production.

In forest management, cutting activities should be aimed to improve the timber properties and value of the future woody products, without neglecting the multi-functionality of the forest.

The acoustic technologies applied to predict the mechanical properties of timber are already a well-established practices in forest research. Recent advances in technology, but also the development of instruments easily applicable in field, facilitated the wood quality assessment before cutting operations. Acoustic tools are a non-destructive methods for predicting the physical and mechanical properties of timber and wood-based materials. They are based on the measure of the stress waves propagation through the wood.

In this study, we hypothesized that the initial planting density of Calabrian pine could influence the dynamic modulus of elasticity (MOEd), then the future wood quality. We measured the MOEd on Calabrian pine trees referring to stands where different intensities of thinning were applied (Control plot, thinning 25%, thinning 50% and thinning 75%). The percentage of thinning refers to the number of trees cut with respect to total number of the occurring trees. We used the TreeSonic microsecond timer developed by Fakopp Enterprise, Ágfalva, Hungary. It is a non-destructive instrument useful to measure the mechanical wood traits, characterized by a low time consuming. The study was conducted in two high forests dominated by Calabrian pine: Zervo' and Cardeto, referring to the Aspromonte National Park (Calabria, Southern Italy). In each study area, 4 plots extending 5 ha were investigated, referring to the different intensities of thinning. The sampled tree age was 50 years on average and the analyses were conducted on a total of 400 trees (100 trees for each plot, 10 years after thinning).

Additionally, we evaluated the effects of the different silvicultural practices on pine height/diameter (H/D) ratio, verifying if any correlation between the wood quality and the H/D ratio occurs.

The results obtained on the MOEd were statistically compared in relation to the tree density and the diameter classes. A strong positive correlation was observed between the acoustic velocity, the thinning treatments and the DBH. The thinning realized at 50% induced the better tree wood quality for both the investigated sites. Our results demonstrated that the acoustic velocity can be an useful parameter for the screening of dynamic modulus of elasticity (MOEd).

This provides strategic information that can support the choice of the best silvicultural interventions to improve the wood quality of the final products.

\*\*\*



### S. 11.22 Il progetto di sviluppo di una filiera forestale in Canavese e la valorizzazione del legno locale di castagno

Gianni Tarello

**Parole chiave:** castagno; ingegneria naturalistica; filiera forestale.

All'inizio degli anni 90 il Canavese è stato colpito da una grave crisi economica causata dalla crisi dell'azienda locale principale, la Olivetti. A quell'epoca gli amministratori locali pensarono di sviluppare dei progetti finalizzati alla creazione di nuove opportunità di lavoro nelle aree montane del Canavese incentrati sul settore forestale e sulla manutenzione del territorio. Da questa idea è nata la Cooperativa Agricola Valli Unite del Canavese, che si è specializzata in interventi di ingegneria naturalistica e ha sviluppato una piccola filiera in questo settore. Quindi la Cooperativa ha dato origine al Consorzio Forestale del Canavese che gestisce tecnicamente oltre 3.000 ha di bosco, e successivamente ha realizzato la Segheria Valle Sacra, azienda specializzata nella valorizzazione del legno locale, in particolar modo del castagno. Quest'ultima, oltre a realizzare prodotti in legno tradizionali, ha installato un forno di termo trattamento del legname e oggi produce pavimenti e rivestimenti in legno termo trattato ed è riuscita a realizzare il primo edificio al 100% in legno di latifolia piemontese a dimostrazione che è possibile uno sviluppo socio-economico della selvicoltura nazionale.

**The development project of a forest chain in Canavese and the valorisation of the local wood of chestnut**

**Keywords:** chestnut; environmental bioengineering; forestry supply chain.

At the beginning of the 90s the Canavese area was hit by a serious economic crisis caused by the crisis of the main local company, Olivetti. At that time the local administrators thought to develop projects aimed at creating new job opportunities in the mountainous areas of the Canavese area focused on the forest sector and land maintenance. This idea gave birth to the Valli Unite del Canavese Cooperative, which specialized in environmental bioengineering techniques and has developed a small supply chain in this sector. So the Cooperative gave rise to the Consorzio Forestale del Canavese which technically manages over 3,000 hectares of woodland, and subsequently created the Segheria Valle Sacra, a company specializing in the enhancement of local wood, especially chestnut. The latter, in addition to making traditional wood products, has installed a thermo-treated wood-firing furnace and today produces heat-treated wood floors and walls and has succeeded in creating the first 100% Piedmontese hardwood building, to demonstrate that a economical develop is possible, in application of Italian selvicoltural rules.

\*\*\*

### S. 11.23 Potenzialità del legno massiccio strutturale per lo stoccaggio della CO<sub>2</sub>

Marco Togni

**Parole chiave:** legno strutturale; carbon sink; classificazione in base alla resistenza; classi di resistenza.

Il legno massiccio per impiego strutturale svolge un ruolo di rilievo nello stoccaggio di lungo periodo della CO<sub>2</sub> in esso immobilizzata, ma tale ruolo raramente viene posto nella giusta considerazione, tantomeno adeguatamente valorizzato.

Il lavoro di ricerca mette a confronto legni strutturali di differenti specie, alcune molto diffuse e già utilizzabili a tale fine come abete bianco e castagno, e altre che, attraverso il completamento di appropriate ricerche per la caratterizzazione specifica per l'impiego nelle costruzioni, potrebbero essere sospinte verso questa destinazione d'uso, come il cerro e il faggio, ponendo in relazione le prestazioni meccaniche e la funzione di carbon sink, così come viene precisata in termini quantitativi dalla norma di riferimento UNI EN 16449 ("Legno e prodotti a base di legno – Calcolo del contenuto di carbonio di origine non fossile del legno e conversione in anidride carbonica"). Cerro e faggio provengono da soprassuoli transitori, derivanti da interventi selvicolturali di conversione di cedui.



Nella comparazione tra le rigidità, le resistenze e le densità ottenute negli studi avviati, rappresentati dalle Classi di resistenza di attribuzione dei tipi di legno oggetto di indagine, e il corrispondente effetto di stoccaggio della CO<sub>2</sub>, è stato possibile mettere in evidenza come si possa impostare l'impiego del legno strutturale per ottimizzare la funzione di carbon sink, mantenendo elevati livelli di prestazioni meccaniche degli elementi impiegati.

In particolare dal punto di vista dello stoccaggio del carbonio le prestazioni migliori sono ovviamente delle specie a maggiore densità. Per il campione in oggetto risultano i valori di 1269 kg di CO<sub>2</sub>e (anidride carbonica equivalente) per ogni metro cubo (m<sup>3</sup>) di legno di cerro, 1175 kg/m<sup>3</sup> per il legno di faggio, 935 kg/m<sup>3</sup> per il legno di castagno 769 kg/m<sup>3</sup> per il legno di abete bianco. Ma anche le caratteristiche meccaniche sono aiutate dalla massa volumica della materia prima e quindi sono proporzionali alla densità. I dati di Classe di resistenza, ottenuti tramite classificazione a vista in (base alla resistenza) tramite regole di classificazione italiane (UNI 11035) sono risultati: cerro D35, faggio D30, castagno D24, abete C24 (l'abete ha una distribuzione più ampia e variabile, e può risultare anche nelle Classi di resistenza C18 e C30).

Al fine rendere comparabili le singole specie legnose in base alla effettiva resistenza del materiale è stato calcolato un indice di CO<sub>2</sub> riferito alla unità di misura della resistenza: il megapascal (MPa). Da cui è risultato che i valori migliori si sono ottenuti con faggio e castagno (rispettivamente 39,2 e 39,0 kg-CO<sub>2</sub>e/MPa), quindi cerro (36,3 kg-CO<sub>2</sub>e/MPa) e ultimo abete (32,0 kg-CO<sub>2</sub>e/MPa), a dimostrazione di come le latifoglie risultino competitive tra loro, anche se di media densità come il castagno.

Ma nell'ottica della ottimizzazione del prodotto "legno strutturale", la combinazione di fattori resistenza e densità porta a favorire i legni più densi e resistenti, ristabilendo proprio la massa volumica come fattore determinante, da cui il legno di Cerro risulta avere la migliore combinazione tra prestazioni meccaniche e deposito di carbonio. Il sistema più adatto a rappresentare la funzionalità meccanica in combinazione con il servizio di carbon sink è il dato riportato in megapascal-tonnellate di CO<sub>2</sub>e per m<sup>3</sup>: cerro 44,4, faggio 35,3, castagno 22,4, abete 18,5.

Tutte le specie di latifolia in oggetto sono significativamente adatte a essere spinte in questa direzione, proprio grazie alla loro ampia diffusione sul territorio nazionale che le rendono disponibili su larga scala e a distanze potenzialmente molto ridotte, tali da consentire una utilizzazione e un trasporto potenzialmente a basso e a bassissimo impatto.

Nella prospettiva futura sarebbe assolutamente da valorizzare la componente relativa allo stoccaggio del carbonio, in ogni funzione o destinazione d'uso del legno. Ancor più in quella strutturale. A tale proposito è utile e funzionale associare a ciascun tipo di legname, così come viene caratterizzato per l'impiego strutturale, anche il contenuto di anidride carbonica equivalente, rendendo così l'utilizzatore dei prodotti strutturali, maggiormente consapevole della funzione ambientale che ha l'uso di tale materia prima, e servendosi di tale fattore come ulteriore elemento di scelta a carattere ecologico/ambientale, in grado di sensibilizzare le persone, le aziende, il sistema e favorendo ulteriori nuove opportunità per il legno.

\*\*\*

#### **S. 11.24 Valutazione dell'impatto ambientale del legno come materiale costruttivo**

Michela Zanetti, Giulia Corradini, Francesca Pierobon

**Parole chiave:** Product Environmental Footprint; LCA; legno; costruzione; foresta.

A livello globale, l'energia utilizzata nel settore delle costruzioni rappresenta oltre un terzo del consumo totale di energia, contribuendo a circa un quarto delle emissioni di gas serra (GHG). Gli edifici sostenibili possono combinare migliori prestazioni energetiche e una riduzione degli impatti ambientali durante il loro intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento e al riciclaggio dei materiali. L'uso del legno come materiale da costruzione rappresenta un'importante opportunità per la riduzione delle emissioni in quanto gli edifici a base di legno aiutano a ridurre gli impatti ambientali, fornendo anche benefici economici.

In questo studio la metodologia PEF (Product Environmental Footprint) è stata applicata a un elemento di parete in legno, il Massiv-Holz-Mauer® (MHM), di un edificio costruito nel Nord Italia. La PEF è una misura multi-criterio delle prestazioni ambientali dei prodotti durante tutto il loro ciclo di vita attraverso 15 categorie di impatto ambientale. La PEF si basa sugli standard ISO mirando a sviluppare un approccio che consenta la comparabilità dei risultati. Tuttavia, il confronto è possibile solo se la valutazione è basata sulle stesse regole



di categoria dell'impronta ambientale del prodotto (PEFCR), che sono i requisiti metodologici PEF declinati per ciascun settore specifico. L'impronta ambientale dell'elemento di parete MHM è stata calcolata per le categorie di impatto richieste dalla PEF, in un approccio da culla alla tomba. Un'analisi aggiuntiva (facoltativa secondo la metodologia PEF) è stata condotta per valutare la sostenibilità della gestione forestale nei siti di esbosco del legno, utilizzando i dati del piano di assestamento forestale. I risultati mostrano che la fase di utilizzo ha il più alto impatto ambientale per la maggior parte degli indicatori ambientali considerati e, in particolare, per gli indicatori di riduzione dello strato di ozono, eutrofizzazione delle acque dolci ed ecotossicità per l'acqua dolce; molti impatti si sono verificati anche nella fase di produzione, in particolare gli effetti cancerogeni relativi alla tossicità umana e gli impatti sull'esaurimento delle risorse, seguiti dalla fase di fine vita, con impatti elevati per indicatori quali l'eutrofizzazione terrestre e infine dalle fasi di acquisizione delle materie prime e di costruzione. Questi risultati sono sicuramente correlati alla durata delle diverse fasi e al fatto che l'energia operativa totale utilizzata nell'edificio è stata presa in considerazione, mentre il sistema a parete MHM è solo parzialmente responsabile degli impatti sopra descritti. Per la maggior parte delle categorie di impatto, la maggior contribuzione è dovuta a processi avvenuti nel sistema di base, come la produzione di beni strumentali e la costruzione di strutture e magazzini. La produzione del legno genera impatti relativamente bassi grazie al fatto che il legno proviene da foreste locali gestite in modo sostenibile (selvicoltura naturalistica), senza apporti come fertilizzanti e pesticidi. In conclusione, la metodologia PEF può essere applicata con successo a una singola filiera di approvvigionamento del legno, attraverso una raccolta di dati pragmatica e relativamente veloce, che consente di identificare i principali hotspot e le azioni per ridurre gli impatti ambientali. La PEF permette di includere nello studio ulteriori informazioni ambientali, che per alcuni prodotti possono ricoprire un ruolo importante. Questo è il caso dei prodotti in legno; in studi simili, si suggerisce l'inclusione di una valutazione, anche descrittiva, della sostenibilità della gestione forestale.

### ***Environmental assessment of wood as building material***

**Keywords:** Product Environmental Footprint; LCA; wood; building; forest.

Globally the energy use in buildings and for building construction accounts for more than one third of the total energy consumption, contributing to nearly one quarter of the greenhouse gas (GHG) emissions. Sustainable buildings can combine improved energy performance and a reduction in the environmental impacts throughout their whole life cycle, from the extraction of raw materials to the disposal and recycling. The use of wood as a building material presents significant opportunities for emission reduction. It has been shown that wood-based buildings help in decreasing environmental impacts, while also providing economic benefits.

In this study the Product Environmental Footprint (PEF) methodology has been applied to a wooden wall element, the Massiv-Holz-Mauer® (MHM), in a real application in a building in Northern Italy. The PEF is a multi-criteria measure of the environmental performance of products throughout their life cycle taking into account 15 Emission Factor (EF) impact categories. It is based on ISO standards but, in addition, it aims to develop an approach that allows comparability of the results. However, the comparison is only possible if the assessment is based on the same Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR), which are the PEF methodological requirements declined for each specific sector. The environmental footprint of the MHM wall element was calculated for the impact categories required by the PEF, in a cradle to grave approach. An additional analysis (optional according to the PEF methodology) was conducted for assessing the sustainability of the forest management in the sites where wood was extracted from, using data from the forest management plan. The results show that the use phase had the highest environmental impact for most of the environmental indicators and in particular for the indicators of ozone depletion, freshwater eutrophication and ecotoxicity for aquatic freshwater; many impacts occurred in the production phase as well, in particular human toxicity cancer effects and resource depletion's impacts, followed by the end of life, with high impacts for indicators such as terrestrial eutrophication, and then raw material acquisition and construction. These results are surely related to the duration of the different phases, and to the fact that the total operational energy used in the building was considered, while the MHM wall system is only partially responsible for it. For the majority of the impact categories, most of the impact was due to processes that occurred in the background system, such as production of capital goods and construction of facilities and storehouses. The wood production generates relatively low impacts thanks to the fact that the wood is





sourced locally and it derives from forests where a close-to nature forest management was adopted, with only natural regeneration and without inputs such as fertilizers and pesticides. In this study, results show that forest management is performed sustainably. In conclusion, PEF methodology can be successfully applied to a single wood supply chain, through a pragmatic and relatively fast data collection, allowing the identification of the main hotspots and actions for reducing the environmental impacts. The PEF leaves space for additional environmental information, which for some products may cover an important role. This is the case of wood products; in similar studies, we suggest the inclusion of an assessment, even descriptive, of the sustainability of forest management.





## Sessione 12 - Selvicoltura e incendi

### Session 12 - Silviculture and wildfire

#### S. 12.01 Appunti per un governo integrato degli incendi in Italia

Davide Ascoli, Bacciu Valentina, Salis Michele

**Parole chiave:** incendi; prevenzione; governo integrato.

L'estate del 2017 ha portato nuovamente l'attenzione dell'opinione pubblica italiana, e dei settori che si occupano di ambiente e foreste, sul fenomeno degli incendi boschivi. Le diverse analisi della stagione 2017 hanno in comune la presa di coscienza del rischio reale e potenziale in molti territori italiani, dell'esistenza di elementi di fragilità nel sistema antincendi, e quindi della necessità di migliorare il governo del fenomeno in Italia. Il Gruppo SISEF Incendi Boschivi, nella sua relazione introduttiva alla sessione incendi del IV Congresso Nazionale di Selvicoltura, intende analizzare gli incendi in Italia ed i principali fattori ambientali e socio-economici che hanno guidato il cambiamento del fenomeno dagli anni '70 del XX secolo fino al 2017. Dall'approfondimento della stagione degli incendi 2017 e dall'analisi di ciò che ha funzionato in questo periodo critico, intendiamo far emergere le buone pratiche che si sono affermate negli ultimi 40 anni nella prevenzione, previsione, lotta e ricostituzione, e che rappresentano un possibile modello di governo degli incendi che verranno. Infine, porteremo l'attenzione sulle esigenze di conoscenza e ricerca utili per il settore tecnico-operativo-amministrativo che possono favorire lo sviluppo del governo integrato degli incendi in Italia.

\*\*\*

#### S. 12.02 I grandi incendi dell'estate 2017 hanno contribuito a gran parte delle emissioni di gas serra del sud Italia

Valentina Bacciu, Carla Scarpa, Davide Ascoli, Michele Salis, Costantino Sirca, Marco Marchetti, Donatella Spano

**Parole chiave:** emissioni da incendi boschivi; FOFEM; Italia centro-meridionale; grandi incendi 2017.

Gli incendi boschivi svolgono un ruolo cruciale negli ecosistemi terrestri, con impatti sia negativi sia positivi su tutte le componenti della biosfera a diverse scale, dalla locale a quella globale. Uno dei principali effetti è la produzione di una grande quantità di gas serra e particelle solide dovute alla combustione della biomassa. La grande quantità di emissioni rilasciata nell'atmosfera contribuisce in modo significativo al bilancio del carbonio sia a livello locale, che regionale e persino globale. In particolare, in anni con grandi eventi, le emissioni di carbonio da incendio potrebbero avvicinarsi a quelle antropogeniche.

Negli ultimi decenni sono stati condotti numerosi studi (dalla scala nazionale a quella globale) per migliorare le conoscenze su questo tema, dagli inventari delle emissioni alla modellazione e gestione della qualità dell'aria. Un punto cruciale per supportare questi studi è ottenere stime aggiornate, accurate e coerenti delle emissioni da incendio (EI). Secondo l'equazione proposta per la prima volta da Seiler e Crutzen (1980), i metodi per inventariare le EI utilizzano informazioni su: quantità di biomassa bruciata, fattori di emissione e area bruciata associati a ciascuna tipologia di vegetazione, efficienza di combustione. Tuttavia, la simulazione delle EI è influenzata da diversi errori e incertezze, a causa della moltitudine di approcci per caratterizzare i vari parametri coinvolti nell'equazione. I miglioramenti e nuovi progressi nel telerilevamento, le misurazioni sperimentali dei fattori di emissione, i modelli di consumo dei combustibili vegetali, e la valutazione della quantità di biomassa e del suo livello di combustione nello spazio e nel tempo rappresentano un valido aiuto per prevedere e quantificare la fonte e la composizione delle EI.

In questo contesto, il presente lavoro ha un duplice scopo. In primo luogo, mira a stimare le EI nell'Italia centro-meridionale dal 2004 al 2016 e, in secondo luogo, valutare il contributo dei grandi incendi del 2017 sul bilancio medio annuo delle emissioni. Al fine di ridurre gli errori sistematici nel prevedere e quantificare



la fonte e la composizione delle emissioni da incendio e ottenere stime realistiche, è stata prestata particolare attenzione alla raccolta e utilizzo di dati di partenza esaurienti e accurati. La metodologia integrata (Bacciu et al., 2012) combina un modello di emissione (FOFEM - First Effect Fire Effect Model, Reinhardt et al., 1997) con input spaziali e non relativi agli incendi, ai tipi dicombustibile e alle condizioni meteorologiche. I perimetri degli incendi per il periodo 2004-2016 sono stati ottenuti dall'ex Corpo Forestale dello Stato (oggi Carabinieri C.U.T.F.A.A.); i grandi incendi del 2017 sono stati scaricati dai prodotti Copernicus EMS - Rapid Mapping. I tipi di vegetazione sono stati ricavati da CORINE LAND COVER e dalla Mappa delle aree naturali e forestali (Università del Molise 2012). Per ciascun tipo di vegetazione, è stato assegnato il carico di combustibile utilizzando una combinazione di osservazioni sul campo e dati di letteratura. Inoltre, le condizioni di umidità dei combustibili sono state ricavate dal sotto-indice del sistema di previsione del pericolo canadese Fine Fuels Moisture Code (FFMC), calcolato da dati meteorologici interpolati CGMS (25 km x 25 km, <http://agri4cast.jrc.ec.europa.eu>). L'indice FFMC giornaliero è stato quindi associato ai perimetri degli incendi allo scopo di raggrupparli in funzione della loro predisposizione alla combustione della biomassa fine (i.e. severità della combustione, da bassa a estrema). Per i grandi incendi del 2017, è stato anche possibile definire ulteriormente la distribuzione spaziale della severità dell'incendio, e quindi la percentuale di chioma bruciata, attraverso le stime del danno fornite da Copernicus.

I risultati per il periodo 2004-2016 hanno mostrato una media di 33,000 ha bruciati ogni anno, con un'alta variabilità inter-annuale. Infatti si passa da oltre 140,000 ha percorsi da incendio nel 2007 a solo 7,700 ha nel 2014. Nel periodo in esame le emissioni di gas serra (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) hanno raggiunto il massimo nel 2007, con 3,085 Gg CO<sub>2</sub>eq seguito da circa 1,360 Gg CO<sub>2</sub>eq nel 2012, ed un minimo nel 2014 con 141 GgCO<sub>2</sub>eq. I grandi incendi del 2017 mappati da Copernicus hanno avuto una dimensione media di 1,100 ettari, contribuendo al 19% della superficie totale bruciata in Italia per l'anno in questione, e ad un minimo del 40% sul valore medio annuo storico delle emissioni da incendio, in base alla variabilità dei dati. Nel complesso, i risultati hanno evidenziato il ruolo degli grandi incendi per le emissioni a scala nazionale. Inoltre, appropriati dati spaziali su tipi di combustibile, aree bruciate e condizioni meteorologiche sono informazioni chiave per ottenere simulazioni attendibili del consumo di combustibile e delle emissioni di gas serra.

### ***Extreme fire events in summer 2017 accounted for a large portion of carbon loss and national greenhouse gas emissions in Southern Italy***

**Keywords:** fire emission; FOFEM; central-southern Italy; 2017 large fire.

Forest fires play a crucial role in Earth ecosystems, with both negative and positive impacts on all biosphere components, and with reverberations on different scales, from local to global. One of the main primary effects is the production of a remarkable amount of greenhouse gases and solid particulate matter due to biomass combustion. The large amounts of carbon that fires release into the atmosphere significantly contribute to the atmospheric budgets at local, regional, and even global scale: especially in years of extreme fire activity, it could approach levels of anthropogenic carbon emissions.

In the recent decades, a number of studies (from global through national scale) were conducted to improve knowledge on this issue, ranging from emissions inventories to air quality modelling and management plans. A crucial point to support such studies has been recognized in up-to-date, accurate, and consistent fire emission (FE) estimates. According to the equation first proposed by Seiler and Crutzen (1980), FE inventory methods use information on the amount of burned biomass, emission factors associated with each specific chemical species, burned area, and combustion efficiency. Still, simulating emission from forest fires is affected by several errors and uncertainties, due to the different assessment approach to characterize the various parameters involved in the FE equations. Improvements and new advances in remote sensing, experimental measurements of emission factors, fuel consumption models, fuel load evaluation, and spatial and temporal distribution of burning are a valuable help for predicting and quantifying the source and the composition of FE.

In this context, this work has a twofold aim. Firstly, it aims to estimate FE in Central and Southern Italy from 2004 to 2016 and, secondly, to evaluate the contribution of large and extreme fire events on the average yearly balance of emissions, focusing on those occurred in 2017. In order to reduce bias in predicting and quantifying the source and composition of fire emissions, and achieve realistic estimates, particular attention was paid to develop and survey comprehensive and accurate data inputs. The integrated methodology (Bacciu et al., 2012) combines a fire emission model (FOFEM - First Order Fire Effect Model, Reinhardt et al.,



1997) with spatial and non-spatial inputs related to fire, vegetation, and weather conditions. The fire perimeters for the period 2004-2016 were obtained by the former Corpo Forestale dello Stato (actually Carabinieri C.U.T.F.A.A.); while the 2017 large fires were downloaded from the Copernicus EMS - Rapid Mapping products. The vegetation types were derived from CORINE LAND COVER and Map of Natural and Forest area (Università del Molise 2012). For each land cover and vegetation type, fuel loading was assigned using a combination of field observations and literature data. Furthermore, fuel moisture conditions were derived from the daily Canadian Fine Fuels Moisture Code (FFMC), calculated from CGMS interpolated weather database (25km x 25km, <http://agri4cast.jrc.ec.europa.eu>). The daily FFMC was then associated to fire perimeters with the aim to group fires in function of their relative ease of ignition and flammability of fine fuel (burning conditions, from low to extreme). For the 2017 fires, it was also possible to further define fire severity and thus the percentage of combusted crown through the assessed fire damage grade.

The results for the 2004-2016 period showed an average of  $\approx 33,000$  ha burned each year. Inter-annual variability in burned area was very high during the study period, ranging from over 140,000 ha in 2007 to a low of 7,700 ha in 2014. Within the period under analysis estimated GHG (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) emissions reached maximum in 2007, with 3,085 GgCO<sub>2</sub>eq followed by about 1,360 Gg CO<sub>2</sub>eq in 2012 and minimum in 2014 with 141 GgCO<sub>2</sub>eq. The 2017 large fires mapped by Copernicus showed an average size of 1,100 ha, contributing to the 19% of total burned area in Italy for the selected year, and to a minimum of 40% on the mean annual historical value of fire emissions, according with data variability. Overall, the results pointed out the role of large fires for national fire emissions. In addition, appropriate fuel, fire, and weather data and maps are key information to attain reasonable simulations of fuel consumption and smoke emissions.

\*\*\*

### **S. 12.03 Recenti esperienze di lotta agli incendi boschivi in Provincia di Firenze. Un modello organizzativo da estendere**

Luigi Bartolozzi, Stefano Ignesti, Lorenzo Nencioni, Irene Cacciatore

**Parole chiave:** organizzazione AIB; prontezza operativa; analisi degli eventi.

Partendo dall'analisi dell'attuale Organizzazione AIB (Antincendi Boschivi) in Toscana, si vuol porre l'attenzione alle esperienze vissute nel corso del 2017 nella provincia di Firenze, esperienze finalizzate ad ottimizzare le attività di prevenzione e spegnimento degli incendi boschivi.

Il complesso dei dati relativi al periodo 2012-2017, per quanto riguarda il numero di eventi, la superficie boscata percorsa dal fuoco e la superficie totale interessata dalle fiamme mostrano che l'anno 2017 è stato interessato dal più elevato numero di eventi in assoluto, mentre la superficie media percorsa dal fuoco risulta inferiore a quella registrata in anni meno critici. Il dato si può spiegare con un insieme di fattori e di circostanze fortuite, ma occorre considerare anche il livello di efficacia ed efficienza raggiunto dall'Organizzazione regionale AIB. L'attuale modello organizzativo è frutto di un'esperienza maturata nel tempo che vede il concorso di molteplici Amministrazioni e delle Associazioni di volontariato, pertanto si ritiene opportuno far conoscere quello, che a nostro giudizio, può essere considerato un esempio di organizzazione.

L'elaborato vuol presentare l'attività attuale dei Carabinieri forestali del Gruppo di Firenze nel contesto dell'AIB, in particolare come è articolata l'attività di prevenzione, l'attività di intervento sugli eventi, il pattugliamento in prontezza operativa, al fine di assicurare un immediato accertamento delle cause d'incendio, l'elaborazione delle istruttorie dei Fascicoli Eventi Incendi (F.E.I.), l'attività di controllo e di indagine.

Vengono, infine, svolti alcuni spunti di riflessione, basati sull'esperienza professionale, rivolti a migliorare gli aspetti, anche giuridici, per la riduzione delle superfici percorse dal fuoco con l'ausilio della previsione del pericolo incendi ed all'individuazione di quelle condizioni meteorologiche che predispongono il verificarsi degli eventi più gravi. Quindi valutazioni legate più agli aspetti di prevenzione che di repressione. L'aspetto chiave che si ritiene necessario sviluppare sempre di più, insieme alla Regione Toscana, è lo studio dell'analisi degli eventi, con lo scopo di determinare le cause d'incendio ed accertare possibili interrelazioni e strategie operative.





## ***Recent experiences in fighting forest fires in the Province of Florence. An organizational model to be extended***

**Keywords:** forest fire prevention; operational readiness; wildfire events analysis.

The current AIB (Anti-Incendi Boschivi - Forest Fire Fighting) organization in Tuscany and the Florence Province experiences in year 2017 were the starting points for optimization in forest fire prevention and control activities. The thematic database covered the 2012-2017 period, and the following variables were considered: number of fire events; burned wooded area and total area affected by flames. In 2017, the highest number of fire events were observed, while in average the fire affected area per event was lower than what recorded in less critical years. Besides the combination of several factors and circumstances, these results indicated the high-quality standard, in terms both of effectiveness and efficiency, achieved by the AIB regional organization. The current organizational model is the result of the year-long experience gained over time, and includes the participation of several Public

Administration Institutions and Voluntary Associations in fire-fighting activities: in our opinion, resulting in a successful example of forest fire organization model.

Our synthesis will introduce the Florence Group Carabinieri Foresters current control and prevention activities to forest fire fighting. In particular, the main methodologies will be presented covering the themes of:

- (i) prevention and fire control operations;
- (ii) patrolling in operational readiness in order to ensure an immediate assessment of fire causes;
- (iii) investigation layout for the "Fire Event Dossiers-Fascicolo Eventi Incendi, FEI);
- (iv) fire fighting checks and investigation activities.

Finally, some ideas and critical points - stemming from our professional experiences - will be brought to attention with the aim of improving the several different aspects - including the legal ones - relevant for reducing fire-affected areas in Tuscany, including landscape classification in terms of fire danger exposure and identification of those meteorological conditions, that will predispose the occurrence of the most serious events.

In conclusion, most of the here-proposed evaluations highlight the importance of prevention together with the fire-fighting activities. The key-point – to be deeper investigated together with the Tuscany Region - concerns the analysis of events, which will help to determine fire-event causes and to ascertain possible interrelations and operational strategies.

\*\*\*

### ***S. 12.04 The new plan and the application manual for the preparation of PAIB of the national parks***

Remo Bertani, Giovanni Bovio

**Keywords:** Forest Fire Fighting (FFF) planning; national parks.

The following paper will introduce the general criteria on the Forest Fire Fighting (FFF) planning, with a focus on:  
1) Historical facts; properties of the first planning; from fire control to fire management; from emergency model to risk reduction; revaluation of the traditional use of fire; from war on fire to cohabitation with fire; FST Fire Smart Territory.

2) FFF planning rules before the recent review. This analysis will show the reasons of the new planning setting for national parks, underlining the following requirements:

- (i) Updating the manual and the technical standards, due to a new experience acquired
- (ii) Plans standardization to allow plans comparison

The paper describes the review criteria and the new setting requirements either to show the job done by the planners, either to avoid the introduction of new planning method, which has not been sufficiently tested or is too difficult to apply.

The starting point of this analysis will be the Forest Fire Fighting plan of each National Park. The results will show the most significant features and an overall opinion on the planning examined will follow.



The plans schedule will describe which of plans is under review, previous examined and expired. A great focus will be on each different situation subjected to fire, from physiological problems to seriously pathological one.

The main step of this paper will be the description of the advantages deriving from the risk analysis, the concept of critical fire, the objective selected with RASMAP, a reference of the environmental description of the territories (already debated in other planning papers).

The setting of the new plans will be done showing:

- (i) the analysis of the Park fires;
- (ii) the forecast and identification of the highest risk areas, with the help of cartography;
- (iii) the objectives definition (RASMAP);
- (iv) the planned interventions to achieve the RASMAP (the logical framework);

To sum up, the analysis will underline the main features of the experimental application of the Circeo plan. Conclusions will follow.

\*\*\*

### **S. 12.05 Tecniche di estinzione degli incendi boschivi in ambiente impervio**

Maurizio Buttazzoni, Giuseppe Candelori, Flavio Cimenti, Armando Rosa Gastaldo, Massimo Stroppa, Giancarlo Cesti, Flavio Vertui

**Parole chiave:** incendi; tecniche estinzione; fulmini; corpi forestali regionali.

L'estinzione degli incendi boschivi è caratterizzata da necessità profondamente diverse a seconda dello scenario operativo che contraddistingue lo specifico evento. Si riscontrano infatti anche sensibili differenze fra le tecniche di estinzione utilizzate nelle zone costiere e collinari dell'area mediterranea e quelle utilizzate nelle zone montane ad orografia sensibilmente tormentata. L'arco alpino rappresenta un tipico esempio di questa situazione ed una particolare attenzione va rivolta ai focolai d'incendio innescati dai fulmini.

#### *Caratteristiche degli incendi da fulmine*

Il fulmine risulta praticamente la sola causa d'incendio di origine naturale sull'arco alpino. Anche se le percentuali sono in genere relativamente contenute, negli ultimi anni rispetto alle altre cause d'incendio di origine antropica si è notato un aumento di frequenza di questi incendi in confronto al passato (in Friuli Venezia Giulia mediamente sono il 6 - 7% degli incendi annui, mentre in Valle d'Aosta il 4 - 5%). Inoltre sono da considerare le caratteristiche particolari di questi eventi che, a dispetto della loro relativamente bassa estensione, risultano spesso decisamente impegnativi nell'estinzione. Questo accade in particolare quando, in concomitanza con il transito di fronti temporaleschi caratterizzati da precipitazioni ridotte e localizzate, i fulmini causano l'accensione contemporanea di numerosi focolai sparsi su un territorio intrinsecamente impervio. In tali condizioni anche questi incendi possono allargarsi su superfici decisamente elevate, nel qual caso il loro contenimento e la successiva bonifica divengono sempre più impegnativi e costosi (esemplificativi sono due incendi del 2013 in Friuli Venezia Giulia, Monte Le Piche in Comune di Pontebba (UD): ha 273 e Monte Jovet, in Comune di Chiusaforte (UD): ha 945, protrattisi dal 10 luglio al 28 agosto). E' proprio su questi incendi di origine naturale che si applicano ormai correntemente le tecniche di cooperazione aereo-terrestre.

Scopi della cooperazione aereo-terrestre: economicità ed efficacia

Le sperimentazioni effettuate dai Corpi forestali delle zone alpine, iniziate già alla fine degli anni '70 del secolo scorso, hanno permesso di individuare specifiche tecniche di estinzione per questi incendi, molto più adatte rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente. In particolare tali tecniche vengono utilizzate nella bonifica dell'incendio, sia dei focolai di piccole dimensioni, sia sul perimetro di incendi più vasti. Nelle due Regioni che relazionano, l'esperienza ormai riferibile a più di 30 anni, ha dimostrato l'efficacia di queste tecniche e soprattutto l'economicità del metodo, che permette di risparmiare sull'utilizzo dei mezzi aerei operanti in attacco diretto.

#### *Applicazione delle tecniche ed attrezzature*

La cooperazione aereo-terrestre consiste principalmente nell'applicazione di due tecniche, di cui una utilizza vasche portatili montate in piazzuole (sia a valle che in quota) e l'altra usa sistemi modulari trasportati dall'elicottero con serbatoi idrici flessibili, anch'essi elitrasportati. Il primo metodo viene impiegato



solitamente in occasione d'incendi di una certa estensione, dove la bonifica si presenta lunga ed impegnativa, richiedendo notevoli quantità di estinguente. In questo caso la piazzuola è formata da una vasca (solitamente della capacità di 2500, 3000, 8000 l) e dalla motopompa con la tubazione necessaria. Il secondo metodo si applica invece in aree più difficili, in genere ristrette e dove il montaggio della vasca non è possibile. Infatti il sistema modulare (400 - 500 l) può venire posato anche fra gli alberi e quindi operare a distanze minori dall'incendio. Recentemente il rifornimento del sistema modulare viene effettuato con serbatoi flessibili di morfologia tetraedrica, della capacità di 650 l. Questa applicazione permette una maggiore flessibilità del sistema ed in particolare una sua accresciuta autonomia di erogazione. In entrambe le tecniche il potere estinguente del sistema viene aumentato con l'uso di ritardanti a breve termine e bagnanti.

#### *Consuntivo dell'applicazione di questa metodologia da parte dei Corpi forestali regionali*

In Valle d'Aosta l'utilizzo operativo delle vasche avviene principalmente su incendi considerati di grandi dimensioni, predisponendo il montaggio di vasche nelle piazzuole a valle e, in un numero più limitato di casi, predisponendo le piazzuole in quota. I sistemi modulari elitrasportati invece sono correntemente utilizzati sui focolai da fulmine, specie nelle loro fasi iniziali, quando le condizioni di sicurezza lo permettono. Proporzionalmente si tende ad utilizzare maggiormente i sistemi modulari che risultano più veloci e versatili delle vasche, specie dopo l'adozione dei serbatoi idrici tetraedrici di rifornimento.

In Friuli Venezia Giulia, l'impiego dei vasconi mobili è pratica diffusa per realizzare un punto di rifornimento idrico accessibile all'elicottero e ridurne al massimo i tempi di rotazione. I sistemi modulari elitrasportabili sono utilizzati per le medesime finalità e modalità operative della Valle d'Aosta soprattutto nelle zone della montagna interna, le più soggette alle accensioni da fulmine. Nel caso di intervento su territorio particolarmente "ostile", ove il rischio di cadute dall'alto è elevato e per la tipologia d'incendio è necessario bonificare in modo certosino l'intera area di propagazione, l'impiego dei moduli avviene da parte di personale del Corpo forestale specificatamente addestrato sia all'elicooperazione che a muoversi in sicurezza con l'uso di tecniche e materiali per il lavoro in quota e su fune (Squadra Interventi Ambiente Impervio).

#### ***Impervious environment wildfires fighting techniques***

**Keywords:** fires; wildfires fighting techniques, regional forest corps.

The wildfires extinction techniques are featured of hard and different necessities, according to the scenery which distinguishes itself into the specific event.

As a matter of fact we would focus deep differences among the firefighting techniques used on the hill and shore Mediterranean areas and the ones used on the very rough and steep mountain terrains.

The Alps would represents a typical example of this situation, and a particular attention would eventually be given to those fires that come from lightning activities.

#### *Lightning wildfires features*

The lightning activity results to be the only cause of the alpine natural forest fires. We shall here consider a fact that this event has a low percent average in the whole amount of these kind of events, compared to the others fire causes often originated by human activities.

In these late years we noted an increasing number of these type of fires comparing to the past (in the Friuli Venezia Giulia Region the medium data is 6-7% of the annual number of forest fires, instead in the Valle d'Aosta Region is 4 - 5%).

After this we would consider the particular features of this type of fires which even if they burn a relatively low surface, often they request a very high amount of effort to extinguish them, especially when these events are originated from a thunderstorm advancing front, featured by a very low average of localized precipitations, where the lightning causes the starting of a certain contemporaneous number of fires, that normally may spread themselves on the rough and impervious mountain territories.

In these conditions these type of fires may also spread themselves into larger surfaces in which case their main extinguish operations and the consequent verification request operations would become more expensive and difficult (example the 2013 Friuli Venezia Giulia's forest fires: Mount La Piche in Pontebba Municipality (UD), 273 hectares, Mount Jovet in the Chiusaforte Municipality (UD) 945 hectares, this last one



lasted itself from the 10th of July to the August 28th), it is precisely on these fires of natural origin that nowadays the aero-ground cooperation techniques are applied correctly.

The aero-ground cooperation purpose, inexpensiveness and effectiveness. The alpine forest corps experimentations made on this type of event, started since the end of the 70s of the last century, they had allowed to individuate specific techniques to try to extinguish this type of fires, much more suitable compared to the traditional ones.

Particularly these techniques are applied to the check-out operation and verification ones, on the small fire spots and also to the larger ones.

In the two Regions which are reporting on this matter (Friuli Venezia Giulia and Valle d'Aosta), the experience that has been shared for more than 30 years, showed us the efficiency of these techniques and most of all the inexpensiveness of this method, which allows to save on the use of aircrafts operating in direct attack or so called.

#### *Technical application and equipment*

The aero-ground cooperation principally consists of two techniques, one uses portable plastic tanks assembled on any mountain provisory helipad and even on any bottom valley pads, the other uses a modular system (engine-pump-tank or SME sistema modulare elitransportabile) transported by an helicopter, and to support it, some tetrahedron flexible plastic bags filled by water, also transported by helicopter.

The first technique is normally applied in some large forest fires, where the check out and verification operation requires long periods and some demanding operation, and where a large amount of extinguishing liquid is required. In this case the helipad is occupied by a plastic tank (normally of 2.500, 3.000, or 6.000 lt capacity) a fire pump and a necessary water line made of a sufficient number of hoses.

The second method is applied on more difficult areas, normally these areas are restricted and it's not easy or even possible to assembly a tank.

As a matter of fact the modular system (400-500 lt) may also be landed throughout a very high trees forest by a long line operating helicopter, in this case would allow the fighters to operate from a shorter distance to the fire perimeter.

Recently the refilling of these modular systems is operated by the use of some tetrahedron flexible plastic bags, which have 650 lt capacity. This application allows a more flexibility of the system and a particular larger autonomy on the water delivery.

In both techniques the extinguish power of the used substances is increased by the use of additional retardant, or similar items which short the humectant effect period.

#### *Summary of the application of this methodology by the Forestry Regional Corps*

In the Valle d'Aosta Region the operative use of tank is considerate on large dimensions fires, predisposing the assembling tank operations, on the valley bottom pads or dedicated areas and in a few cases predisposing the pads at altitude. Instead the modular systems are correctly operated on the initial lightning fires phases, when the safety condition are yet present.

Proportionally as a tendency, the use of the modular system is resulting faster and versatile than other system specially after the adoption of the tetrahedron bags to refilling the whole system.

In the Friuli Venezia Giulia Region the use of plastic removable tanks is normal or almost to realize a water refilling point accessible from the air and usable by helicopters to refill their buckets, reducing to the minimum the revolution flight time.

The modular systems are used for the same purpose and with the same modality of the Valle d'Aosta as well, mostly in the internal mountain areas, areas where the lightning activity is higher.

In case of an intervention into an impervious and hostile territory, where the risk of any fall from the high cliffs or slopes is really high and for the type of fire, is also necessary to check out and verificate the whole perimeter with a greater level of attention, specially where the risk of propagation is high, the use of these modular system is done by specialized personnel of the Forestry Corp, well fitted and trained on the purpose to operate on these kind of terrain by using alpinist techniques and rope and wires ones as well, as professional tools. This team is trained to operate safely with the use of techniques and matrices for work at height and on rope and air cooperation operations procedures as well. (Intervention team for impervious environment).

\*\*\*





## S. 12.06 Modelli predittivi dei punti di innesco degli incendi in aree mediterranee di interfaccia

Mario Elia, Vincenzo Giannico, Raffaele Laforteza, Giovanni Sanesi

**Parole chiave:** incendi; punti di innesco; modello logistico; modello di Poisson; aree di interfaccia.

In ambiente Mediterraneo il rapido sviluppo delle aree urbane e le rispettive infrastrutture hanno portato all'espansione incontrollata delle aree di interfaccia che rappresentano un ambiente naturale adatto all'innesco e la diffusione degli incendi. In questo contesto diventa fondamentale comprendere la distribuzione spaziale dei punti di insorgenza degli incendi e i drivers che guidano l'innesco. A tale scopo abbiamo sviluppato un'analisi dei punti d'innesco degli incendi in Puglia dal 2000 al 2012 ed analizzato i fattori che ne guidano la distribuzione. Utilizzando fattori antropici e biofisici (variabili dipendenti) abbiamo sviluppato due modelli lineari, logistico e di Poisson, per spiegare i patterns di distribuzione dei punti di insorgenza in termini di occorrenza (presenza/assenza) e frequenza (numero di inneschi per superficie). La probabilità dell'occorrenza e la frequenza dei punti di innesco sono state mappate usando i valori predetti dai due modelli su tutto il territorio pugliese. I risultati hanno suggerito che le variabili dipendenti (presenza/assenza e frequenza) sono correlate negativamente con la densità di popolazione, ma correlate positivamente con la presenza di aree urbane limitrofe. La probabilità di avere punti di innesco diventa molto più alta se ci troviamo in vicinanza di terreni coltivati, patches forestali, arbusteti, praterie ed altri spazi naturali. La probabilità di innesco incrementa all'aumentare dell'altitudine e la pendenza. Le mappe di predizione delle due variabili riposta mostrano che la probabilità di innesco è elevata lungo le coste, sia nella parte nord sia in quella sud della regione e specialmente nelle zone dove è rilevante la presenza di aree di interfaccia ricche di macchia mediterranea. Attraverso questi modelli, che allargano il sistema delle conoscenze a livello regionale, si possono adottare misure e azioni pianificatorie per promuovere una gestione del problema incendi più sostenibile dal punto di vista delle risorse economiche e dell'ambiente.

### **Modeling fire ignition patterns in Mediterranean urban interfaces**

**Keywords:** fire; ignition points, logistic regression; Poisson regression, urban interface.

The rapid growth of built-up areas and infrastructure in the Mediterranean environment has resulted in the expansion of urban interfaces where fire can ignite and spread. Within this context, there is a need to understand spatial patterns of ignition distribution and the relative importance of influencing drivers. In response to this need we developed an analysis of fire ignition patterns using human and biophysical explanatory variables by firstly developing two different linear models to assess patterns of fire ignition points in terms of occurrence (presence/absence) and frequency (number of ignition points per area and secondly applying statistical tests to both models to evaluate the most important human and/or biophysical drivers influencing these patterns. The probability of ignition point occurrence and frequency were mapped using the predicted values of the two models in the Apulia region (southern Italy). Our findings revealed that dependent variables (fire ignition occurrence points and frequency) are negatively correlated with population density, but positively correlated for presence of urban areas with a significantly higher likelihood of ignition in cultivated (crop) land, forest, shrubland, grassland, and other natural spaces. The probability of ignition increased with elevation and slope. The maps show that the probability of ignition occurrence is relevant along the coast in the northern and southern parts of the region, especially in urban interfaces with a strong presence of shrubland and Mediterranean maquis. Ignition point frequency was predicted along the coast, particularly in the south and in some densely urbanized inland areas. By adopting the models, forest managers and decision makers may avail of the knowledge gained to design and promote sustainable fire management strategies in the Apulia region.

\*\*\*



## S. 12.07 Gli incendi boschivi dell'autunno 2017: un approccio integrato per la gestione post-disturbo

Matteo Garbarino, Roberta Berretti, Renzo Motta<sup>1</sup>, Damiano Vacha, Giuseppe Mandrone, Donato Morresi, Raffaella Marzano, Silvia Stanchi, Eleonora Bonifacio, Michele Freppaz, Marco Corgnati, Franca De Ferrari, Cristina Ricaldone, Daniele Drago, Luca Marellò, Stefanino Agu, Gianluca Comba, Fabrizio Maglioni, Alberto Dotta, Piergiorgio Terzuolo, Franco Gottero, Diego Noveri, Sergio Pirone, Augusto Cotterchio, Gabriele Bovo, Guido Bogo

**Parole chiave:** incendi boschivi; Regione Piemonte; gestione post incendio; approccio integrato.

La regione Piemonte è stata interessata nel mese di ottobre 2017 da una serie di incendi che hanno percorso una superficie totale di circa 10.000 ha, di cui circa 7.000 ha boscati. Il 96,7% del totale, corrispondente a circa 9800 ha, ha interessato l'Area Metropolitana di Torino, con 28 Comuni coinvolti, mentre il restante 3.3 % (335 ha) ricade in Provincia di Cuneo, con 5 Comuni coinvolti. Circa 2.900 ha sul totale della superficie percorsa risultano localizzati in aree della Rete Natura 2000.

Gli incendi dell'autunno 2017, favoriti dall'estrema siccità (deficit di precipitazioni del 40% rispetto alla media 1958-2016 tra gennaio e ottobre 2017), dalle elevate temperature (a Torino la temperatura media di ottobre è stata di 2,1 °C sopra la media 1981-2010) e da episodi locali caratterizzati da vento di caduta caldo e secco (Foehn), hanno interessato, in poche settimane, una superficie complessiva superiore a 10 volte la superficie boscata percorsa annua in media nell'intera regione (600 ha/anno nel periodo 2005-2013, fonte: Piano AIB 2015 - 2019). Tali eventi hanno creato un mosaico di aree a severità mista, di cui soltanto il 7% è stato classificato ad elevata severità, con mortalità degli individui arborei pressoché totale. Le categorie forestali maggiormente interessate dagli incendi sono: castagneti (23%), faggete (18%), boscaglie pioniere (15%), lariceti (12%), querceti di roverella (10%) e pinete di pino silvestre (9%), ma l'elevata severità è limitata soprattutto a lariceti, pinete e querceti. Le conseguenze del passaggio del fuoco sugli ecosistemi forestali interessati risultano comunque particolarmente rilevanti nelle aree ad elevata severità dove il bosco svolge un'importante funzione di protezione diretta e indiretta del territorio (assorbimento e regimazione delle acque, difesa delle infrastrutture da frane, caduta di massi o valanghe, potenziale formazione di lave torrentizie), in particolare lungo la viabilità e le aste fluviali. La severità dell'incendio risulta altresì importante nel condizionare il processo ecologico di ricostituzione sia a livello di tempistiche che di struttura e composizione della rinnovazione forestale.

La legge-quadro in materia di incendi boschivi (l. n. 353/2000, art. 10) vieta, per cinque anni, sui soprassuoli boschivi e pascolivi percorsi dal fuoco, le attività di rimboschimento e di ingegneria ambientale sostenute con risorse finanziarie pubbliche, ad eccezione di specifica autorizzazione concessa per documentate situazioni di dissesto idrogeologico e nelle situazioni in cui sia urgente un intervento per la tutela di particolari valori ambientali e paesaggistici. Per questo motivo e per la gestione delle conseguenze a breve e lungo termine degli incendi, in termini paesaggistici, produttivi, ecologici e di protezione del territorio (copertura del suolo, assorbimento dell'acqua, difesa da erosione, da caduta massi, etc.), la Regione Piemonte sta predisponendo un Piano straordinario di interventi di ripristino, come stabilito con D.G.R. n. 79 - 6271 del 22.12.2017 in applicazione della legge forestale regionale (L.r. 4/2009 art. 17 c. 2). Tale piano straordinario intende individuare le aree ad alta priorità d'intervento e cioè di particolare valore ambientale e paesaggistico o a rischio di dissesto idrogeologico, in cui poter autorizzare, ai sensi della legge nazionale per la protezione dagli incendi (n. 353/2000 art. 10), gli interventi selvicolturali e le attività di ingegneria naturalistica sostenute con risorse finanziarie pubbliche. Inoltre, per le altre aree, vuole fornire indirizzi progettuali per eventuali interventi di medio periodo e/o senza il ricorso a risorse finanziarie pubbliche.

Le attività necessarie per la predisposizione del piano sono gestite e coordinate da un apposito Tavolo Tecnico Istituzionale della Regione Piemonte che, attraverso la collaborazione di enti esterni quali Università degli Studi di Torino, IPLA, Consorzio Forestale Alta Valle di Susa, AIB, Carabinieri Forestali ha lavorato su diverse tematiche: mappatura della severità dell'incendio (rilievo di campo e da remoto), individuazione foreste di protezione diretta, individuazione aree a priorità d'intervento, linee guida selvicolturali, linee guida per la messa in sicurezza del territorio.

Il presente contributo intende presentare l'esperienza ed i risultati del Tavolo Tecnico Istituzionale della Regione Piemonte come esempio di collaborazione integrata tra Enti ed esperti in diverse discipline (selvicoltura, ecologia forestale, pedologia, geologia, sistemazioni idraulico-forestali, ...) in ambito montano



e come modello di gestione efficiente ed efficace del post-incendio volta al recupero nel breve periodo dei servizi ecosistemici fondamentali.

### ***The forest fires of autumn 2017: an integrated approach for post-disturbance management***

**Keywords:** forest fire; Regione Piemonte; Post-fire management; Integrated approach.

In October 2017, the Piedmont region has been affected by a series of wildfires that burned a total area of about 10,000 ha, of which about 7,000 ha covered by forests. Ninety-seven percent of this surface, corresponding to about 9800 ha, involved 28 municipalities of the metropolitan area of Turin, while the remaining 3% (335 ha) was burned in the Cuneo Province, with 5 municipalities involved. Approximately 2,900 ha of the total burned area were located in areas of the Natura 2000 network.

The wildfires of autumn 2017 were favored by the extreme drought (rainfall deficit of 40% between January and October 2017 compared to the average of the 1958-2016 period), by the high temperatures (in Turin the average temperature in October was 2.1°C above the 1981-2010 average) and by local hot and dry winds (Foehn). In a few weeks these wildfires burned a total area 10 times bigger than the average annual forest area burned in the whole region (600 ha/year in the period 2005-2013, source: regional Fire Management Plan 2015-2019).

These events created a mosaic of mixed severity patches, of which only 7% were classified as high severity stand-replacing fires, with 100% of tree mortality. The most affected forest categories were: chestnut (23%), beech (18%), pioneer woodlands (15%), larch (12%), oak (10%) and Scots pine (9%), but the high severity class was limited mainly to larch, pine and oak forests. Fire effects on the affected forest ecosystems appear to be particularly relevant within those high severity patches where the forest plays an important direct and indirect protection role (water absorption and control, defense of landslide infrastructure, rock fall or avalanches, potential formation of mud flow), in particular along the roads and the streams. Fire severity also plays an important role in influencing the ecological process of forest restoration, both in terms of timing and structure and composition of forest regeneration.

The national framework law on forest fires (Law 353/2000, article 10) prohibits, for five years, on forest and grazing land affected by fire, any activity of afforestation and hydrogeological defense supported by public financial resources, with the exception of specific authorization granted for documented situations of hydrogeological instability and when an intervention is urgently required to protect exceptional environments and landscapes. For this reason, and to guide the short and long-term post-fire management (land cover, water absorption, erosion defense, rock fall, etc.), the Piedmont Region is preparing an Emergency Plan for recovery interventions, as established with the DGR n. 79 - 6271 of 22.12.2017 in application of the regional forest law (Law 4/2009 Article 17 paragraph 2). This Emergency Plan aims at identifying areas of high priority for intervention, that is areas of particular environmental and landscape interest or characterized by high risk of hydrogeological instability, in which to authorize, in accordance with the national framework law on forest fires, silvicultural interventions and naturalistic engineering activities supported with public financial resources. Moreover, for the rest of the burned areas, it aims at providing planning guidelines for any medium-term interventions and/or without the use of public financial resources. The activities required to prepare the Plan are managed and coordinated by a specific Institutional Technical Table of the Piedmont Region, which, through the collaboration of external bodies acting as scientific or technical consultants, such as the University of Turin, IPLA, Alta Valle di Susa Forestry Consortium, AIB and Carabinieri Forestali, worked on different issues: mapping fire severity (based on field surveys and remote sensing data), detecting direct protection forests, identifying priority intervention areas, defining silvicultural guidelines.

The present work aims at describing the experience and results of the Institutional Technical Table of the Piedmont Region as an example of integrated collaboration between organizations and experts in various disciplines (forestry, forest ecology, pedology, geology, hydrogeology, etc.) in mountain landscapes and as an efficient and effective post-fire management model to promote the recovery in the short term of fundamental ecosystem services offered by forest ecosystems.

\*\*\*



## **S. 12.08 Corpo Volontari AIB del Piemonte, evoluzione da semplice volontariato a struttura specialistica per la gestione degli incendi boschivi dalla prevenzione all'estinzione e protezione civile di prossimità**

Augusto Giovanni Cotterchio, Sergio Pirone

**Parole chiave:** incendi boschivi; volontariato antincendio boschivo; prevenzione; aree vulnerabili.

Il Corpo Volontari AIB del Piemonte deriva dalle squadre comunali nate negli anni 70 del secolo scorso ed evoluto prima tramite l'Associazione Regionale Volontari AIB del 1994 e finalmente in Corpo nel 2000. Conta circa 5000 volontari organizzati in squadre e strutture territoriali superiori e sono distribuiti essenzialmente sulle aree collinari e montane del Piemonte. Particolare attenzione negli anni è stata riservata alla sicurezza con ben definite le Procedure Operative, un documento di supporto all'analisi dei rischi derivanti dalle attività AIB che sono la base, congiuntamente al Piano Regionale delle Attività di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi, al percorso formativo certificato obbligatorio e alla scelta e acquisizione di DPI idonei. Dal 2014 è Colonna Mobile nazionale per gli incendi boschivi come unica realtà regionale a valenza nazionale.

A seguito di convenzione con Regione Piemonte il Corpo Volontari AIB del Piemonte si occupa delle attività di prevenzione diretta e indiretta e di lotta attiva agli incendi boschivi. A seguito del D. Lgs. 177/2016 si è ampliata ulteriormente la formazione e la specializzazione con la creazione di figure specialistiche chiamate COAIB che si occupano delle attività di coordinamento, congiuntamente alle altre figure istituzionali in caso di incendi boschivi. In una realtà rurale in crescente equilibrio precario con il territorio le squadre del Corpo AIB rappresentano sempre più una risorsa di Protezione Civile "di prossimità", in grado di risolvere le problematiche sul nascere, prima che raggiungano dimensioni importanti, aiutare attività agropastorali di montagna (siccità, temporanea interruzione della viabilità, ecc.).

La profonda integrazione con il tessuto sociale di queste aree inoltre favorisce un rapporto più diretto e a volte più "ascoltato" soprattutto dalle fasce più deboli (anziani, ecc.) o più "diffidenti".

L'evoluzione del territorio rurale, delle condizioni climatiche e meteorologiche e della struttura sociale, confermato dal regime di incendi che attualmente sta variando, rendono sempre più evidente come l'attuale tendenza sul territorio nazionale e l'approccio emergenziale alla gestione degli incendi boschivi sia sempre più inadeguato. Il Corpo AIB si occupa già di prevenzione sia diretta (strutturale) con la gestione degli invasi e delle aree idonee per l'elicoperazione, il monitoraggio della rete di idranti, soprattutto quelli di acquedotti consortili e di Borgata, la manutenzione di rete viaria forestale e sentieristica e di prevenzione indiretta (non strutturale) con divulgazione con istituti scolastici e collaborazioni con aree protette nazionali e regionali.

L'ambiente rurale inoltre si trova in un equilibrio "precaro" se osservato dal punto di vista della multifunzionalità con aree estremamente vulnerabili che devono essere gestite in via prioritaria con strumenti di pianificazione di livello e dettaglio idonei e con una loro applicazione puntuale. Di fondamentale importanza in questo caso è la prevenzione sia di tipo strutturale che selvicolturale per la gestione del combustibile e per aumentare la resilienza degli ecosistemi forestali. Questa non deve essere limitata alla protezione di aree di interfaccia, ma estesa a formazioni di zone idrogeologicamente instabili o a protezione di abitati, oltre che a zone di elevate valenza ecologica.

La sfida future quindi sarà privilegiare la fase di prevenzione, sicuramente meno coreografica ed emotivamente coinvolgente rispetto alla fase di lotta attiva. Altro punto fondamentale è non considerare le varie fasi come una parte a se stante, ma integranti un Sistema, ad esempio non è possibile concepire le attività di ricostituzione non finalizzate anche alla prevenzione e senza coinvolgere la componente di lotta attiva.

### ***Corpo Volontari AIB del Piemonte, evolution of volunteers from fire fighting to prevention***

**Keywords:** forest fire; forest fire fighter volunteer; prevention; vulnerable areas.

The AIB (Forest Fire Fighter, FFF) Volunteer Corps of Piedmont originates from the municipal teams born in the seventies of the last century and evolved first through the AIB Volunteer Regional Association (1994) and finally into Corps (2000). It counts about 5000 volunteers organized in teams and superior territorial structures and essentially distributed on the hilly and mountainous areas of Piedmont. Particular attention





over the years has been reserved to the safety with well-defined Operative Procedures, a document to support the AIB activity's analysis of risks, that are the basis, together with the Regional Plan of forecasting, prevention and active forest fire fight, the compulsory certificate training course and the selection and acquisition of suitable PPE. From 2014 it is a national mobile column for forest fires as the only regional reality with national significance.

Following an agreement with the Piedmont Region, the AIB Volunteer Corps of Piedmont is responsible for direct and indirect prevention and active forest fire fighting activities. Following the Legislative Decree 177/2016, training and specialization has been further extended with the creation of specialized figures called COAIB, which deal with coordination activities, together with other institutional figures in case of forest fires.

In a rural reality, growing precariously balanced with the territory, the AIB Corps teams increasingly represent a "proximity" Civil Protection resource, able to solve problems in the bud, before they reach important dimensions, to help mountain agro-pastoral activities (drought, temporary interruption of the road system, etc.).

The deep integration with the population of these areas also encourages a more direct and sometimes more "listened" relationship, especially from the weakest (elderly, etc.) or more "suspicious".

The evolution of the rural territory, of the climatic and meteorological conditions and of the social structure, confirmed by the fire regime that is currently changing, strongly highlights how the current national territory trend and the emergency-like approach to forest fires management is increasingly inadequate. The AIB Corps, already deals with both direct (structural) prevention with the management of the reservoirs and areas suitable for heli-cooperation, monitoring of hydrants network, especially those of the consortium and rural aqueducts, the maintenance of the forest road network and pathways and indirect prevention (non-structural) with dissemination with schools and collaborations with national and regional protected areas.

Moreover, the rural environment is in a "precarious" equilibrium if observed from the point of view of multifunctionality with extremely vulnerable areas that must be managed as a matter of priority with suitable level and detail planning tools and their timely application. Fundamentally important in this case is the prevention of both structural and silvicultural for fuel management and to increase the resilience of forest ecosystems. This must not be limited to the protection of areas of interface, but extended to formations of hydrogeologically unstable areas or to the protection of habitats, as well as to areas of high ecological value. The future challenge will therefore be to further the prevention phase, certainly less choreographic and emotionally involving compared to the active fight phase. Another fundamental point is not to consider the various phases as a separate part, but merged in a System; i.e. it is not possible to conceive the reconstitution activities if not also aimed at prevention and without involving the active fight component.

\*\*\*

#### **S. 12.09 MEFISTO: percorsi formativi condivisi e standardizzati nel settore antincendio boschivo**

Andrea Laschi, Cristiano Foderi, Davide Travaglini, Fabio Fabiano, Gherardo Chirici, Fabio Salbitano, Enrico Marchi

**Parole chiave:** incendi forestali; formazione professionale; standard formativi; cooperazione europea; lotta antincendio.

In numerosi paesi europei, in particolare nella regione mediterranea, gli ultimi decenni sono stati caratterizzati da profondi cambiamenti nell'uso del suolo, principalmente legati all'abbandono delle aree rurali, incrementando l'estensione delle superfici boscate e favorendo l'accumulo di combustibili.

Queste dinamiche, in concomitanza con il cambiamento climatico, stanno causando un crescente aumento degli incendi che risultano sempre più spesso oltre la capacità di soppressione, interessando vaste aree, compresa l'interfaccia urbana.

Negli ultimi 20 anni più di 10 milioni di ettari di bosco nell'Europa meridionale sono stati percorsi da incendi, causando danni a livello ambientale, sociale ed economico. I costi, infatti, risultano essere crescenti in maniera più che proporzionale al crescere delle superfici interessate.

Il conseguente sviluppo di procedure e tecniche per la gestione operativa degli incendi forestali, a livello europeo, è divenuto un tema prioritario, in particolare in relazione alle attività di prevenzione e protezione delle popolazioni



nelle aree a rischio. Questo ha portato l'Unione Europea a promuovere e finanziare attività di miglioramento dell'efficienza alla lotta antincendio, specie per quanto riguarda la collaborazione e l'operatività tra Stati membri in caso di eventi di big fires o a carattere transfrontaliero.

Per rispondere a tali emergenze è essenziale la costruzione di capacità professionale degli addetti, a partire dagli operatori a terra fino alla catena di comando, in modo da rendere gli interventi tempestivi, efficaci e razionali, ottimizzando economicamente e logisticamente le risorse disponibili. Per rendere più efficienti gli interventi di cooperazione tra Stati membri, è quindi fondamentale operare con procedure standardizzate e condivise, in modo da facilitare l'interoperatività delle squadre e dei mezzi. In questo scenario il progetto MEFISTO (Mediterranean Forest Fire Fighting Training Standardisation), finanziato da DG ECHO (ECHO/SUB/2016/742556/PREP24), si propone nel contesto europeo con la volontà di stabilire procedure e tecniche per le operazioni di antincendio boschivo, secondo uno standard condiviso a livello dei paesi del Mediterraneo. L'obiettivo di questo contributo è quello di descrivere le finalità del progetto MEFISTO, le azioni pianificate tra i 5 partner partecipanti e i risultati attesi. Nello specifico, le principali tematiche affrontate dal progetto sono:

- (i) analisi comparativa delle procedure operative per l'antincendio boschivo e dei programmi formativi utilizzati nei 4 Paesi rappresentati (Italia, Francia, Spagna, Portogallo);
- (ii) sviluppo di un glossario multilingua per la lotta agli incendi boschivi;
- (iii) creazione di un network mediterraneo, attraverso l'uso di tecniche collaborative e partecipative, con obiettivo a lungo termine di allargamento all'Europa intera, finalizzato a facilitare la cooperazione internazionale attraverso la creazione di figure riconosciute da tutti i membri del network;
- (iv) definizione di figure operative standardizzate e sviluppo di percorsi formativi corrispondenti, per creare operatori capaci di agire in tutti i Paesi coinvolti in MEFISTO.

### ***MEFISTO: moving towards shared and standardized training of forest firefighters***

**Keywords:** forest fire; professional training; training standards; European cooperation; forest fire fight.

In several countries of Europe, especially in the Mediterranean region, the last decades have been characterized by deep changes in land use and land abandonment, resulting in increased forest area, and increased fuels continuity and accumulation. These changes, added to climate change conditions, are causing increasing dramatic and long-lasting wildfire several simultaneous and large fires often in the wildland urban interface (WUI) and beyond the suppression capacity. During the last 20 years over 10 million hectares of forest burned in southern Europe, causing environmental, social and economic damage.

The consequent development of procedures and techniques for the operative management of forest fires at European level, has become a priority theme, in particular in relation to prevention and protection of populations in high-risk areas. This has led the European Union to promote and finance activities to improve firefighting efficiency, especially focused to collaboration and operation between Member States in the event of big fires or cross-border events. In order to respond to such kind of emergencies, it is essential to invest on firefighters professional skills, starting with the operators on the ground to involve the chain of command, with the aim to make the interventions timely, efficient and effective, optimizing the available economic and logistic resources. To make cooperation between Member States more efficient, it is essential to work with standardized and shared procedures in order to facilitate the interoperability of teams and means. In this scenario, the MEFISTO (Mediterranean Forest Fire Fighting Training Standardization) project, funded by DG ECHO (ECHO / SUB / 2016/742556 / PREP24), is proposed in the European context with the aim of establishing procedures and techniques for forest firefighting operations, according to a shared standard at Mediterranean countries level. The objective of this contribution is to describe the aims of the MEFISTO project, the actions planned among the 5 partners and the expected results. Specifically, the main topics addressed by the project are:

- (i) comparative analysis of forest fire fighting procedures and training programs used in the 4 partner countries (Italy, France, Spain, Portugal);
- (ii) development of a multilingual glossary for forest fire fighting;
- (iii) creation of a Mediterranean network, through the use of collaborative and participatory techniques, aimed to facilitating international cooperation through the creation of figures recognized by all members of the network;
- (iv) definition of standardized figures in forest fire fighting organization and development of corresponding training process, to create operators able to act in all countries involved in MEFISTO.



## S. 12.10 Prime osservazioni sugli effetti di interventi di bioingegneria e risposta della vegetazione in formazioni di *Pinus canariensis* C. Sm. percorse dal fuoco

Raffaella Lovreglio

**Parole chiave:** bioingegneria; piante pirofile; Metodo del Point-Centered Quarter; resilienza della foresta; erosione del suolo.

Il fuoco può essere senza dubbio considerato come il principale fattore di disturbo, che a lungo termine, influenza la distribuzione del *Pinus canariensis* C. Sm. Anche se l'adattamento ecologico al fuoco consente una rinnovazione relativamente rapida, gli incendi boschivi possono indurre cambiamenti ecologici improvvisi e perdite di suolo. Nelle isole Canarie, durante l'incendio spontaneo del 2007 (30 luglio - 2 agosto), sono stati percorsi circa 18.000 ettari di foresta.

Dopo l'evento, al fine di evitare l'erosione, una serie di briglie in pietra, in legno e miste (realizzate con elementi in legno e pietre e residui forestali) sono state costruite nei canyon create dal deflusso superficiale. Questa ricerca mira a caratterizzare le diverse risposte della vegetazione e il suo recupero dopo l'incendio per tre diversi tipi di strutture di bioingegneria.

Abbiamo analizzato le prestazioni e l'evoluzione delle briglie miste nove anni dopo la loro costruzione e la risposta post-incendio della vegetazione nei diversi tipi di tecniche di bioingegneria applicate. Gli effetti sulla vegetazione sono espressi in termini di densità, frequenza e copertura vegetale sia in termini assoluti che in termini relativi, ed hanno permesso di comprendere come le diverse opere di bioingegneria (pietra, mista e solo in materiale naturale) hanno influito sulla rinnovazione del pino e delle specie tipiche di queste pinete. Le nostre osservazioni mostrano che l'adattamento al fuoco nella vegetazione delle isole Canarie (piante di pirofite), insieme a tecniche di bioingegneria selezionate, ha facilitato il ricaccio, la germinazione dei semi e un rapido ripristino dell'ecosistema forestale nel suo complesso.

### ***Observations on different post-fire bio-engineering interventions and vegetation response in a Pinus canariensis C. Sm. forest***

**Keywords:** bio-engineering; pyrophyte plants; soil erosion; forest fire.

Fire may undoubtedly be considered as the principal long-term perturbation influencing the distribution of the Canary pine (*Pinus canariensis* C. Sm.). Even though the ecological adaptation to fire allows for a relatively rapid regeneration, wildfire may induce abrupt ecological changes and soil loss. On the Canary Islands, during the 2007 (30 July - 2 August) wildfire, about 18.000 hectares of forest were destroyed. After the event, in order to avoid erosion, a series of mixed check dams (wooden elements and stones with a core filled with forest residues) were built in the gullies created by the surface runoff.

This work aims to characterize the different responses of vegetation and its recovery after fire for three different types of structures.

We analyzed the performance and evolution of the mixed check dams nine years after their construction and the post-fire response of vegetation in the different types of bioengineering techniques applied. The effects of the mixed check dams are expressed in terms of plant density, frequency, and cover both in absolute and in relative terms, comparing mixed check dams with three others (rocks check dams, wattle fences, and control) in surrounding areas. Our results show that fire adaptation in the Canary Islands vegetation (pyrophyte plants), coupled with selected bioengineering techniques, facilitated the seedling germination and a quick restoration of the forest ecosystem.

\*\*\*



### **S. 12.11 Analisi della severità di incendio attraverso l'integrazione di tecniche di telerilevamento e rilievi di campo: il caso degli incendi piemontesi dell'autunno 2017**

Raffaella Marzano, Donato Morresi, Fabio Meloni, Sara Martelletti, Emanuele Sibona, Renzo Motta, Matteo Garbarino

**Parole chiave:** incendi boschivi; severità del fuoco; gestione post-incendio.

La valutazione della severità prodotta dal passaggio del fuoco rappresenta un presupposto fondamentale per orientare la gestione post-disturbo e definirne le priorità di intervento. Il rilievo e la mappatura dell'eterogeneità spaziale delle diverse classi di severità, definite su scala ordinale, consentono di meglio distribuire nel tempo e nello spazio gli eventuali interventi di ricostituzione post-incendio.

Il presente lavoro descrive il processo di valutazione della severità condotto a seguito dei nove grandi incendi che hanno interessato il territorio piemontese nell'autunno 2017 (range di superficie percorsa: 164 – 3974 ha) e costituisce il punto di partenza per la definizione del Piano straordinario di interventi di ripristino predisposto dalla Regione Piemonte. Lo studio ha utilizzato un approccio integrato che prevede il ricorso congiunto a due metodologie, basate rispettivamente su tecniche di telerilevamento e indagini di campo, con la caratterizzazione degli effetti del fuoco di primo e di secondo ordine sulle diverse componenti dei popolamenti forestali interessati. L'analisi della severità è stata effettuata in due fasi. Una prima fase ha riguardato la cosiddetta "valutazione iniziale", che individua gli effetti immediati prodotti dall'incendio sull'ecosistema forestale, da cui è stata ricavata la severità di combustione. Nella seconda fase è stata invece realizzata la "valutazione estesa", che tiene anche conto della risposta dell'ecosistema.

Il rilievo degli effetti diretti del fuoco sui popolamenti forestali è stato effettuato entro un mese dall'evento per ottenere informazioni tempestive riguardo la distribuzione spaziale della severità all'interno del perimetro dell'incendio. L'analisi della severità mediante immagini satellitari acquisite durante la stagione vegetativa successiva all'incendio ha poi permesso una valutazione di aspetti quali la mortalità ritardata degli individui arborei, il processo di rinnovazione di tipo gamico e agamico, la colonizzazione di specie invasive delle aree percorse.

Sono state impiegate tecniche di change detection basate su telerilevamento ottico, mirate al rilievo dei cambiamenti spettrali che hanno interessato la copertura forestale in seguito al passaggio del fuoco. La metodologia applicata si fonda sull'utilizzo di immagini multispettrali acquisite prima e dopo l'incendio dal sensore MSI (MultiSpectral Instrument) presente a bordo dei satelliti Sentinel-2 del programma spaziale europeo Copernicus.

È stato quindi calcolato l'indice NBR (Normalized Burn Ratio), che rappresenta attualmente lo standard a livello operativo per il rilievo delle aree percorse dal fuoco e della severità. Tale indice è basato sull'utilizzo delle bande spettrali nelle regioni dell'infrarosso vicino (NIR - Near infrared) e dell'infrarosso ad onda corta (SWIR - Shortwave infrared). La banda B8a (NIR) e la banda B12 (SWIR2) con risoluzione spaziale del pixel di 20 metri sono state impiegate per il calcolo degli indici NBR pre e post-incendio. Successivamente è stato calcolato l'indice dNBR (delta Normalized Burn Ratio) tramite la differenza tra i valori del NBR pre-incendio e i valori del NBR post-incendio di ciascun pixel. Inoltre i valori del dNBR sono stati corretti con un valore di calibrazione di dNBR estratto dai popolamenti forestali esterni ai perimetri degli incendi, al fine di limitare il rilievo dei cambiamenti spettrali legati alla fenologia presenti tra le acquisizioni pre-incendio e quelle post-incendio.

Sono quindi stati sperimentati e applicati indici di valutazione della severità basati su rilievi di campo (es. CBI – Composite Burn Index e GeoCBI – Geometrically Structured Composite Burn Index) all'interno di plot di 20 m di diametro, stratificati per categoria forestale e classe di severità (definita sulla base del dNBR). Tali indici sono stati efficacemente impiegati per validare e calibrare i risultati ottenuti dai dati telerilevati, consentendo di correlare il cambiamento registrato a livello radiometrico con gli effetti del fuoco misurati a terra per i diversi strati verticali che compongono il popolamento forestale interessato dal fuoco.

### ***Assessing fire severity through the integration of remote sensing and field burn indices: the big forest fires of the Piedmont region during autumn 2017***

**Keywords:** forest fires; fire severity; post-fire management.

The assessment of fire severity is a fundamental step required in the definition of post-disturbance management activities and priorities. Detecting and mapping the spatial heterogeneity of different severity





classes within the fire perimeter allows to better distribute in time and space eventual post-fire restoration interventions.

The present study describes the assessment of fire severity realized following the nine big fire events that burned almost 10000 ha in the Piedmont region during autumn 2017 (burned area per each fire ranging from 164 to 3974 ha). Upon this assessment, the Piedmont Region is basing its plan for recovery interventions.

Two distinct methodologies, Burn Remote Sensing involving remote sensing data and a complementary field sampling approach, were integrated to characterize first and second order fire effects on the different components of the burned forest stands.

Two timeframes of acquisition were applied to identify effects soon after fire and during the next growing season for Initial and Extended Assessments, respectively. The latter includes vegetative recovery potential and delayed mortality.

Change detection techniques able to catch the difference of spectral signals from forests after the fire were applied. The applied methodology utilizes multispectral images acquired before and after the fire by the MSI sensor (MultiSpectral Instrument) on the Sentinel-2 satellites (European spatial programme Copernicus).

The Normalized Burn Ratio (NBR), the standard index currently used for the detection of the fire perimeter and the assessment of fire severity, was computed. This index uses the Near infrared (NIR) and the Shortwave infrared (SWIR) spectral bands. The B8a (NIR) and the B12 (SWIR2) bands with a 20 m spatial resolution were used to compute the NBR values for the pre and post-fire scenarios. We then derived the delta Normalized Burn Ratio (dNBR) by subtracting the NBR post-fire from the NBR pre-fire values for each pixel. In order to reduce the noise produced by the phenological differences between the pre and post-fire periods, dNBR values have been calibrated with a value obtained from unburned stands.

Burn indices based on field data were tested (e.g. CBI – Composite Burn Index e GeoCBI – Geometrically Structured Composite Burn Index), applying a stratified sampling design according to forest categories and severity classes (as defined with the dNBR). These indices were used to calibrate and validate remote sensing results, relating detected radiometric change to actual fire effects on the ground.

\*\*\*

## S. 12.12 La selvicoltura nella prevenzione degli incendi forestali in Corsica

Antonella Massaiu

**Parole chiave:** prevenzione; incendi forestali; selvicoltura, ZAL (Zone di appoggio alla lotta); AIB-DFCI; auto-resistenza.

In Corsica la politica sull'Antincendio Boschivo é stata definita nel 2006 nel Piano Regionale AIB: il PPFENI (Piano di Protezione delle Foreste e degli Spazi Naturali contro gli Incendi).

Il piano é stato scritto dai partner che hanno competenza nella protezione antincendi riuniti in un comitato di pilotaggio (gruppo di lavoro interservizio - GTI), sotto la responsabilit  del prefetto della Corsica e in accordo con le autorit  locali.

Il PPFENI é il documento che identifica i rischi e la sensibilit  del territorio e fornisce un quadro generale in cui l'autorit  pu  intervenire in relazione ai servizi dello stato. Gli obiettivi generali sono definiti come segue: diminuzione del numero degli incendi, riduzione delle aree bruciate, riduzione del rischio incendi e limitazione delle conseguenze. Tutto cio' con l'obiettivo di migliorare la sicurezza di persone, propriet , e attivit  economiche e sociali, nonch  di assicurare la protezione delle aree naturali. Il PPFENI offre, in tutta la Corsica, una strategia globale omogenea e stabilisce le priorit  delle azioni concrete da attuare sul territorio.

Gli obiettivi sono declinati a scala del massiccio forestale nei piani locali di prevenzione incendi (PLPI) e nei piani di protezione ravvicinata dei massicci forestali (PRMF). Questi piani prevedono, dopo un'attenta analisi del territorio, infrastrutture e operazioni da effettuare. Team multidisciplinari scrivono i diversi piani che coprono tutto il territorio dell'isola. Questo consente la pianificazione di infrastrutture e altri mezzi per lottare contro il rischio di incendi, nonch  l'identificazione delle aree in cui implementare azioni selvicolturali, volte a rendere i boschi auto-resistenti al fuoco.

Il PPFENI prevede un scheda d'azione specifica (II-7) che promuove interventi che consentono di:



- (i) rafforzare l'incisività delle infrastrutture di lotta (ZAL – Zone di supporto alla lotta), limitando il combustibile (ZAL e zone adiacenti)
- (ii) aumentare la capacità di resistenza al fuoco di determinati settori forestali (auto-resistenza).

Il GTI (Gruppo di Lavoro Interservizio) ha deciso di affidare all'Office National des forêts la realizzazione di una guida sulla selvicoltura e la DFCI (difesa delle foreste contro gli incendi).

Questa guida, che è in corso di redazione, identifica tre tematiche di studio: la selvicoltura sulle ZAL e le zone adiacenti, la messa in auto-resistenze dei popolamenti forestali, la selvicoltura e il rischio incendi.

Queste tre tematiche saranno declinate nel modo seguente:

- (i) La selvicoltura sulle ZAL e le zone adiacenti: i tipi di interventi necessari sulle infrastrutture per proteggere le zone esterne.
  - a. Come migliorarne l'efficacia (tipi di trattamenti, densità, potature, eliminazione dei rimanenti...)
  - b. Come garantirne la perennità (la rinnovazione, i rimboschimenti...)
  - c. Come prendere in conto i vincoli ambientali e paesaggistici (zone natura 2000, specie protette, impatto paesaggistico...)
- (ii) La messa in auto-resistenze dei popolamenti forestali: i tipi di interventi necessari per fare in modo che una zona identificata di bosco resista al passaggio del fuoco, preservando il suo capitale forestale interno.
  - a. Su che popolamenti è possibile (pinete, leccete...) prevedere l'autoresistenza.
  - b. Le caratteristiche necessarie per l'auto-resistenza (superficie minima, zona tampone, bande periferiche...)
  - c. Le tecniche di gestione (fuoco prescritto, silvopastoralismo, selvicoltura, combinazione di tecniche...)
  - d. Come prendere in conto i vincoli ambientali e paesaggistici (zone natura 2000, specie protette, impatto paesaggistico...)
- (iii) La selvicoltura e il rischio incendi: i tipi di interventi selvicolturali possibili nella gestione corrente per far diminuire il rischio incendi e le sue conseguenze.
  - a. Aumentare la resistenza al fuoco (silvopastoralismo, favorire specie più resistenti, favorire strutture più resistenti, interventi selvicolturali utili, forma-dimensione e distribuzione delle utilizzazioni...)
  - b. Permettere il rallentamento o il cantonamento dell'incendio (lecceta densa, bande di latifoglie...)
  - c. Aumentare la resilienza (conservare anche attivamente alberi sentinella...)

### ***Silviculture on forest wildfire prevention in Corsica***

**Keywords:** prevention; forest fires, silviculture; ZAL (Fighting support areas); AIB-DFCI; self-resistance.

In Corsica the Defence against Forestry Fires (DFCI) policy was defined in 2006 at a Regional plan development: the PPFENI (plan of Forests and protection of Natural Spaces against fire).

The plan was written by partners who have expertise in fire protection, gathered in a steering committee (inter-service working group - GTI), and drawn up under the responsibility of the Prefect of Corsica, in consultation with the local authorities.

The PPFENI is a document that identifies risks and sensitivities and provides a general framework in which the authorities can intervene in connection with the services of the state. The general objectives are defined as follows: decrease in fire numbers, size reduction of the burned areas, fire risk prevention and limiting their consequences. This is in the interest of the security of people, property, economic and social activities as well as the protection of natural areas. The PPFENI offers throughout Corsica a homogeneous global strategy, and sets the priorities for action, including concrete actions to be implemented on the ground.

The objectives are on a scale of the Forest Massif in the Plans of Fire Prevention premises (PLPI) and in the close protection plans of forest massifs (PRMF). These plans demonstrate, after careful analysis of the territory, the infrastructure and operations to be carried out.

The objectives are decided on a scale of the forest massif in local fire prevention plans (PLPI) and in the close protection plans of forest massifs (PRMF). These plans provide, after careful analysis of the territory, infrastructures and operations to be carried out.

Multidisciplinary teams carry out the different plans and their reports cover the whole territory of the island. This allows the planning of infrastructure and other means to fight against the risk of fire as well as the identification of areas in which to implement silvicultural action, aimed at making auto-fire-resistant forest stands.

The PPFENI foresees a specific action plan (II-7) that promotes actions that allow you to:



- (i) Reinforce the incisiveness of control infrastructure (ZAL- of Support to Fight Zone) and user safety by reducing the fuel in stands (the ZAL and adjacent areas)
- (ii) Increase the forest stands capacity for resistance to fire.

The GTI (Interservice Working Group) has decided to rely on the Office National des Forêts for the implementation of a guide on wild culture and the DFCI (defense of forests against fires).

This guide, which is being drafted, identifies three topics of study: Silviculture on the ZAL and adjacent areas, the self-resistance of forest populations, Silviculture and fire risk.

These three themes will be declined as follows:

- (i) Silviculture on the ZAL and adjacent areas: the types of interventions necessary on the infrastructure to protect the external areas.
  - a. How to improve its effectiveness (types of treatments, density, pruning, elimination of the remaining ...)
  - b. How to guarantee its perennial life (renewal, reforestation ...)
  - c. How to take into account environmental and landscape restrictions (nature areas 2000, protected species, landscape impact ...)
- (ii) The self-resistance of forest populations: the types of interventions necessary to ensure that an identified area of forest resists the passage of fire, preserving its internal forest capital.
  - a. On what population is possible (pinete, leccete ...)
  - b. The characteristics necessary for self-resistance (minimum surface area, buffer zone, peripheral bands ...)
  - c. Management techniques (prescribed fire, silvopastoralism, forestry, combination of techniques ...)
  - d. How to take into account environmental and landscape restrictions (nature areas 2000, protected species, landscape impact ...)
- (iii) Silviculture and fire risk: the types of selicultural interventions possible in current management to reduce the risk of fires and its consequences.
  - a. Increasing resistance to fire (silvopastoralism, favoring more resistant species, favoring more resistant structures, useful inter-cultural interventions, shape-size and distribution of uses ...)
  - b. Allowing the slowing down or the cantoning of the fire (thick lecceta, broadleaf bands ...)
  - c. Increase resilience (also actively keep sentinel trees ...)

These actions are conducted in Corsica through the use of prescribed fire that has become a technique among others used for the construction and maintenance of control infrastructure (ZAL and Coupures Actives), and for the protection of forest stands.

\*\*\*

### S. 12.13 Il bosco e gli incendi: prima, durante e dopo. Caso studio sull'incendio di Palneca

Antonella Massaiu

**Parole chiave:** incendio; cartografia; perimetrazione; selvicoltura, interventi di emergenza; rigenerazione; valutazione dei danni.

Il 2 agosto 2017 alle 16 un'incendio si dichiara sul comune di Palneca in Corsica, in una zona di foresta privata. La foresta territoriale di sant'Antoine é interessata dall'incendio mezz'ora più tardi. Questa foresta, composta da fustaie di Pino Laricio, é percorsa su 90 ha. Nella notte tra il 3 e il 4 agosto il fuoco passa la cresta e arriva nella foresta territoriale di Fium'Orbu dove percorre circa 11 ha di lande d'altitudine. Il fuoco é fissato il 4 agosto e dichiarato spento, dopo un lungo lavoro di bonifica, il 18 agosto. La superficie totale percorsa é di 185,5 ha.

#### *Prima*

La foresta territoriale di Saint'Antoine é compresa in due studi AIB: Il PLPI (Piano Locale di Prevenzione degli incendi) Montagne Rizzanese e la PRMF (protezione ravvicinata dei massicci forestali) di Saint'Antoine. Questi piani hanno previsto la realizzazione di una serie di infrastrutture antincendio come piste, punti d'acqua e una Zona di Appoggio alla lotta (ZAL). In questi piani é inoltre stata identificata una fascia di Faggeta nelle zone di cresta. La Faggeta é stata considerata come una banda resistente al passaggio degli incendi in periodo



estivo. Le piste e i punti di acqua sono stati utilizzati durante l'incendio, benché si sia presto sviluppato in zone inaccessibili. La ZAL non è stata interessata dall'incendio. La fascia di faggeta ha svolto il suo ruolo contenendo l'incendio. Purtroppo il fuoco ha potuto passare in una zona di discontinuità.

#### *Durante*

Fin dai primi minuti dell'incendio l'equipe de l'ONF è presente per collaborare con i pompieri (che hanno in carica lo spegnimento). Una parte del personale locale fa da guida ai servizi di lotta per condurli nelle zone impervie e permette di avere un'identificazione precisa della posizione del fuoco. L'equipe specializzata nella DFCl, posizionata al posto di comando, può così elaborare delle carte progressive della propagazione per i servizi di lotta. Su queste carte (grazie a Cartope, programma su ArcGIS elaborato dall'ONF) viene fatta una stima diretta dei tipi vegetazionali interessati dal fuoco. Questo permette un'informazione in tempo reale del proprietario e del sindaco.

La sovrapposizione dei perimetri parziali del fuoco con le informazioni topografiche e con le carte vegetazionali permette inoltre di identificare i settori su cui il fuoco si sarebbe calmato, e quelli su cui sono necessari interventi specifici. In particolare è identificata una zona di discontinuità nella faggeta posizionata sul fronte del fuoco. Su questa zona è prevista una banda di ritardante posizionata dai mezzi aerei. Essendo stata insufficiente a fermare la propagazione, una azione di fuoco tattico è realizzata. Il 5 agosto, grazie alle immagini di satellitari di Sentinel, il servizio incendi della direzione territoriale Midi-Méditerranée dell'ONF, realizza il perimetro del fuoco, discriminando tre tipi di danno (debole, medio, forte).

#### *Dopo*

Nei giorni successivi un sopralluogo permette di fare una mappatura precisa con tre livelli di danno (percorso, parzialmente danneggiato, calcinato) e di verificare o correggere quelli forniti dall'analisi dell'immagine satellitare. Nella stessa occasione sono identificati gli interventi di messa in sicurezza di emergenza. Si decide di tagliare tutta la vegetazione su 10m à valle e a monte della strada forestale nella zona calcinata. Nella zona parzialmente danneggiata sono martellati gli alberi da abbattere lungo la banda di 10m. La strada forestale è momentaneamente chiusa in attesa dei lavori. Il proprietario (Collettività della Corsica) lancia due gare d'appalto. La prima per il taglio e il deposito nelle apposite aree del legno, la seconda per la creazione delle aree di deposito. Queste sono studiate per poter essere utilizzate come zone di manovra dai mezzi di lotta durante l'estate. Il legno è poi venduto e la strada riaperta.

In un secondo tempo si realizza un inventario dei volumi bruciati nella zona utilizzabile di circa 50 ha. Essendo questa una zona di produzione si decide di fare un taglio raso (salvando gli eventuali alberi vivi) nella zona calcinata (circa 18 ha) e di fare dei martellamenti per identificare gli alberi morti nelle altre zone. L'obiettivo è quello di evitare di avere un effetto "mikado" (Shangai) nel tempo con la caduta degli alberi che rendono l'accessibilità e gli interventi selvicolturali difficili. Questi lavori devono essere eseguiti prima dell'affermazione della rigenerazione naturale (3-5 anni).

Un differente sopralluogo è realizzato per identificare gli interventi a favore della "Sittelle corse" (*Sitta whiteheadi*) che vive e nidifica in questa foresta. Nelle zone non calcinate sono identificate delle isole da preservare per non alterare ulteriormente l'habitat di questa specie endemica.

Un ritorno di esperienza permette di riaffermare il ruolo attivo svolto dalle latifoglie, e in particolare dalle fagete, nel contenere il fuoco. Uno studio più approfondito sarà effettuato su eventuali interventi per favorire le latifoglie in determinate zone.

### ***Fires and the forest: before, throughout and after. A case study of Palneca fire***

**Keywords:** fire; cartography; perimeter; forestry; emergency interventions; regeneration; damage assessment.

On 2 August 2017 at 4 pm a fire was declared in Palneca municipality (Corsica) in a private forest area. The fire affected the local forest of Sant'Antatoine within half an hour. This forest is composed of pinewoods of *Pino Laricio*, the fire traveled on 90 ha. In the night between 3 and 4 August the fire passed the ridge and arrived in the territorial forest of Fium'Orbu where it covered about 11 hectares of altitude lands. The fire was fixed on August 4th and declared off, after long reclamation work, on August 18th. The total area traveled was 185.5 ha.

#### *Before*





The Saint'Antoine territorial forest is included in two AIB studies: the PLPI (Local Plan of Fire Prevention) Rizzanese Mountains and the PRMF (close protection of forest massifs) of Saint'Antoine. These plans involved the construction of a series of fire-fighting infrastructures, such as runways, water points and a support zone for fighting (ZAL). These plans have also identified a band of beech forest in the ridge areas. The Beechwood is considered a band that is resistant to the passage of fires in summer.

Tracks and water points were used during the fire, although it soon developed into inaccessible areas. The fire did not affect ZAL. The beechwood band played its role by containing the fire. Unfortunately the fire could pass in an area of discontinuity.

#### *During*

Since the first minutes of the fire the ONF team was present at the scene together with the firefighters. Local staff guided the fire fighting services to inaccessible areas in order to precisely identify the fire location. The DFCI specialized team, positioned at the command post, can thus elaborate on progressive propagation cards. On these cards (thanks to Cartope, a program written by the ONF) a direct estimate of the plant types is made. This is real-time information regarding both the owner and the mayor. The overlapping of the partial fire perimeters with the topographic information and the vegetation maps also allows us to understand the sectors in which the fire is considered calm, and those on which specific interventions are needed. In particular, a zone of discontinuity in the beech wood located on the front of the fire is identified. This is a delayed band positioned by airplanes. Since the propagation has been insufficient, a tactical fire action is realized. On 5 August, thanks to the satellite images of Sentinel, the fire service of the regional management of Midi-Méditerranée of ONF, realized the perimeter of the fire, discriminating three types of damage (weak, medium, strong).

#### *After*

In the following days an inspection allowed a precise mapping of three levels of damage (path, partially damaged, calcined) and to verify or correct those provided by the satellite image analysis. On the same occasion, the emergency safety measures were identified. Firstly, it was decided to cut all the vegetation 10m downstream and upstream of the forest road in the calcinated area. Secondly, in the partially damaged area the trees to be cut along the 10m band were hammered.

The forest road is temporarily closed and waiting for works. The owner (Community of Corsica) launched two tenders, the first to cut the wood to be stored in special areas. The second is the creation of storage areas, which are designed to be used as maneuver areas during the summer. The wood is then sold and the road reopened. At a later time, an inventory is made of the burnt volumes in the usable area of about 50 ha. Since this is a production area it is decided to make a satin cut (saving any alive trees) in the calcined area (about 18 ha) and to make hammering to identify dead trees in other areas. The aim is to avoid having a "mikado effect" (Shangai) over time with the fall of the trees that make accessibility and forest operations difficult. These works must be performed before the affirmation of natural regeneration (3-5 years).

A different survey was carried out to identify the interventions in favor of Sittelle corse (Sitta whiteheadi) that lives and nests in this forest. In non-calcined areas islands to be preserved are identified in order not to further alter the habitat of this endemic species.

A return of experience allows us to reaffirm the active role played by deciduous trees, in particular by beechwoods, in containing fire. A more in-depth study will be carried out to identify feasible interventions to foster broadleaves in specific areas.

\*\*\*

### **S. 12.14 La nuova cartografia antincendi boschivi (o cartografia AIB) dei Parchi Nazionali più critici per gli incendi boschivi in conformità al vigente Schema di piano AIB per i Parchi Nazionali e agli ultimi standard europei**

Bruno Petrucci, Remo Bertani, Maurizio Putzolu

**Parole chiave:** cartografia AIB; Parchi Nazionali; Schema di Piano AIB; rischio incendi; incendi boschivi.

Dall'anno 2000, in attuazione dell'art. 8 della L. 353/2000 (Legge quadro sugli incendi boschivi), la Direzione per la protezione della natura e del mare del Ministero dell'ambiente (DPNM/MATTM) è direttamente



competente per i piani anti incendi boschivi (AIB) delle aree protette statali: Parchi Nazionali e Riserve Naturali Statali (PN e RNS). Quindi, con l'aiuto della comunità scientifica, il Ministero ha organizzato negli anni varie attività e realizzato diversi prodotti per meglio adempiere al dettato normativo, nel coordinamento e a supporto scientifico degli enti gestori che curano la predisposizione del rispettivo piano AIB e quindi per l'attuazione delle relative attività di previsione e prevenzione degli incendi boschivi.

A seguito dei gravi e diffusi incendi boschivi che nel 2017 hanno colpito diverse zone del nostro Paese fra le quali anche alcuni Parchi Nazionali in modo particolarmente gravoso, è risultato opportuno realizzare prima possibile, per i parchi più critici, una nuova cartografia anti incendi boschivi (o cartografia AIB) secondo gli ultimi standard europei e in conformità al vigente "Schema di piano AB per i Parchi Nazionali" e al relativo "Manuale", pubblicati sul sito ministeriale nel settembre del 2016..

Tramite una serie di elaborazioni cartografiche, eseguite in ambiente GIS, è stata redatta per ciascuno dei Parchi presi in esame la "Carta del rischio incendi boschivi".

Per la realizzazione di questo elaborato, il principale dato di input, è rappresentato dalla cartografia vegetazionale già disponibile per ogni Parco Nazionale; da essa è stata ricavata la "Carta dell'uso del suolo con approfondimenti della vegetazione silvo-pastorale" aggiornata ai rilievi ortofotogrammetrici più recenti. Questo elaborato realizzato in formato vettoriale (shape file) ha un grado di dettaglio coerente con la cartografia vegetazionale preesistente, viene utilizzato assegnando per ogni tipologia di uso del suolo un indice di pericolo o di gravità a seconda del fattore predisponente analizzato.

La "carta del rischio" è ottenuta mediante overlay cartografico dalla "carta della pericolosità", che esprime la probabilità che si verifichi un incendio in un determinato tratto di territorio, e la "carta della gravità" che prende in esame l'importanza delle diverse formazioni naturali all'interno del Parco qualora venissero percorse da un incendio. In totale sono stati interessati da queste elaborazioni i tredici Parchi Nazionali ritenuti a maggiore rischio, sulla base di dati storici e/o di fattori predisponenti l'insorgere degli incendi: PN Arcipelago de La Maddalena; PN Asinara; PN Pantelleria; PN Aspromonte; PN Sila; PN Pollino; PN Cilento; PN Appennino Lucano; PN Alta Murgia; PN Gargano; PN Vesuvio; PN Arcipelago Toscano; PN Cinque Terre.

La cartografia AIB, elaborata in formato raster su DTM (con passo a 20 metri, a scala nominale 1:10.000 e con pixel pari a 0,25 ettari), potrà essere oggetto di successiva visualizzazione su web-GIS del Ministero (Geoportale Nazionale).

La realizzazione della suddetta cartografia è stata affidata, tramite apposita convenzione, all'Accademia Italiana di Scienze Forestali in quanto la stessa raccoglie i maggiori esperti nazionali in materia e ha già realizzato il nuovo "Schema di piano AIB per i PN" con il relativo "Manuale" e quindi il lavoro consente la opportuna verifica sperimentale della metodologia da adottare su un ampio e variegato campione di aree geografiche.

La realizzazione di questa nuova cartografia per i Parchi Nazionali a maggiore rischio incendi, oltre a favorire un miglior approccio pianificatorio nella prevenzione a supporto dell'Ente Parco, costituirà un supporto immediato e ottimale per la lotta attiva con i mezzi AIB (terrestri e aerei) in caso di incendi boschivi.

***The new firefighting cartography, or forest fire-prevention (FFP) cartography, of the Italian National Parks most critical for forest fires in accordance with the current Firefighting Planning Scheme for National Parks and the latest European standards***

**Keywords:** firefighting cartography; National Parks; Firefighting Planning Scheme; fire hazard; forest fires.

Since 2000, in compliance with art. 8 of Law no. 353/2000 (Framework Law on forest fires), the General Direction for Nature and Sea Protection of the Italian Ministry of the Environment, Land and Sea (DNSP / IMELS) is directly responsible for the forest fire-prevention plans (FFP) occurring within the National protected areas: National Parks and State Nature Reserves (NP and SNR). To this purpose, with the help of the scientific community, the Ministry has been organizing, over the years, various activities and developing several products to better comply with the regulations, through the coordination and the scientific support of the Management Authorities preparing the relative FFP plan and therefore for the implementation of the related forest fire forecasting and prevention activities.

Following the serious and widespread forest fires that in 2017 have damaged several areas of our Country, including some National Parks in a heavy way, preparing, as soon as possible, a new forest fire prevention cartography (or FFP cartography) for the most critical parks became highly desirable. This cartography had



to be developed according to the latest European standards and in compliance with the current "Firefighting Planning Scheme for National Parks" and the related "Manual", published last September 2016 on the website of the Ministry.

A series of cartographic elaborations in GIS environment made it possible to produce the "Forest Fires Risk Map" for each of the considered Parks. The basic input layer was the vegetation cartography, already available for each National Park. After elaborating it, the "Land Use Map detailed on the silvopastoral vegetation" was produced, updated with the most recent orthophotogrammetrical reliefs. This product, in form of an ESRI Shapefile, is coherently detailed with the pre-existing vegetation map, and is created giving an hazard and a danger index for each of the land use categories, basing on the analyzed predisposing factor. The "Risk Map" is obtained overlaying in GIS environment the "Hazard Map", expressing the probability of a forest fire to happen in a determined part of the territory, and the "Severity Map" that examines the importance of each of the natural formations inside the Park when hit by a forest fire.

These elaborations were made for thirteen of the Italian National Parks thought to be on a higher danger, basing on historical data and/or existing predisposing factors: NP La Maddalena Archipelago; NP Asinara; NP Pantelleria; NP Aspromonte; NP Sila; NP Pollino; NP Cilento; NP Appennino Lucano; NP Alta Murgia; NP Gargano; NP Vesuvio; NP Tuscan Archipelago; NP Cinque Terre.

The FFP cartography, elaborated in raster format on DTM (with a pitch of 20 meters, at a nominal scale of 1: 10,000 and with a pixel of 0.25 hectares), may be subsequently displayed on the web-GIS of the Ministry (National Geoportal).

The realization of the aforementioned cartography has been entrusted, through a special agreement, to the Italian Academy of Forestry Sciences as it collects the most important national experts on the subject and has already created the new "FFP Plan for the NPs" together with the related "Manual". Therefore, the work allows for the appropriate experimental assessment of the methodology to be adopted on a wide and variegated sample of geographical areas.

This new cartography targeted to the National Parks at higher fires risk, besides favoring a better prevention planning approach in support to the Park Management Authority, will constitute an immediate and optimal support to the active fight against forest fires through the FFP vehicles (land and air).

\*\*\*

### S. 12.15 Antincendi boschivi, evoluzione di un sistema

Cristina Ricaldone

**Parole chiave:** antincendi boschivi; riorganizzazione; sicurezza; gestione; territorialità; prevenzione.

L'antincendi boschivi in Piemonte è un sistema in costante evoluzione. Il livello organizzativo raggiunto è stato rimesso pesantemente in discussione con la riforma data dal D.lgs 177/2016.

Il 2017 è stato un anno cruciale: riorganizzazione del dispositivo di lotta attiva e grave emergenza incendi autunno.

Così come la gestione della sicurezza operativa dei volontari non può essere lasciata al caso ed alla fortuna, altresì la magnitudo degli incendi dell'autunno scorso non è casuale e non può essere lasciata al caso.

La Regione Piemonte ha lavorato negli anni sulla sicurezza dei volontari aib, a partire da un evento luttuoso importante nel 1999.

Durante gli anni successivi e soprattutto durante l'ultima emergenza, non si sono più registrati gravi incidenti e soprattutto lutti.

Ad un dispositivo operativo ben organizzato deve corrispondere una gestione degli incendi ripensata: i CO.AIB (Coordinatori del Volontariato antincendi boschivi), una scelta territoriale coraggiosa, che pone in capo a figure selezionate del Corpo AIB Piemonte, compiti di coordinamento nella lotta agli incendi boschivi.

L'incendio boschivo non va trattato come emergenza, perchè significherebbe "ammantarla" di un approccio interventistico ed emotivo, aggiungendo sempre più risorse economiche destinate soltanto allo spegnimento (a terra ed aereo).



Occorre invece ripensare alla gestione del territorio, scommettendo ed investendo sulla prevenzione: selvicolturale, infrastrutturale, informativa della popolazione, formativa del volontariato, andando a creare squadre sempre più specializzate nell'impiego e nella gestione del fuoco: fuoco prescritto, fuoco tattico e controfuoco.

### **Forest fire fighting, evolution of a system**

**Keywords:** forest fire; reorganization; security; management; territoriality; prevention.

The forest fire fighting in Piedmont is a constantly evolving system. The organizational level reached was heavily challenged with the reform provided by Legislative Decree 177 /2016.

The 2017 has been a crucial year: reorganization of the device of active struggle and serious autumn fires emergency.

Just as the management of the operational safety of the volunteers can not be left to chance and fortune, the magnitude of the fires of last autumn is not random and can not be left to chance.

The Piedmont Region has worked over the years on the safety of aib (wildland firefighters) volunteers, starting from an important mourning event in 1999.

During the following years and especially during the last emergency, serious accidents and above all deaths were no longer recorded.

A well-organized operative device must correspond to a rethought fire management: the COAIB (Coordinators of Forest Fire Volunteering), a courageous territorial choice, which puts in charge of selected figures of the AIB Piedmont Corp, coordination tasks in the fight against forest fires.

The forest fire should (must) not be treated as an emergency, because it would mean dressing it of an interventionist and emotional approach, adding more and more economic resources destined only to the extinction (on land and air).

Instead, we need to rethink the management of the territory, betting and investing on prevention: silvicultural, infrastructural, structural, cultural, information of the population, training of volunteers and going to create more and more specialized teams in the use and management of fire: prescribed fire, tactical fire and counter fire ad also in indirect firefighting.

\*\*\*

### **S. 12.16 Applicazione della modellistica di propagazione degli incendi per la realizzazione della cartografia di rischio dei Piani Regionali Antincendi Boschivi. Il caso della Regione Veneto**

Rolando Rizzolo, Michele Salis, Valentina Bacciu, Massimo Bacchini, emanuele lingua, Francesco Rech, Antonio Brugnaro

**Parole chiave:** incendio boschivo; comportamento del fuoco; pianificazione AIB; rischio incendio.

Negli ultimi decenni, il problema degli incendi boschivi ha assunto una rilevanza sempre maggiore nel mondo intero e, in maniera particolarmente forte, nell'area mediterranea. In particolare, il 2017 ha visto incendi di grandi dimensioni e forte intensità sulle Alpi nella stagione autunnale, che normalmente si considera a basso rischio; inoltre, sempre nel 2017 il JRC ha stimato che circa 1 milione di ettari sono stati percorsi da incendio in Europa, ovvero quasi il doppio rispetto al dato medio degli ultimi 10-15 anni. Questi dati, rappresentano un campanello di allarme per i decisori politici, i pianificatori, e tutta la comunità forestale. Risulta quindi quanto mai necessario migliorare gli strumenti a disposizione per la prevenzione degli incendi boschivi, a partire da una corretta e dettagliata valutazione del rischio. L'analisi del rischio di incendio boschivo è una parte fondamentale della pianificazione antincendio boschivo. Questa analisi, oltre a permettere di valutare quali sono le aree a maggiore rischio di incendio, consente anche di determinare quali sono i fattori chiave che determinano le componenti del rischio e come si combinano per creare situazioni di particolare rilevanza. Attualmente, la maggior parte dei piani AIB a livello nazionale e in larga parte anche internazionale non considerano, o considerano solamente con metodi empirici, il comportamento e la propagazione potenziale degli incendi per caratterizzare il rischio di incendio. Questo anche perché lo studio del comportamento del





fuoco richiede una notevole quantità di dati che sono difficilmente disponibili e una adeguata calibrazione e validazione dei modelli utilizzati. In questo lavoro, si presenta la metodologia adottata dalla Regione del Veneto (DACR 059/2018) per la caratterizzazione e la mappatura del rischio di incendi boschivi a scala regionale. La metodologia adottata combina l'analisi del comportamento e della propagazione del fuoco, effettuata con un approccio probabilistico e basata sull'algoritmo MTT di FlamMap, con sistemi più classici e/o statici di parametrizzazione delle altre componenti del rischio. Per tale analisi, si sono utilizzati dati di input relativi agli incendi storici, dati meteorologici relativi al periodo 1990 – 2016, combinati con strati informativi vegetazionali, topografici e urbanistici derivati dalla carta di uso del suolo della Regione del Veneto del 2012. L'applicazione dei modelli di propagazione è stata preceduta da un lungo lavoro di caratterizzazione dei combustibili forestali nelle principali formazioni boschive presenti nella regione, e da una significativa attività di calibrazione e validazione di FlamMap su incendi storici avvenuti in Veneto. Il risultato finale è rappresentato dalla mappa ufficiale del rischio di incendio boschivo della Regione del Veneto, ad una risoluzione di 20 m, dalle mappe di rischio medio a livello comunale e di area omogenea, da due mappe dei combustibili forestali (una per le aree a massima pericolosità invernale ed una per quelle a massima pericolosità estiva) e dalle 19 carte delle componenti del rischio. L'analisi ha permesso di quantificare e mappare la superficie regionale a rischio incendio alto o molto alto, e di localizzare le zone dove concentrare gli interventi di prevenzione e di sorveglianza e dove un incendio potrebbe diventare particolarmente problematico. L'applicazione della simulazione della propagazione degli incendi ha permesso di realizzare mappe di rischio con elevato dettaglio e di ottenere importanti informazioni sulle potenzialità di incendio che altrimenti non sarebbero state disponibili con metodi empirici. Ad esempio la lunghezza massima di fiamma può essere direttamente correlata al tipo di intervento di soppressione necessario, e quindi a mezzi ed attrezzature con cui dotare le squadre AIB dell'area.

#### ***Application of forest fire propagation modeling to risk mapping on regional forest fire prevention plans. The Veneto Region's Case***

**Keywords:** forest fire; fire behavior; fire prevention planning; fire risk.

Over the last decades forest fire increased its relevancy worldwide, particularly so in the Mediterranean area. In particular, the 2017 hit the Alps with a high intensity unusual for the fall season. Furthermore, in 2017, JRC estimated about 1 million hectare burned in Europe, that it is about the double of the last 10-15 years average. This data are a clear alarm bell for decision makers, planners and forest communities. It is therefore essential to improve the tools available for forest fire prevention, beginning with a correct and detailed fire risk evaluation. Forest fire risk analysis is a fundamental part of forest fire planning. The analysis is used not only to locate the areas subject to a higher fire risk, but also to analyze the key components of the risk and to study how they can combine and interact to create potentially critical situations. At present most part of forest fire plans, both at national and international level, do not consider, when dealing with forest fire risk analysis, fire's behavior and potential propagation (or consider them only using empirical models). This is also due to the fact that fire's behavior studies need a significant amount of data and a adequate model calibration and validation work. This study show the methodology used by the Veneto Region (DACR 059/2018) for the characterization and mapping of forest fire risk at regional level. The method used combines the analysis of fire's behavior and propagation produced using MTT algorithm in FlamMap with more classical and/or static parameters related to the other risk's components. The input data used in the analysis are based on historical forest fires and meteorological data during the period 1990 – 2016, and on geographical information about vegetation, topography and urban settlements from the 2012 land use map of the Veneto Region. The application of the propagation models was preceded by a long work of forest fuels characterization in the main regional forest's types and by a significant work of calibration and validation implemented using the software FlamMap to simulate historical forest fires in the Veneto Region. The final result is the Veneto Region's official forest fire risk map at 20 m resolution, the "average risk" maps at municipal and at homogenous area level, two forest fuel maps (showing the areas subject to a higher risk during summer and winter respectively) and 19 other maps showing all risk components. The analysis to quantify and mapping the regional area classified at "high risk" and "very high risk" allowing a strong localization of the areas where a fire could be particularly problematic, thus permitting to better concentrate prevention and surveillance. The application of forest fire propagation simulation allowed the creation of very



detailed maps and the acquisition of important information about potential fire intensity, something not possible using only empirical methods. As an example, the maximum flame length can be directly correlated to the type of intervention needed for suppression and the information can be used to better equip firefighters.

\*\*\*

### **S. 12.17 Strategie di trattamento del combustibile: effetto di localizzazione, dimensione e superficie trattata sul rischio incendi**

Michele Salis, Bachisio Arca, Alan Ager, Mark A. Finney, Fermin Alcasena, Grazia Pellizzaro, Andrea Ventura, Olga Lozano, Liliana Del Giudice, Valentina Bacciu, Donatella Spano, Cristina Vega, Pier Paolo Duce

La complessità e le esigenze della gestione degli incendi boschivi in Europa sono aumentate negli ultimi decenni a causa di una serie di fattori tra cui:

- (i) l'aumento della continuità e dei carichi di combustibile;
- (ii) l'espansione dell'interfaccia urbano-rurale/forestale;
- (iii) l'allungamento delle stagioni degli incendi associato ai cambiamenti climatici;
- (iv) l'invecchiamento della popolazione nelle aree forestali e rurali;
- (v) la crisi economica e la conseguente carenza di finanziamenti per i programmi di gestione del combustibile.

La maggior parte degli investimenti negli ultimi anni è stata indirizzata verso le attrezzature di lotta, l'addestramento e le attività di pre-soppressione senza effetti evidenti sull'area bruciata e sul numero di incendi che hanno superato le capacità di contenimento e si sono sviluppati su grandi superfici. Un esempio calzante è la stagione degli incendi 2017 in Europa, nella quale sono stati percorsi da incendio circa 1 M di ettari (oltre il doppio della media degli ultimi 15 anni) e ha causato tragiche perdite in Portogallo. Questi eventi evidenziano la necessità di riesaminare le strategie di gestione del combustibile in grado di ridurre potenzialmente la severità e la velocità di propagazione degli incendi, e di favorire le attività di soppressione. La gestione del combustibile punta a ridurre il carico, l'altezza e la continuità del combustibile di superficie e può essere effettuata con una serie di misure, tra cui il pascolamento, la lavorazione del terreno, il fuoco prescritto, il diradamento delle foreste e la masticazione. Nelle aree boschive, le pratiche selvicolturali possono essere utilizzate per ridurre il combustibile aereo e creare punti di ancoraggio per le attività di soppressione. Tuttavia, la progettazione di strategie efficienti di gestione del combustibile è un problema territoriale specifico e dipende dai tipi di combustibile, dalle condizioni meteorologiche, dai patterns di insorgenza degli incendi, dalle leggi locali / nazionali sull'uso del suolo, dai fattori sociali, e dall'economia. Nell'ambito di un ampio impegno per sviluppare una base scientifica sulle strategie di gestione del combustibile, abbiamo condotto una serie di studi in Sardegna e in altre aree del Mediterraneo prone agli incendi per valutare l'efficacia di diverse strategie di trattamento del combustibile. In questi lavori, abbiamo fatto ricorso alle simulazioni degli incendi per analizzare le performances dei trattamenti del combustibile utilizzando una serie di parametri di valutazione tra cui la burn probability, la lunghezza di fiamma, la dimensione degli incendi e l'esposizione di beni antropici. Abbiamo calibrato le simulazioni di incendio per replicare gli eventi più significativi osservati nelle aree di studio utilizzando condizioni meteorologiche e di umidità del combustibile osservate in campo. I risultati possono contribuire a promuovere un approccio equilibrato nelle politiche regionali in materia di gestione del rischio incendi e dare priorità a zone specifiche per un trattamento immediato al fine di limitare i potenziali impatti sui beni antropici ed ecologici.

Parole chiave: modellistica di propagazione degli incendi; gestione del combustibile; prevenzione degli incendi; ottimizzazione dei trattamenti; aree mediterranee.

#### ***Fuel treatment strategies: effect of location, size, and area treated on wildfire risk***

**Keywords:** wildfire spread modeling; fuel management; wildfire prevention; treatment optimization; Mediterranean areas

The complexity and demands of wildland fire management in Europe have risen over the last decades due to a number of factors including:

- (i) increasing fuel continuity and loadings;



- (ii) the expansion of the wildland-urban interface;
- (iii) the lengthening of fire seasons associated with climate change;
- (iv) the ageing population in forest and rural areas;
- (v) the economic crisis and resulting shortage of funding for fuel management programs.

Most of the investment in recent years has been targeted at fire suppression equipment, training, and pre-suppression activities without apparent effects on burned area and the number of fires that overwhelm suppression capabilities and spread over large distances. A case in point is the EU fire season in 2017 when about 1 M ha of lands burned (more than twice the 15-year average) and caused tragic losses in Portugal. These events point to the need to re-examine fuel management strategies that could potentially reduce wildfire severity and spread rates, and facilitate suppression activities. Fuel management aims to reduce surface fuel loading, depth and continuity, and can be effected with a variety of measures including grazing, tillage, prescribed burning, forest thinning, and mastication. On forested areas, silvicultural practices can be used to reduce canopy fuels and create anchor points for suppression activities. However, the design of efficient fuel management strategies is a landscape specific problem and is dependent on fuel types, expected weather conditions, wildfire ignition patterns, local/national land use laws, social factors, and economics. As part of a larger effort to develop a scientific foundation for fuel management strategies, we have conducted a number of studies in Sardinia and other fire-prone Mediterranean areas to evaluate the effectiveness of competing fuel treatment strategies. In these works, we applied wildfire simulations to analyze the performances of fuel treatments using an array of evaluation metrics including burn probability, flame length, wildfire size, and wildfire exposure of human values. We calibrated the fire simulations to replicate severe wildfires observed around the study areas using historic weather and fuel moisture conditions. The results can help advance a balanced regional policy approach to wildfire risk management and prioritize specific areas for immediate treatment to minimize potential impacts to anthropic and ecological values.

\*\*\*

#### **S. 12.18 Gli incendi boschivi nel Parco Nazionale del Vesuvio: un approccio interdisciplinare per il ripristino dei servizi ecosistemici**

Antonio Saracino, Emilia Allevato, Davide Ascoli, Oscar Rosario Belfiore, Elena Cervelli, Giovanni Battista Chirico, Guido D'Urso, Salvatore Falanga Bolognesi, Salvatore Faugno, Francesco Giannino, Stefano Mazzoleni, Antonello Migliozi, Stefania Pindozi, Nunzio Romano, Luigi Saulino

**Parole chiave:** incendi boschivi; selvicoltura preventiva; pianificazione; severità di incendio; Mediterraneo.

Nel 2017, i boschi dell'Italia meridionale sono stati interessati da numerosi incendi, esacerbati dal decorso estremamente arido della stagione primaverile-estiva. Nel Parco Nazionale del Vesuvio (NA) il 50% della superficie forestale, equivalente a oltre 3.000 ettari di foresta, è stata percorsa dal fuoco.

Circa 500 ettari di pinete mature di pino domestico e pino marittimo, altamente suscettibili al fuoco, sono state completamente distrutte. L'elevata severità degli incendi ha incrementato il rischio di instabilità meccanica degli alberi, riducendo la fruibilità principalmente lungo i percorsi turistici e naturalistici del Parco, compromettendo molteplici servizi ecosistemici.

Nel territorio del PNV, i servizi culturali (es. Ricreazione ed ecoturismo), sono cruciali per i benefici socio-economici forniti poiché, il bordo del cratere del Vesuvio e le successioni primarie, che hanno colonizzato le colate laviche più recenti, sono luoghi turistici di rilievo internazionale.

Sin dall'autunno successivo, molti ricercatori del Dipartimento di Scienze Agrarie (Università di Napoli Federico II) sono stati coinvolti in un progetto volto a ridurre i rischi connessi all'uso delle aree e dei percorsi turistici e al ripristino dei servizi ecosistemici con un approccio fortemente interdisciplinare.

Gli obiettivi principali del progetto di restauro ambientale sono:

- (i) analisi della gravità degli incendi attraverso immagini satellitari e dati raccolti sul campo;
- (ii) analisi del rischio idrologico post-incendio;
- (iii) aggiornamento degli scenari di rischio post-incendio in seguito al cambiamento della struttura e del carico del combustibile post-incendio (ad es., biomassa legnosa bruciata, copertura di erbe e arbusti);



- (iv) pianificazione della gestione forestale per facilitare il recupero di specie arboree autoctone e pianificazione dei rimboschimenti mediante materiale di propagazione autoctono prodotto nei vivai locali;
- (v) comunicazione alle popolazioni locali.

In dettaglio, il nostro studio, al fine di definire strategie di ripristino e gestione e di identificare meglio le aree a priorità di intervento, introduce un approccio marcatamente interdisciplinare volto a misurare l'effetto dell'incendio, oltre che sulla foresta stessa, sull'insieme di tutti i servizi ecosistemici. Un approccio qualitativo multi-criteriale ha consentito un'esplorazione più approfondita e completa delle complesse questioni relative agli impatti degli incendi sui servizi ecosistemici.

L'analisi multi-criteriale, in ambiente GIS, ha consentito di integrare, a scala paesaggistica, l'insieme delle informazioni derivanti dai vari task del progetto, attraverso una combinazione lineare ponderata di criteri selezionati (aspetti socio-economici e ambientali, ad esempio severità dell'incendio, rischio idrogeologico, rischio di incendio, ecc.). Inoltre, è stato possibile definire le aree a priorità di intervento, tenendo conto dell'erogazione di servizi ecosistemici (ad esempio idoneità turistica, biodiversità, produzione primaria). A partire da queste aree, sono state prontamente programmate le attività necessarie per la riduzione dei rischi e, almeno in parte, per il recupero di biomassa bruciata atto a compensare il danno economico a carico dei privati proprietari di superfici forestali. Sono state, inoltre, definite linee guida a lungo termine che garantiscano una successione post-incendio con specie autoctone, resistenti e resilienti al fuoco e linee guida sugli interventi di ingegneria naturalistica finalizzati alla riduzione del rischio idrogeologico.

### ***Forest fires in the Vesuvius National Park (southern Italy): an interdisciplinary approach in restoring ecosystem services***

**Keywords:** forest fires; preventive silviculture; planning; burn severity; Mediterranean.

In 2017, forest vegetation of southern Italy was heavily affected by human wildfires exacerbated by extremely arid spring-summer seasons. In this context, multiple fire events burnt more than 50% of the forest surface in the Vesuvius National Park, equivalent to more than 3,000 ha of forest. Stand replacing crown fires on the south-western slopes of the Mount Vesuvius, destroyed about 500 ha of *Pinus pinea* and *P. pinaster* mature stand plantations, being them highly susceptible to fire. The high severity of fires threatened the mechanical stability of the burned trees, reducing the usability of the roads, mainly along the touristic routes and naturalistic pathways in the Park area, compromising multiple forest ecosystem services. Among them, cultural services, (e.g. recreation and ecotourism), are fundamental in terms of socio-economics benefits, especially for this iconic international touristic place like the crater rim on the top of the volcano Vesuvius and the primary successions on the most recent lava fields. Under this scenario, post-fire management needs to prioritize safety interventions, especially along the main viability and the naturalistic paths for securing and making available these touristic routes.

The subsequent autumn, many researchers of the Department of Agricultural Sciences (University of Naples Federico II) have been involved in a project devoted to ensure the safety of the pathways and to the restoring of ecosystem services with a strongly interdisciplinary approach. Main tasks of the restoring project are:

- (i) fire severity analysis through satellite images data and field data;
- (ii) post-fire hydrologic hazard analysis;
- (iii) updating of post-fire hazard scenarios following the changed post-fire fuel structure and load (e.g., burned wood biomass, herb and shrubs cover);
- (iv) forest management planning, with special focus to facilitating recovery of resprouting native tree species and planning of reforestation by native plant material growth in local nurseries;
- (v) communication to local populations.

A multi-criteria quantitative approach was selected as the most suitable method, since it allows a deeper and comprehensive exploration of the complex issues surrounding the impacts of fires on ecosystem services. In detail, our study, in order to define restoring and management strategies, and to better identify priority areas, introduces a strongly interdisciplinary approach aimed to measuring the effect of the fire, besides on the forest itself, on the body of all ecosystem services.

A GIS based multi-criteria analysis has been used to merge at landscape scale the body of knowledge resulted from the various tasks of the project, through the weighted linear combination of selected criteria (socio-





economic and environmental aspects, e.g. fire severity, hydrologic hazard, fire hazard, etc.). Multi-criteria decision analysis allowed the priority areas to be defined, according to ecosystem services provision (e.g. touristic suitability, biodiversity, primary production, conservation of soil). Starting from these areas, the activities needed to safety insurance and recovering of woody burnt biomass, to compensate, at least in part, economic losses in private forests, have been promptly defined. Long-term guidelines for assist the post-fire succession by native, fire-resilient and fire-resistant species have been also defined. Naturalistic engineering interventions aimed to the protection from hydrogeological risk have been also defined.

\*\*\*

### **S. 12.19 Caratterizzazione delle aree non percorse dal fuoco in caso di incendi estremo (EWE) mediante misurazioni del paesaggio**

Fantina Tedim, Royé Dominic, Leone Vittorio

**Parole chiave:** incendio estremo; misure di parametri del paesaggio; Portogallo; Sentinel; chiazze non percorse dal fuoco.

Nel 2017 la stagione degli incendi in Portogallo è stata caratterizzata da numerosi incendi estremi (o EWE); si tratta di fenomeni piro-convettivi erratici ed imprevedibili nel loro comportamento e nella loro diffusione (Tedim et al., 2018). Gli EWE presentano effetti diversi sulla severità e presentano anche, all'interno del loro perimetro, chiazze non percorse dal fuoco (unburned patches, UPs) che favoriscono la eterogeneità nel paesaggio. Le UPs sono un argomento tuttora poco studiato, se si escludono ricerche sul loro ruolo come rifugio post-incendio per la fauna, come fonte di semi che facilitano la rinnovazione delle aree percorse ad esse adiacenti, con ruolo nella conservazione della biodiversità e nella riduzione degli impatti dannosi del fuoco sull'idrologia e sull'erosione dei versanti. Le Ups sono l'evidenza fisica di cambiamenti locali di comportamento del fuoco, influenzato da complessi fattori e rappresentano la risposta della matrice del paesaggio al passaggio del fuoco, che aiuta a ricostruirne ex post la dinamica. La nostra ricerca sulle UP ne riconosce il ruolo ecologico ed è stata condotta utilizzando strumenti normalmente usati nell'analisi del paesaggio, con un approccio sociale particolarmente attento alla sicurezza di persone e beni anche in caso di incendio con comportamento estremo. Il lavoro è rivolto a:

- (i) comprendere le modalità di distribuzione delle UP all'interno del perimetro di EWE e come tale distribuzione sia stata determinata;
- (ii) controllare se livelli crescenti di intensità frontale determinano UP di superficie più ridotta con cambiamenti nella loro distribuzione, come suggerito dalla letteratura specifica.

Comprendere le modalità di distribuzione delle UP può essere di estrema importanza nel predisporre programmi di prevenzione, poiché la loro natura di soluzione di continuità areale (e non lineare) può suggerire modalità di riduzione del carico di combustibili, di riduzione della vulnerabilità degli insediamenti e strategie di gestione del paesaggio. Sono stati esaminati EWE verificatisi nelle ultime peggiori stagioni degli incendi (2003, 2005, 2017) in Portogallo. I perimetri sono quelli definiti dall' European Forest Fire Information System e basati sulla combinazione tra immagini dai satelliti Landsat e Sentinel, che ne permettono l'identificazione. Per classificare l'intensità e la magnitudo degli eventi studiati è stato utilizzato il valore di FRP (Fire Radiative Power), fornito dal FIRMS (Fire Information for Resource Management System) della NASA, basato su dati degli incendi attivi, assunti in tempo quasi reale (Near Real-Time (NRT), entro tre ore dal passaggio dei satelliti MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) e VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite). Nello studio FRP è stato usato come misura di intensità e magnitudo del fuoco. L'area percorsa da un EWE continua ad essere una porzione di paesaggio, dei cui descrittori ci siamo avvalsi per analizzare la distribuzione delle aree non percorse. Misurazioni del paesaggio e statistiche per ogni UP sono state applicate ai singoli incendi esaminati, usando SDMTools package in the statistical environment R. Le misure includono dimensione delle singole aree, forma, distanze reciproche etc. e sono basate su FRAGSTAT, programma di analisi spaziale. Da una prima osservazione sembra non esserci relazione tra numero delle UP e dimensione ed intensità degli incendi, mentre le caratteristiche del paesaggio sembrano avere influenza nello spiegare la distribuzione spaziale delle UP.



## **Landscape metrics to characterize unburned patches in Extreme wildfire events (EWEs)**

**Keywords:** extreme wildfire event (EWE); landscape metrics; Portugal; Sentinel; unburned patches.

The 2017 fire season in Portugal was characterized by a number of extreme wildfire events (EWEs) which are pyro-convective phenomena overwhelming the capacity of control, exhibiting erratic and unpredictable fire behavior and spread (Tedim et al., 2018).

EWEs exhibit different burn severity and determine pattern of unburned patches (UPs) inside their perimeters, that create landscape heterogeneity. UPs are an understudied topic research which mainly focuses on their contribution in providing shelter for post-fire fauna, seed sources facilitating the regeneration of adjacent burned areas, biodiversity conservation, and reduction of detrimental fire impacts on hydrology and erosion. UPs represent the physical evidence of local changes of behavior influenced by complex drivers and are the response of landscape matrix to the wildfire event and can help to retrace its dynamics. Our research on UPs acknowledge the importance of their ecological role and adopts landscape analysis tools with a social approach relying on the safety of people and assets even in wildfires with extreme fire behavior. This paper is focused on:

- (i) understanding the patterns of UPs inside EWEs perimeters and how those patterns were formed;
- (ii) checking if increasing levels of fire intensity yield smaller UPs and changes in their patterns as speculated by literature.

Understanding UPs patterns can be of paramount interest to inform wildfire prevention programs, because their nature of areal solutions of continuity can inspire fuel reduction, settlements vulnerability reduction, and landscape management strategies. The study-cases are EWEs occurred in the worst fire seasons (2003, 2005, and 2017) in Portugal. The wildfires perimeters were defined by European Forest Fire Information System based on the combination of Landsat and Sentinel satellite imageries allowing to identify the UPS. To classify wildfire intensity/magnitude was used Fire Radiative Power (FRP). The values were provided by NASA Fire Information for Resource Management System (FIRMS), which is based on Near Real-Time (NRT) active fire data within 3 hours of satellite overpass from both the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). In this study, FRP is used as a measure to evaluate fire magnitude and intensity. The area burnt by EWEs continues to be a landscape, and its descriptors were used to analyze the patterns of UPs. Landscape metrics and class statistics for each UP were applied to the individual fires by using the SDMTools package in the statistical environment R. The metrics include patch size, shape or distance and are based on FRAGSTAT, a spatial pattern analysis program. UPs constitute between 0.2 and 23% of the total area inside fire perimeters. We preliminary observed no relationship between the number of patches and fire size or intensity, and that landscape characteristics seem influent in explaining the spatial patterns of UPs.

\*\*\*

### **S. 12.20 Manutenzione dei viali parafuoco tramite fuoco prescritto e trinciatura meccanica**

Luca Tonarelli, Francesco Billi, Matteo Garbarino, Davide Ascoli

**Parole chiave:** incendi boschivi; selvicoltura preventiva; pianificazione AIB.

I viali parafuoco attivi verdi possono svolgere una importante azione di supporto alla lotta degli incendi boschivi in un comprensorio forestale, aumentando l'efficacia e la sicurezza delle operazioni di spegnimento. Tuttavia, la manutenzione dei viali spesso risulta onerosa. In alcune situazioni, il fuoco prescritto e la trinciatura meccanica possono essere uno strumento efficace per la riduzione periodica dei combustibili di superficie nei viali. L'Unione dei Comuni della Val di Merse (SI) svolge la manutenzione dei viali all'interno della Riserva Naturale Alto Merse caratterizzata da un esteso rimboschimento di pino marittimo con sottobosco composto di specie altamente infiammabili (i.e. *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Molinia arundinacea*). A partire dal 2014, sulle fasce in prossimità della pista, sono stati pianificati interventi di manutenzione dei viali con fuoco prescritto e trinciatura meccanica per una profondità di 20-40 m per lato.



Il piano ha validità per 4 anni e prevede l'adeguamento e la manutenzione di 27 chilometri di viali per una superficie complessiva di 127 ettari. Inoltre, sono state sperimentate delle aree con interventi integrati di fuoco prescritto e meccanizzato nelle vicinanze del centro di addestramento AIB della Regione Toscana "La Pineta di Tocchi". Il presente lavoro intende descrivere i trattamenti, le differenze tra le superfici realizzate in maniera meccanica e quelle realizzate con fuoco prescritto (es. l'influenza delle differenti condizioni meteorologiche che ogni anno si sono presentate sui due tipi di trattamento), la tipologia e il numero di operatori coinvolti, le lezioni apprese e, alla luce dei primi anni di lavoro, una serie di considerazioni sugli aspetti positivi e sugli elementi di criticità. Inoltre, uno degli obiettivi è stato capire l'efficacia dei diversi trattamenti sulla copertura orizzontale e verticale dei combustibili di superficie, analizzandone i costi, considerando che molti interventi sono stati realizzati con scopi e risorse provenienti dal settore della formazione. Per l'analisi dell'efficacia, sono stati realizzati dei rilievi dei combustibili di superficie distribuiti in modo bilanciato fra i diversi trattamenti (fuoco prescritto, meccanizzato, fuoco prescritto + meccanizzato, controllo non trattato). La distribuzione dei rilievi ha anche tenuto conto del tempo passato dal trattamento: 1, 2, 3 stagioni vegetative. In totale sono state adottate 2-3 repliche per trattamento per tempo. In ogni replica sono state effettuate un minimo di tre aree di saggio in cui sono stati rilevati i combustibili di superficie adottando metodologie di classificazione standard (e.g. carico e copertura di lettiera, erbe, arbusti e necromassa divise in combustibili vivi e morti e in classi dimensionali: <0,6 mm; 0,6-25 mm; 25-75 mm). I risultati mostrano che ogni trattamento è efficace per la riduzione del carico e della continuità orizzontale e verticale dei combustibili infiammabili nei viali parafuoco attivi verdi in popolamenti di pino marittimo. Il trattamento più efficace risulta essere quello misto meccanizzato e fuoco prescritto. In questo trattamento combinato si ottiene la riduzione maggiore della lettiera e necromassa di superficie che viene consumata dal fuoco prescritto dopo la trinciatura; inoltre, si ha una riduzione totale degli arbusti alti e si ha un'altezza inferiore degli arbusti bassi rispetto agli altri trattamenti, così come la loro copertura risulta essere la più bassa. Tuttavia, dovendo fare un doppio trattamento, il trattamento misto risulta essere il più oneroso dal punto di vista economico. Il trattamento con fuoco prescritto riporta buoni risultati. Tuttavia, occorre lavorare all'interno della finestra meteo ottimale che è difficile da incontrare. Infatti, alcuni interventi hanno comportato un basso consumo della componente arbustiva alta a seguito di condizioni marginali di propagazione del fuoco prescritto dovute ad una elevata umidità dell'aria. L'intervento meccanizzato è il trattamento che riporta il carico maggiore di combustibili. Tuttavia, questi combustibili si trovano compattati a terra ed hanno quindi una ridotta infiammabilità. Dallo studio è emerso che avere e mantenere in efficienza fasce che interrompono la continuità della componente vegetale può contribuire a creare zone preferenziali per interventi di lotta attiva in quanto il comportamento dell'incendio estivo potenziale simulato con PiroPinus risulta meno intenso e in condizioni meteorologiche medie diventa compatibile con l'attacco diretto. Visto il cambiamento delle condizioni climatiche e l'aumento di biomassa nelle foreste italiane, sarebbe auspicabile pianificare e realizzare in aree strategiche interventi di selvicoltura preventiva di riduzione del combustibile combinando la trinciatura meccanica con il fuoco prescritto.

### ***Shaded fuelbreaks maintenance by prescribed burning and mastication***

**Keywords:** wildfire; silviculture; fire management.

Shaded fuelbreaks can play an important support to fire fighting in a forested area, increasing the effectiveness and safety of fire control operations. However, fuelbreaks maintenance is often burdensome. In some situations, prescribed burning and mechanical mastication can be an effective tool for the periodic reduction of surface fuels in fuelbreaks. The Unione Comuni Val di Merse (SI) carries out the maintenance of the fuelbreaks network within the Alto Merse Nature Reserve characterized by an extensive reforestation of maritime pine (*Pinus pinaster*) with an understory composed of highly flammable species (i.e., *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Molinia arundinacea*). Starting from 2014, fuelbreak maintenance has been planned and carried out by prescribed burning and mechanical mastication for a depth of 20-40 m each side of the central road. The plan is valid for 4 years and includes the maintenance of 27 kilometers of fuelbreaks for a total area of 127 hectares. In addition, areas with a combination of burning and mastication have been tested in the forests close to the fire training centre of the Tuscany Region "La Pineta di Tocchi". The present work intends to describe differences between mechanical and prescribed burning treatments (for example the influence



of different weather conditions on the two types of treatment), the type and the number of operators involved, lessons learned and, in light of the first 4 years of work, a series of considerations on the positive and critical aspects. Furthermore, one of the objectives was to understand the effectiveness of the different treatments on the horizontal and vertical surface fuels arrangement, analysing the costs, considering that many interventions were carried out to train the fire personnel with resources coming from the training sector. For the effectiveness analysis, surface fuel characteristics were assessed to compare the different treatments (prescribed burning, mechanized, prescribed + mechanized fire, untreated control). The distribution of sampling areas was balanced among treatments and took into account the time passed from the treatment, also: 1, 2, 3 vegetative seasons. In total, 2-3 replicates were adopted for each treatment by time combination. In each replica, a minimum of three sampling areas were performed where surface fuels were described using standard classification methods (e.g., loading and cover of the litter, grasses, low and high shrubs and coarse woody debris divided into live and dead fuels and dimensional classes: <0.6 mm, 0.6-25 mm, 25-75 mm). The results show that each treatment is effective to reduce the load and the horizontal and vertical continuity of flammable fuels in shaded fuelbreaks in maritime pine forests. The most effective treatment results to be the combination of mastication and prescribed burning as the litter and woody debris after mastication is subsequently consumed by prescribed burning; moreover, there is a marked reduction of the tall shrubs and a slower recover of the low shrubs component, compared to the other treatments. However, being a double treatment, the mixed treatment turns out to be the most expensive from an economic point of view. The treatment with prescribed burning shows satisfactory results. However, optimal weather window are difficult to meet. In fact, some interventions resulted in a low consumption of the high shrub component as a consequence of marginal burning conditions due to a high air humidity. Mastication is the treatment that shows the highest fuel load. However, these fuels are compacted on the ground and therefore have a low flammability. The study found that maintaining fuelbreaks that interrupt the continuity of the understory can contribute to create preferential zones for active fire fighting, as the behaviour of the potential summer fire simulated with PiroPinus is less intense, and in most weather conditions is compatible with direct attack techniques. Given the change in climatic conditions and the increase in biomass in Italian forests, it would be desirable to plan and implement preventive fuel management interventions in strategic areas by combining the mechanical mastication with the prescribed burning.







## Sessione 13 - Protezione delle foreste

### Session 13 - Forest protection

#### S. 13.01 Distribuzione storica e geografica delle dinamiche fitosanitarie riscontrate dall'Unità d'Italia ad oggi nella foresta di Vallombrosa (Firenze, Italia)

Paolo Caramalli, Giovanni Galipò, Paolo Capretti

**Parole chiave:** Vallombrosa; distribuzione storica; distribuzione geografica.

La fase introduttiva iniziale è dedicata alla definizione dei principali parametri ambientali relativi alla Riserva Naturale Statale di Vallombrosa (FI), territorio oggetto del presente studio: geologia, morfologia, climatologia...

Si è passati poi a definire lo scopo della ricerca, che consiste nel comporre un quadro storico e geografico delle osservazioni fitopatologiche riscontrate nel territorio ove insiste la Foresta di Vallombrosa, eretta in Riserva Naturale Statale dal 1977.

La metodologia di studio adottata ha visto l'impiego di materiali di varia natura facendo ricorso a fonti scritte, rilievi sul campo e fonti orali. Le prime sono state individuate grazie ad un'accurata ricerca attraverso la bibliografia recente e quella storica, facendo ricorso anche ai documenti relativi al Regio Istituto Forestale ancora custoditi nella millenaria Abbazia vallombrosana. I rilievi sul campo sono stati eseguiti sia nell'ambito di due tesi di laurea sperimentali realizzate negli ultimi anni entro il perimetro della Riserva, sia con singole osservazioni fitopatologiche effettuate con modalità spot dall'ente gestore. Il ricorso alle fonti orali ancora disponibili ha permesso di integrare le informazioni reperite, arricchendole, nonché di abbinare i dati storici all'attualità.

Ne è emerso un quadro descrittivo incompleto ma significativo. Le prime osservazioni di cui si è avuto notizia risalgono all'ultimo decennio del XIX secolo e sono riportate nello studio Enumerazione di casi patologici osservati nella Foresta di Vallombrosa, presentato da R. Solla nel 1896. Le ultime sono contenute negli studi presentati nel 2017 da Foianesi sulle dinamiche fitosanitarie riscontrate negli ultimi 60 anni nei castagneti vallombrosani, e da Sarais sull'analisi dell'Erbario fitopatologico del Regio Istituto Superiore Forestale a 150 anni dalla sua fondazione.

Nel mezzo si collocano vari studi tra cui i rilievi di Caramalli C. sul marciume radicale dell'Abete bianco (1967; 1979), lo studio di Moriondo su di un secolo di storia della patologia delle piante forestali (1987), la copiosa produzione legata all'ipotesi di piogge acide a danno della Foresta, e gli studi eseguiti da Capretti & Brno (2013).

Le informazioni trovate sono molto interessanti perché riguardano patologie vegetali forestali di origine sia fungina che entomologica che di altra natura (es. piante parassite). Sono state organizzate separatamente nel tempo e nello spazio in due separati capitoli così da permetterne il necessario approfondimento.

L'interpretazione delle informazioni ricercate, raccolte e organizzate fa emergere principalmente due conclusioni. Da un lato, trova conferma una fisiologica incompletezza di studi che, come questo, prendono le mosse da eventi accaduti molto tempo fa, coprono un periodo temporale lungo oltre un secolo e, nondimeno, poggiano su fonti orali e scritte attendibili ma numericamente scarse e discontinue nel tempo e nello spazio.

Dall'altro lato, emerge la sicura utilità dello studio svolto sia in termini conoscitivi, giacché rappresenta un unicum per il territorio della Riserva, sia in termini pratico-applicativi, andando a rappresentare un'importante strumento di cui tenere conto nella pianificazione territoriale e soprattutto forestale della Riserva. Nondimeno, la possibilità di disporre di un atlante storico e geografico delle malattie verificatesi in un determinato compendio forestale nel corso di un preciso periodo temporale potrebbe fornire dati utili anche per lo studio e la ricostruzione della storia del clima e degli eventuali cambiamenti climatici in corso nell'area indagata.



### S. 13.02 Defogliazioni di *Barbitistes vicetinus* (Orthoptera, Tettigoniidae) nei boschi dell'Italia nord orientale

Giacomo Cavaletto, Lorenzo Marini, Massimo Faccoli, Luca Mazzon

**Parole chiave:** pullulazioni; Tettigoniidae; defogliazioni; emergence traps; frass-collection.

Le defogliazioni in ambito forestale causate da ortotteri sono eventi considerati piuttosto rari e spesso limitati ad aree marginali. Tuttavia sono riportati in letteratura alcuni casi di esplosioni demografiche di ortotteri arboricoli con severi danni al patrimonio forestale. Tra gli ortotteri forestali, il genere *Barbitistes* (Fam. Tettigoniidae) raggruppa le specie per le quali sono segnalati i maggiori problemi di defogliazioni. In particolare *B. constrictus* è noto in Polonia e Repubblica Ceca per causare danni su conifere (*Pinus sylvestris* e *Picea abies*) (Holuša et al., 2006). In Italia sono note da decenni le defogliazioni causate da *B. ocskayi* nelle boscaglie del carso Triestino soprattutto a carico dell'orniello (*Fraxinus ornus*).

Le recenti defogliazioni causate da *B. vicetinus* in occasione delle pullulazioni osservate in Veneto sono invece le prime conosciute per questa specie (Mazzon et al., 2011). *B. vicetinus*, specie descritta nei primi anni '90' come rara, è polifaga su latifoglie arboree e arbustive ed endemica di alcune ristrette aree dell'Italia nord-orientale. Dal 2008 da origine a pullulazioni e severe defogliazioni in particolare nelle aree boschive dei Colli Euganei (provincia di Padova) con danni anche alle coltivazioni limitrofe (vite e olivo).

Ad oggi si ignora il meccanismo demo-ecologico alla base delle pullulazioni e non sono prevedibili i tempi e i ritmi di un processo di contenimento naturale delle popolazioni.

Al fine di approfondire le scarse conoscenze attualmente disponibili e fornire un primo approccio alla gestione delle esplosioni demografiche, sono state condotte indagini sulla biologia ed ecologia della specie nelle aree soggette a pullulazione (Cavaletto et al., 2017). In particolare, mediante l'impiego di emergence traps, nel corso di 3 anni (2013-2015) è stata studiata l'influenza della tipologia di vegetazione sulla scelta dei siti di deposizione. Con l'impiego di emergence traps per 4 anni (2013-2016) è stata inoltre studiata la fenologia della specie e la dinamica di popolazione. Un'indagine specifica condotta mediante la tecnica della "frass-collection" ha invece preso in considerazione l'ecologia spaziale della specie, studiando come diverse variabili, su differenti scale spaziali, influenzino la densità di popolazione. In due anni (2014-2015) lo studio ha indagato 200 siti ricadenti entro l'area coinvolta dalle pullulazioni.

I dati raccolti hanno permesso di stimare una densità di popolazione nei siti di pullulazione con valori medi superiori a 1 milione di individui/ha. Le più elevate densità sono state rinvenute in aree boschive senza che, peraltro, venisse evidenziato un gradiente di densità dal margine del bosco verso il suo interno. È stato inoltre dimostrato un ruolo fondamentale dell'altitudine e dell'esposizione sulle schiuse. Negli anni di studio le schiuse di questa specie monovoltina si sono concentrate tra la fine di marzo e la prima metà di aprile.

Su una scala spaziale relativamente piccola (250-500 m) è stato riscontrato un effetto negativo della frammentazione forestale sulla densità di popolazione dell'insetto. Inoltre, sulla stessa scala spaziale, la presenza di specie forestali alloctone e sgradite all'insetto, in particolare la robinia, ha determinato una riduzione della presenza di *B. vicetinus* indipendentemente da quale fosse la composizione delle specie native. Su scala locale *B. vicetinus* è in grado di alimentarsi su un'ampia gamma di latifoglie forestali, causando intense defogliazioni, con danni medi fino al 40% nelle specie più colpite (*Castanea sativa*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*). Su scala di paesaggio, la popolazione è globalmente diminuita tra il 2014 e il 2015, con un maggiore effetto dove la defogliazione dell'anno precedente era stata più intensa. Le informazioni acquisite riguardo fenologia di schiusa e scelta dei siti di ovideposizione rappresentano il primo passo per una gestione razionale delle esplosioni demografiche. Inoltre, l'analisi previsionale delle pullulazioni, basata sulla conoscenza della composizione del paesaggio nelle aree potenzialmente a rischio, potrà fornire un ulteriore contributo in tal senso. La comparazione di queste conoscenze con quelle relative ad altri ortotteri forestali potrà infine condurre a una maggiore e migliore comprensione del rapporto fitofago - pianta ospite anche in altri contesti modello.



### **The bush-cricket *Barbitistes vicetinus* (Orthoptera, Tettigoniidae), a new pest infesting broadleaf forests in north-east Italy**

**Keywords:** outbreaks; Tettigoniidae; defoliations; emergence traps; frass-collection.

Forest defoliation caused by Orthoptera are considered rare events and often confined to marginal areas. However, some Orthoptera outbreaks causing severe damage to forests are reported in literature. Among Orthoptera, the genus *Barbitistes* (Fam. Tettigoniidae) includes some species causing forest damage. *B. constrictus*, is considered a pest of pines and spruce (*Pinus sylvestris* and *Picea abies*) in Poland and Czech Republic (Holuša et al., 2006).

In Italy, defoliations caused by *B. ocskayi* in Trieste karst forests have been reported mainly on *Fraxinus ornus*. The current defoliations caused by outbreaks of *B. vicetinus* in north-east Italy are the first ones known for this species (Mazzon et al., 2011). This bush-cricket is a polyphagous and endemic species of north-east Italy, described in the early 1990s as a rare species (Galvagni and Fontana, 1993). Since 2008 repeated and severe outbreaks occurred in wooded areas (in particular in the Euganean Hills, Province of Padua) causing heavy defoliations to forests and close crops (vineyards and olive trees).

To date, the demo-ecological mechanisms driving outbreaks are still unknown. Studies were carried out on the biology and ecology of *B. vicetinus* in outbreak areas in order to improve the little knowledge currently available regarding this species and to provide information useful for the management of its outbreaks (Cavaletto et al., 2017). In particular, a 3-year study (2013-2015) was conducted in 18 sites using emergence traps to test the influence of vegetation type on the oviposition preference of the species. Moreover, the hatching phenology was also investigated during 4 years (2013-2016). The spatial ecology of *B. vicetinus* was investigated assessing the role of local and landscape drivers (i.e. stand composition and habitat area) affecting population density and defoliation severity. Using the “frass-collection” method, during two years (2014-2015) pest density and tree defoliation was studied in over 200 forest stands across outbreak areas.

Nymph density was assessed for the first time during outbreaks, showing mean values of over 1 million individuals/ha. In this respect, the highest nymph density was recorded in forest without showing any gradient from the inner forest to the forest edge. Phenology and duration of the hatching period were affected by elevation and slope facing. During the years of study the hatches were concentrated between the end of March and the first half of April, with only one generation per year. We found a strong negative effect of forest fragmentation on the pest population density at relatively small spatial scale (250-500 m). In addition, the presence of a non-host alien tree species (i.e., *Robinia pseudoacacia*) across the landscape further reduced the population density irrespective of local (10 m) tree composition. At local scale, *B. vicetinus* was however able to feed on a wide array of broadleaves tree species, causing severe defoliations with leaf damage up to 40% of the canopy of the most infested species (*Castanea sativa*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*). At regional scale, however, the population declined from 2014 to 2015 mainly in sites where the defoliation has been more severe in the previous year. Above all, these studies provide the first basal knowledge about bio-ecology of outbreaking populations of this species. The new insights on the hatching phenology and oviposition site preference, for instance, represent crucial information to predispose an effective outbreak management. In addition, the forecasting of the outbreak risk based on landscape composition and structure of areas potentially exposed to infestations will be furtherly useful.

\*\*\*

### **S. 13.03 Variazione, dopo quindici anni, dell'indice QBS, in formazioni forestali del Lazio a differente gestione selvicolturale**

Mario Contarini, Bruno Papparatti, Luca Rossini, Stefano Speranza

**Parole chiave:** bioindicatori; pedofauna; QBS-ar; protezione delle foreste.

La sempre maggiore attenzione rivolta alla salvaguardia ambientale sta portando ad una più consapevole considerazione del patrimonio forestale, alla luce di tutte le funzioni, dirette ed indirette che questo può



assolvere. In molte parti d'Italia, tuttavia, numerose formazioni forestali a causa dell'estrema vulnerabilità da cui sono contraddistinte, sono minacciate da una serie di fenomeni degradativi di origine naturale ed antropica tra i quali è d'obbligo annoverare gli incendi boschivi e le errate gestioni selvicolturali. La necessità di disporre di un quadro generale sul degrado ambientale causato dall'attività antropica e di conseguenza di adottare i corretti provvedimenti volti ad una gestione ecosostenibile e di tutela forestale, ha portato alla messa a punto di tecniche di monitoraggio attraverso l'uso di bioindicatori, utili a valutare lo stato di salute dell'ambiente forestale. In particolare, negli ultimi decenni si è affermato un indice di valutazione della qualità del suolo, il QBS-ar, che viene elaborato utilizzando la microfauna edafica come indicatore delle condizioni ambientali. Tale metodo nasce dalla constatazione che la pedofauna, rappresenta uno dei migliori bioindicatori della qualità di un suolo, per la sensibilità alle variazioni ecologiche e per la stretta relazione con le condizioni chimico-fisiche e ambientali che essa manifesta.

Obiettivo del presente studio è stato dunque quello di valutare il potenziale cambiamento della qualità del suolo, mediante il metodo del QBS-ar, valutato a distanza di quindici anni, nella rete regionale LAZIOFOR di foreste di latifoglie caratterizzate da una diversa composizione specifica e gestione selvicolturale.

La rete LAZIOFOR è stata istituita nel triennio 2002-2004 al fine di monitorare le condizioni fitosanitarie degli ecosistemi forestali laziali con particolare attenzione alle devastanti azioni che i principali lepidotteri defogliatori, *Lymantria dispar* in particolare, possono mettere in atto in questi ambienti. I medesimi punti rete sono stati oggetto inoltre di analisi della qualità biologica del suolo (QBS) allo scopo di valutare la complessità ecologica degli ambienti in esame e di conseguenza il loro grado di suscettibilità alle gradazioni dei fitofagi. Gli 11 siti inclusi nella rete sono caratterizzati dalla presenza di sugherete, leccete e formazioni forestali a prevalenza di cerro (*Quercus cerris*) e roverella (*Quercus pubescens*), e in taluni casi misti a carpino (*Carpinus spp.*), sottoposte a forme di governo a fustaia e ceduo, in un caso avviato all'alto fusto.

A tal fine, nel maggio del 2003 e del 2018 da ognuno degli 11 siti sono state prelevate tre zolle di suolo di 10x10x10 cm (per un peso pari a circa 1 Kg) e, ove presente, la lettiera.

L'estrazione dei microartropodi edafici è stata effettuata tramite un selettore di tipo Berlese-Tullgren, costituito da un imbuto contenente un setaccio all'interno del quale è stato inserito ogni campione di terra, posto a circa 20 cm da una lampadina ad incandescenza. Il procedimento sfrutta, infatti, la reazione di fuga della fauna del suolo dalla luce e dal gradiente termico e di umidità relativa indotto al campione dalla lampadina. I microartropodi raccolti all'interno di un contenitore sono stati quindi identificati utilizzando uno stereomicroscopio con ingrandimenti sino a 40X e specifiche guide di riconoscimento. Alle Forme Biologiche presenti è stato quindi assegnato un punteggio in funzione del grado di adattamento alla vita ipogea, il cosiddetto EMI, necessario per il calcolo del valore finale di QBS e l'attribuzione della classe di qualità del suolo. Saranno presentati i dati QBS-ar dei singoli siti nei due anni di rilevamento.

### ***Variation after fifteen years in the QBS index, in forest formations with different silvicultural management in Latium***

**Keywords:** bio-indicators; soil fauna; QBS-ar; forest protection.

The increasing attention paid to environmental protection is leading to a more conscious consideration of the forest heritage, in the light of all the functions, direct and indirect, that it can perform. In many parts of Italy, however, many forest formations, due to the extreme vulnerability from which they are distinguished, are threatened by a series of degradation phenomena of natural and anthropogenic origin, including forest fires and mismanagement of forests. The need to have a general overview of the environmental degradation caused by human activity and consequently to adopt the correct measures aimed at eco-sustainable management and forest protection, has led to the development of monitoring techniques through the use of bio-indicators, useful to assess the state of health of the forest environment. In particular, in recent decades, a soil quality assessment index, the QBS-ar, has been developed and performed using the soil's microfauna as an indicator of environmental conditions. This method is based on the observation that soil





fauna is one of the best bio-indicators of soil quality, due to its sensitivity to ecological variations and its close relationship with the chemical-physical and environmental conditions it manifests.

The objective of this study was therefore to evaluate the potential change in soil quality by means of the QBS-ar method, evaluated fifteen years later, in the regional LAZIOFOR network of broadleaf forests characterized by a different specific composition and silvicultural management.

The LAZIOFOR network was established in the three-year period 2002-2004 in order to monitor the phytosanitary conditions of the Lazio forest ecosystems with particular attention to the devastating actions that the main lepidopteran defoliators, *Lymantria dispar* in particular, can carry out in these environments. The same network points have also been the subject of soil biological quality analysis (QBS) in order to assess the ecological complexity of the environments under examination and consequently their degree of susceptibility to the gradations of the phytophagous. The 11 sites included in the network are characterised by the presence of cork oak, holm oak and forest formations mainly of Turkey oak (*Quercus cerris*) and downy oak (*Quercus pubescens*), and in some cases mixed with hornbeam (*Carpinus* spp.), subject to different forms of management (uneven-aged forest and coppice).

With this aim, in May 2003 and 2018, from each of the 11 sites three 10x10x10 cm clods of soil (weighing approximately 1 kg) and the litter, where present, has been collected.

The extraction of the soil microarthropods was carried out using a Berlese-Tullgren type selector, consisting of a funnel containing a sieve into which each soil sample, placed at about 20 cm by an incandescent bulb, was inserted. The procedure exploits, in fact, the escape reaction of the soil fauna from the light and from the thermal gradient and relative humidity induced by the bulb. The microarthropods collected inside a Falcon tube were then identified using a stereomicroscope with magnifications up to 40X and specific keys. Hence, to the Biological Forms were assigned a score according to the degree of adaptation to the hypogeal life, the so-called EMI, necessary for the calculation of the final value of QBS and the attribution of the soil quality class. The QBS-ar data of the sites in the two years of the survey will be presented.

\*\*\*

#### **S. 13.04 Gestione delle infestazioni di bostrico tipografo in Italia nord-orientale in uno scenario di cambiamento climatico: un approccio selvicolturale**

Massimo Faccoli

**Parole chiave:** infestazioni di scolitidi; cambiamento climatico; gestione forestale delle peccete.

*Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) è uno dei principali parassiti dell'abete rosso delle Alpi italiane. Dal 1994 la densità di popolazione di quest'insetto e il danno indotto alle foreste di abeti sono stati monitorati in modo permanente nell'Italia nord-orientale. I dati raccolti sono stati successivamente correlati alle condizioni climatiche e alle caratteristiche stazionali e forestali al fine di studiare se e come il riscaldamento termico e l'aumento della frequenza delle anomalie climatiche possano innescare pericolose infestazioni dello scolitide con potenziali gravi conseguenze sugli ecosistemi forestali. Al riguardo, le siccità estive associate ad alte temperature registrate negli ultimi anni hanno in effetti aumentato il rischio di pullulazioni di scolitidi a carico di abeti indeboliti dal cambiamento climatico. Nelle Alpi nord-orientali, le precipitazioni registrate dal 1922 al 2017 fra marzo e luglio nel periodo di maggiore attività di *I. typographus* sono diminuite di circa 200 mm (-22%), mentre dal 1962-2017 le temperature medie degli stessi mesi sono aumentate di circa 2 °C (+ 13%). I danni causati da *I. typographus* negli ultimi 20 anni sono stati osservati essere inversamente correlati alle precipitazioni di marzo-luglio dell'anno precedente, ma non correlati con la temperatura. L'aumento della temperatura primaverile, inoltre, non ha influenzato i tempi di sviluppo della prima generazione, ma ne ha solo anticipato l'inizio (circa 20 giorni in 10 anni). Precoci sfarfallamenti primaverili degli adulti svernanti e anticipata comparsa di individui di prima generazione, con conseguente immediato



avvio della seconda generazione, hanno tuttavia permesso un completo sviluppo della seconda covata prima dell'inverno, riducendo così la mortalità invernale della popolazione.

Gli effetti combinati dei fattori climatici e delle relative risposte delle popolazioni di *I. typographus* ne influenzano fortemente i danni causati. Il verificarsi di estati siccitose in combinazione con temperature calde è apparso essere uno dei principali fattori abiotici scatenanti le infestazioni di *I. typographus*. In un tale contesto, è stato possibile appurare come il danno per ettaro (in termini di numero di volume di piante bostricate) sia in media 7 volte superiore dove l'abete rosso è stato piantato in stazioni più calde e asciutte (in ambienti esalpici) rispetto a peccete cresciute in più freschi e umidi distretti mesalpici ed endalpici. Anche in quest'ultimo caso, tuttavia, estati asciutte hanno determinato spostamenti altitudinali delle infestazioni che partendo da focolai sviluppati a carico di peccete montane poste a quote inferiori progressivamente si espandono verso l'alto fino a raggiungere le peccete subalpine, generalmente meno soggette a danni da bostrico.

Oltre alle correlazioni con i parametri climatici, i dati relativi alle infestazioni come la quantità di danni e la posizione e la composizione delle foreste infestate sono stati analizzati nei sette tipi più comuni di foreste di abete rosso presenti nelle Alpi orientali, quali:

- (i) piantagioni pure;
- (ii) riforestazioni pure;
- (iii) peccete montane pure;
- (iv) peccete subalpine pure;
- (v) peccete miste a conifere;
- (vi) peccete miste a latifoglie;
- (vii) peccete miste a conifere e latifoglie.

I risultati indicano che diversi tipi di pecceta sono diversamente suscettibili agli attacchi di *I. typographus*. Le piantagioni, i rimboschimenti e le peccete montane pure mostrano un danno medio e un numero medio di infestazioni nettamente superiori rispetto ad altri tipi di pecceta. Le formazioni subalpine che crescono ad altitudini elevate (sopra i 1400 m) sono le uniche peccete pure a subire danni contenuti, probabilmente anche a seguito di un minore voltinismo del bostrico che a queste quote presenta una sola generazione l'anno. Il numero medio di focolai registrati annualmente nei diversi tipi di pecceta è inoltre negativamente correlato all'Indice di Naturalità del bosco, mostrando che foreste con un maggior grado di naturalità e biodiversità subiscono danni mediamente inferiori. I risultati suggeriscono che, insieme alle condizioni climatiche, la composizione delle peccete e la quota sono dunque fra i principali fattori che determinano il rischio di infestazioni da *I. typographus*. In conclusione, i risultati complessivi suggeriscono che le siccità primaverili aumentano il rischio di danni causati da *I. typographus* nell'anno seguente, mentre primavera più calde influenzano la sua fenologia. Considerando la crescente suscettibilità delle peccete alle infestazioni di insetti a seguito dei cambiamenti climatici, un'attenzione crescente deve essere corrisposta verso una gestione forestale sostenibile finalizzata a mitigare tali effetti negativi. Per alcuni tipi di peccete cresciuti in siti divenuti poco idonei alle esigenze ecologiche della pianta, e quindi soggette ad un progressivo deperimento e a un alto rischio di infestazione, è quindi necessaria una nuova strategia di gestione forestale che preveda una progressiva riduzione delle formazioni pure di abete rosso poste a bassa quota o fuori zona e un aumento della presenza di latifoglie.

### ***Management of Ips typographus infestations in NE Italy in a climate change scenario: a silvicultural approach***

**Keywords:** bark beetle infestations; climate change; spruce forest management.

*Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) is one of the major spruce pests in the Italian Alps. Since 1994, population density and induced damage to spruce forests have been permanently monitored in northeastern Italy, and correlated with climatic conditions and forest characteristics. Temperature warming and the increased frequency of climatic anomalies are expected to trigger bark beetle outbreaks with potential severe consequences on forest ecosystems. In this respect, summer drought associated with high temperatures recorded



in the last few years has given rise to outbreaks of bark beetles developing in weakened spruce trees. From 1922 to 2017, precipitation during March-July – the period of major activity of *I. typographus* has decreased of about 200 mm (-22%), whereas since 1962-2017 mean temperatures during March-July has increased of about 2°C (+13%). Damage caused by *I. typographus* was inversely correlated with March-July precipitation from the previous year but not correlated with temperature. Increases in spring temperature did not affect the development timing of the first generation, but only changed its onset. Earlier swarming of both overwintering beetles and first-generation offspring (about 20 days sooner over 10 years), and the early start of the second generation allowed a more complete development of the second brood.

The combined effects of climatic factors and density dependent feedbacks strongly affect forest damage caused by *I. typographus*. The occurrence of dry summers combined with warm temperatures appeared as the main abiotic triggers of severity of *I. typographus* outbreaks. We also found that forest damage per hectare averaged 7-fold higher where spruce was planted in sites warmer (outside Alps) than those within its historical climatic range (inside Alps). Dry summers, but not temperature, was thus related to upward shifts in the altitudinal outbreak range. Beside correlations with climatic parameters, data concerning infestations – such as amount of damage, and location and composition of the infested forests were analyzed in the seven most common spruce forest types:

- (i) pure spruce plantations;
- (ii) pure spruce reforestations;
- (iii) pure spruce mountain forests;
- (iv) pure spruce alpine forests;
- (v) spruce-conifer mixed forests;
- (vi) spruce-broadleaf mixed forests;
- (vii) spruce-conifer-broadleaf mixed forests.

The results indicate that different forest types are differently susceptible to *I. typographus*. Plantations, reforestations and mountain spruce forests show mean damage and mean number of infestations higher than other forest types. Within pure spruce forests, alpine forests growing at high elevations (>1400 m) suffer low damage. Furthermore, the mean number of infestation spots recorded annually in the different spruce forest types is negatively correlated with a Naturality Index value, indicating that more natural forests suffers lower damage. The results suggest that, together with climatic conditions, forest composition and elevation are the main factors driving the risk of *I. typographus* damage.

In conclusion, results suggest that spring drought increases damage caused by *I. typographus* in the following year, whereas warmer spring affects its phenology. Considering the potential increased susceptibility of spruce forests to insect outbreaks due to climate change, there is growing value in mitigating these effects through sustainable forest management, which includes avoiding the promotion of pure spruce stands planted outside its historical climatic range. A new management strategy for some spruce forest types is hence needed, with a progressive reduction of pure spruce forests at low altitude and an increase of broadleaf composition.

\*\*\*

### S. 13.05 L'efficacia della lotta biologica classica nel controllo del cinipide galligeno del castagno

Chiara Ferracini, Alberto Alma

**Parole chiave:** lotta biologica classica; insetti esotici invasivi; *Castanea* spp., valutazione di rischio.

La lotta biologica di tipo classico si basa sul contenimento di un fitofago esotico mediante l'introduzione di un limitatore naturale, importandolo dall'areale d'origine del fitofago. In condizioni ottimali tale metodo risulta particolarmente efficace in una prospettiva di lungo termine. Il limitatore introdotto, una volta



insediato, è infatti in grado di mantenersi autonomamente. In letteratura gli studi relativi ai programmi di lotta biologica classica sono scarsi, specialmente in ambito forestale.

*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) rappresenta uno dei più recenti esempi di specie esotiche invasive introdotte negli ecosistemi forestali europei. E' un insetto originario della Cina, comunemente conosciuto come cinipide galligeno del castagno. Da qui è stato accidentalmente introdotto in Giappone, Corea, Stati Uniti, Nepal e Canada. La sua presenza in Europa fu segnalata per la prima volta nel 2002 a carico di castagni da frutto e cedui.

Il deperimento delle piante ospiti è conseguenza del mancato o ridotto sviluppo dei germogli derivanti da gemme che in primavera, a causa della presenza delle larve del cinipide, si evolvono in galle. La formazione delle galle sui germogli e sulle foglie determina un contenimento dello sviluppo vegetativo e una forte riduzione della fruttificazione, variabili in funzione della diversa sensibilità varietale.

A partire dalle prime segnalazioni, è stata confermata la capacità da parte del cinipide galligeno del castagno di reclutare un'ampia gamma di limitatori indigeni generalisti, prevalentemente imenotteri calcidoidei parassitoidi dei cinipidi delle querce appartenenti alle famiglie Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Ormyridae, Pteromalidae, e Torymidae. Infatti, una correlazione positiva tra la biocenosi indigena e la presenza di querce in prossimità dei castagni infestati è stata riscontrata, evidenziando come tali parassitoidi siano in grado di ampliare la loro gamma abituale di ospiti. Malgrado ciò, le percentuali di parassitizzazione da parte dei parassitoidi autoctoni sono rimaste piuttosto basse anche molti anni dopo l'arrivo del cinipide. Per il contenimento di *D. kuriphilus* si è quindi optato per la lotta biologica classica mediante l'introduzione dell'agente di controllo biologico *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae). Gli adulti del parassitoide sfarfallano in primavera e dopo l'accoppiamento le femmine ovidepongono all'interno delle celle di galle neoformate. La larva ectoparassita si nutre della larva del cinipide e s'impupa durante l'inverno all'interno della cella larvale.

Un progetto di lotta biologica classica è stato avviato in Italia a partire dal 2005 con il rilascio di adulti di *T. sinensis* e l'efficacia del parassitoide nel contenimento del galligeno esotico è stata studiata lungo un arco temporale di nove anni (2009-2017). In particolar modo, sono stati effettuati rilievi al fine di valutare la percentuale di infestazione del cinipide e la parassitizzazione di *T. sinensis* in diverse aree castanicole italiane nel corso del periodo di indagine. Tali ricerche hanno evidenziato il regolare insediamento del parassitoide e il progressivo aumento della sua popolazione, dimostrando l'efficacia della lotta biologica nel ristabilimento dell'equilibrio alterato dopo circa 7-8 anni dal primo rilascio del limitatore.

Siccome *T. sinensis*, analogamente a *D. kuriphilus*, è una specie esotica, diverse ricerche sono state condotte per valutare l'eventuale impatto sulla biocenosi indigena e i potenziali rischi di alterazione degli equilibri consolidati nelle biocenosi degli altri cinipidi. In particolar modo, vengono forniti i risultati derivanti dagli studi condotti in merito alla possibile parassitizzazione di organismi non target, con particolare riguardo per i cinipidi galligeni infestati a piante del genere *Quercus*, e all'eventuale ibridazione con specie congeneri indigene, caratterizzate da curve di volo temporalmente sovrapponibili a quella del parassitoide esotico.

### **Classical biocontrol: the successful management of the Asian chestnut gall wasp**

**Keywords:** classical biological control; invasive exotic pests; *Castanea* spp., risk assessment.

Classical biological control is one of the few techniques that aim at permanent control of insect pests, where no action is needed after the biocontrol agents have been released and distributed throughout the invaded range. In the literature the impacts of classical biological control are poorly documented, and data on economic benefits does exist for several agricultural pests but for pests of forest trees are scant. A recent example of pests accidentally introduced in the European forestry environment is the Asian chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). Native of China, it established as a pest in Japan, Korea, USA, Nepal, Canada, and since 2002 in many European countries, affecting chestnut orchards and coppices. Greenish-red galls, developing at the time of budburst, are induced by the larval stage of the pest, suppressing shoot elongation and causing severe reduction of fruiting with significant yield losses.





Generalist native parasitoid species, belonging mainly to the families Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Ormyridae, Pteromalidae, and Torymidae, quickly recruited to this novel gall wasp host. A positive correlation between the oak density occurring in the infested chestnut forests and the richness and abundance of native parasitoid species has been recorded, highlighting how generalist parasitoids may easily switch hosts. Nevertheless, they did not provide any effective control of this pest, with negligible parasitism rates most likely due to incompatible life cycles. That is why, in order to suppress the gall wasp population growth, the parasitoid *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) was released. After emergence in early spring and mating, the female lays eggs inside the larval chamber of newly formed galls, usually one egg per host larva. After hatching the larva feeds ectoparasitically on the host larva, and it pupates in the host larval chamber during winter. A classical biological control program started in 2005 in Italy with the release of *T. sinensis* specimens in infested chestnut orchards, and a long-term monitoring was carried out in a nine-year period (2009-2017) in different chestnut-growing areas. A quantitative assessment of the effectiveness of this parasitoid was provided, evaluating the trend both of the infestation rate by *D. kuriphilus*, and of the parasitism rate by *T. sinensis*.

After its introduction, *T. sinensis* caused a density-dependent mortality on *D. kuriphilus*, and in a few years reduced considerably the population density of the gall wasp, making this parasitoid one of the most recent successful examples of classical biological control program. Based on our data, *T. sinensis* required approximately seven-eight years to noticeably decrease the *D. kuriphilus* population in Italy.

Since *T. sinensis* is not native to Europe, an exhaustive post-release impact evaluation was carried out as well. The high pressure by *T. sinensis* reflected on the native parasitoid community. In particular, a research on the impact of *T. sinensis* on native cynipid gall inducers in Italy, was carried out evaluating the potential expansion of its host-range on non-target oak galls (*Quercus* spp.), and the hybridization with congeneric native species. The magnitude of the outcome of such introduction has been deeply investigated, and data about these post-release evaluations of non-target effects are provided.

\*\*\*

### S. 13.06 Impatto di nuove specie di insetti fitomizi dell'eucalipto sulla produzione di miele uniflorale

Ignazio Floris, Michelina Pusceddu, Alessandra Mura, Alberto Satta

**Parole chiave:** insetti fitofagi dell'eucalipto, melata, produzione di miele.

Le specie di *Eucalytus* sono considerate a livello mondiale delle importanti piante mellifere sia come sorgenti di nettare che di polline, contribuendo alla produzione di notevoli quantità di miele uniflorale, particolarmente nel periodo estivo grazie all'abbondante fioritura di una delle specie più comuni nell'area mediterranea, rappresentata dall' *E. camaldulensis*. Il potenziale mellifero di queste piante può raggiungere anche i 200 Kg/ha. Pertanto il suo potenziale produttivo è molto elevato e, talvolta, incide per oltre il 50% nella Produzione Vendibile degli apiari. In Italia, si stimano almeno 50 mila ettari di coltivazione (al netto delle fasce frangivento dei piccoli appezzamenti), per un valore potenziale teorico di 10.000 t di miele all'anno (pari a un valore commerciale all'ingrosso di circa 40 milioni di Euro all'anno; di 100-120 milioni di Euro all'anno considerando i prezzi medi al dettaglio). Alla produzione di miele si aggiunge poi la produzione di polline, di crescente interesse commerciale come integratore alimentare, che può ulteriormente concorrere all'integrazione del reddito dell'apicoltura. Nel corso degli ultimi anni, soprattutto a partire dal 2010, si sono registrati nuovi problemi fitosanitari sull'eucalipto, legati all'introduzione di nuovi fitofagi, particolarmente di alcune psille (*Glycaspis brimblecombei* e *Blastopsilla occidentalis*) e della cimicetta della bronzatura (*Thaumastocoris peregrinus*), che hanno determinato un forte impatto negativo sulla fioritura e, quindi, sulla produzione nettariifera, solo parzialmente compensata dalla produzione di melata. L'analisi dei dati raccolti nel corso di un quadriennio (2011-14) in Sardegna, relativi all'andamento delle infestazioni dei nuovi fitofagi e alla



produzione di miele, evidenzia un crollo consistente delle produzioni dopo il 2011, passata da una media di circa 35 Kg/alveare (2011) ad una media di circa 5 Kg/alveare del 2014. Inoltre, l'incidenza della melata prodotta dagli insetti fitomizi modifica le caratteristiche sensoriali e melissopalinoologiche, portando tali parametri ai limiti o al di sotto delle soglie previste per questa tipologia uniflorale di miele, condivise a livello internazionale e adottate nei controlli ufficiali del miele a livello ministeriale.

### ***Impact of the new invasive sap-sucking insect pests of eucalyptus on the unifloral honey production***

**Keywords:** eucalyptus insect pests; honeydew; honey production.

The *Eucalyptus* species are of worldwide importance as melliferous plants providing a source of both nectar and pollen, and contributing to the production of large quantities of unifloral honey, especially in summer when abundant flowering features one of the most common species in the Mediterranean basin, *E. camaldulensis*. The honey yield potential of these plants can reach even 200 kg / ha. Therefore its potential production is very high and sometimes represents more than 50% in the salable production of the apiaries. In Italy, Eucalyptus plantations cover an estimated area of at least 50,000 hectares (apart windbreaks or small plots), corresponding to a theoretical potential value of 10.000 tons of honey per year (representing a wholesale commercial value of about 40 million euros per year, and of 100-120 million euros retail). In addition to the main honey production, the possible production of pollen have to be considered as another field of growing commercial interest as functional food, which can further contribute to the integration of the beekeeping economy in connection with forestry. Over the last few years, especially from 2010, new threats have been recorded on *Eucalyptus*, due to the introduction of new phytophages, especially including some psyllid as the psilla lerp *Glycaspis brimblecombei*, and the bronz bug *Thaumastocoris peregrinus*, that had a significant impact on the plant sanitary status, affecting the nectar production, that was only partially compensated by the honeydew produced by the sup-sucking insects. The analysis of data collected over a four-year period (2011-14) in Sardinia, concerning the patterns of abundance of the new pests and the honey production, shows a significant reduction in honey production after 2011, from an average of about 35 kg/hive (2011) to about 5 kg/hive (2014). Furthermore, the incidence of the honeydew produced by sap-sucking insects led to modifications in the organoleptic and melissopalynological characteristics of the unifloral honey in contrast with the standard already defined and adopted at EU and ministerial level.

\*\*\*

### **S. 13.07 Agenti patogeni invasivi negli ecosistemi forestali europei**

Luisa Ghelardini

**Parole chiave:** patogeni forestali; ecosistemi forestali; epidemie.

La sostenibilità è la gestione delle risorse naturali in modo tale da soddisfare le esigenze correnti degli esseri umani, salvaguardando allo stesso tempo la capacità dell'ecosistema di soddisfare i bisogni delle generazioni future. La gestione forestale è una parte cruciale della sostenibilità, dal momento che le foreste coprono gran parte delle terre emerse, forniscono sostentamento all'umanità e ospitano una grande parte della biodiversità del mondo. Sviluppare strategie per una selvicoltura economicamente sostenibile è oggi una questione della massima urgenza.

I patogeni forestali invasivi, ossia quei patogeni che non sono originari di un ecosistema e sono in grado di arrecargli danni economici e ambientali se vi fossero introdotti, mettono in pericolo le foreste di tutto il mondo. Sebbene quantificare i costi dei patogeni invasivi sia complesso e soltanto pochissimi studi abbiano



tentato di stimare i costi di epidemie causate da invasioni multiple, certo è che i patogeni invasivi hanno dimostrato di danneggiare tutte quelle proprietà degli ecosistemi forestali che la selvicoltura sostenibile ha l'obiettivo di proteggere. Salute e produttività delle foreste, ricchezza della biodiversità, qualità dell'aria, protezione delle acque, stoccaggio del carbonio e servizi sociali.

Oltre alle perdite di produzione, i costi economici delle malattie invasive includono effetti collaterali negativi sul commercio di prodotti forestali e produzione vivaistica, spese per le ispezioni, il monitoraggio, la prevenzione e la risposta all'invasione. Gli agenti patogeni invasivi hanno effetti ecologici a tutti i livelli di organizzazione dell'ecosistema, dal singolo gene all'intero insieme. I patogeni forestali invasivi modificano il livello genico ibridandosi con i microrganismi nativi, un fenomeno che produce l'improvvisa comparsa di nuovi ceppi o specie di patogeni con maggiore virulenza o un range di ospiti più ampio. Le epidemie di patogeni forestali invasivi modificano la diversità, la ricchezza, la composizione e l'abbondanza di specie ospiti e non ospiti, influenzando i processi ecosistemici e i cicli biogeochimici. Gli effetti dei patogeni invasivi sono duraturi e si accumulano nel tempo, gravando sulle generazioni future.

Negli ecosistemi forestali le epidemie sono state per lo più causate dall'introduzione involontaria di specie invasive tramite il movimento globale di persone e di merci. La principale via di introduzione è il commercio internazionale di piante legnose vive. Nel caso dell'Europa, le malattie invasive sono arrivate principalmente dal Nord America, che è stato per lungo tempo il nostro principale partner commerciale. Un esempio tristemente famoso è l'arrivo della sottospecie americana del fungo responsabile della grafiosi dell'olmo *Ophiostoma novo-ulmi*, dal Nord America all'Europa su tronchi dell'olmo americano *Ulmus thomasi*. Altri due patogeni alieni che hanno distrutto le loro specie ospiti in Europa, vale a dire *Seiridium cardinale* e *Ceratocystis platani*, gli agenti del cancro del cipresso e del cancro colorato del platano, sono stati introdotti in Europa su legno infetto. Dagli anni '90 in poi, l'Asia è diventata uno dei maggiori produttori mondiali di piante di vivaio e uno dei principali partner commerciali per l'Europa, diventando una delle origini prevalenti di patogeni invasivi. La crescente diversità di prodotti legnosi e vegetali e il rapido turnover delle specie commerciate e dei partner commerciali continuano a far crescere il numero di potenziali invasori. Inoltre, un'importante causa della emergenza di patogeni invasivi è il ricorso globale a piantagioni forestali a gestione intensiva costituite di specie arboree esotiche o di pochi cloni della stessa specie piantate su grandi aree. Queste pratiche hanno aumentato gli attacchi di agenti patogeni che sono stati accidentalmente introdotti e si sono eventualmente adattati a specie ospiti locali.

Per il prossimo futuro, inoltre, possiamo aspettarci che l'azione continua di disturbo globale dovuta ai cambiamenti climatici farà crescere ulteriormente il rischio di invasione in Europa, in particolare nella regione mediterranea che è ritenuta un hotspot del cambiamento del clima. I cambiamenti climatici alterano il funzionamento degli ecosistemi modificando la ricchezza e l'abbondanza delle specie; possono aumentare la fitness dei patogeni e guidare la loro espansione geografica indebolendo allo stesso tempo le difese delle piante ospiti, e aumentando così gli attacchi di nuove specie invasive.

Nonostante il progresso delle normative fitosanitarie in Europa, le vie di introduzione e diffusione di agenti patogeni invasivi rimangono permeabili, principalmente a causa dell'enorme quantità di merci scambiate, degli inevitabili limiti nella modalità e nel numero di controlli e a causa della natura elusiva degli invasori. Gli agenti patogeni invasivi infatti possono rimanere latenti in tessuti vegetali asintomatici per lungo tempo, e nella maggior parte dei casi erano sconosciuti come agenti patogeni o del tutto sconosciuti alla scienza prima che si manifestassero come patogeni epidemici al di fuori del loro areale di indigenato.

Cosa si può fare? Per contenere rischi e danni da patogeni forestali invasivi, è necessaria una comprensione approfondita dei fattori che guidano queste epidemie. È imperativo aumentare la consapevolezza dei tecnici che si occupano di pianificazione e gestione forestale oltre che dei privati proprietari di foreste sulla minaccia rappresentata dai microrganismi patogeni invasivi; sollecitare l'uso di materiale vegetale certificato ed possibilmente specie di origine locale; promuovere la diversità delle specie arboree per aumentare la resilienza delle foreste gestite; ricorrere a cloni geneticamente migliorati e selezionati per una maggiore resistenza agli agenti patogeni, quando disponibili; stimolare una partecipazione attiva nelle reti di sorveglianza promuovendo e organizzando campagne di informazione e incoraggiando l'uso di nuove



tecnologie per la diagnosi precoce. L'esperienza ha dimostrato che l'eradicazione è possibile solo quando i patogeni invasivi vengono intercettati all'arrivo o nelle piante di vivaio prima di che si stabiliscano nell'ambiente naturale. Oggi, tutte queste azioni sono necessarie per perseguire una selvicoltura sostenibile.

### ***Invasive tree pathogens in European forest ecosystems***

**Keywords:** invasive forest pathogens, forest ecosystem; epidemic.

Sustainability is the management of natural resources in such a way as to meet current needs of human beings while safeguarding the ecosystem capacity to meet the needs of future generations. Forest management is a crucial part of sustainability, since forests cover a large part of emerged land, providing for the livelihoods of humans, and hosting a great part of the world's biodiversity. To develop strategies for an economically viable and sustainable forestry is nowadays a matter of extreme urgency.

Invasive forest pathogens, i.e. tree pathogens that are not native to an ecosystem and are able to cause economic and environmental harm once introduced, endanger forests worldwide. Although quantifying the cost of invasive pathogens is complex, and the cost of multiple invasive diseases were assessed by only a few studies, invasive pathogens proved to damage all properties of forest ecosystems that sustainable forestry aims to protect. Forest health and productivity, biodiversity richness, air quality, water protection, carbon storage, and social services. Besides production loss, the full economic costs of invasive diseases include negative side effects on trade of forest products and nursery plants, expense for inspections, monitoring, prevention, and response to invasion. Invasive pathogens have ecological effects at all organization levels, from gene to the whole ecosystem. Invasive forest pathogens impact the gene level by hybridizing with native microorganisms, a phenomenon that drives the sudden emergence of new pathogen strains or species with increased virulence or enlarged host range. Epidemic outbreaks of invasive pathogens change diversity, richness, composition and abundance of host and non-host species, impacting ecosystem processes and biogeochemical cycles. The effects of invasive pathogens are enduring and cumulative, and rest on future.

Forest disease epidemics mostly resulted from the inadvertent introduction of invasive species to new areas by global transport and trade. The predominant pathway of introduction is international commerce of woody plants for planting. In the case of Europe, invasive diseases arrived mainly from North America that was our prominent commercial partner for a long time. An infamous example is the arrival of the subspecies americana of the Dutch elm disease fungus *Ophiostoma novo-ulmi*, from North America to Europe with rock elm logs. Other two destructive alien pathogens of European trees, namely *Seiridium cardinale* and *Ceratocystis platani*, the agents of cypress canker and canker stain of plane, were also introduced to Europe through infected wood materials. From the 1990s onward, Asia came to be one of the world's largest producers of plants for planting and a leading commercial partner for Europe, becoming a prevalent source of invasive tree pathogens. The constantly increasing diversity of woody and plant products, and the rapid turnover in traded goods and trading partners continue to expand the number of potential invaders. Also, an important driver of invasive disease emergence is the global use of intensively managed forest plantations of non-native trees or of few clones of the same species over huge areas. These practices have increased the attacks by pathogens that were accidentally introduced and became adapted to local host species.

For the next future, in addition, we can expect that the continual mega-disturbance due to climate change will increase the invasion threat in Europe, and particularly in the Mediterranean region that is expected to be a climate change hot-spot. Climate change alter ecosystem functioning by modifying species' richness and abundance; may enhance the fitness of pathogens, and drive their range-expansion while defeating host plant defense, thus boosting the attacks of new invasive species.

Despite the improvement of phytosanitary regulations in Europe, key pathways for entry and spread of invasive pathogens remain pervious, mainly because of the huge quantity of exchanged commodities, the inevitable limitations in the mode and number of controls, and the elusive nature of invaders. Invasive pathogens may





remain latent in asymptomatic plant tissues for long time, and were in most cases unknown as pathogens or unknown to science at all before they appeared as epidemic disease agents outside their native range.

What can be done? In order to contain risk and damage by invasive forest pathogens, a thorough understanding of the causal factors is necessary. It is imperative to increase awareness of forest planners and managers and of private forest owners about the threat posed by invasive microbes; to urge the use of certified plant material and possibly species of local origin; to promote tree species diversity for increasing ecosystem resilience of managed forests; to resort to selected tree clones with increased pathogen resistance when available; to spur an active participation in surveillance networks by promoting and organizing information campaigns, and to encourage the use of novel technologies for early diagnosis. Experience has proved that eradication is only possible when invasive pathogens are intercepted at arrival or on nursery plants before establishment in the natural environment. Today, all of these actions are required to pursue sustainable forestry.

\*\*\*

### **S. 13.08 Risultati del programma di lotta microbiologica ai lepidotteri defogliatori delle sugherete in Sardegna**

Pietro Luciano, Andrea Lentini, Roberto Mannu, Arturo Cocco, Pino Angelo Ruiu

**Parole chiave:** *Lymantria dispar*; *Malacosoma neustria*; *Bacillus thuringiensis kurstaki*; applicazioni aeree.

Le infestazioni di *Lymantria dispar* (Linnaeus) e di *Malacosoma neustria* (Linnaeus) nel corso del periodo 1980-2000 sono diventate sempre più frequenti in una parte considerevole delle sugherete sarde, spesso degradate per intervento antropico a pascoli arborati. Per limitare il conseguente progressivo decadimento delle condizioni di salute delle sughere, che minacciava la conservazione dei boschi e la quantità e la qualità della produzione di sughero, a partire dal 2001 è stato intrapreso un programma di lotta microbiologica, utilizzando preparati a base di *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, che al 2018 ha interessato circa 185.000 ettari di sugherete. La mortalità di *M. neustria* è risultata superiore a quella di *L. dispar* in aree con popolazioni miste dei due lepidotteri. Generalmente i trattamenti di lotta microbiologica sono stati molto efficaci, consentendo un'adeguata protezione del germogliamento primaverile delle querce. Purtroppo, in qualche anno, a causa di difficoltà organizzative e tecniche, l'intervento non è stato eseguito con la dovuta tempestività o si è dovuto rinunciare ad esso. Si riportano i principali risultati raggiunti e i problemi affrontati durante lo sviluppo del programma di lotta.

#### ***The microbiological control program against lepidopterous defoliators in Sardinian cork oak forests***

**Keywords:** *Lymantria dispar*; *Malacosoma neustria*; *Bacillus thuringiensis kurstaki*; aerial applications.

In the period 1980-2000, the infestations of *Lymantria dispar* (Linnaeus) and *Malacosoma neustria* (Linnaeus) have become more frequent in a large part of the Sardinian cork oaks. In these areas, the cork-oak forests are largely thinned and degraded to pastures by anthropic intervention. The progressive decay of the tree health has threatened the conservation of oak forests and the amount and quality of cork production. With the aim of reducing the damage caused by *L. dispar* and *M. neustria* in Sardinia, a microbiological control program using *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* has started in 2001 and has involved approximately 185,000 hectares of cork oak forests in the period 2001-2018. The applications of the bacterial insecticide generally resulted in a high larval mortality in all areas. The mortality rates of *M. neustria* were higher than those of *L. dispar* in areas with mixed populations of the two moths. Overall, the microbiological control program has been highly effective in Sardinia, with an adequate protection of oak spring budding. However, these interventions have not been always successful due to missing or untimely applications attributable to



organizational or technical problems. Here we report the main results achieved and problems faced during the control program.

\*\*\*

### **S. 13.09 Patogeni invasivi e possibili processi ecologici: il caso della ruggine dell'ontano nelle Alpi orientali italiane**

Giorgio Maresi, Claudia Maria Oliveira Longa, Alessandra Benigno, Salvatore Moricca

**Parole chiave:** specie aliene; successione ecologica; *Melampsorium hiratsukanum*; ontano bianco; larice.

*Melampsorium hiratsukanum*, agente della ruggine dell'ontano, è un patogeno esotico che si è diffuso in modo pervasivo nelle Alpi orientali italiane durante l'ultimo decennio. Trattasi di una ruggine etero-macro-ciclica, che sviluppa le fasi spermogonica ed ecidica su *Larix* sp. e le fasi uredosorica e teleutosorica su *Alnus* sp. Considerato di origine asiatica (Cina, Giappone, Nepal), questo fungo venne segnalato a metà degli anni novanta del secolo scorso nei Paesi Baltici (Estonia e Finlandia), da dove si è poi diffuso in vari Paesi europei. La prima segnalazione della malattia in Italia avvenne su ontano bianco (*Alnus incana*) nel 2010 in Val Campelle (Trento). Il parassita è poi comparso in forma epidemica in altre valli dell'area alpina, risultando ora presente pressoché in tutte le ontanete di ontano bianco del Trentino Alto Adige. Questa ruggine è essenzialmente un parassita fogliare, ma è anche capace di infettare le gemme dell'ontano, sulle quali sverna; questo aspetto della sua biologia infettiva ha forte rilevanza epidemiologica in quanto gli consente di sopravvivere, in un ciclo vitale ridotto, anche in assenza dell'ospite secondario, il larice, e di causare nuove infezioni, la primavera successiva, sugli ontani. Tuttavia, in alcune delle realtà esaminate in Trentino Alto Adige, è stata rilevata anche la presenza della forma ecidica su *Larix decidua*. Ciò è fondamentale per la riproduzione del patogeno, in quanto gli consente di completare il proprio ciclo vitale, e dimostra che il microorganismo avrebbe trovato nelle ontanete ad ontano bianco con presenza di larice l'habitat ideale per la sua sopravvivenza e riproduzione. I rilievi sull'andamento delle infezioni in alcune valli alpine hanno confermato come il danno prodotto da tale patogeno consista in intense defogliazioni, osservabili in piena estate, sull'ontano bianco. Contemporaneamente, si è potuto osservare la totale assenza di sintomi sia su ontano nero che su ontano verde. La presenza del parassita è ormai una costante nelle ontanete ripariali ad ontano bianco così come il suo impatto sulle piante, con ben poche differenze nella severità delle infezioni, generalmente elevata, fra le diverse annate. Sebbene al momento gli ontani non risultino uccisi dalla malattia, la loro defogliazione costante e ripetuta per più stagioni vegetative ne ha diminuito la capacità fotosintetica e modificato le condizioni di luminosità e copertura di tali formazioni, soprattutto in quei soprassuoli che vegetano lungo le sponde dei corsi d'acqua, nei fondovalle. Questo disturbo a scapito della specie dominante e maggiormente caratterizzante l'habitat potrebbe avere forti ripercussioni sul suo mantenimento e sulla sua conservazione. In particolare potrebbe favorire ulteriormente la diffusione di numerose specie erbacee invasive che negli ultimi anni si sono diffuse nei boschi ripariali, fra cui: *Reynoutria japonica*, *Buddleja davidii*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens balfouri*, *Amorpha fruticosa*, *Solidago canadensis*, *Heracleum mantegazzianum*, *Fallopia auberti*, *Epilobium ciliatum* etc. L'arrivo e l'insediamento dell'invasivo *M. hiratsukanum* si inserisce pertanto in un processo di profonda trasformazione degli ecosistemi forestali ripariali, di cui potrebbe accelerarne le dinamiche evolutive e la cui conservazione potrebbe porre a rischio. Infatti, per quanto la ruggine dell'ontano non abbia al momento effetti devastanti, essa costituisce comunque un'azione di disturbo dell'habitat che potrebbe nel tempo innescare processi ecologici dall'esito finale imprevedibile. La contemporanea presenza di ulteriori problematiche come la diffusione della moria dell'ontano causata da attacchi di *Phytophthora*, recentemente riscontrata in alcune



ontanete dell'Alto Adige, potrebbe creare la premessa per una forte riduzione, se non sparizione, dell'habitat ad ontano bianco. In tale scenario, l'agente di ruggine potrebbe venire ad assumere un ruolo ancor più determinante per la vitalità delle piante e per la loro possibilità di sopravvivenza.

### ***Invasive pathogens and possible ecological processes: the case of alder rust in eastern Italian Alps***

**Keywords:** alien species; ecological succession; *Melampsorium hiratsukanum*; grey alder; larch.

*Melampsorium hiratsukanum*, the causal agent of alder rust, is an exotic pathogen that has spread pervasively throughout the eastern Italian Alps during the last decade. It is a hetero-macro-cyclic rust, which develops the spermogonial and aecial stages on *Larix* sp. and the uredinial and telial stages on *Alnus* sp. Considered of Asian origin (China, Japan, Nepal), this fungus was reported in the mid-nineties of the last century in the Baltics (Estonia and Finland), from where it spread to various European countries. The first report of the disease in Italy was on grey alder (*Alnus incana*) in 2010 in Val Campelle (Trento). The pathogen then appeared in epidemic form in other valleys of the Alpine area and at present it can be found in almost all grey alder stands of Trentino Alto Adige. This rust is basically a leaf parasite, but it is also capable of infecting the buds of alder, on which it overwinters; this aspect of its infection biology has strong epidemiological relevance as it allows the rust to survive, in a reduced life cycle, even in the absence of the secondary host, the larch, and to cause new infections, the subsequent spring, on alder. However, in some of the stands surveyed in Trentino Alto Adige, the occurrence of the aecial form on *Larix decidua* was also observed. This is fundamental for the reproduction of the pathogen, allowing it to complete its life cycle, and proves that the microorganism has found in grey alder stands mixed with larch individuals an ideal habitat for its survival and reproduction. Surveys aimed at monitoring the progression of disease in some Alpine valleys confirmed the damage produced by this pathogen to consist of intense defoliation, noticeable at advanced summer on grey alder. At the same time, the total absence of symptoms on both black alder and green alder was noticed. The occurrence of the parasite is now a constant in riparian grey alder stands as well as its harm to trees, with very little difference in the severity of infections, generally high, among the different years. Although at present alders are not killed by the disease, the constant defoliation repeated for several growing seasons has decreased their photosynthetic capacity and modified the conditions of light and cover of these formations, especially on stands growing along river banks, in valley bottoms. This disturbance to the dominant species, which mostly characterizes such habitat, could strongly impact its maintenance and conservation. In particular, disturbance could further promote the spread of various invasive herbaceous species that have colonized riparian woods in recent years, among which: *Reynoutria japonica*, *Buddleja davidii*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens balfouri*, *Amorpha fruticosa*, *Solidago canadensis*, *Heracleum mantegazzianum*, *Fallopia auberti*, *Epilobium ciliatum*, etc. The arrival and establishment of the invasive *M. hiratsukanum* is therefore part of a strong transformation process of riparian forest ecosystems, of which it could accelerate the evolutionary dynamics and whose conservation could put at risk. In fact, despite alder rust has at present no devastating effects, its disturbance to the habitat could in time trigger ecological processes whose final outcome is unpredictable. The simultaneous occurrence of other phytosanitary constraints such as alder dieback induced by *Phytophthora* attacks, recently discovered in some alder stands in South Tyrol, could lead to a strong reduction, if not disappearance, of grey alder habitats. In this scenario, the rust pathogen could come to play an even more severe role on the viability and chances of survival of grey alder.

\*\*\*



### **S. 13.10 Primi risultati di una prova sperimentale sulla risposta al diradamento di un popolamento forestale in fase di deperimento da stress idrico**

Luigi Portoghesi, Naldo Anselmi, Gianluca Piovesan, Anna Maria Vettraino

**Parole chiave:** ceduo di cerro oltretorno; deperimento; endofiti; diradamento.

L'aumento dell'intensità della siccità estiva è tra gli effetti più evidenti dei cambiamenti climatici in atto in ambito mediterraneo. La riduzione della disponibilità di acqua induce facilmente nei popolamenti forestali condizioni di stress che espongono gli alberi agli attacchi di patogeni endofiti. Nei popolamenti coetanei l'elevata densità del popolamento accentua la competizione per cui il diradamento è considerato un utile strumento per ridurre favorire la resistenza o il recupero degli individui rilasciati, come dimostrano le diverse ricerche finora compiute (Sohn et al., 2016). Mancano evidenze riguardo agli effetti del diradamento sul deperimento da endofiti dovuto a stress idrico. Questo argomento è stato approfondito tramite una prova di diradamento in un ceduo matricinato oltretorno di cerro di 41 anni. La risposta al trattamento è stata verificata dopo sette anni in termini di condizioni fitosanitarie degli alberi e di crescita del popolamento attraverso inventari successivi e analisi dendroclimatiche. I primi risultati, hanno evidenziato che la crescita del popolamento diradato ha ripreso il ritmo che aveva prima dell'inizio del periodo siccitoso e il processo di deperimento è rallentato. La ripresa è stata favorita dall'attenuazione della siccità estiva negli anni successivi al trattamento. Il reale contributo del diradamento emergerà quando il popolamento si troverà nuovamente ad affrontare prolungate situazioni di stress idrico.

#### ***First results from an experimental trial on the response to thinning of a forest stand under water stress induced dieback conditions***

**Keywords:** turkey oak old stored coppice; dieback; endophytic pathogens; thinning.

Increasing in the intensity of summer drought is one of the most evident effects of climate change in the Mediterranean area. The reduction of water availability easily induces stress conditions in forest stands and exposes trees to attacks of endophytic pathogens. In dense even aged stands the competition for water resources is particularly high then thinning is considered a useful silvicultural tool to promote the resistance or recovery of the released individuals, as shown by the various researches carried out so far (Sohn et al., 2016). There is a lack of evidence regarding the effects of thinning on stands subjected to attacks of pathogens due to water stress. This issue has been investigated by means of a thinning trial in a 41-year-old stored coppice with standards. The response to treatment was verified in terms of health conditions of the trees and stands growth through successive inventories and dendroclimatic analyses. The first results after seven years from thinning have shown that the growth of the thinned stand resumed the pace that had before the beginning of the drought period and the process of decay slowed down. The growth recovery was favored by the attenuation of the summer drought in the years following treatment. The real contribution of thinning will emerge when the stand will again face prolonged situations of water stress.

\*\*\*

### **S. 13.11 *Geosmithia* spp. e *Ophiostoma novo-ulmi* una nuova associazione fungina mediata dagli scolitidi dell'olmo**

Alberto Santini, Alessia Lucia Pepori

**Parole chiave:** trasferimento genico orizzontale; micoparassitosi; fuga; grafiosi dell'olmo; riproduzione sessuale.

Il genere *Geosmithia* è un appartiene all'ordine degli Ascomiceti; questo genere, è stato riorganizzato negli anni '70. Alcuni recenti studi hanno evidenziato che alcune specie del gen. *Geosmithia* possano svolgere un ruolo nel patosistema olmo-grafiosi dell'olmo.





*Geosmithia* e *Ophiostoma novo-ulmi* vengono diffusi dagli stessi vettori, gli scolitidi dell'olmo; condividono lo stesso habitat per una buona parte del loro ciclo vitale; inoltre è stato accertato che frequentemente avviene un trasferimento genico orizzontale tra ceppi di questi funghi.

Per chiarire quale tipo di relazione intercorra tra questi funghi abbiamo studiato le loro interazioni in vitro tramite prove di interazione tra colonie, test di fertilità di *O. novo-ulmi* in presenza o meno di *Geosmithia* e, infine, abbiamo effettuato dei saggi di patogenicità su olmo.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che esiste una relazione stretta e stabile tra *O. novo-ulmi* e *Geosmithia* su olmo; la relazione è caratterizzata dalla parassitizzazione di *O. novo-ulmi* da parte di *Geosmithia*.

L'emersione di *Geosmithia* come nuovo organismo che svolge un ruolo attivo nel patosistema olmo-grafiosi dell'olmo ne aumenta la complessità e, probabilmente, porta ad una stabilizzazione della dinamica della malattia e delle popolazioni di organismi in essa coinvolte, ovvero l'ospite, il patogeno ed il vettore che attualmente a cicli di esplosione ne seguono altri di implosione. L'azione di *Geosmithia*, infatti, potrebbe avere un ruolo nel ridurre l'impatto generale della malattia e, questa sua peculiarità potrebbe essere sfruttata come meccanismo di lotta biologica verso *O. novo-ulmi*. I risultati di questo lavoro rafforzano l'idea che per controllare le epidemie di malattie in ambienti naturali si debba fare ricorso ad un approccio olistico.

### ***Geosmithia* spp. and *Ophiostoma novo-ulmi* a new fungus-fungus association mediated by Elm bark beetles**

**Keywords:** horizontal gene transfer; mycoparasite; escape; dutch elm disease; sexual reproduction.

*Geosmithia* is a monophyletic morphogenus of Ascomycota mainly insect-associated. Some recent highlights show that some *Geosmithias* may play a role in the Elm-Dutch elm disease (DED) pathosystem.

*Geosmithia* and *O. novo-ulmi* (ONU) have found to be spread by the same vector (elm bark beetles); share the same habitat for a consistent part of their lives. A highly frequent horizontal gene transfer has been observed between the two fungi.

We provide an investigation of the relationship between ONU and several elm *Geosmithias* by: dual culture and colony interaction trials; ONU fertility tests in the presence of *Geosmithia*; microscopy observations of the interaction between ONU and *Geosmithia*; pathogenicity trials on elm trees.

The relationship was close and stable, and characterised by the parasitism of ONU by *Geosmithia*. Our results add new complexity to the DED pathosystem, by demonstrating that *Geosmithia* conducts mycoparasitic activity against ONU. The rise of *Geosmithia* modifies the relationships and the dynamics among the DED components, potentially reducing the overall impact of the disease, for this reason it can be exploited as a possible biocontrol agent against ONU. Such a holistic approach to plant pathology strengthens the idea that a different management of diseases in natural environments is possible.

\*\*\*

### **S. 13.12 Nematodi fitoparassiti e protezione degli ecosistemi forestali: il genere *Bursaphelenchus* in Toscana**

Giulia Torrini, Leonardo Marianelli, Francesco Paoli, Stefania Simoncini, Giuseppe Mazza, Alessandro Guidotti, Lorenzo Drosera, Pio Federico Roversi

**Parole chiave:** boschi di pino; monitoraggio; *Bursaphelenchus xylophilus*.

Il genere *Bursaphelenchus* raggruppa alcuni nematodi fitoparassiti particolarmente aggressivi nei confronti di numerose piante forestali, fra cui l'agente del deperimento rapido dei pini (PWN) *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle, segnalato in Europa, in Portogallo, per la prima volta alla fine del 1999 su *Pinus pinaster*. Alla fine del 2008, le infestazioni di questo nematode sono state segnalate anche in Spagna e nel tardo 2009 anche sull'isola di Madeira. Oltre quaranta specie di *Pinus* e varie altre conifere possono essere attaccate dal nematode,



che risulta essere particolarmente aggressivo verso giovani piante. *Bursaphelenchus xylophilus* rappresenta uno dei maggiori pericoli per i boschi di conifere dell'Europa centro-meridionale, tanto che le stime dei danni provocati da questo nematode per i prossimi anni, porterebbero a perdite in legname per oltre 25 miliardi di euro. Tali stime non tengono inoltre conto dell'impatto che *B. xylophilus* avrà sull'ecosistema ed in particolar modo sulle fitocenosi colpite, in cui si assisterà ad una graduale riduzione della biodiversità e quindi della sua complessità ecologica. L'Italia è considerato uno dei Paesi ad alto rischio di introduzione, data l'elevata superficie forestale occupata da boschi di conifere, il clima considerato idoneo allo sviluppo del nematode nonché la diffusa presenza sul territorio nazionale di insetti vettori appartenenti al genere *Monochamus* ed in particolare alla specie *M. galloprovincialis*. Si evince dunque la necessità per ogni nazione della UE di accertare la presenza del nematode del legno di pino sul proprio territorio, provvedendo annualmente al monitoraggio di aree considerate a rischio di introduzione. Anche la regione Toscana, secondo quanto previsto dalla Decisione UE 535/2012, recepita con decreto ministeriale MiPAAF del 28 marzo 2014, ha predisposto un piano di monitoraggio annuale per la verifica della presenza di questo organismo da quarantena, ispezionando annualmente 200 boschi di conifere con evidenti sintomi di deperimento. Da ogni area monitorata, su piante deperienti o morte in piedi da non più di un anno, sono stati prelevati altrettanti campioni di legno analizzati successivamente in laboratorio secondo i protocolli diagnostici indicati nel PM7/4 (3) dell'EPPO. Ad oggi, nessun campione analizzato è risultato positivo a *B. xylophilus*, ma è comunque importante segnalare che dal 2015, ogni anno, su circa il 20% dei campioni di legno analizzati sono state rinvenute altre specie di nematodi appartenenti al genere *Bursaphelenchus*, fra cui la più frequente è risultata essere *Bursaphelenchus minutus*, unica specie per altro ritrovata in tutte le provincie toscane. L'associazione fra *B. minutus* ed il coleottero scolitidae *Orthotomicus erosus*, recentemente osservata, permette di poter spiegare una sì tale distribuzione sul territorio regionale: *O. erosus* è infatti legato alle pinete in deperimento ed è considerato uno dei più importanti "insetti satellite" di *Matsucoccus feytaudi*, cocciniglia corticicola del pino marittimo, che dal 2005 si è diffusa in quasi tutto il territorio regionale provocando ingenti danni su vaste superfici forestali. *Bursaphelenchus leoni*, *B. sexdentati*, *B. teratospicularis*, *B. mucronatus*, *B. tusciae* e *B. hellenicus* sono stati intercettati solo sporadicamente. Altre specie di *Bursaphelenchus* sono attualmente in fase di identificazione. Degno di nota risulta il ritrovamento di pochi esemplari di *Bursaphelenchus fungivorus*, identificati solo a livello morfologico. Essendo la specie ancora non segnalata sul territorio italiano, ulteriori ricerche sono necessarie per confermare la presenza di questo interessante nematode fino ad ora isolato, per quanto riguarda l'area del bacino del Mediterraneo, solamente in Spagna. Visto il frequente ritrovamento di nematodi appartenenti al genere *Bursaphelenchus* nei soprassuoli di conifere della regione Toscana si rende ancor più necessario indagare sul ruolo che questi organismi hanno nell'innesco e nell'evoluzione di fenomeni di deperimento sempre più evidenti in ecosistemi forestali.

### ***Phytoparasitic nematodes and forest ecosystem protection: the genus Bursaphelenchus in Tuscany***

**Keywords:** pinewoods; monitoring; *Bursaphelenchus xylophilus*.

The genus *Bursaphelenchus* includes some phytoparasitic nematodes, especially harmful against numerous forest plants, among which is noteworthy the pine wilt nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle, recorded for the first time in Portugal on *Pinus pinaster* in 1999. At the end of 2008 the presence of this nematode had been reported in Spain and in 2009 also in the Madeira island. On the whole more than 40 species of *Pinus* and various other conifers can be attacked by the nematode, which results to be very aggressive against young plants. *B. xylophilus* represents one of the major pests for the conifer woods of the central-southern part of the Europe. It has been calculated that 25 billion Euro would be lost if this nematode became established in this part of the Europe. This estimate does not consider of the impact that *B. xylophilus* could have onto the ecosystem and especially on the affected phytocoenoses, in which a gradual reduction of biodiversity would occur. Italy is considered one of the countries in which the risk of *B. xylophilus*



introduction is higher due to its large surface covered by conifer woods, its temperate climate - which is suitable for the nematode to thrive - and the presence of the insect vectors belonging to the genus *Monochamus* (especially the species *M. galloprovincialis*). These considerations lead to the necessity for each EU country to verify the possible presence of this nematode in its own territory by carrying out annual monitoring activity in areas considered the high level of introduction risk. The Tuscany Region, following the EU Decision 535/2012, incorporated with the MIPAAF Decree on March 28th 2014, has planned an annual monitoring activity to verify the possible presence of this quarantine organism, by checking 200 coniferous woods with evident wilt signs. In each monitored area, from wilt or just dead plants, woods samples have been taken and subsequently analyzed in laboratory according to EPPO diagnostic protocol (PM 7/4). To date, in no sample the presence of *B. xylophilus* occurred. Anyway, it is noteworthy to report that every year, since 2015, 20% of wood samples contained other species belonging to the genus *Bursaphelenchus*, among which the most frequent was *B. minutus*, which occurred in all the Tuscany provinces. The recently observed association between *B. minutus* and the Scolytid beetle *Orthotomicus erosus* allows to infer a possible explanation of the nematode distribution in the regional territory: *O. erosus* is usually found in wilt pinewoods and it is considered one of the most important insects related to *Matsucoccus feytaudi*, the maritime pine bast scale that since 2005 is spreading in all the regional territory causing severe damages to large forest areas. *Bursaphelenchus leoni*, *B. sexdentati*, *B. teratospicularis*, *B. mucronatus*, *B. tusciae* e *B. hellenicus* were only rarely intercepted. Other species of *Bursaphelenchus* are currently being identified. It is not to be underestimated the found of few specimens of *B. fungivorus*, identified only on morphological grounds. As this latter species has not been reported for the Italian territory, further researches are still necessary to confirm the presence of such a nematode that thus far, within the Mediterranean area, is recorded only in Spain. In consideration of the frequent founding of nematodes belonging to the genus *Bursaphelenchus* in conifer woods of the Tuscany Region, it is even more necessary to investigate the role that these organisms have in the trigger and evolution of wilt phenomena, which appear to be always more evident in forest ecosystems.





## Sessione 14 - Politiche e istituzioni forestali

### Session 14 - Forest policies and institutions

#### S. 14.01 La nuova legislazione forestale nel decreto 3 aprile 2018 n.34

Alberto Abrami

**Parole chiave:** invasività competenza regionale; accentuazione produttività legnosa; incondizionata eliminazione vegetazione artificiale; incompetenza commissioni parlamentari.

L'Autore osserva inizialmente che il decreto 3 aprile 2018 n.34 non pare affatto compatibile con la norma costituzionale che attribuisce alle Regioni la competenza esclusiva residuale in materia di foreste. Vengono quindi evidenziate le caratteristiche fondamentali della nuova normativa avendo cura di mettere in evidenza come, rispetto al pregresso decreto n.227 del 2001, che viene abrogato, si vada in contro tendenza. Il bosco infatti, non viene più considerato come un ecosistema, valorizzandone i servizi di natura ambientale, quanto come produttore di legname-secondo un disegno strategico- obbligando il proprietario del bosco al taglio degli alberi con una disposizione riguardo alla quale l'Autore manifesta dei dubbi sulla sua legittimità costituzionale. L'Autore esprime, inoltre, le sue perplessità per come il decreto preveda la possibilità, in contrasto con la conclamata volontà di estendere le superfici boscate, dell'eliminazione della vegetazione arborea già oggetto di rimboschimenti volontari realizzati su terreni agricoli, indipendentemente dalla presenza del vincolo idro-geologico, che non viene preso in considerazione, senza l'autorizzazione dell'Autorità forestale. Infine viene rilevato che il parere di competenza espresso dalle Commissioni parlamentari è stato manifestato, contrariamente alla previsione costituzionale, quando le Camere erano state sciolte in vista del loro rinnovo.

#### ***The new forest legislation in the decree 3 April 2018 n.34***

**Keywords:** invasive regional competence; accentuated wood productivity; unconditional elimination of artificial vegetation; incompetence of parliamentary committees.

The Author observes that the new decree 3-4-2018 n.34 is not compatible with the already existent law that gives to Regions the exclusive competence about forests; the main features of the new law are well analyzed focusing the contrast between the past decree n. 277. 2001 and the new one.

The Author argues that with the new decree woods and forests are not thought as an ecosystem but as producers of timber and logs; this concept deals the property of the forests to sell the timber in contrast with the constitutional idea of wood. Furthermore, the Author does not like the possibility to delete the scattered trees in once not wood lands but agricol fields, without asking the Forestall Authority.

Then, the Author discusses about the Parliamentary Commissions that have been asked to give their opinion about the new decree during a not right period, that is when the Cameras were not united, so in contrast to the Italian Constitution.

\*\*\*

#### **S. 14.02 Win-win public-private partnership for financing sustainable poplar plantations and biodiversity conservation in the Region of Lombardy**

Giulia Amato, Alessandro Leonardi, Paola Gatto, Ilaria Dalla Vecchia, Mauro Masiero

**Keywords:** forest certification; payment for environmental services; ecosystem services.





Natural protected areas and the Regional Ecological Network are the main examples of Green Infrastructure that exist in the Region of Lombardy. Supporting the maintenance of these areas is a major challenge, especially in times of constraints in public spending.

The paper presents a Payment for Biodiversity Conservation Scheme (ECOPAY Connect) that brings together park authorities, the timber industry, and the poplar tree farms under the common framework of FSC® (Forest Stewardship Council) certification.

The scheme is carried out in an area under intensive poplar-plantation management in Southern Lombardy, where natural protection is carried out by the Oglio Sud Regional Park. In this context, on a local farm, Rosa Anna and Rosa Luigia, 300 hectares of poplar is growing, certified under the FSC Standard: according to Indicator 6.5.5, the farm is required to retain 10% of the surface as a "representative area", restoring close-to-nature ecosystems.

After a participatory approach led by expert consultants, the farm and the Park Authority signed a 5-year agreement in which the farm commits to carrying out specific interventions in natural areas owned by the Regional Park to fulfil the requirement.

This solution is win-win and transforms a compliance requirement into an opportunity, where a public-private partnership led to reduction of costs for both partners, and more functional restoration. It also represents the first Payment for Ecosystem Services officially signed between a Park and an FSC-certified farm in Italy.

Upscaling the scheme implies expanding the number of certified poplar farms in the area, that would fulfill the FSC standard requirements in the Park.

The scheme was launched with a grant from the Cariplo Foundation and this partnership is now used as a best practice in many EU projects such as Gestire 2020, an integrated LIFE project by Lombardy Region, and Sincere, a Horizon 2020 project.

\*\*\*

### **S. 14.03 Centro Regionale di Castanicoltura: dieci anni di attività in Piemonte**

Gabriele Loris Beccaro, Alberto Alma, Paolo Gonthier, Roberto Zanuttini, Maria Gabriella Mellano, Igor Boni, Andrea Ebone, Marco Bussone, Marco Rocca, Marco Corgnati, Eva Malacarne, Guido Locatelli, Valentina Saggese

**Parole chiave:** agroforestry; conservazione germoplasma; policy; cooperazione.

Il momento di profondo cambiamento che sta vivendo la castanicoltura è evidente e legato a molteplici fattori. Il rilancio del settore produttivo del castagno rappresentano l'impegno, ormai decennale, del Centro Regionale di Castanicoltura, istituito nel 2009 a seguito della collaborazione fra Regione Piemonte, Università di Torino, IPLA ed enti locali. L'articolo 24 della legge L.R. n°4 del 10 febbraio 2009 istituisce formalmente il Centro prevedendo attività finalizzate alla conservazione, alla pre-moltiplicazione, al controllo genetico e sanitario del germoplasma, all'implementazioni della ricerca in selvicoltura, agli aspetti fitosanitari, alle policy.

Attualmente le attività di ricerca e sviluppo, realizzate in stretto contatto con le esigenze del territorio, sono sostenute dalla Regione Piemonte anche con l'impiego di risorse umane e strutture (vivai, terreni e personale per la gestione dell'arboreto). Le tematiche affrontate riguardano frutto e legno e sono orientate alla tutela del germoplasma regionale, al miglioramento delle tecniche di propagazione, all'ottimizzazione delle pratiche culturali, alla gestione dei parassiti e delle malattie, e alle possibilità di valorizzazione delle produzioni. Si svolgono anche attività di extension service (formazione, informazione e divulgazione) nell'ambito delle quali è attivo uno sportello counselling e viene pubblicata, in inglese e italiano, una rivista che informa periodicamente e mantiene in contatto ricercatori, tecnici ed agricoltori ([www.centrocastanicoltura.unito.it/newsletter.html](http://www.centrocastanicoltura.unito.it/newsletter.html)).

Presso la sede di Chiusa Pesio (CN) su una superficie di 3 ha è presente una collezione composta da 130 cultivar provenienti da diverse regioni italiane nonché Francia, Spagna, Portogallo, Giappone, Corea del Sud. Esperimenti su gestione agronomica e tecniche di propagazione supportano lo sviluppo del segmento vivaistico e produttivo della castanicoltura regionale e nazionale.



Grazie al supporto del PSR 2014-2020 sono state rese possibili azioni di R&S incentivando la sinergia fra enti pubblici ed imprese. La sinergia fra istituzioni ed enti di ricerca incrocia e presta attenzione alle esigenze delle aziende portando risultati che possono favorire l'avvio di nuove e giovani imprese produttrici, l'incremento di professionalità e l'ammodernamento dell'intero comparto. In un'ottica di animazione territoriale il Centro ha dialogato con i GAL regionali affinché la tematica castagno fosse inserita, ove opportuno, in modo uniforme all'interno dei singoli PSL, in coerenza con le caratteristiche specifiche dei territori e delle singole realtà socio-economiche. La castanicoltura da frutto è parte integrante del PSL delle valli Pellice, bassa valle di Susa e altre aree vocate; lo sviluppo della filiera legno è predominante nei territori delle valli di Lanzo e del Canavese, del Biellese e della Valsesia, dove l'estensione delle superfici forestali e la presenza di imprese attrezzate consentono di puntare su una valorizzazione non solo energetica del legno. In altri areali, quali ad esempio le valli Gesso, Vermenagna e Pesio, l'interesse è rivolto al recupero dei castagneti da frutto e da legno mediante l'associazionismo fondiario individuato come risposta efficace alla polverizzazione delle proprietà. I risultati permettono di affiancare e supportare, con adeguate e innovative indicazioni, la trasformazione della castanicoltura da una produzione boschiva a una frutticoltura moderna che si rivolga anche alle cultivar locali, senza tralasciare i possibili nuovi utilizzi del legno e degli altri prodotti, le valenze legate al patrimonio storico e paesaggistico e l'importanza che questa specie continua a rivestire per gli ecosistemi montani e pedemontani.

\*\*\*

#### **S. 14.04 Indagine sui fabbisogni formativi degli operatori forestali nelle Alpi occidentali**

Simone Blanc, Federico Lingua, Cristian Accastello, Filippo Brun, Angela Mosso

**Parole chiave:** formazione professionale; settore forestale; innovazione; regressione logistica ordinale; Piemonte.

Secondo le stime della FAO circa 10 milioni di persone operano a vario titolo nel settore forestale a livello mondiale. Le imprese forestali vengono considerate di fondamentale importanza, sia per l'economia del settore rurale, sia per quanto riguarda la gestione sostenibile delle foreste. Tuttavia le indagini svolte sulle Alpi Italiane indicano che il lavoro in foresta risulta ancora un'attività poco attrattiva e che la principale debolezza è legata alle piccole dimensioni strutturali ed economiche delle imprese che si trovano spesso a subire le condizioni del mercato senza adeguati strumenti operativi. A livello internazionale l'investimento in formazione è riconosciuto come un indispensabile strumento per cercare di arginare le difficoltà che tali operatori si trovano a dover fronteggiare e per aumentarne, quindi, la competitività. Attualmente l'offerta formativa in campo forestale è prevalentemente rivolta alla prevenzione dell'elevata presenza di infortuni e a qualificare gli operatori da un punto di vista prettamente tecnico-pratico. Tuttavia è stato rilevato come gli operatori forestali orientati verso l'apprendimento e l'innovazione siano in grado di ottenere migliori performance economiche. Nell'ambito di questo studio si è indagato il livello di interesse degli operatori forestali nelle Alpi occidentali italiane relativamente a 15 tematiche di natura economica e gestionale suddivise tra: organizzazione del lavoro, sicurezza, filiera, investimenti, contabilità, fiscalità e marketing.

Gli obiettivi principali del lavoro sono di:

- (i) individuare l'offerta formativa specifica per il settore forestale già presente nell'area indagata;
- (ii) comprendere la domanda di formazione su argomenti di natura gestionale, economica e finanziaria;
- (iii) individuare le modalità più adeguate di somministrazione dei corsi;
- (iv) analizzare i fattori alla base delle preferenze dichiarate.

Nell'area oggetto di studio, che comprende Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, gli addetti del settore forestale sono complessivamente 3,000 c.a. (InForma, 2011). Nel corso dell'indagine sono stati intervistati operatori già attivi, sia autonomi che subordinati, che potenziali, raccogliendo le opinioni di un campione pari a circa il 12% degli addetti totali. I dati raccolti sono stati esaminati attraverso tecniche statistiche descrittive e i fattori



determinanti nei confronti della formazione imprenditoriale sono stati indagati attraverso una tecnica di regressione logistica ordinale. Questa indagine ha messo in luce le preferenze degli operatori sui temi dell'imprenditorialità, evidenziando che le esigenze formative e il grado d'interesse nei confronti della formazione su tematiche imprenditoriali non è uniformemente distribuito sull'intero territorio e non è neppure influenzato dalla tipologia di attività principale, né dal livello di istruzione del titolare. Rilevanti sono invece risultati le inclinazioni personali ed il livello di scolarizzazione uniti agli anni di esperienza nel settore. Le analisi hanno permesso poi di individuare il profilo dell'utente che ha più probabilità di essere interessato alla formazione imprenditoriale: giovane, titolare della propria impresa e che abbia già partecipato in passato a corsi di formazione in campo forestale. Inoltre, i risultati di questo studio indicano che coloro che hanno già partecipato a corsi di formazione hanno un grado interesse più elevato verso la formazione. Per quanto riguarda la modalità di erogazione, le metodologie innovative come l'e-learning, che vengono raccomandate da molti anni a livello internazionale (European Forestry Commission, 1998), non sembrano riscuotere molto successo. Dallo studio emerge chiaramente l'esistenza nell'area di una nuova generazione di giovani operatori fortemente interessati alla formazione, sia tecnica, per i temi della sicurezza e dell'organizzazione dei cantieri, che gestionale come per l'analisi degli investimenti e della filiera. Nel 2011 Kastenholtz segnalava che l'offerta internazionale di corsi riguardanti le tematiche imprenditoriali fosse ancora molto localizzata e carente. Il nostro studio ha confermato come anche nell'area in esame esistano margini di miglioramento per quanto riguarda offerta di corsi specifici su questi argomenti volti a sviluppare la cultura imprenditoriale degli operatori forestali. Tale diffusione porterebbe, a medio e lungo termine, indiscutibili vantaggi all'economia delle aree interne e ad un aumento della sostenibilità della gestione forestale.

### ***Survey on the training needs of forest workers in the Western Alps***

**Keywords:** professional training; forestry sector; innovation; ordinary logistic regression; Piedmont.

According to FAO (FAO, 2010), around 10M people are occupied, with different roles, in the forestry sector worldwide. Forest companies are considered a potential driving force both for the rural economy and the sustainable exploitation of forests. Nonetheless, previous surveys held on the Italian Alps showed how working in this sector is still considered a not so attractive activity and that its main weakness is represented by the small structural and economic size of the enterprise, which are often subjected to market conditions devoid of proper operational instruments. Internationally, investments in professional training is already recognized as an essential instrument to support workers in facing the difficulties related to their activity and aiming to improve, at the same time, their competitiveness. Currently, in the forest sector professional training is mainly dealing with safety on the working site, injury prevention, due to the still high risks of this profession, and development of the technical and practical skills of the workers. However, previous researches proved how forest entrepreneurs naturally oriented towards learning and innovation were able to achieve better economic performances.

In this study the level of interest of forest workers in the Italian Western Alps has been investigated through a survey concerning 15 economic and managerial topics concerning: working organizations, safety, supply chain, investments, accounting, taxation and marketing. Therefore, the aims of this research are:

- (i) identify the professional training offer already available in the study area;
- (ii) understand the demand of training concerning managerial, economic and financial topics;
- (iii) define the most suitable methods of teaching;
- (iv) analyze the factors influencing the stated preferences by the operators.

The study area includes Piedmont, Liguria and Aosta Valley regions, with an overall amount of more than 3000 forest workers (InForma, 2011). The survey interviewed around the 12% of them, achieving data from potential and active operators, both employed or self-employed. The collected information were first examined with descriptive statistics, then the factors relevant for the professional training were investigated adopting an Ordinary Logistic Regression. The survey highlighted the preferences of the operator on topics related to entrepreneurship, proving how the training needs are not uniformly distributed across the study



area and neither are influenced by the typology of activity or the education level of the entrepreneur. On the other hand, personal factors as inclinations toward the topics, education level and the number of years of employment in the sector resulted to be relevant. Further analysis allowed us to identify the profile of the most likely user interested in being trained on these innovative topics: young, self-employed and already enrolled in previous training activities. Moreover, clearly emerges how operators that were already involved in the past courses show an higher level of interest in training activities in general. Finally, concerning the method of administration, innovative methodologies as e-learning, already recommended from several years at international level, do not resulted very interesting for the forest workers.

The research clearly proved the presence in the sector of a new generation of young workers strongly interested in professional training, both technical, on safety and practical, and managerial, on investment and supply chain. In 2011 Kastenholtz stated how the international offer of professional training course on entrepreneurship was still very localized and lacking. Our study confirmed that in the study area too there is still chance for improving the training offer in order to develop the entrepreneurial culture of the forest operators. The spread of such a knowledge would bring, in the medium and long term, undeniable benefits for the economy of rural areas and would ensure the sustainable exploitation of the forest resources.

\*\*\*

#### **S. 14.05 Una ricerca qualitativa sulla percezione della sostenibilità socio-economica delle utilizzazioni forestali nei cedui del Marganai in Sardegna**

Giampiero Branca, Filippo Giadrossich, Laura Chessa

**Parole chiave:** ceduo; ricerca sociale; stakeholder; utilizzazioni forestali; sostenibilità socioeconomica.

Il concetto di bosco rappresenta una moltitudine di servizi ecosistemici, tra i quali quello di un vero e proprio “attore sociale dalle influenze a scale multiple”, capace cioè di condizionare in modo significativo il sistema sociale, relazionale, economico, politico e culturale del territorio di riferimento.

In seguito alla ripresa delle utilizzazioni del bosco ceduo, la foresta del Marganai rappresenta un caso emblematico per l’impatto mediatico che ne è conseguito sia livello regionale che nazionale. Nonostante questo, la percezione della funzionalità del bosco di chi vive nei territori rurali è in realtà marcata dal contesto storico locale e dalle peculiarità socio-economiche del territorio.

Il presente contributo intende dar conto dei principali risultati di una ricerca sociale che ha mirato a comprendere, decrivere e interpretare la percezione delle utilizzazioni forestali nei cedui del Marganai a partire dal punto di vista degli attori sociali protagonisti. L’attenzione è stata rivolta verso gli stakeholder che abitano nei comuni limitrofi, e riguarda la sensibilità verso problemi selvicolturali legati all’uso tradizionale delle risorse forestali, il ruolo socio-economico del bosco, e la funzione storico-culturale e di coesione sociale che la foresta di Marganai riveste.

Per perseguire questo obiettivo si è stabilito di procedere attraverso un approccio di ricerca di tipo qualitativo. L’utilizzo di un approccio non standard è ritenuto il più adeguato a ricostruire il ruolo che la foresta riveste nel mantenimento dell’identità storica e comunitaria. Infatti, la ricerca sociale di tipo qualitativo si caratterizza per il ricorso a procedure di raccolta di informazioni non standardizzate, o con un basso livello di standardizzazione, applicate su un numero limitato di casi assunti come “tipici e significativi”.

Nell’ambito di questa ricerca, l’indagine in profondità è stata realizzata mediante l’utilizzo di interviste semi-strutturate (a conduzione non direttiva) condotte con attori sociali, istituzionali ed economici del territorio, riconosciuti come testimoni qualificati ed esperti del fenomeno sociale oggetto di indagine. La strutturazione delle interviste mirava a indagare nello specifico le dinamiche attraverso cui la presenza della foresta di Marganai ha condizionato in modo più o meno esplicito le traiettorie di sviluppo socio-economico delle comunità del Sulcis-Iglesiente. Il campione dei testimoni qualificati è stato costruito a partire da alcuni tipi ideali di attori sociali che ricoprono una posizione privilegiata all’interno delle comunità locali rispetto





all'obiettivo conoscitivo prefissato: imprese locali (legate alla filiera del legno); Istituzioni Pubbliche di vario livello; rappresentanti della cittadinanza attiva; organizzazioni di Terzo Settore; associazioni culturali; associazioni naturalistiche.

L'utilizzo di questa tecnica di intervista ha consentito di indagare in modo approfondito il vissuto dei testimoni qualificati e il rapporto instaurato nel tempo tra la comunità residente e la foresta di Marganai. Inoltre, attraverso sia la ricostruzione della memoria storica sia la narrazione degli eventi più contemporanei, è stato possibile rilevare la conoscenza e percezione degli stakeholder circa le problematiche selvicolturali e la dimensione socio-economica ad esse collegate.

Dai primi risultati di questa fase di indagine, emerge tra gli stakeholder l'importanza della funzione di collante comunitario intra e trans generazionale rivestito dalla foresta di Marganai. In tal senso, dalle testimonianze emerge l'esistenza di un legame a reciproca influenza tra la dimensione ecologica, quella socio-economica e quella culturale-tradizionale. Questa reciproca influenza condiziona i processi morfogenetici del territorio su traiettorie trasformative multidimensionali che toccano tutti gli aspetti della sfera sociale e comunitaria.

### ***A qualitative research on the perception of socio-economics sustainability of forest utilization in Marganai coppices (Sardinia)***

**Keywords:** coppice; social research; stakeholders; forest exploitation; socio-economic sustainability.

The forests represents a multitude of ecosystem services, including that of a real "social actor with multiple-scale influences". In this sense, the forest is able to significantly influence the social, the relational, the economic, the political and the cultural system of the area in question.

Following the resumption of the coppice forest uses, forest Marganai is an emblematic case for the media impact that is achieved both regionally and nationally. Despite this, the perception of the forest functions of those living in rural areas is actually marked by the local historical context and socio-economic peculiarities of the territory.

This contribution aims to give an account of social research which has aimed at understanding, describing and interpreting the perception of forest uses in Marganai coppices starting from the point of view of the protagonists.

The attention has been paid to the stakeholders who live in the neighboring municipalities, and concerns the sensitivity towards the silvicultural problems related to the use of forest resources, the socio-economic role of the forest, and the historical-cultural and social cohesion function that the Marganai forest plays.

To pursue this goal, it was decided to proceed through a qualitative research approach. The use of a non-standard approach is considered the most appropriate to reconstruct the role that the forest plays in maintaining its historical and community identity. In fact, qualitative social research is characterized by the use of procedures for the collection of non-standardized information, or with a low level of standardization, applied on a limited number of cases taken as "typical and significant".

The in-depth survey was carried out through the use of semi-structured interviews conducted with social, institutional and economic actors of the territory, recognized as qualified witnesses and experts of the social phenomenon under investigation. The structure of the interviews aimed to investigate specifically the dynamics through which the presence of the Marganai forest has more or less explicitly conditioned the trajectories of socio-economic development of the Sulcis-Iglesiente communities. The sample of qualified witnesses was built starting from some ideal-types of social actors who hold a privileged position within the local communities with respect to the pre-established cognitive objective: local enterprises (linked to the wood supply chain); Public institutions of various levels; representatives of active citizenship; Third Sector organizations; cultural associations; naturalistic associations.

This interviewing technique made it possible to investigate in depth the experience of qualified witnesses and the relationship established over time between the resident community and the Marganai forest. Moreover, through both the reconstruction of the historical memory and the narration of the most contemporary events, it was possible to identify the knowledge and perception of the stakeholders regarding the silvicultural problems and the socio-economic dimension linked to them.



From the first results of this investigation phase, the importance of the intra and trans generational community glue role played by the Marganai forest emerges among the stakeholders. In this sense, the evidence shows the existence of a mutual-influencing link between the ecological, the socio-economic and the cultural-traditional dimensions.

This reciprocal influence conditions the morphogenetic processes of the territory, drawing a socio-economic development characterized by multidimensional transformative trajectories that affect the social and the community life.

\*\*\*

#### **S. 14.06 Conoscenza e percezione delle potenzialità e criticità dei boschi in Italia: risultati di un'indagine sugli strumenti selvicolturali, finanziari e normativi a sostegno della gestione**

Paolo Cantiani, Maria Chiara Manetti, Fabrizio Ferretti, Francesco Pelleri, Martina Pollastrini, Dalila Sansone, Raoul Romano

**Parole chiave:** gestione forestale; selvicoltura; PSR; strumenti normativi; statistiche forestali.

Nel contesto normativo nazionale e regionale la gestione del bosco è soggetta a norme e vincoli di varia natura. La vincolistica ambientale e paesaggistica, le prescrizioni di massima e polizia forestale e i regolamenti regionali regolano le pratiche selvicolturali dei boschi italiani per tipologia, composizione specifica, struttura e utilizzo.

Cosa sappiamo della gestione attuale dei boschi in Italia? Quale è la percezione e l'utilizzo degli strumenti normativi e finanziari disponibili per la gestione del bosco da parte degli operatori del settore? Quali sono i beni e i servizi prioritari che le foreste possono fornire? E quali le strategie gestionali attuabili per produrli? Per rispondere a questi quesiti è stata condotta un'indagine nell'ambito della Rete Rurale Nazionale, intervistando, attraverso un semplice questionario, esperti del settore forestale italiano, appartenenti al mondo della ricerca, a enti pubblici e liberi professionisti. È stato chiesto loro di esprimere, sulla base della propria sensibilità ed esperienza professionale sul tema:

- (i) delle funzioni attualmente svolte dalle foreste,
- (ii) le strategie gestionali attuabili;
- (iii) gli strumenti normativi;
- (iv) finanziari ad oggi disponibili a livello nazionale e regionale.

Il questionario è stato articolato in quattro sessioni, con domande sulle foreste in generale a livello nazionale, su popolamenti di origine artificiale di pino nero, su cedui di castagno e sugli impianti di arboricoltura da legno. Il campione dell'indagine è risultato di 233 intervistati rispondenti, di cui l'80% circa uomini di età compresa tra i 30 e 60 anni di età, con una equa ripartizione tra le tre categorie professionali coinvolte. Considerando l'ambito territoriale, il 69% dei rispondenti proviene dalle regioni del centro Italia, il 20% dal nord e il restante 11% dal sud. Secondo il campione intervistato i principali fattori limitanti la produttività dei boschi italiani sono quelli legati alla filiera dei prodotti legnosi, alla concorrenza dei mercati esteri e agli impatti del cambiamento climatico.

Per alcune delle tipologie di bosco indagate (pinete di pino nero e cedui di castagno) sono risultati rilevanti anche la caratteristica della proprietà dei soprassuoli e la scarsa informazione e formazione sulla gestione forestale degli operatori di settore. Considerando le strategie gestionali attuabili per sostenere la produttività dei boschi, a livello nazionale le preferenze degli intervistati evidenziano la propensione verso formazioni miste, con più specie oltre a quella principale, realizzabili attraverso interventi specifici di conversione, come nei cedui di castagno, o con la successione naturale come nelle pinete di pino nero. Per questo tipo di soprassuoli sono auspicabili funzioni miste (ad esempio per le pinete funzione protettiva complementare a quella produttiva o ricreativa). Gli strumenti finanziari che si concentrano oggi nel sostegno previsto dalle politiche di sviluppo rurale con i Programmi regionali (PSR), sono ritenuti come parzialmente utili ed adeguati per il supporto degli interventi selvicolturali; analogamente gli strumenti normativi (regolamenti forestali regionali) sono considerati in parte soddisfacenti e in linea con le necessità selvicolturali.



Dall'indagine emerge una generale insoddisfazione sull'efficacia degli strumenti disponibili, una scarsa adeguatezza e fiducia, ma anche una chiara consapevolezza delle potenzialità e opportunità che le misure di sviluppo rurale potrebbero essere in grado di rappresentare per una gestione forestale razionale, su concrete basi pianificatorie e indirizzata nello sviluppo di filiere forestali sostenibili legate alla fornitura di beni produttivi e servizi ambientali.

***Knowledge and notion of the forest potentialities and critical points in Italy: results from a survey on silvicultural, financial and legal tools for forest management***

**Keywords:** forest management; silviculture; PSR; legal instrument, forest statistics.

National and regional laws regulate forest management. Environmental and landscape-related regulations check and drive the silvicultural interventions in Italian forests in according to the forest types, species composition, stand structure and forest products (i.e. wood, non-woody products).

What we know about the current forest management in Italy? What is the notion and the use of the legal and financial available tools for the forest management? What are the priority goods and services that forests can provide? And what are the management strategies that can be implemented to produce them?

To answer these questions, a survey was conducted within Rete Rurale Nazionale (National Rural Network), interviewing, through a questionnaire, the experts of the Italian forest sector, from academic sector, public institutions and consultants. They were asked to express, based on their sensitivity and professional experiences on the subjects:

- (i) the current forest functions;
- (ii) the management strategies that can be implemented;
- (iii) the legal;
- (iv) financial tools, available to date, at national and regional level.

The questionnaire was organized in four sessions, with questions on overall forest management condition, on artificial black pine stands, chestnut coppice forests and on plantations. The sample of the survey was 233 interviewees, of which 80% men aged between 30 and 60 years, equally divided between the professional categories studied. 69% of the persons interviewed came from the regions of central Italy, 20% from the North and 11% from the southern regions. The results of the survey showed that the main limiting factors for forest productivity were those related to the market of the wood products, the competition of foreign markets and the impacts of climate change.

For some forest types investigated (i.e. artificial black pinewood and chestnut coppices) the characteristics of the forest ownership and the lacking information and training on forest management were also relevant. Taking into account the management strategies that can be applied to support the forest productivity, at national level the preferences of the respondents showed an inclination toward mixed stands, achievable through specific silvicultural interventions of conversion, such as in chestnut stands, or with natural evolution in pinewoods. For this forest types, mixed functions are desirable (e.g. for pinewoods the protective function can be combined with the productive or recreational one). The current available financial tools are those defined by the regional rural programs and, according to the interviewees, were partially useful and suitable to support silvicultural interventions; also the legal tools (i.e. regional forest laws) were considered partially satisfactory and in agreement with the needs of the forest sector. The survey showed a general dissatisfaction on the effectiveness of the available tools, a lack of suitability and trust, but also a awareness of the opportunities that the rural development measures can be able to represent for an appropriate and effective forest management options, based on planning and towards to the development of sustainable forest production chains for the supply of environmental goods and services.

\*\*\*



## S. 14.07 Il Libro Verde delle Foreste Lombarde: desideri, attese, proposte

Enrico Calvo, Roberto Cremaschi, Alessandro Rapella

**Parole chiave:** foreste lombarde; politica forestale regionale; Libro Verde.

Nel corso degli ultimi anni sono venuti meno in Regione Lombardia i tradizionali appuntamenti di incontro e confronto tra gli operatori e gli stakeholders del settore foreste: sia il Tavolo Regionale Bosco-Legno-Energia, sia il tradizionale appuntamento di presentazione del rapporto annuale sullo Stato delle Foreste Lombarde, sia i periodici incontri di formazione e aggiornamento professionale sono infatti spariti dal calendario delle attività regionali. Non di meno la richiesta di partecipazione, di condivisione, di lavoro comune sui tanti temi che interessano il settore forestale e, in senso più ampio, quello ambientale è viva e presente in ampi gruppi di soggetti oltre ad essere riconosciuta come necessità ordinaria dell'operare. Lo stesso Accordo Interregionale sul prelievo legnoso, firmato nel febbraio 2016, a cui Regione Lombardia ha aderito tramite apposita legge regionale, non ha prodotto al momento alcuna azione non solo per il rispetto ed il conseguimento degli impegni sottoscritti, ma anche in termini di elaborazione partecipata di strategie e programmi per la condivisione degli impegni e la loro attuazione. Per rispondere a tale necessità ERSAF ha proposto e realizzato l'anno passato, all'interno dell'iniziativa "CamminaForesteLombardia2017" ([www.camminaforestellombardia.it](http://www.camminaforestellombardia.it)) un cammino a piedi e in bicicletta di 48 tappe attraverso le Foreste regionali, un percorso di 10 incontri con il territorio ed i soggetti del settore per affrontare 10 temi diversi che riguardano foreste e montagna e nello stesso tempo ha indagato, con due specifici questionari differenti, sia il mondo degli operatori del settore che quello del pubblico in generale per evidenziare attese, criticità, proposte per un possibile sviluppo futuro delle politiche e delle strategie forestali regionali. Il risultato di questo percorso è presentato nel "Libro Verde delle Foreste Lombarde", che raccoglie gli esiti dei 10 incontri che hanno visto la partecipazione di più di 93 relatori e 500 addetti ai lavori e la sintesi di più di 1.000 questionari, che hanno fornito più di 700 idee, osservazioni e proposte. Il Libro Verde vuole offrire quindi un quadro di sintesi delle attese, dei desideri e delle proposte raccolte da più di 2.000 contatti, orientando il tutto verso una visione del futuro Sistema Foresta-Legno verso la definizione di strategie e programmi regionali anche nella prospettiva dell'attuazione dei programmi previsti dal Testo Unico sulle Foreste e la Filiera Forestale. Il Libro Verde, nel sottolineare la rilevanza del ruolo sociale delle risorse forestali come tema emergente da tutti gli incontri, individua:

- (i) i principali temi ed aspetti oggi prioritari per le foreste lombarde e il loro ruolo nella società;
- (ii) il modello di governance che permetta il coinvolgimento efficace di ogni livello di interesse in un quadro di obiettivi comuni, di ruoli assunti con responsabilità e di regole condivise;
- (iii) gli obiettivi strategici dei prossimi anni;
- (iv) le possibili linee guida e la definizione di possibili grandi aree di progetto regionale, in cui investire priorità e risorse.

L'intervento intende presentare l'iniziativa realizzata soffermandosi sugli esiti dei diversi panel di interesse (pubblico, operatori, testimonial) e successivamente presentare una sintesi generale e critica dei tanti contributi, nonché le prospettive di lavoro futuro per Regione Lombardia.

***The Green Paper of the Lombard Forests: desires, expectations, proposals***

**Keywords:** Lombardy forests; regional forestry policy; Green Paper.

Over the last few years, in the Lombardy Region, the traditional meetings for the operators and stakeholders of the forest sector have disappeared: both the Bosco-Legno-Energia Regional Table and the traditional presentation of the annual report on the State of Forests Lombarde, both periodic training and professional updating meetings have in fact disappeared from the calendar of regional activities.





Nonetheless the request for participation, sharing, common work on the many issues affecting the forest sector and, in a broader sense, the environmental one is alive and present in large groups of subjects as well as being recognized as an ordinary necessity of operating.

The same Interregional Agreement on wood harvesting, signed in February 2016, to which the Lombardy Region has adhered through a specific regional law, has not produced any action at the moment not only for the respect and fulfillment of the commitments signed, but also in terms of strategies and programs participated processing for the sharing of commitments and their implementation.

To respond to this need, ERSAF has proposed and implemented the past year, within the initiative "CamminaForesteLombardia2017" ([www.camminaforestellombardia.it](http://www.camminaforestellombardia.it)), a walk and cycle of 48 steps through the Regional Forests, a "path" of 10 meetings with the territory and the subjects of the sector to deal with 10 different themes concerning forests and mountains and at the same time investigated, with two specific questionnaires, both the world of operators in the sector and that of the general public to highlight expectations, critical issues, proposals for a possible future development of regional forest policies and strategies.

The result of this process is presented in the "Green Paper of the Lombard Forests", which collects the results of the 10 meetings that saw the participation of more than 93 speakers and 500 employees and the synthesis of more than 1,000 questionnaires, which provided more than 700 ideas, observations and proposals.

The Green Paper aims to offer a summary of expectations, desires and proposals gathered from more than 2,000 contacts, directing all towards a vision of the future Forest-Wood System towards the definition of regional strategies and programs also in the perspective of implementation of the programs envisaged by the new Act on Forests and Forestry supply chain.

The Green Paper, highlighting the importance of the social role of forest resources as an emerging theme from all the meetings, identifies:

- (i) the main themes and aspects that are today a priority for Lombard forests and their role in society;
- (ii) the governance model that allows the effective involvement of each level of interest in a framework of common objectives, roles assumed with responsibility and shared rules;
- (iii) the strategic objectives of the coming years;
- (iv) possible guidelines and definition of possible large areas of regional project, in which to invest priorities and resources.

The project intends to present the initiative realized focusing on the outcomes of the various panels of interest (public, operators, testimonials) and then present a general and critical summary of the many contributions, as well as future work prospects for the Lombardy Region.

\*\*\*

#### **S. 14.08 Il Lavoro forestale nella normativa Italiana**

Massimiliano D'Alessio, Raoul Romano

**Parole chiave:** statistiche forestali; settore forestale; report internazionali.

In Italia la competenza in materia di gestione del bosco è affidata alle regioni alla luce del decentramento sancito anche con la riforma del Titolo V della Costituzione (Legge Cost. n.3 del 18 ottobre 2001). In molte regioni sono gli Enti amministrativi e territoriali da queste delegati ad operare nella gestione e manutenzione del territorio e del patrimonio forestale di proprietà pubblica, compresa anche la prevenzione incendio boschivo. Il processo di riforma delle autonomie locali avviato con la Legge Finanziaria del 2008 (Legge 24 Dicembre 2007, n.244) ha generato, con il riordino delle competenze delle Provincie e la revisione o soppressione delle Comunità Montane, una situazione di indeterminatezza e di vuoto in molte regioni del Paese in particolare nelle competenze in materia di gestione forestale a cui si aggiunge la progressiva riduzione delle risorse finanziarie nei bilanci regionali. Tale situazione ha messo in discussione la fattibilità



concreta dei diversi piani di lavoro annuali programmati e attuati da Province e Comunità montane. In molti contesti del Paese l'opera di manutenzione del territorio e in particolare delle superfici di proprietà pubblica viene garantita in gran parte, se non esclusivamente dai lavoratori forestali pubblici.

Il tentativo di quantificare il numero degli addetti pubblici complessivamente impegnati nel settore forestale non permette di ottenere un dato univoco. La quantificazione degli occupati avviene, infatti attraverso stime inferenziali che normalmente sono affette da errori campionari. Il presente contributo si propone di delineare il panorama nazionale degli operatori forestali assunti a vario titolo dalle amministrazioni regionali al fine di comprendere il reale ruolo e contributo alla gestione del territorio.

### ***Forestry competences in the Italian Regulation***

**Keywords:** forestry statistics; forestry sector; international reports.

In Italy, forest management is entrusted to Regions in the light of the decentralization ratified also by the Reform of the Title V of the Constitution (Constitutional Law n.3, October 18, 2001). The management and maintenance of the territory and of the public forestry heritage, fire prevention included, is entrusted to the administrative and local authorities that are delegated by the Regions. The reform process of the local Autonomies, launched with the 2008 Budget Law (Law 24 December 2007, n. 244), has triggered, with the reorganization of the competences charged to the Provinces and the review or abolition of the Mountainous Communities, a situation of uncertainty and vagueness in many Italian regions, particularly with reference to the competences in the field of forestry management to which is added the progressive reduction of financial resources in the regional budgets. This situation has questioned the concrete feasibility of the different annual working plans planned and implemented by Provinces and mountainous Communities. In many Italian contexts, the land maintenance, and particularly that of public-owned lands, is mainly, if not exclusively, ensured by public forest operators.

The attempt to quantify the number of public employees engaged in the forestry sector does not allow to get a unique datum. The quantification of the employees takes in fact place through inferential estimates that are usually subjected to sample mistakes. This contribution aims to outline the national panorama of the forest operators hired with any type of contracts by regional administrations, in order to understand the real role and contribution to land management.

\*\*\*

### **S. 14.09 Servizi ecosistemici culturali Forest Care Initiatives: modelli di gestione alternativi per fare fronte alle nuove domande di usi sociali del bosco**

Ilaria Doimo, Mauro Masiero, Laura Secco, Paola Gatto, Giulia Corradini

**Parole chiave:** servizi ecosistemici; modelli di gestione forestale; Forest Care Initiatives; ALTERFOR.

Negli ultimi decenni la crescita della popolazione urbana e l'evoluzione della tecnologia hanno portato a profondi cambiamenti sociali: la domanda di servizi erogati dalle foreste da parte della società è cambiata di conseguenza. L'uso dei boschi si esteso da forme e prodotti tradizionali a un più ampio ventaglio di servizi ecosistemici (SE) che contribuiscono direttamente o indirettamente al benessere umano. I SE sono comunemente classificati in servizi di approvvigionamento, di regolazione e culturali: nonostante la loro importanza e centralità, questi ultimi sono relativamente marginalizzati nella ricerca scientifica e nelle politiche. Tale gap è in apparente contraddizione con la crescente consapevolezza che l'interazione con l'ambiente naturale produce impatti positivi su malattie legate allo stress, croniche e psicologiche, aumentate a seguito dei moderni stili di vita e delle condizioni di lavoro e inurbamento.



Le foreste, hanno acquisito importanza quali ecosistemi dove le persone possono avere benefici derivanti dal contatto con la natura, con conseguente benessere fisico, psicologico e sociale. Ciò si riflette sulla crescente attenzione da parte di ricercatori e addetti ai lavori nei confronti dei SE culturali e in particolare delle Forest Care Initiatives (FCIs). Le FCIs comprendono iniziative organizzate a supporto dell'interazione attiva e passiva con gli ecosistemi forestali, al fine di aumentare il benessere umano e migliorare la qualità della vita. Esempi di iniziative/pratiche quali lo Shinrin-Yoku (bagni di foresta), l'uso sociale dei boschi, esibizioni d'arte, sepolture in foresta, scuole e asili in foresta etc. stanno emergendo in tutto il mondo.

Queste nuove forme d'uso dei boschi possono costituire opportunità per la valorizzazione delle risorse forestali e supportare lo sviluppo e l'innovazione sociale in aree marginali. In tale contesto il ruolo delle foreste varia da semplice sfondo per tali attività, a quello di medium strumentale alle stesse. Ciò si traduce in una molteplicità di soluzioni gestionali che vanno dalla gestione ordinaria a modelli di gestione forestale (MGF) e di pianificazione su misura.

Il presente contributo intende:

- (i) introdurre e chiarire concetti di base e definizioni relativi ai SE culturali e in particolare alle FCIs;
- (ii) fornire una panoramica delle iniziative di erogazione SE culturali e FCIs esistenti in Italia.
- (iii) i punti (i) e (ii) si basano su di un'analisi estensiva delle letteratura e, nel caso del punto (ii) su interviste semi-strutturate con esperti e operatori;
- (iv) analizzare un caso-studio per discutere requisiti di gestione forestale e MGF associati alla produzione di SE culturali e FCIs. Il riferimento è all'Associazione Forestale di Pianura, AFP, caso studio italiano del progetto ALTERFOR (Alternative models and robust decision-making for future forest management);
- (v) fornire alcune conclusioni preliminari e identificare input utili per informare future politiche e indirizzare ulteriori attività di ricerca in questo campo.

AFP comprende circa 40 aree forestali in Veneto e Lombardia (320 ha). La maggior parte di queste foreste –per lo più pinete litoranee e quercu-carpineti planiziali- si trovano presso località turistiche lungo la costa adriatica. I boschi sono per lo più di proprietà comunale, ma la gestione è operata da soggetti diversi: i comuni stessi, aziende private, associazioni, ecc. Proprietari e gestori sono coordinati da AFP che supporta la gestione attiva, incoraggia impatti positivi e favorisce il dialogo tra diversi portatori d'interesse.

Nell'ambito del progetto ALTERFOR i MGF attuali sono stati identificati e discussi in cooperazione con esperti e stakeholder locali. Sulla scorta di input raccolti nel corso di incontri e workshop, così come del piano di gestione forestale in vigore, è emerso che i SE culturali e la conservazione della biodiversità sono i principali servizi richiesti ai boschi. MGF alternativi –intesi non solo come modelli selvicolturali, ma anche come nuove modalità di organizzazione degli attori e nuovi meccanismi di governance- sono stati analizzati. Un incontro con operatori specializzati in FCIs e altri SE culturali ha permesso di discutere le potenzialità di tali servizi e le problematiche associate alla gestione forestale funzionale agli stessi, nonché di identificare possibili soluzioni. Quest'ultime comprendono forme di gestione associativa, nuovi meccanismi per attrarre investitori privati, eventi promozionali ad hoc, etc. L'area è stata anche selezionata come caso-pilota per il test della certificazione dei SE secondo gli standard del Forest Stewardship Council® (FSC) e sono state identificate e sperimentate nuove soluzioni per soddisfare i requisiti di certificazione.

I risultati preliminari indicano un crescente interesse per i SE culturali e le FCIs all'interno del caso studio e più in generale in Italia, non di meno evidenziano alcuni elementi critici e lacune conoscitive che richiedono ulteriori approfondimenti e ricerche. Il ruolo di AFP e del suo network di istituzioni locali, enti di ricerca/università, esperti e organizzazioni della società civile costituisce un fattore-chiave per un'efficace attuazione dei MGF alternativi e la valorizzazione dei SE. In termini più generali, le soluzioni gestionali per la promozione dei SE culturali non si esauriscono nei soli aspetti tecnici/selvicolturali, ma includono necessariamente meccanismi innovativi di miglioramento della governance delle risorse forestali.



## ***Forest cultural services and Forest Care Initiatives: alternative management models for addressing new demands on forests by society***

**Keywords:** ecosystem services; forest management models; Forest Care Initiatives; ALTERFOR.

Over the last decades the rapid increase in urban population and use of technology lead to profound societal changes and the demands on forests by society have changed accordingly. Forest scopes and uses have expanded from traditional ones, to the optimization of the provision of a broader range of ecosystem services (ES) directly or indirectly contributing to human wellbeing. ES are commonly classified into provisioning, regulating and cultural: despite their importance and centrality in shaping the ES framework, ES are relatively marginalized in research and policy. This gap is apparently in contradiction with the growing awareness that the interaction with natural environment have positive impacts on stress-related, chronic and psychological diseases increased by urbanization, modern lifestyle and working conditions.

Natural resources and, among them, forests, are gaining momentum as privileged ecosystems where people can positively benefit from contact with nature for physical, psychological and social wellbeing. This reflects on a growing attention on cultural services by scientists and practitioners with a focus on Forest Care Initiatives (FCIs). FCIs include organized initiatives supporting active and passive interaction with forest ecosystem aimed at increasing levels of human wellbeing and quality of life. Multiple-use of forests evolved in harmony with social demand for recreation, amenity, health, spiritual, cultural goods and services. From Shinrin-Yoku (i.e. forest bathing) to welfare forests, from social forestry to art exhibitions, from burial forests to forest kindergartens, examples are thriving worldwide.

This is in countertrend with the evidence that these new forest uses might represent relevant opportunities for valuing forest resources and providing development and social innovation in marginal areas. Within this picture, the role of forest resources ranges from a simple framework for such activities to an instrumental function as a medium. This reflects on a variety of management solutions ranging from ordinary forest management (business as usual) to tailored planning and forest management models (FMMs).

The paper aims to:

- (i) set-up key concepts and definitions with regard to cultural ES and FCIs in particular;
- (ii) provide an overview of existing initiatives dealing with cultural ES and FCIs within the Italian context. Points (i) and (ii) build on an extensive literature review and, as for point (ii), semi-structured interviews with experts and practitioners;
- (iii) analyse a specific case-study to discuss forest management requirements and FMMs associated to the delivery of these ES. Reference is made to ALTERFOR Project (Alternative models and robust decision-making for future forest management) taking into account the case-study area selected for Italy, i.e. the Lowland Forest Association (Associazione Forestale di Pianura, AFP);
- (iv) draw some preliminary conclusions and identify lessons learnt to inform future policies and support research in this field.

The Italian case-study area corresponds to about 40 forest areas in Veneto and Lombardy (320 hectares). Most of these forests -mainly coastal pine and oak-hornbeam inland stands- are located close to touristic places along the Adriatic Sea. Forests are owned by local Municipalities, while management activities are carried out through various forms: direct management by Municipalities, management agreement with private companies or not-for profit entities, rent to private, etc. Forest owners/managers are coordinated by AFP that supports active forest management in the area, encourages positive impacts for locals and enhances the dialogue with multiple stakeholders.

Within ALTERFOR project, current FMMs have been identified and discussed in cooperation with experts and the participation of local stakeholders. Based on inputs collected during dedicated meetings and workshops, as well as on the recently finalised forest management plan, cultural services and biodiversity protection emerged as the key groups of ES demanded by stakeholders. Alternative FMMs -consisting of both silvicultural solutions and new arrangements and governance solutions to favour cooperation among





different actors- have been discussed. A workshop with actors performing FCIs and other cultural ES has allowed discussing potentialities and problems associated to the delivery of these services and designing possible solutions. These include group forest management solutions, new investment mechanisms to attract private investors, ad hoc events (bike tours, cultural ES exhibitions, etc.) and others. The area has also been selected for testing ES certification requirements according to the Forest Stewardship Council® (FSC) standards and new solutions for coping with FSC standards are being developed and tested.

Preliminary results show that there is a growing interest for cultural services and FCIs in Italy and within the case-study area, nonetheless many gaps still exist and further investigation is needed. The role of AFP and its network of local institutions, research centres/universities, experts and civil society organizations is a key-factor for the successful implementation of these alternative FMMs and the delivery of ES, in particular cultural ones. In more general terms management solutions for promoting cultural ES are not limited to technical aspects, rather they shall include mechanism to enhance governance of forest resources.

\*\*\*

#### **S. 14.10 La pianificazione forestale aziendale e lo schedario dei pascoli trentini**

Caterina Gagliano, Alessandro Wolynski, Giorgio Zampedri, Pietro Molfetta

**Parole chiave:** pianificazione forestale; multifunzionalità; boschi pascolati; pascoli; Trentino.

I piani di gestione forestale aziendale della provincia di Trento, chiamati un tempo Piani di assestamento dei beni silvo-pastorali, hanno da sempre come oggetto di analisi non solo la parte propriamente boscata della proprietà, ma anche quella soggetta a pascolamento, in genere interessata da pascoli montani collegati a malghe, per le evidenti interazioni tra i due usi del suolo. La superficie silvopastorale oggetto di pianificazione regolarmente revisionata in trentino copre il 63% circa della superficie territoriale. I contenuti dei piani per la parte riguardante i pascoli contenevano, e contengono tuttora, una descrizione dei fabbricati delle malghe e delle superfici a pascolo collegate ad esse, ovvero delle superfici destinate a pascolo indipendentemente dalla presenza di una malga, come nel caso dei pascoli ovicaprini. Se all'inizio la preoccupazione principale era il problema del sovraccarico dei pascoli, negli ultimi anni si è fatto sempre più evidente il problema del sottocarico, con il conseguente degrado delle superfici pascolive. Di conseguenza le indicazioni iniziali presenti nei piani di carichi massimi ammissibili sono state gradualmente sostituite con indicazioni riguardanti i carichi ottimali, tali da prevenire sia le situazioni di sottocarico che quelle di sovraccarico, da intendersi appunto come indicative. Con la recente revisione della pianificazione aziendale le indicazioni cartacee e cartografiche dei piani sono diventate, a partire dal 2010, delle indicazioni digitalizzate e georeferenziate inserite nel sistema informativo gestione forestale aziendale trentina (SIGFAT), che attraverso la definizione di unità di pascolo, consentono la identificazione delle zone ammissibili al pascolamento nell'ambito della proprietà. Il ruolo tradizionale dei piani forestali aziendali per la definizione dei pascoli, in particolare nelle zone boscate, viene riconosciuto dalle norme forestali attualmente in vigore (L.P. del 13 maggio 2007, n.11 e regolamento forestale DPP 8 agosto 2011). I piani infatti, in quanto basati su studi e valutazioni di dettaglio, superano le norme generali che prevedono per le aree private non soggette a pianificazione, la possibilità generale di esercitare il pascolamento, anche in area boscata, purché nel rispetto delle norme del codice civile e di disposizioni generali dei regolamenti forestali sulle modalità di esercizio, fatto salvo il caso specifico delle aree percorse da incendio.

Al sistema della pianificazione forestale, finalizzato alla corretta gestione del territorio, si è affiancato nel tempo il sistema dei procedimenti amministrativi per le richieste di aiuti o agevolazioni concernenti le malghe e i pascoli, anche con riferimento ai programmi di sviluppo rurale. Tali aiuti, richiesti in genere da beneficiari diversi rispetto ai proprietari dei terreni, vengono attribuiti incrociando dati catastali con fotointerpretazione, e hanno presentato spesso problemi di gestione e di verifica dei dati connessi alla diversa periodicità rispetto ai



piani di assestamento, con durata decennale o superiore e organizzati per proprietà, alla identificazione delle superfici effettive collegate ai diversi pascoli, alla verifica della pascolabilità non legata solamente al dato catastale e di fotointerpretazione, ma anche a quello gestionale condizionato dalla morfologia, l'accessibilità, i punti d'acqua, la pendenza e altre variabili.

Nel 2015 la Giunta provinciale decide di intraprendere un percorso di razionalizzazione della gestione dei pascoli trentini, istituendo lo "Schedario dei pascoli trentini", costituito da tre elementi: il Catasto dei pascoli, il Catasto delle Malghe e il Catasto delle superfici pascolabili e istituendo, nel maggio 2018, un collegamento strutturato tra la pianificazione forestale aziendale e il Catasto dei pascoli.

Nel corso del 2017 mediante una collaborazione tra il Servizio Foreste e fauna, responsabile delle procedure di approvazione dei piani forestali aziendali e l'Agenzia Provinciale per i Pagamenti, Organismo Pagatore riconosciuto dall'Unione Europea nonché soggetto responsabile della gestione dello Schedario dei pascoli trentini, è stato portato a termine un processo esteso di verifica coordinata delle aree pascolive previste dalla pianificazione e delle aree oggetto di richieste di sostegno in passato.

Vengono descritte le procedure seguite per realizzare tale lavoro, i risultati ottenuti e le disposizioni organizzative adottate per mantenere nel tempo il collegamento attivato tra la pianificazione forestale e lo "Schedario dei pascoli trentini". La disponibilità di tale schedario, quale efficace strumento di gestione delle informazioni di carattere territoriale ed amministrativo dei pascoli di interesse provinciale, è di fondamentale utilità per la semplificazione dei procedimenti, per una corretta programmazione degli interventi di sostegno, per lo svolgimento delle verifiche amministrative e per il monitoraggio degli impatti delle politiche di aiuto. Il collegamento con lo strumento pianificatorio forestale consente una valutazione integrata della funzione pascoliva con le altre funzioni del bosco.

### ***Forest management plans and pasture register in Province of Trent***

**Keywords:** forest planning; multifunctionality; pasture forests; pastures; Trentino.

The forest management plans in the Province of Trento have always had as their object not only the properly wooded part of the property, but also that subject to grazing, generally affected by mountain pastures connected to huts, due to the evident interactions between the two land uses. The forest and pasture surface regularly included in the management plans in Trentino, covers about 63% of the territorial surface. The contents of the plans for the pasture part contained, and still contains, a description of hut buildings of the pasture areas connected with them, or a description of the areas intended for grazing independently of the presence of the hut, as in the case of sheep and goats pastures. While the main concern at the outset was the problem of overgrazing, the problem of underloading has become increasingly apparent in recent years, resulting in the degradation of grassland areas.

Consequently, the initial indications in the maximum permissible load plans have gradually been replaced with indications regarding the optimum loads, so as to prevent both under-loading and overloading situations, to be understood as indicative. With the recent revision of company planning, the paper and cartographic indications of the plans became, starting from 2010, the digitised and georeferenced indications included in the information system for corporate forest management in Trentino (SIGFAT), which make it possible to identify the areas eligible for grazing within the property. The traditional role of forest business plans in the definition of pastures, in particular in wooded areas, is recognised by the existing forest standards. The plans, in fact, as they are based on detailed studies and evaluations, exceed the general rules that provide for private areas not subject to planning, the general possibility of grazing, even in wooded areas. Except in areas affected by fire, grazing has to comply with Civil Code rules and general provisions of forest regulations. The forest planning system, aimed at the correct management of the territory, has been joined over time by the system of administrative procedures for the requests for aid or facilitations concerning the mountain huts and pastures, also with reference to the rural development programmes.



These aids, which are generally requested by beneficiaries other than land owners, are granted on the base of comparison between cadastral data and photo-interpretation, and have often presented differences in managing and problems in verifying data respect to the forest management plans, that have 10-years validity and are organised by property. It's purpose is also to identify the real areas linked to the different pastures, to verify the possibility to graze not only on the base of cadastral data and photo-interpretation, but also on the management data conditioned by the morphology, accessibility, water points, slope and other variables. In 2015, the Autonomous Province of Trento decided to modify the management of pastures by establishing the "Trentino Pasture Register", consisting of three elements: the Land Register of pastures, the Land Register of huts and the Land Register of grazeable pasture areas and establishing, in May 2018, a structured link between the forest planning and the Land Register of pastures.

In 2017, through a collaboration between the Forestry and Wildlife Service, responsible for the approval procedures of the forest management plans, and the Provincial Paying Agency, a paying agency recognised by the European Union and the subject responsible for managing the Trentino pasture, an extended process of coordinated verification of the pasture areas included in the planning and the areas subject to requests for support in the past was completed.

The procedures followed to carry out this work, the results obtained and the organizational arrangements adopted to maintain over time the link between the forest planning and the "Trentino Pasture Register" are described. Its availability, as a concrete instrument for the management of territorial and administrative information on pastures of provincial interest, is fundamental to simplify procedures, to plan correctly support interventions, to perform administrative verifications and to monitor the impacts of aid policies. The link with the forest plans allows an integrated assessment of the pasture function respect to the other forest functions.

\*\*\*

#### **S. 14.11 Violazioni amministrative in campo forestale - confronto fra normative regionali**

Stefano Gerbaldo

**Parole chiave:** violazioni forestali; regioni amministrative; squilibri.

Il presente lavoro si propone come contributo al più ampio dibattito sulla nuova legislazione forestale italiana ed eventuale spunto per i prossimi riassetti ordinamentali del bosco, ponendo a confronto alcune normative regionali per ciò che concerne gli aspetti sanzionatori amministrativi di settore. In altre parole si espone, rispetto alle nuove questioni forestali, quanto osservabile dal punto di vista del maggior organo di controllo in materia, ovvero i Carabinieri Forestali, appartenenti al Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri, di recente istituzione.

Per attribuire concretezza alla presente trattazione si è preso a riferimento un preciso caso di studio in provincia di Cuneo (Piemonte), ovvero, per rappresentatività e diffusione, l'utilizzazione di un bosco con parametri dendrometrici non infrequentemente riscontrabili anche in altri contesti regionali. Nello specifico si è scelta una faggeta pura meso-eutrofica, a copertura colma, di età compresa entro i 50 anni e con una componente significativa di soggetti di origine agamica (a ceduo). Dopo aver definito, per stato e consistenza, il bosco in esame effettuando rilevazioni dendrometriche in situ a ceppi, fusti e chiome entro aree di saggio e definendo la curva ipsometrica, si è proceduto, con applicativo informatico dedicato, a stimare il prelievo attuato dalla ditta utilizzatrice e a valutare le piante rimaste in piedi.

Di seguito si è provato ad applicare alcuni regolamenti forestali regionali del centro-nord Italia alla medesima tagliata, operandone dunque il confronto limitatamente al singolo caso esaminato.

Premesso che la particella analizzata non ricade in aree protetta regionale/nazionale, né in Rete Natura 2000, ne risulta inserita in alcun piano di gestione forestale, si sono esclusivamente considerate le prescrizioni tecniche di massima, ovvero le soglie di prelievo genericamente consentito in bosco per lo study case e senza estendere



l'analisi alle inottemperanze legate agli aspetti amministrativi dell'utilizzazione (mancata comunicazione all'ente preposto, assenza di autorizzazione o martellata, ecc.).

Ne è emersa una certa disomogeneità nell'attribuzione della forma di governo del bosco, variabile da governo misto, a ceduo in conversione, a fustaia transitoria in quanto differenti sono risultate le definizioni giuridiche di riferimento ed i parametri dendrometrici valutati nelle singole normative. In conseguenza sono risultati diversificati i trattamenti selvicolturali applicabili alla faggeta considerata e le soglie minime di provvigione da rilasciare in bosco al termine del taglio, espresse in termini di numero, copertura o volume di piante.

Ma è soprattutto nella stima della ripresa considerabile illecita, rappresentata in volume ed in numero di piante, e ancor di più negli importi delle sanzioni amministrative ipotizzate che si sono palesate le maggiori differenze, tanto che si sono riscontrati valori anche multipli gli uni rispetto agli altri ed una chiara asimmetria e non proporzionalità tra la misura della ripresa abusiva ed il corrispondente importo sanzionatorio amministrativo.

Tali differenze si acuirebbero ancora se si valutasse l'applicazione del Regolamento comunitario n. 995/2010, cosiddetto della "Due Diligence", che contrasta la commercializzazione di legname di provenienza illecita, anche intracomunitaria, e che enuclea fattispecie di violazioni strettamente dipendenti dalla configurazione dell'illecito amministrativo stabilito dalle Regioni amministrative.

Lo studio effettuato rimarca dunque l'opportunità di valutare, negli idonei ambiti di collaborazione interistituzionale, anche gli aspetti sanzionatori e gli algoritmi del controllo in considerazione dell'eventuale armonizzazione delle normative applicabili nel nostro paese, al fine di ricomporre i possibili squilibri concorrenziali tra i vari operatori del settore di provenienze regionali differenti e quindi, in fondo, per una migliore tutela di quel bene indispensabile che è il bosco.

### ***Administrative violations of forestry interest – differences between regional regulations***

**Keywords:** forestry violations; administrative regions; imbalances.

The present work is proposed as a contribution to discussion about new Italian forest legislation and possible starting point for future policies. It has been compared some regional regulations for what concerns the administrative sanctioning aspects of the sector. In other words, with respect to new forestry issues, this contribution shows the point of view of the major control institution on the subject, the Forest Carabinieri, belonging to the Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari of Carabinieri Corp, recently established. To give concreteness to the present discussion, a precise case study has been taken in the province of Cuneo (Piemonte, Italy). It has been chosen this particular study-case because of representativeness and diffusion, in other words because of its dendrometric parameters not infrequently found in other regional contexts. Specifically, it has been analyzed a pure meso-eutrophic beechwood, with full coverage, aged under 50 years and a significant component of subjects of agamic origin (coppice). After defining, by state and consistency, the forest in question by performing in situ dendrometric surveys to logs, trunks and foliage it has been calculated, with dedicated computer application, how much wood the company has taken home. It also has been considered the quality of no cut plants.

After that the study has been applied to some regional forest regulations of central and northern Italy to the same forest cut, operating the comparison limited to the individual case examined.

Given that the analyzed particle does not fall in protected areas regional / national, nor in Natura 2000 network, nor in any forest management plan, it has been only considered the technical specifications which every regional regulation has established. It has not been developed the analysis to the non-compliance administrative aspects (lack of formal communication, absence of authorization, etc.).

This has revealed a certain lack of homogeneity in the attribution of the form of government of the forest, variable from mixed government, to coppice in conversion, to transient fustaia. In fact there are different legal definitions of dendrometric parameters and forest horizontal e vertical structures. As a result there are different silvicultural applicable treatments and very different masses of not to cut forest, in terms of number, coverage or plants volume.





But it is above all in the estimation of the considerable illicit recovery, represented in volume and in number of plants, and even more in the amounts of the administrative penalties hypothesised that the greatest differences have been revealed, so that there are also multiple values compared to the others and a clear asymmetry and non-proportionality between the measure of abusive recovery and the corresponding administrative penalty amount.

These differences would be even more acute if the application of the Community Regulation no. 995/2010, the so-called "Due Diligence", which contrasts the marketing of illegally sourced timber, including intra-Community, and which enumerates cases of violations strictly dependent on the configuration of the administrative offense established at regional level.

The study carried out therefore highlights the opportunity to evaluate, in the appropriate areas of interinstitutional collaboration, also the sanctions and control algorithms in consideration of the possible harmonization of the applicable regulations in our country, in order to recompose the possible competitive imbalances between various operators in the sector of different regional origins and therefore, after all, for a better protection of the indispensable good that is the wood.

\*\*\*

#### **S. 14.12 Le compensazioni volontarie nel settore forestale, prospettive future e Governance**

Saverio Maluccio, Raoul Romano, Giorgio Vacchiano, Roberta Berretti, Renzo Motta, Pierluca Gaglioppa, Marco Allocco, Mirando Di Prinziò, Luciano Di Martino

**Parole chiave:** foreste; crediti di carbonio; servizi ecosistemici; Accordo di Parigi; mitigazione dei cambiamenti climatici.

Dal 2009 al 2016 sono stati erogati nel mondo circa 1 Miliardo di dollari per la compensazione volontaria delle emissioni climalteranti mediante progetti di gestione forestale, rimboschimento e imboschimento (Hamrick e Gallant 2017). Cifre che solo per il contesto Italia ammontano a circa 5 Milioni di euro (Report "Stato del mercato forestale del Carbonio in Italia").

Oggi il settore forestale e la gestione sostenibile dei boschi assumono un ruolo strategico nel panorama caratterizzato dai nuovi regolamenti europei in materia di cambiamenti climatici (Effort Sharing Regulation, LULUCF Regulation, Paris Agreement), che prevedono impegni di riduzione delle emissioni climalteranti soprattutto per i settori agricoltura, trasporti, edilizia e rifiuti. Inoltre, è in forte aumento la sensibilità sociale ai temi ambientali e la volontà dei soggetti privati e pubblici di contribuire attivamente alla lotta al cambiamento climatico, mediante la creazione e la gestione di nuovi boschi.

In parallelo, in contesti sia rurali che urbani, è sempre più rilevante l'interesse pubblico nei confronti dell'erogazione di servizi ecosistemici di regolazione da parte delle foreste e delle attività di gestione forestale sostenibile. Di conseguenza, i progetti di mitigazione ambientale devono non solo contribuire all'assorbimento della CO<sub>2</sub> ma anche generare valore aggiunto in termini di servizi ecosistemici, come la conservazione della biodiversità e il miglioramento della qualità delle acque.

Le organizzazioni pubbliche o private considerano ormai una pratica consolidata il rispetto della mitigation hierarchy limitandosi però a ridurre prima e compensare poi le sole emissioni di gas climalteranti. Emerge quindi l'interesse a contribuire in maniera volontaria alla mitigazione dei cambiamenti climatici che tuttavia nel nostro paese si scontra con la mancanza di linee guida ufficiali. Il risultato è la generazione di sperequazioni nelle quantificazioni e nei prezzi dei crediti di compensazione, la perdita di efficacia delle misure (es. *greenwashing*) e la caduta della fiducia nel mercato.

Per assicurare una mitigazione climatica e una fornitura di servizi ecosistemici efficaci e continue, diventa necessaria una governance nazionale che definisca parametri e linee guida condivise e certificate per la realizzazione di progetti di compensazione credibili ed efficaci.



Prendendo a modello iniziative analoghe già attuate in paesi dell'Unione Europea (Wood Land Carbon Code UK e Voluntary Carbon Land in Francia) e in altri continenti (Australian Emission Reduction Fund e Japan Credit System) nonché altre iniziative simili per ulteriori servizi ecosistemici compensativi (habitat banking - UK - e Biodiversity banking -USA, Canada, Australia) e considerando anche le buone pratiche già presenti in Italia (delibera, n. 24-4638 del 6 febbraio 2017 "Disposizioni per lo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio da selvicoltura nella Regione Piemonte,"Progetto LIFE Carbomark"e il "Codice forestale del Carbonio") si vogliono mettere a punto anche per l'Italia delle linee guida che consentano l'attivazione di un reale mercato dei servizi ecosistemici.

Il presente lavoro si propone di riassumere e suggerire linee guida a livello nazionale per:

- (i) quantificare i servizi ecosistemici potenzialmente generabili e in particolare l'assorbimento del carbonio, la conservazione della biodiversità e il miglioramento e conservazione della risorsa idrica;
- (ii) definire i requisiti minimi che devono essere rispettati sia dagli sviluppatori che dai finanziatori dei progetti;
- (iii) prevedere sistemi di garanzia per il mercato che assicurino la qualità, la permanenza e l'addizionalità e l'assenza del doppio conteggio dei servizi ecosistemici generati;
- (iv) valutare il valore economico di tali servizi ecosistemici, tenendo conto anche dei costi di implementazione e certificazione dei crediti oltre che delle eventuali perdite dovute all'implementazione del progetto (riduzione della produttività e leakage);
- (v) promuovere un mercato locale che preveda un legame territoriale tra chi genera e chi acquista i crediti di compensazione.

Un modello di mercato così delineato potrebbe contribuire al rispetto degli impegni internazionali in tema di cambiamenti climatici come avviene in altri paesi e rappresenterebbe per i proprietari e i gestori forestali il giusto riconoscimento per i servizi che le foreste svolgono nei confronti del clima, oltre che un nuovo incentivo alla gestione forestale sostenibile e alla considerazione e cura delle foreste da parte dell'opinione pubblica.

### ***Voluntary offset in the forest sector, future perspectives and governance***

**Keywords:** forests; carbon credits; ecosystem services; Paris Agreement; climate change mitigation.

From 2009 to 2016 about one billion dollars has been disbursed for voluntary offset of greenhouse emissions through forest management and afforestation/reforestation projects (Hamrick e Gallant 2017).

These figures amount to around 5 million euros only for the Italian context (processing from the report "State of the carbon forest market in Italy").

Today the forestry sector and the sustainable management of forests assume a strategic role in the panorama characterized by the new European regulations on climate change (Effort Sharing Regulation, LULUCF Regulation, Paris Agreement), which provide for commitments to reduce greenhouse emissions, especially for the sectors of agriculture, transport, construction and waste. Furthermore, the social sensitivity to environmental issues and the willingness of private and public actors to actively contribute to the fight against climate change through the creation and management of new forests are increasing.

In parallel, in both rural and urban contexts, the public interest in the provision of ecosystem regulation services by forests and the sustainable forest management activities are increasingly important.

Consequently, environmental mitigation projects must not only contribute to the carbon sequestration but also generate added value in terms of ecosystem services such as biodiversity conservation and improvement of water quality. Public or private organizations now consider the respect of mitigation hierarchy to be a consolidated practice, however limiting itself to reducing first and then compensating only the emissions of greenhouse gases. There is therefore an interest in contributing voluntarily to the mitigation of climate change, which however in our country clashes with the lack of official guidelines.

The result is the generation of inequalities in the quantifications and prices of compensation credits, the loss of effectiveness of the measures (e.g. episodes of greenwashing) and the fall of confidence in the market.



To ensure the climate mitigation and the supply of effective and continuous ecosystem services, national governance becomes necessary to define shared and certified parameters and guidelines for the implementation of credible and effective compensation projects.

Taking as a model similar initiatives already implemented in European Union countries (wood land carbon code UK and Voluntary carbon Land in France) and in other continents (Australian Emission Reduction Fund and Japan Credit System) as well as other similar initiatives for further compensatory ecosystem services (habitat banking -UK - e biodiversity banking -USA, Canada, Australia) and considering the best practices already utilized in Italy (Provisions for the development of the voluntary carbon credit market for forestry in the Piedmont Region, Life Carbomark and Forest Carbon Code 1.0) we want to develop guidelines for Italy that allow the activation of a real market of ecosystem services.

The present work aims to summarize and suggest national guidelines to:

- (i) quantify ecosystem services potentially generable and in particular carbon sequestration, biodiversity conservation and improvement and conservation of water resources;
- (ii) define minimal requirements that must be respected by both developers and project funders;
- (iii) provide guarantee systems for the market that ensure the quality, permanence, additionality and the absence of double counting of the generated ecosystem services;
- (iv) evaluate the economic value of these ecosystem services, also taking into account the costs of implementing and certifying the credits as well as any losses due to the implementation of the project (reduction of productivity and leakage);
- (v) to promote a local market that provides a territorial link between those who generate and those who purchase carbon credits.

A market model as outlined above could contribute to meeting international climate change commitments as in other countries and would represent the right recognition for forest owners and managers of the services that the forests play in relation to the climate, as well as a new one incentive for sustainable forest management and for the consideration and care of forests by the public opinion.

\*\*\*

#### **S. 14.13 *Impact investments, acceleratori di impresa e innovazione sociale nel settore primario: esperienze dai progetti ECOSTAR e SIMRA***

Mauro Masiero, Laura Secco, Riccardo Da Re, Kamini Vicentini, Elena Pisani, Alessandro Leonardi, Lucio Brotto, Catie Burlando

**Parole chiave:** *impact-investment*; acceleratore; innovazione sociale; ECOSTAR; SIMRA.

Molte delle iniziative imprenditoriali innovative fondano il loro successo sulla creazione di valore attraverso il ricorso ad asset intangibili. I servizi ecosistemici (SE) -cioè i molteplici benefici che gli ecosistemi offrono all'umanità- costituiscono uno degli asset intangibili di maggior valore al mondo, e la domanda globale di prodotti e servizi basati sul capitale naturale è in aumento. Oltre ai SE altri fattori guidano lo sviluppo di attività imprenditoriali innovative nel settore primario. Tra questi, l'uso di nuove tecnologie (nel novero dell'ampio spettro di opportunità offerte da Industria 4.0) e la valorizzazione del capitale sociale, cioè la creazione e lo sviluppo di nuove forme di rete e collaborazioni tra persone e organizzazioni in risposta a stimoli di carattere sociale, economico e ambientale.

Investire in capitale naturale comporta sfide rilevanti in termini di impatti e responsabilità. Gli investitori e la società in generale sono viepiù sensibili agli impatti ambientali, sociali e di governance (Environmental, Social and Governance, ESG) generati dagli investimenti: sebbene gli aspetti finanziari rimangano centrali, gli impatti ESG sono sempre più considerati come criteri determinanti per la valutazione e la scelta di opzioni alternative d'investimento.



Nonostante le condizioni di contorno creino un terreno potenzialmente fertile per mettere in relazione la ricerca scientifica e lo sviluppo di attività d'impresa innovative, esistono ancora numerosi aspetti critici, ivi compresa la mancanza di specifiche opportunità di formazione. Ad esempio una recente indagine ha messo in evidenza come meno del 10% dei corsi universitari relativi al settore primario in Europa offra formazione specifica in materia d'imprenditorialità. Iniziative quali programmi di business and impact acceleration possono contribuire a risolvere tali criticità. In Italia tali iniziative sono ancora rare, ma recentemente sono state avviate due esperienze di rilievo:

- (i) ECOSTAR Nature-Accelerator;
- (ii) Slparte.

#### *ECOSTAR Nature-Accelerator*

Sviluppato nell'ambito del Progetto Erasmus+ ECOSTAR e supportato dall'acceleratore d'impresa Fledge (Stati Uniti), il programma intende selezionare e supportare startup d'impatto operanti nei settori agricoltura, foreste, capitale naturale ed ecoturismo, attraverso un programma di tutoraggio imprenditoriale, tecnico e scientifico.

La prima edizione dell'Acceleratore ha visto pervenire la candidatura di oltre 250 startup da più di 20 paesi: 60 di queste sono state pre-selezionate e, infine, 8 di esse sono state selezionate come partecipanti al programma. A queste ultime è stato garantito un percorso di formazione online (Maggio 2018) seguito da 8 settimane di formazione frontale presso il Campus di Agripolis (Università di Padova, Giugno-Luglio 2018) per consentire lo sviluppo di modelli d'impresa e business plan. Il programma di accelerazione include l'accesso a contatti con investitori ed esperti, così come a una rete di tutor forniti da ECOSTAR e Fledge (oltre 550 in tutto il mondo) oltre a incontri con potenziali investitori, visite in campo, attività di team-building e una giornata finale dimostrativa. Ciascuna startup beneficia di un finanziamento di € 15.000 e di ulteriori € 25.000 in servizi. Il finanziamento è fornito alternativamente come:

- (i) cessione del 6% del capitale sociale in cambio del finanziamento, con successiva restituzione del 4% dei ricavi futuri trimestrali;
- (ii) prestito pagato sotto-forma del 4% dei ricavi mensili futuri. Le startup hanno inoltre la possibilità di ricevere investimenti successivi in un range di ulteriori € 50.000-200.000.

#### *Slparte*

L'iniziativa è stata sviluppata come innovation action nell'ambito del progetto Horizon 2020 SIMRA (Social Innovation in Marginalised Rural Areas). Si tratta di un programma di innovazione sociale e imprenditoria giovanile strutturato in 4 sessioni formative e un hackathon (Maggio-Ottobre 2018). Si rivolge a giovani, startup e organizzazioni di volontariato già attive o interessate ad avviare attività imprenditoriali innovative nei settori agricoltura, foreste e sviluppo rurale nell'area del GAL Prealpi e Dolomiti (Belluno). Priorità è data ad attività quali: agricoltura di qualità, usi sociali delle foreste, turismo sostenibile rurale, artigianato e cultura locale, servizi, inclusione sociale e lavorativa, laddove possibile accompagnati al riutilizzo di manufatti rurali presenti nel territorio del GAL.

Le prime due sessioni formative hanno visto la partecipazione di circa 30 persone appartenenti a 20 diverse organizzazioni. L'hackathon finale consisterà in una giornata di confronto e progettazione durante la quale le idee nate nel corso degli incontri precedenti e nuovi spunti entreranno in competizione e saranno strutturate. I partecipanti potranno affinare le loro idee imprenditoriali e presentarle a un team di esperti. La migliore idea riceverà un premio di € 8.000 in servizi a supporto del lancio dell'iniziativa imprenditoriale previsto nella primavera 2019. Le idee non selezionate potranno essere valorizzate e considerate in future azioni promosse dal GAL.

Entrambe le iniziative sono in corso: il contributo presenterà i risultati derivanti dalla loro attuazione al fine di identificare gli impatti prodotti, i punti di forza e debolezza, così da supportare nuove edizioni e ispirare nuove iniziative analoghe in futuro.





## ***Impact investments, business accelerators and social innovation programs in the primary sector: experiences from ECOSTAR and SIMRA projects***

**Keywords:** impact-investment; accelerator; social innovation; ECOSTAR; SIMRA.

Most of innovative businesses base their success on creating value through better use of intangible assets. Ecosystem services (ES) –i.e. the many different benefits that ecosystems provide to humanity– constitute the most valuable intangible assets on earth and the global demand for natural capital-related products and services is increasing. Besides ES other drivers are leading the development of innovative entrepreneurial activities in the primary sector. These include the development and use of new technologies (within the broad spectrum of Industry 4.0 opportunities) and the valuing of social innovation, i.e. the creation and valuing of new forms of networks and practices among people and organizations in response to societal, economic and environmental challenges.

Investing in natural capital poses severe challenges in terms of impacts and responsibility. Investors and society at large are increasingly sensitive to impacts generated by investments in terms of environmental, social and governance (ESG) issues: while financial profitability remains a key-factor, ESG impacts are increasingly regarded as relevant criteria for assessing and choosing investment options.

Despite this sparkling context creating a potentially fertile environment for linking scientific research and business activities, there are still many caveats and gaps, including lack of specific training opportunities for young people. For example results from a recent survey show that less than 10% of European university courses in the primary sector offer specific training on entrepreneurship. Initiatives like business and impact acceleration programs can help filling these gaps. These initiatives are still new for the Italian context, however two programs have been recently developed and ran:

- (i) ECOSTAR Nature-Accelerator;
- (ii) Sparte initiative.

### *ECOSTAR Nature-Accelerator*

Developed within the framework of ECOSTAR Erasmus+ project and powered by the US-based company accelerator Fledge, the program aims to select and invest in impactful and early-stage startups operating in agriculture, forestry, natural capital and ecotourism through an intense programme of entrepreneurial, technical and scientific mentorship.

More than 250 startups from more than 20 countries applied for the first edition of the Accelerator: 60 were shortlisted and interviewed and finally 8 selected. The latter were awarded with an entrepreneurial online training (May 2018) and an 8 weeks face-to-face training program at Agripolis Campus (University of Padova, June-July 2018) to help developing their business model. The acceleration program includes access to impact investors and scientists as well as business mentors' networks provided by ECOSTAR and Fledge (more than 550 mentors worldwide) and a series of social events, including meetings with potential investors, field trips, team building activities and a final demo-day. Each startup benefited from an "All-Inclusive" Investment Package made up of € 15,000 seed funding and € 25,000 service value (working facilities and acceleration services). The seed funding was structured as an investment under one of the following two options:

- (i) redeemable equity, where the startup gives 6% of its shares in exchange for the seed investment and the shares are then bought back using 4% of future quarterly revenues;
- (ii) a loan, where the startup receives the seed investment as a debt financing and pays back using 4% of future monthly revenues.

Startups have also be given the chance to receive follow on investments within a range of € 50-200,000.

### *Sparte initiative*

The initiative has been developed as an innovation action within SIMRA (Social Innovation in Marginalised Rural Areas) Horizon 2020 project. It consists of a social innovation and young entrepreneur program structured into 4 meetings and a hackathon, held in May-October 2018. The program targeted young people,



startups and civil society organizations operating or willing to develop innovative entrepreneurial activities in the field of agriculture, forestry and rural development within the area of the Prealpi and Dolomiti LAG (Belluno). Preferred activities included quality agriculture, social forestry, sustainable tourism in rural areas, local handicraft and traditions, social inclusion and the reuse of rural buildings within the LAG area. So far, about 30 participants from 20 different organizations took part to the first two meetings.

The final hackathon will consist of a full-day session for the refinement of entrepreneurial ideas developed during the training meetings. Ideas will then be presented to a panel of experts and the best one will be awarded with a € 8,000 service value to support its launch in Spring 2019. Non-awarded ideas might have the chance to be further developed and implemented via future activities promoted by the LAG.

Both initiatives are currently ongoing: the paper will build on results from their full implementation to identify their impacts, strengths and weaknesses in order to draw lessons learnt and provide useful inputs to replicate, improve and, in case, upscale them in the future.

\*\*\*

#### **S. 14.14 La sicurezza nei cantieri forestali: il lavoro del gruppo Sicurezza in Selvicoltura del Piemonte**

Valerio Motta Fre, Pier Paolo Brenta, Stefano Picco

**Parole chiave:** operatori forestali; sicurezza; macchine; attrezzature; controlli; lavoro in bosco.

Il lavoro in bosco è riconosciuto come uno dei più gravosi e pericolosi, essendo continuamente esposto a diversi rischi e a un'elevata probabilità di infortuni. Circa il 40% degli infortuni vede come causa agente il movimento o caduta di fusti, tronchi e rami, il 30% è conseguenza diretta dell'uso della motosega o altri utensili, il 20% è dovuta a cadute e/o scivolamento dell'operatore, il restante 10% è legato all'uso di trattori ed altre macchine. La motosega rappresenta lo strumento più pericoloso e l'abbattimento la fase di maggior rischio, anche se il maggior numero di infortuni si verifica durante l'allestimento del legname; un minor numero di incidenti avviene durante l'esbosco, ma spesso sono di gravità più elevata.

Il lavoro in bosco sta conoscendo una meccanizzazione sostenuta negli ultimi anni ed a fianco di macchine storicamente utilizzate nei cantieri forestali come la motosega o il trattore con il verricello, sempre più imprese si dotano di teleferiche, skidder, escavatori con pinza o processori.

Norma fondamentale è il d.lgs. 81/2008, Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, cui si aggiungono gli accordi Stato-Regioni relativi alla "Formazione obbligatoria dei lavoratori" e alle "Attrezzature" e, per il Piemonte, la l.r. 4/2009, "Gestione e promozione economica delle foreste", con i suoi regolamenti attuativi, in particolare il regolamento forestale (l.r. 4/2009) e quello dell'Albo delle imprese forestali (n. 2/R dell'8 febbraio 2010 e s.m.i.), e il Piano Regionale di Prevenzione in Agricoltura e Selvicoltura (<http://www.regione.piemonte.it/sanita/cms2/prevenzione-e-promozione-della-salute/piano-regionale-di-prevenzione>).

La pianificazione della sicurezza e dell'emergenza risulta quindi un'operazione complessa che necessita di essere gestita a vari livelli: dall'identificazione e valutazione dei rischi, alla pianificazione e organizzazione delle attività, all'adozione di tecniche di lavoro adeguate, dei dispositivi di sicurezza necessari e di un piano per la gestione delle emergenze. Tutti i soggetti sono coinvolti: il committente dei lavori, il datore di lavoro, il caposquadra o preposto all'operazione, il singolo lavoratore, secondo responsabilità chiaramente definite dalla legge.

Allo stesso tempo i funzionari delle ASL incaricati del controllo sul rispetto della normativa da parte delle imprese forestali si trovano talvolta di fronte ad un settore che non conoscono a pieno, in particolare in termini di tecniche, procedure di lavoro e buone prassi.

Per provare a dare una risposta a questi problemi è stato istituito un gruppo di lavoro regionale "Sicurezza in selvicoltura" partecipato dal settore Sanità e dal settore Foreste per la Regione Piemonte, dai rappresentanti degli SPreSAL delle ASL piemontesi e da IPLA società partecipata della Regione Piemonte che, in sinergia con Sottogruppo nazionale "Lavori forestali e di manutenzione del verde", ha lavorato negli ultimi due anni con le seguenti finalità:

(i) promuovere il confronto sui rischi prioritari del comparto;



- (ii) condividere strumenti e conoscenze anche attraverso strumenti di condivisione on-line (ELFo);
- (iii) collaborare alla realizzazione di momenti di formazione e informazione;
- (iv) definire strumenti di indirizzo comuni per il controllo e l'autocontrollo.

Grazie al Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, misura 1, sono state organizzate due visite ad un cantiere forestale per favorire il confronto tecnico sulla gestione della sicurezza in bosco e sugli insegnamenti trasmessi nei corsi di formazione professionale. Ciò ha permesso anche di far emergere i punti più critici in termini di interpretazione e applicazione della legislazione vigente in ambito forestale.

Inoltre, in analogia con quanto era già realizzato in campo agricolo, è stata predisposta una scheda, chiamata "minimo etico in selvicoltura" che raccoglie le principali buone pratiche per garantire un ambiente di lavoro sicuro nel contesto del cantiere forestale.

Tale scheda da un lato è di aiuto per i funzionari SPreSAL che effettuano i controlli e per le imprese consentendo loro di operare un autocontrollo in materia di sicurezza.

La scheda contiene i seguenti controlli:

- (i) adempimenti normativi previsti per le ditte (DVR, Nomina RSPP, Idonea formazione, Nomina addetto antincendio, Nomina RLS, Nomina Medico Competente, Sorveglianza sanitaria);
- (ii) allestimento e segnalazione del cantiere;
- (iii) verifica Dispositivi di Protezione Individuali presenza e adeguatezza;
- (iv) verifica delle procedure di lavoro (distanza tra operatori, separazione delle lavorazioni);
- (v) gestione emergenze – primo soccorso;
- (vi) requisiti minimi di macchine/attrezzature e loro utilizzo:
  - i. trattore (antiribaltamento, cintura di sicurezza, presa di forza e parti calde protette);
  - ii. albero cardanico (adeguata protezione)
  - iii. verricello montato su trattore (dotazione di protezioni adeguate, dispositivo a "uomo presente");
  - iv. motoseghe (dispositivi di sicurezza);
  - v. escavatore con pinza o processore (antiribaltamento, cintura di sicurezza, accoppiamento pinza/escavatore su libretto, visibilità adeguata);
  - vi. caricatore forestale (posto di manovra raggiungibile e occupabile in sicurezza, accoppiamento trattore – rimorchio, stabilizzatori);
  - vii. cippatrice (barra di inversione del moto dei rulli efficiente e collocata in modo da essere facilmente azionabile dall'operatore, organi lavoratori efficacemente segregati e distanziati dal bordo più esterno del canale di alimentazione);
  - viii. gru a cavo forestale (Gli operatori formati ed informati sulle corrette modalità di messa in servizio ed utilizzo secondo le buone prassi operative, le funi e le carrucole adeguate ed in buono stato di manutenzione, il posto di manovra collocato in modo da non presentare rischi di investimento in caso di caduta del materiale o di rottura delle funi, sistema di comunicazione tra gli operatori).

Per informare e condividere queste iniziative si stanno organizzando degli incontri sul territorio facendo incontrare ditte, tecnici forestali (dottori forestali e funzionari pubblici) e tecnici degli SPreSAL in modo che dalla conoscenza reciproca possa crescere ulteriormente l'attenzione sulla sicurezza nel rispetto delle peculiarità dei lavori forestali.

\*\*\*

#### **S. 14.15 Il nuovo "forest reference level": dettagli e implicazioni per il settore forestale a livello Europeo e Italiano**

Roberto Pilli, Matteo Vizzarri, Giulia Fiorese, Giacomo Grassi

**Parole chiave:** foreste; Unione Europea; LULUCF; livello di riferimento; gestione forestale.

Il nuovo regolamento europeo per il settore LULUCF include il settore forestale e degli altri usi del suolo (il così detto "Land Use, Land Use Change and Forestry"), negli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra fissati dall'Unione Europea per il 2030. Accanto al conteggio obbligatorio del carbonio stoccato nei prodotti



legnosi, l'elemento di maggiore interesse della nuova normativa è dato dalle modalità di calcolo del così detto "livello di riferimento" (reference level, RL) per le foreste esistenti, cioè la proiezione delle emissioni e rimozioni di gas serra, rispetto alla quale verranno misurate le future emissioni e rimozioni. Tale livello, si basa esclusivamente su di una stima dell'evoluzione (teorica) del soprassuolo risultante dalla continuazione delle pratiche gestionali documentate per il periodo di riferimento 2000-2009. Il RL così definito, non ha lo scopo di limitare l'utilizzo delle risorse forestali, né di fornire delle dirette indicazioni gestionali, ma rappresenta semplicemente un livello di riferimento rispetto al quale confrontare le emissioni/rimozioni di gas serra (GHG) del settore forestale. In questo modo, l'impatto nell'atmosfera degli eventuali cambiamenti gestionali rispetto al periodo di riferimento, sarà riflesso nei conteggi per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni. Tale approccio rende il settore forestale più comparabile con gli altri settori, consentendo così una maggiore credibilità e "spendibilità" dei relativi crediti sul bilancio complessivo di GHG del sistema paese, e nell'intero contesto comunitario.

Poiché la quantificazione del RL, entro la fine del 2018, è sotto l'esclusiva responsabilità di ciascun paese, l'attuazione di tale regolamento può rappresentare per l'Italia non solo una sfida, per definire le pratiche gestionali pregresse e future e lo stesso RL, ma anche un'opportunità, per contribuire al rilancio dell'intera filiera forestale. Ad esempio, la definizione di un RL il più possibile aderente alle concrete pratiche gestionali, potrebbe rappresentare una concreta occasione per correggere le ben note lacune riguardanti le statistiche ufficiali sulle utilizzazioni legnose.

Proprio l'analisi delle dinamiche di crescita delle foreste italiane basata sulla continuazione delle pratiche gestionali correnti, può costituire anche uno strumento per fornire una serie di indicazioni gestionali per la futura pianificazione forestale. Così come evidenziato nel nuovo "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali", una corretta gestione delle risorse forestali presenti nel nostro territorio richiede una pianificazione integrata, multifunzionale e multiscala, che possa avvalersi di adeguati e innovativi strumenti di analisi, capaci di indicare le possibili strategie gestionali per bilanciare funzioni tra loro non solo complementari, quali quella protettiva e di carbo-ritenzione, ma spesso anche competitive, quali l'utilizzo e la valorizzazione delle risorse legnose per la produzione di manufatti e il recupero funzionale delle ampie superfici governate a ceduo presenti nel nostro Paese.

### ***The new Forest Reference Level in EU and Italy: details and implications for the forest sector***

**Keywords:** forests; European Union; LULUCF; reference level; forest management.

The new Regulation (EU) 2018/841 includes the greenhouse gas emissions (GHG) from land use, land use change and forestry (LULUCF) into the EU 2030 climate and energy reduction targets. This means that, up to certain limits and through specific rules, Member States (MSs) may use the mitigation actions in forestry and agriculture soils to meet their climate targets. For the forest sector, the core of the new regulation is the definition of a projected country "forest reference level" (FRL), i.e. a baseline of forest GHG emissions and removals against which the future GHG emissions and removals will be compared for accounting purposes. The FRL shall be based on the continuation of the management practices as documented by each country for the period 2000 – 2009. The purpose of this approach is to ensure that the carbon accounting fully reflects the atmospheric impact of changes in management activities relative to the historical period, according to the country-specific forest characteristics and the age-related forest dynamics. This approach allows to comprehensively incorporate the "real" impact of anthropogenic activities (i.e. forest management) into the carbon accounting framework. Thanks to this approach, thus, the forest sector becomes similar and comparable to other sectors. Depending on the age-class legacy resulting from past management and natural disturbances, the continuation of historical forest management activities may lead to future increases (or decreases) in the harvest volumes, and, consequently, in changes of the forest carbon sinks. As a result, countries are not "penalized" if, due to aging forest stocks or past management successes resulting in increased available timber volumes, more harvest takes place in the future purely as a result of the





continuation of the historical forest management practices. Moreover, a country might decide to increase harvest to levels that will generate “debts” in the forest sector, in the knowledge that this will create GHG accounting savings (and other benefits such as employment, economic activity, trade) in other sectors, including an increased stock of carbon in harvested wood products.

According to the EU regulation, each MS shall submit to the European Commission his own FRL, for the period 2021 – 2030, by the end of this year. Of course, this may represent a challenge to MSs, to define the silvicultural treatments (i.e., the management practices) applied during the period 2000 – 2009, and to calculate the FRL according to this set of management practices. This in turn calls for an improvement of the quality and robustness of forestry statistics at national scale. The same information, however, can be used to evaluate the effect that the continuation of the historical management practices would have on the long-term evolution (i.e. the end of the century) of the managed forest lands. Accordingly, the FRL may be used as a benchmark to compare the continuation of the current management practices with other management strategies. This may represent also an opportunity for the forestry sector in several countries, and in particular in Italy. Moreover, the inclusion of the harvested wood products in the FRL, may increase the mitigation effects, and the long term strategy on the cascade use of wood. Among the others, this aspect may contribute to balance between multiple functions, and maximize mitigation efforts while preserving timber production and biodiversity conservation. Especially in Italy, the entry into force of the new forest law and the new LULUCF regulation may offer the opportunity to enhance the forest sector both in terms of its contribution to the climate change mitigation efforts, and of the development of the entire chain.

\*\*\*

#### **S. 14.16 RAF – Rapporto sullo stato delle foreste in Italia: statistiche forestali in possesso di Regioni e Province Autonome italiane in una prima mappatura a livello nazionale**

Raoul Romano, Luca Cesaro, Sonia Marongiu, Enrico Pompei, Sara Piloni, Paolo Mori, Luigi Torreggiani, Sandro Cruciani

**Parole chiave:** statistiche forestali; settore forestale; report internazionali.

Il Testo unico in materia di foreste e filiere forestali (D.lgs. 3 aprile 2018 n. 34) prevede all’art. 15, comma 2, la predisposizione di un “rapporto pubblico periodico sullo stato del patrimonio forestale nazionale, del settore e delle sue filiere produttive”, coerentemente con gli standard di monitoraggio e valutazione definiti dal processo pan-europeo Forest Europe e con quelli forniti dall’UE e dalle organizzazioni delle Nazioni Unite. La Direzione generale delle foreste del Mipaaf (DIFOR), nell’ambito delle attività promosse dal Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020 e in attuazione degli impegni sottoscritti con il Protocollo di intesa MIPAAF-ISTAT-AGEA-CREA-ISMEA-REGIONI (DIQPAI, Prot. n. 4630 del 12/10/2017) per il coordinamento dei flussi informativi in materia di statistiche forestali, ha promosso la redazione di un primo Rapporto Nazionale sullo Stato delle foreste in Italia (RAF Italia). Questo primo rapporto, che sarà sviluppato in collaborazione con l’Istituto nazionale di statistica (ISTAT) e il Consiglio per la ricerca in agricoltura ed economia agraria (CREA), si pone l’obiettivo di accrescere le conoscenze e le informazioni inerenti il “tema foreste” a livello nazionale nonché dare avvio ad un nuovo processo di aggiornamento e consolidamento delle rilevazioni statistiche in materia con specifica attenzione alle necessità conoscitive e di monitoraggio nazionali, europee e internazionali.

I lavori del RAF Italia sono partiti a inizio 2018 e si concluderanno a metà 2019. La prima attività propedeutica alla realizzazione del Rapporto è stata la predisposizione di un questionario conoscitivo rivolto a Regioni e Province Autonome con l’obiettivo di comprendere come sono organizzati tali enti in campo forestale, quali dati statistici essi raccolgono sistematicamente e a che livello di dettaglio arrivano queste rilevazioni. Tale strumento è da considerarsi di fondamentale importanza per capire innanzitutto se esistono dati forestali omogenei a livello nazionale, che potrebbero trasformarsi in importanti statistiche di settore all’interno del RAF



Italia e delle rilevazioni ISTAT e Forest Europe, successivamente per avere un quadro, ad oggi inesistente a livello nazionale, di come Regioni e Province Autonome monitorano le svariate attività socio-economiche che ruotano attorno al settore forestale.

Il questionario, composto da 118 singole domande suddivise in 12 macro tematiche, è stato inviato lo scorso marzo alle 21 Regioni e Province Autonome italiane per la compilazione. Le risposte sono state raccolte entro fine Aprile e il giorno 8 Maggio, a Roma, si è svolto un primo workshop di coordinamento per i futuri lavori del Raf Italia con i rappresentanti degli enti territoriali.

Il contributo che si intende presentare al IV Congresso Nazionale di Selvicoltura, nella sessione dedicata a Politiche e istituzioni forestali, si focalizza sui risultati dell'elaborazione completa dei questionari, che mostrerà una prima mappatura a livello nazionale di:

- (i) presenza o assenza di leggi e regolamenti forestali nelle varie Regioni e Province Autonome;
- (ii) organizzazione territoriale del settore forestale (personale, uffici, enti delegati, Corpi forestali regionali, agenzie) nelle varie Regioni e Province Autonome;
- (iii) presenza o assenza di piani e programmi sulla gestione forestale, sull'antincendio, sulla fauna ecc. nelle varie Regioni e Province Autonome;
- (iv) presenza o assenza di sistemi informatici per la raccolta di importanti statistiche di settore (es. utilizzazioni boschive annue) nelle varie Regioni e Province Autonome;
- (v) presenza, assenza e/o tipologia di altri numerosi dati inerenti la pianificazione, la gestione e il controllo del settore forestale e delle relative filiere, comprensive di prodotti legnosi, non legnosi e servizi ecosistemici, nelle varie Regioni e Province Autonome.

Si ritiene che tale mappatura, di fondamentale importanza per i successivi lavori del RAF Italia, sia anche un primo importante risultato da diffondere presso gli attori del settore forestale nazionale, per dare loro una panoramica utile a conoscere e comprendere al meglio opportunità e limiti dell'attuale organizzazione della raccolta dati presente sul territorio nazionale e immaginare, nel prossimo futuro, possibili strategie e politiche attive volte a migliorare lo stato delle statistiche forestali del nostro Paese.

***RAF – Report on the state of the Italian forests: forestry statistics of the Italian Regions and of the Autonomous Provinces of Italy, in a first mapping at national level***

**Keywords:** forestry statistics; forestry sector; international reports.

The Consolidated Law on forests and forestry supply chains (Leg. Decree April 3, 2018 n. 34) provides at art. 15, clause 2, the submission of a “public periodical report on the state of the national forestry heritage of the sector and its production supply chains”, in compliance with the standards of monitoring and evaluation settled out by the Pan-European process “Forest Europe” and with those provided by the EU and by the United Nations Organizations.

The Forestry General Direction of MIPAAF (DIFOR), within the activities fostered by the National Rural Network Programme 2014-2020, and in implementation of the commitments underwritten with the Agreement Protocol between MIPAAF-ISTAT-AGEA-CREA-ISMEA-Regions (DIQPAI, Prot. N. 4630 of October 10, 2017) for coordinating the information flows on forestry statistics, has promoted the drafting of a first National Report on the State of forests in Italy (RAF Italy). This first report, which will be developed in cooperation with ISTAT (national statistical institute) and CREA (Council for Agricultural Research and Economics), aims to increase knowledge and information on the “forestry issue” at national level and launch a new process of updating and strengthening of the statistical data with particular attention to knowledge needs and national, European and international monitoring.

The activities of RAF Italy began at the beginning of 2018 and will end by the half of 2019. The first preparatory activity to the realization of the Report was the arrangement of an exploratory questionnaire addressed to Regions and Autonomous Provinces aimed at understanding how such entities are organized in the forestry field, what kind of statistical data they collect and how much detailed are these detections. This



tool has to be considered very important firstly for understanding if there are homogeneous forestry data at national level, which might become important statistics of the sector within the RAF Italy and of the detections by ISTAT and Forest Europe, secondly for getting a framework, nowadays absent at national level, of how Regions and Autonomous Provinces do monitor the various socio-economic activities associated to the forestry sector.

The questionnaire, made up by 118 single questions subdivided into 12 macro themes, was sent last March to the 21 Italian Regions and Autonomous Provinces for being filled in. The answers were collected by the end of April and on the 8th of May, a first coordination workshop, for the future activities of RAF Italy with the representatives of the territorial entities, took place in Rome.

The contribution that is intended to be provided at the 4th National Forestry Congress, in the session devoted to Policies and Forestry Institutions, focuses on the results of the whole processing of the questionnaires, which will disclose a first mapping at national level of:

- (i) presence or not of forestry laws and regulations in the various Regions and Autonomous Provinces;
- (ii) territorial organization of the forestry sector (staff, offices, delegated entities, regional forestry departments, agencies) in the various Regions and Autonomous Provinces;
- (iii) presence or not of plans and programs on forestry management, firefighting, fauna, etc. in the various Regions and Autonomous Provinces;
- (iv) presence or not of information systems for the collection of important statistics of the sector (i.e. annual forest use) in the various Regions and Autonomous Provinces;
- (v) presence, absence and/or type of many other data on planning, management and control of the forestry sector and its supply chains, including wooded products and not, and eco-systemic services in the various Regions and Autonomous Provinces.

This mapping is thought to be very important for future activities of RAF Italy and also a first important result to be spread at the stakeholders of the national forestry sector, in order to give them a useful overview for better knowing and understanding opportunities and limits of the present organization of data collection on the national territory and therefore imagine, in the near future, possible strategies and active policies aimed at improving the state of the forestry statistics of our Country.

\*\*\*

#### **S. 14.17 Le foreste e il settore forestale nella riforma della Politica Agricola Comune post 2020**

Raoul Romano, Davide Pettenella, Francesco Licciardo, Luca Cesaro, Sonia Marongiu

**Parole chiave:** politica agricola comune; sviluppo rurale; foreste e settore forestale.

Il principale strumento di attuazione delle politiche forestali a livello europeo e nazionale rimane la Politica di sviluppo rurale che dal 1992, nel susseguirsi delle 4 programmazioni 1992-1999, 2000-2006, 2007-2013 e 2014-2020, ha progressivamente riconosciuto al settore forestale e alla selvicoltura un ruolo fondamentale nel perseguimento degli impegni internazionali in materia ambientale e di lotta al cambiamento climatico, e degli obiettivi europei in materia di tutela e conservazione dell'ambiente e per lo sviluppo socioeconomico delle aree interne. In Italia le misure forestali dello sviluppo rurale hanno e continuano a costituire le uniche risorse disponibili per il settore forestale nazionale e la principale fonte di investimento e sostegno per la realizzazione di azione volte alla tutela, valorizzazione e gestione del patrimonio forestale, nonché per la realizzazione di interventi volti alla prevenzione dei rischi naturali, in particolare nella lotta agli incendi boschivi.

Nel giugno del 2018 sono state presentate le prime proposte di regolamento per la riforma europea dei fondi comunitari relativi alla programmazione post 2020. Alla luce delle prime riflessioni che accompagnano il necessario iter di approvazione della proposta, per il settore forestale nella nuova architettura programmatica si aprono nuovi scenari. Sulla base di una riduzione delle risorse complessivamente disponibili per la PAC e in particolare per il secondo pilastro, la nuova programmazione prevede una riorganizzazione



delle procedure di gestione finanziaria e di attuazione degli interventi sul territorio che preannunciano un maggiore ruolo centrale dello Stato membro (SM) e una minore capacità di azione da parte delle Regioni per il caso Italiano. In questo contesto l'attenzione alla materia forestale e agli interventi forestali in particolare, che rimangono pressoché confermati nei contenuti e negli obiettivi, rischiano di essere, ancora più di quanto osservato negli ultimi decenni nei singoli PSR regionali, oscurati dalle domande di supporto che provengono dal settore agricolo.

Obiettivo del contributo è analizzare, alla luce delle numerose novità che ridisegnano la programmazione e gestione delle Politiche (orientamento ai risultati, rafforzamento del principio di sussidiarietà, flessibilità nelle scelte dei singoli SM, ecc.) le opportunità operative che la nuova programmazione propone per il settore forestale in relazione alle esigenze e necessità nazionali. Più nello specifico, ci si propone di tracciare gli eventuali scenari futuri per il sistema Italia in assenza di un coordinamento e piano di indirizzo nazionale sulla materia forestale come è avvenuto nelle precedenti e attuali programmazioni. Verranno altresì delineati i possibili percorsi da intraprendere per garantire un'attivazione condivisa e coordinata su tutto il territorio nazionale al fine di garantire l'attuazione di interventi efficaci per il settore.

### ***Forests and the Forestry sector in the Reform of the post-2020 Common Agricultural Policy***

**Keywords:** common agricultural policy; rural development; forests and forestry sector.

The main implementation tool of the forestry policies at European and national level is the Policy of rural development that since 1992, in the 4 programming periods 1992-1999, 2000-2006, 2007-2013 and 2014-2020, has progressively recognized to the forestry sector a fundamental role in the achievement of the international commitments in the environmental field and in the fight to climate change, as well as of the European objectives in terms of protection and maintenance of environment and for the socio-economic development of the inland areas. In Italy, the forestry measures of the rural development do represent, and continue to represent, the only available resources for the national forestry sector and the main source of investment and support to carry on actions aimed at safeguarding, enhancing and managing the forestry heritage, as well as for the implementation of measures aimed at preventing natural risks, particularly in the fight against forest fires.

In June 2018, some first proposals for regulations concerning the European reform of the EU funds for the post-2020 programming period were submitted. In the light of the first reflections accompanying the necessary approval process of the proposal, new scenarios for the forestry sector do somehow disclose in the new programmatic architecture. On the basis of a reduction of the overall available resources for the CAP, mainly for the Second Pillar, the new programming envisages a reorganization of the procedures for financial management and implementation of the measures on the territory that foretell a greater central role of a Member State (MS) and a reduced capacity for action by Regions, in the case of Italy. In such a context, the attention paid to the forestry issue and particularly to the forestry measures, which remain essentially confirmed in terms of contents and goals, risk to be obscured by the aid claimed by the agricultural sector, now even more than what observed in the latest decades in the single regional RDPs.

The attempt is to analyze, in the light of the numerous novelties that reshape the programming and the management of the policies (results orientation, strengthening of the principle of subsidiarity, flexibility in the choices of each MS, etc.), the operational opportunities proposed by the new programming for the forestry sector in relation to the national needs. More specifically, the attempt is to trace possible future scenarios for the Italian system in absence of coordination and of a national plan on forestry issue, as it occurred in the previous and present programming periods. Possible paths to be taken will then be outlined in order to ensure a shared and coordinated activation on the whole national territory so as to ensure the implementation of efficient interventions for the sector.

\*\*\*





## S. 14.18 Il futuro del settore forestale nazionale: una lettura del Libro bianco dei boschi d'Italia

Raoul Romano, Manuela Plutino, Francesco Licciardo

**Parole chiave:** governace; partenariato; gestione forestale sostenibile; Strategia forestale europea; Strategia forestale nazionale.

Il bosco è parte integrante della nostra cultura, origine di tradizioni e sapere, custode di diversità biologica e paesaggistica, matrice del territorio, serbatoio di carbonio e fonte di vita, beni, prodotti e servizi. Tanto indispensabile alla vita dell'uomo quanto vulnerabile all'uomo e agli effetti della sua civiltà. Negli ultimi decenni il ruolo del bosco è cambiato acquistando nuovi valori sociali che hanno riportato all'attenzione dell'agenda politica internazionale, europea e nazionale la sua molteplice funzione ambientale ed economica. Il 2017 è stato un anno di cambiamenti importanti per il "settore forestale" nazionale componente imprescindibile della più generale "materia forestale" in cui le parti ambientale, economica e sociale trovano sintesi nei principi della sostenibilità. Negli ultimi anni, incoraggianti segnali di attenzione sono pervenuti da parte del mondo politico e delle istituzioni, che hanno maturato una nuova consapevolezza del ruolo e del valore di una risorsa al servizio dell'intero Paese: si consideri che il 39% del territorio nazionale è coperto da sistemi forestali. Una risorsa rinnovabile, oggetto, tuttavia, di pressioni e interessi crescenti a livello locale e globale per la quale tutti hanno una responsabilità evidente e che rendono la "materia forestale" quanto mai complessa, articolata e strategica per la società.

Con l'entrata in vigore del Testo unico in materia di Foreste e filiere forestali (D.Lgs. n. 34 del 4 aprile 2018) si prevede la realizzazione di una nuova Strategia Forestale Nazionale (SFN). In continuità con il Programma Quadro per il Settore Forestale del 2008 (PQSF) previsto dal comma 1082, art.1, della legge 27 dicembre 2006, n. 2964 (Legge finanziaria 2007), la nuova SFN deve definire nuovi indirizzi nazionali per la tutela, valorizzazione e gestione attiva del patrimonio forestale nazionale, per lo sviluppo del settore e delle sue filiere produttive, ambientali e socio-culturali, ivi compresa la filiera pioppicola, nel rispetto degli impegni assunti a livello internazionale ed europeo (comma 1, art. 6, D.Lgs. 3 aprile 2018, n. 34). La SFN dovrebbe, quindi, coerentemente con quanto previsto dalle otto Aree Prioritarie della Strategia forestale europea (COM (2013) n. 659) del 2013, definire in primo luogo chiari e lungimiranti traguardi, volti al superamento delle emergenze nazionali e alla costruzione di un sistema incentivante che garantisca sicurezza e sviluppo, tutela e valorizzazione del capitale naturale, di cui il patrimonio e il settore forestale sono componenti imprescindibili. Al fine di supportare il processo di redazione della strategia nazionale, la Rete Rurale Nazionale (RRN) 2014-2020 ha deciso di raccogliere e sintetizzare i contributi, le osservazioni e le proposte emerse nel lungo percorso di consultazione pubblica partecipata e di confronto attivo realizzato tra il 2016 e il 2017, attraverso il Forum Nazionale delle Foreste promosso dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF).

Il Libro bianco dei boschi d'Italia tesauro il processo di confronto partenariale e, nel portare a sintesi le esigenze e le necessità del settore, ha lo scopo di fornire un supporto alla definizione della nuova SFN. L'obiettivo sotteso è quello di contribuire a rendere tale strumento coerente ed efficace nel perseguimento delle necessità del settore forestale, dei sempre più urgenti impegni internazionali ed europei sottoscritti dal Governo italiano, e di garantire la stabilità e il benessere per le generazioni presenti e future. In estrema sintesi, il contributo al Congresso vuole presentare i contenuti del Libro bianco e i risultati del processo partecipativo che ha portato alla sua redazione e condivide.

### ***The future of the national forestry sector: a reading of the White Paper on Italian forests***

**Keywords:** governace; partnership; sustainable forestry management; European forestry strategy; National forestry strategy.

Forests are an integral part of our culture, origin of traditions and knowledge, keeper of biological and landscape diversity, territory's matrix, carbon tank and source of life, goods, products and services; so much



essential to human life and vulnerable to humankind and to the effects of its civilization. Over the latest decades, the role of forestry has changed encompassing new social values that have brought to the attention of the international, European and national political agenda its manifold environmental and economic function. 2017 has marked important changes for the national “forestry sector”, an essential component of the more general “forestry issue” where environmental, economic and social factors are synthesized in the principles of sustainability. In the latest years, policy makers and institutions have shown an increased attention towards this issue, thus highlighting a new awareness about the role and value of a resource at the service of the whole Country: be aware that 39% of the national territory is covered by forests. A renewable resource, which is subjected nonetheless to the pressures and to the increasing interests from both local and worldwide levels and for which everyone has an evident responsibility, thus making the “forestry issue” so much complex, articulated and strategic for the entire society.

The entry into force of the Consolidated Law on Forests and Forestry supply chains (Leg. Decree n. 34, 4th April 2018) does envisage the implementation of a new National Forestry Strategy. In continuity with the Framework Programme for the Forestry Sector 2008, as provided by paragraph 1082, art. 1, Law 27th December 2006, n. 2964 (Budget law 2007), the new National Forestry Strategy has to define new national guidelines for the safeguarding, enhancement and active management of the national forestry heritage, for the development of the sector and its production, environmental and socio-cultural chains, chain of poplars included, in compliance with the commitments undertaken at international and European level (paragraph 1, art. 6, Leg. Decree 3rd April 2018, n. 34). In compliance with what expected by the eight Priority Areas of the European Forestry Strategy (COM (2013) n. 659) of 2013, the National Forestry Strategy should therefore firstly set clear and far-sighted objectives aimed at overcoming national emergencies and at implementing an incentive system that might ensure safety and development, safeguarding and enhancement of natural capital where heritage and forestry sector do represent important components.

In order to support the national strategy, the National Rural Network (NRN) 2014-2020 has decided to collect and synthesize the contributions, observations and proposals resulting from the long path of public debate and active confrontation emerged between 2016 and 2017 during the National Forum on Forests promoted by the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (MIPAAF).

The White Paper on Italian Forests does treasure the process of partnership comparison and, by synthesizing the needs and requirements of the sector, aims to provide support to the definition of the new National Forestry Strategy. The aim is to make this instrument coherent and efficient in pursuing the needs of the forestry sector, the ever more urgent international and European commitments underwritten by the Italian Government, and ensuring stability and wellness to present and future generations. In brief, the contribution to the Congress wants to disclose the contents of the White Paper and the results of the participatory process that has brought to its drafting and sharing.

\*\*\*

#### **S. 14.19 Riflessioni attorno ai legami tra selvicoltura e Natura 2000**

Tommaso Sitzia

**Parole chiave:** biodiversità; selvicoltura; Direttiva Habitat, pianificazione forestale, conservazione della natura.

La Direttiva Habitat ha dato avvio nel 1992 alla costituzione delle reti di aree protette più estesa del mondo. Questa rete fu denominata "Rete Natura 2000". Curioso è ricordare che il Parlamento Europeo propose un emendamento, non accolto, che suggeriva un nome diverso per la rete: "Natura Semper". La natura sempre, indipendentemente dalle epoche: un nome forse più idoneo a rappresentarne la perenne attualità. Oggi, la rete Natura 2000 "2018" copre circa il 20% della superficie terrestre dei 28 stati membri che compongono l'Unione Europea. Di questo 20%, la metà è coperto da foreste, corrispondente al 21% della superficie



forestale totale comunitaria. Dei 233 habitat codificati dalla Direttiva Habitat, 85 sono forestali, dei quali 29 sono prioritari, ed altrettanti sono ad essi associati. Oltre 120 specie iscritte nell'all. I della Direttiva Habitat sono associate alle foreste ed altre 63 specie di uccelli iscritte nell'all. I della Direttiva Uccelli sono strettamente legate agli ecosistemi forestali. La Commissione Europea ha pubblicato diverse linee guida che, pur non legalmente vincolanti, forniscono fondamentali elementi per interpretare correttamente i requisiti da rispettare e le opportunità che si offrono alla gestione delle foreste nella rete Natura 2000. Il più recente report sullo stato della rete Natura 2000 in Europa (2007-12) indica che solo il 15% del totale delle valutazioni degli habitat forestali è favorevole, apparentemente in ribasso rispetto al periodo di reporting precedente (2001-06). Specialmente per la regione biogeografica alpina, tra le minacce alla conservazione della biodiversità segnalate dalla Commissione Europea, le più importanti sono la selvicoltura e le attività ad essa legate, come la rimozione degli alberi morti o senescenti, l'impianto di specie esotiche e i tagli a raso, o le utilizzazioni cui non fa seguito la rinnovazione, sia essa artificiale o naturale. Nello stesso tempo, contrariamente a quanto si possa pensare, la Commissione ha anche sottolineato che esistono tipi di habitat che si trovano in condizioni soddisfacenti proprio per come sono stati gestiti nel passato e, in questi casi, è importante assicurare che le pratiche gestionali attuali possano continuare anche nel futuro. Questo vale anche per gli habitat che si sono insediati grazie alla gestione e che potrebbero trasformarsi in altri tipi forestali in futuro. Da notare che i documenti pubblicati dalla Commissione utilizzano il termine «gestione attiva», lo stesso utilizzato, ripetutamente, dal recente decreto legislativo 34/2018, detto "testo unico forestale", a partire dalle definizioni (art. 3). A conferma di ciò, la Corte di Giustizia Europea, ha osservato, nella sentenza relativa alla causa C-6/04, che, al fine di evitare il degrado dello stato di conservazione delle specie e degli habitat, può essere necessario adottare «misure per neutralizzare evoluzioni naturali». Non sfuggirà al lettore che a tali misure possono essere ricondotte quelle relative al ripristino di pascoli e prati soggetti a rimboschimento spontaneo, così come quelle relative ai diradamenti boschivi o alle diverse categorie di trattamenti idonei al mantenimento della diversità strutturale, a seconda delle cenosi boschive, ampiamente descritti nelle tipologie forestali. Va sottolineato che intervenire per conservare attivamente aree forestali o pastorali non è facile, qualora non se ne conosca il proprietario o il proprietario non intenda provvedervi in accordo con gli enti competenti. Questo è un problema al quale il citato decreto legislativo offre una soluzione nel comma 3 dell'art. 12. In altre parole, i decreti attuativi del "testo unico forestale" potrebbero fare molto per la gestione dei siti Natura 2000. Questo non deve far pensare che la selvicoltura sia sempre necessaria per preservare la biodiversità, nell'accezione che ne dà la Direttiva Habitat: ne sono prova i casi nei quali tentativi di escludere tout court la gestione forestale dagli obblighi derivanti dall'applicazione dei commi 3 e 4 dell'art. 6, che riguardano la valutazione di incidenza ambientale, sono stati censurati in sede europea e nazionale. In definitiva, il panorama nazionale del rapporto tra gestione forestale e Natura 2000 si compone di luci ed ombre, di comprensioni ed incomprensioni, ma non vi sono dubbi che grande è il contributo che il comparto forestale può dare al conseguimento degli obiettivi di conservazione della Direttiva Habitat. La pianificazione silvo-pastorale stessa, in quanto volta, a rigore, ad una continua erogazione di servizi e ad un monitoraggio periodico, come negli intendimenti della "Natura Semper", dovrebbe rientrare nei «piani di sviluppo» citati dal comma 1 dell'art. 6 della Direttiva Habitat, nei quali le misure di conservazione potrebbero integrarsi. Il contributo affronta i temi suesposti e ne fornisce un'interpretazione in chiave propositiva, basata sulle fonti legalmente e non legalmente vincolanti e sull'esperienza diretta maturata sul campo.

### ***Perspectives on the relationships between forestry and Natura 2000***

**Keywords:** biodiversity; forestry; Habitats Directive; forest planning; nature conservation.

The Habitats Directive started in 1992 the development of the largest network of protected areas in the world. This network was called "Natura 2000 network". It is noteworthy that the European Parliament proposed an amendment, at that time not approved, which suggested a different name for the network: "Natura Semper". Always nature, regardless of the ages: a name perhaps more suitable to represent its perennial relevance. Today, the Natura 2000 "2018" network covers about 20% of the terrestrial area of the 28 States that are members of



the European Union. Of this 20%, half is forested, corresponding to 21% of the total forest Union area. Of the 233 habitats codified by the Habitats Directive, 85 are forests, of which 29 priority types, and many others are associated with them. More than 120 species listed in the Ann. I of the Habitats Directive are associated with forests and other 63 bird species listed in the Ann. I of the Birds Directive are closely linked to forest ecosystems. The European Commission has published several guidelines that, although not legally binding, provide fundamental elements to correctly interpret the needed requirements and the opportunities offered to forest management inside the Natura 2000 network. The latest report on the state of the Natura 2000 network in Europe (2007-12) indicates that only 15% of total forest habitat assessments are favourable, apparently lower than the previous reporting period (2001-06). Especially for the Alpine biogeographical region, among the threats to biodiversity conservation reported by the European Commission, the most important are forestry and related activities, such as the removal of dead or senescent trees, the planting of exotic species and clearcutting, or forest exploitation not followed by regeneration, either artificial or natural. At the same time, contrary to what one might think, the Commission also stressed that there are types of habitats in favourable conditions precisely because of how they have been managed in the past and, in these cases, it is important to ensure that current management practices continue also in the future. This also applies to habitats that have established themselves through management and which could be transformed into other forest types in the future. It should be noted that the documents published by the Commission use the term "active management", the same used repeatedly by the recent legislative decree 34/2018, known as the "testo unico forestale", starting from the definitions (art. 3). In confirmation of this, the European Court of Justice noted in its ruling in case C-6/04 that, in order to avoid degradation of the conservation status of species and habitats, it may be necessary to adopt "measures to prevent natural developments». The reader should see that these measures can be associated to the restoration of pastures and meadows subject to spontaneous reforestation, as well as to forest thinning or to the different categories of treatments suitable for maintaining stand structural diversity, which are precisely described in forest typologies. It should be emphasized that intervening to actively conserve forest or pastoral areas is not easy, if the landowner is unknown or he does not intend to act in agreement with the competent authorities. This is a problem to which the aforementioned legislative decree offers a solution in par. 3 of the art. 12. In other words, the implementing decrees of the "testo unico forestale" could do a lot for the management of Natura 2000 sites. This should not suggest that silviculture is always necessary to preserve biodiversity, in the sense that the Directive Habitat gives: in fact cases exist of attempts to exclude the forest management from the obligations deriving from the application of art. 6, par. 3 and 4, which concern the appropriate assessment of significant environmental effects, have been censured at European and national level. Ultimately, the national panorama of the relationship between forest management and Natura 2000 consists of lights and shadows, of understandings and misunderstandings, but there is no doubt that the contribution that the forestry sector can make to the achievement of the Habitats Directive's conservation objectives is great. The silvo-pastoral planning itself, which aims, in principle, at a continuous supply of services and a periodic monitoring, as in the intentions of the "Natura Semper", should be included in the "development plans" mentioned in par. 1 of the art. 6 of the Habitats Directive, into which conservation measures could be integrated. The contribution deals with the topics outlined above of which provides a positive interpretation, based on legally and not legally binding sources and on the experience gained in the field.

\*\*\*

#### **S. 14.20 Indagine conoscitiva sulla consistenza del comparto vivaistico forestale nazionale**

Alessandra Stefani, Enrico Pompei, Angela Farina, Alberto Manzo, Fulvio Ducci, Alberto Maltoni, Barbara Mariotti, Andrea Tani

**Parole chiave:** vivai forestali; postime forestale; materiali forestali di riproduzione; politiche forestali; sistemi produttivi.





Il presente contributo è frutto della collaborazione tra Enti di ricerca (Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali dell'Università di Firenze e Centro di ricerca Foreste e Legno CREA-FL di Arezzo) e Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (Direzione Generale delle Foreste). Lo scopo è quello di fornire un quadro attuale della situazione del settore vivaistico forestale in Italia regolato dalla Direttiva Europea 1999/105/CE.

L'importanza di un censimento all'attualità risiede nel fatto che l'attività vivaistica è storicamente stata soggetta ad alternanza di periodi di grande attività ad altri decisamente meno intensi. Per gran parte del secolo scorso, grazie alla fervente attività di rimboschimento ai fini del riassetto idrogeologico dell'Appennino centro meridionale e al frequente ricorso alla rinnovazione artificiale, si è assistito alla nascita e allo sviluppo di numerosi vivai che dovevano fornire il materiale d'impianto ai molti cantieri in attività. Negli anni '70 il fenomeno più significativo per il comparto vivaistico forestale nazionale è rappresentato dalla progressiva chiusura di molti vivai tanto che circa un decennio dopo, sotto l'impulso di contributi per l'imboschimento di terreni agricoli, si è manifestata palesemente l'inefficienza della vivaistica nazionale nel fare fronte alle nuove richieste. In vari report scientifici finalizzati a valutare l'esito di tali azioni di imboschimento si pone l'accento sul fatto che proprio la scarsa qualità del materiale forestale di riproduzione (MFR) sia stata una delle primarie cause dei frequenti fallimenti osservati.

Attualmente la vivaistica forestale suscita interesse per destinazioni del postime di vivaio a nuove finalità di piantagione. Ad un più ridotto interesse per il rimboschimento tradizionale e ad un sempre maggior ricorso alla rinnovazione naturale dei soprassuoli forestali si contrappongono infatti nuove necessità tra le quali possiamo citare: arboricoltura da legno di nuova concezione (impianti policiclici), realizzazione di aree verdi periurbane, rinnovazione artificiale post taglio o evento catastrofico (incendio, tempesta di vento, ecc.), recupero ambientale, fasce alberate di protezione, ecc. Tali nuove esigenze comportano la necessità di innovare i sistemi produttivi per arrivare alla produzione e certificazione di materiali di propagazione di buona qualità, genetica e colturale. Se il ruolo della vivaistica forestale e dei MFR è fondamentale per la sostenibilità economica ed ecologica, esso lo sarà ancor più in relazione alla necessità di far fronte sul breve e sul lungo termine agli effetti del cambiamento climatico. L'indagine oggetto del presente contributo è stata realizzata basandosi su un questionario, inviato alle Regioni, al fine di ottenere informazioni, sia per il comparto pubblico sia per quello privato. Le domande hanno riguardato come principali tematiche: lo stato del recepimento, a livello regionale, della normativa vigente (D. Lgs. 386/03); le modalità di certificazione; il numero dei vivai attivi; l'entità del personale impiegato nell'attività vivaistica; il numero di piante in allevamento nella stagione 2018; il numero di piante concesse, nel 2017, sia ad Enti pubblici sia a privati; infine, sono state richieste informazioni sulle tipologie di intervento a cui il MFR è stato destinato. Parallelamente è stata condotta uno screening, Regione per Regione, delle informazioni immediatamente reperibili sul web. I risultati di questa indagine rappresentano una adeguata base di partenza, relativamente al settore vivaistico, per la redazione del Rapporto Nazionale sullo Stato delle Foreste (RAF Italia), individuato come strumento chiave per le politiche forestali nazionali nel quadro delle azioni di "Monitoraggio, statistiche, ricerca, formazione e informazione" previste dal Testo Unico in materia di Foreste e Filieri Forestali di cui al decreto legislativo 3 aprile 2018, n.34. La lettura critica delle evidenze messe in luce potrà essere particolarmente utile ai fini di un auspicabile futuro adeguamento delle produzioni vivaistiche a standard qualitativi elevati.

### ***A Survey on Italian forest nursery stock production***

**Keywords:** forest nursery; forest nursery stock; forest reproductive material; forest policy; seedling production.

The purpose of this work is to provide an updated picture of the current situation of forest nurseries, which the activity is mainly based on the EU Directive 1999/105/EC, in Italy based on a census. A questionnaire was sent to all Italian Regions, which are in charge of regulating and managing the forest nursery stock production. The questions were related to point out, both in public and in private sector, the following



aspects: the state of the art in terms of implementing the current national legislation (D. Lgs. 386/03), the certification procedures, the number of active nurseries, the amount of employees, the number of plants grown in 2018, the number of plants delivered in 2017, distinguishing among them the private and public planting and each planting aim. The survey was carried out by two research bodies (GESAAF - University of Florence and CREA-FL Council for Agricultural Research and Economics) and the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (General Directorate of Forests).

In Italy, the nursery stock production, and, consequently, the nurseries activity, has historically been characterized by the alternation between periods of full activity and less intense periods. During last century, due to the many reforestation plantings to tackle the hydrogeological risk in central southern Apennines, a great amount of forest nurseries was established close to the plantation sites in order to supply directly the needed seedlings. However, since the 1970s, the usefulness of this kind of nurseries has been progressively decreased and most of them were closed. Thus, about a decade later, following the availability of European funds to sustain the afforestation of agricultural land, the national nurseries resulted definitively ineffective in facing the new great request of forest nursery stock. Many scientific studies on the outcomes of such afforestation actions emphasized the fact that the low quality of the plant material has been one of the main causes of the frequent observed failures. If the role of forest nurseries and FRMs is fundamental to economic and ecological sustainability, it will be even more relevant to the need to cope with the short and long term effects of climate change.

Currently, the importance of forest nurseries is rising again in relation to new planting aims. Indeed, to a decreased interest in traditional reforestation, new needs are emerging, i.e., innovative tree-farming management (polycyclic plantations), establishment of peri-urban green areas, artificial forest regeneration (especially after catastrophic events, such as fire, windstorm), forest restoration in degraded sites, protection tree hedge-rows, etc. Moreover, such new aims require a qualified nursery stock, both from a genetic and cultural point of view, which involve a higher level of innovation in production systems.

The results of this survey could be particularly useful to provide an updated overview of the status of this sector and to improve the national production. Moreover, the information could contribute to the National Report on the State of Forests (RAF Italy) for the nursery sector, which has been identified as a key tool for national forest policies in the framework of the "Monitoring, statistics, research, training and information" actions according to the new National Law for Forestry and Forestry Supply Chain (D.Lgs. 3 April 2018, n.34).

\*\*\*

#### **S. 14.21 Dalla gestione del bosco alla gestione del territorio montano: strumenti di base per la condivisione delle conoscenze ed esempi applicativi in Provincia di Trento**

Roberto Zoanetti

**Parole chiave:** vocazione; paesaggio; biodiversità; turismo.

Dalla gestione del bosco alla gestione del territorio montano: strumenti di base per la condivisione delle conoscenze ed esempi applicativi in Provincia di Trento. Emerge sempre più la necessità, per chi si occupa a livello istituzionale e professionale di pianificazione e di gestione delle foreste, di sviluppare la propria attività all'interno di un quadro di competenze e conoscenze che contempli un approccio integrato alle tematiche e problematiche dei territori, per lo più montani, dove le foreste sono collocate.

Una serie di questioni socio-economiche quali lo spopolamento, la marginalizzazione, la coesione sociale, la relazione tra il bosco e le altre attività economiche, la vocazione ad attrarre, il tasso di imprenditorialità, dominano infatti il "vivere in montagna" e, in quanto comunque rilevanti, devono sempre più costituire le basi su cui sviluppare le tendenze di riferimento della pianificazione e della gestione delle risorse forestali. L'approccio integrato del "forestale" verso il territorio permetterà, nelle scelte strategiche di base, di assumere anche forme di decisione partecipata, concorrendo al fine primario rappresentato dalla presenza consapevole ed



attiva dell'uomo sul territorio montano, in quadro che vede il "mondo forestale" capace di sostenere un confronto costruttivo e positivo con tutti gli altri attori coinvolti nei processi che determinano i processi di evoluzione, mutazione e conservazione del territorio. Esclusa quindi una concezione di bosco corrispondente ad un sistema chiuso su se stesso sarà anche possibile vedere riconosciuti i concetti base della pianificazione forestale (uso delle risorse con criteri di sostenibilità, attenzione prioritaria alle questioni legate alla sicurezza ed alle qualità del territorio) e promuovere l'integrazione dei dati forestali all'interno dei documenti di programmazione e di pianificazione generale contribuendo al riconoscimento delle questioni forestali all'interno degli stessi.

La prima conseguenza dell'approccio appena descritto si lega alla necessità, da parte delle pubbliche amministrazioni deputate alla materia foreste, di dotarsi di strumenti di nuova generazione rappresentativi della realtà degli ambienti silvo-pastorali ed idonei a costituire la base di conoscenza comune e condivisibile tra chi pianifica e gestisce le foreste ed il resto della società che, più o meno consapevolmente, trae benefici e servizi dalla presenza di vasti comprensori boscati ed esprime aspettative sugli stessi. La finalità della produzione di questi strumenti conoscitivi, ancor prima che pianificatoria, si lega quindi all'opportunità di mettere a disposizione di tutti un vero e propria interfaccia, moderno ed on line, tramite i Sistemi Informativi Territoriali, tra il mondo delle foreste e quello, ancor più complesso, del territorio montano tutto.

A livello della Provincia Autonoma di Trento il quadro conoscitivo che favorisce l'approccio sopra delineato fa riferimento agli studi ed alle elaborazioni sviluppate per la produzione della Bozza del Piano Forestale Montano che, privilegiando lo sviluppo e la rappresentazione di dati prodotti dall' "amministrazione forestale" nell'ambito delle attività gestionali consolidate, offre materiale di notevole interesse. Mediante l'utilizzo di appropriati strumenti conoscitivi rappresentativi dello stato delle foreste e dei principali trend evolutivi di questi ultimi 50 anni, le materie forestali possono favorevolmente integrarsi e portare il proprio contributo su alcune questioni territoriali trasversali che le vedono maggiormente coinvolte, tra le quali si approfondiscono le tematiche legate alla qualità del paesaggio, al miglioramento della biodiversità dei boschi quale elemento base per la fornitura dei principali servizi eco sistemici, alla promozione di un turismo di qualità legato ai valori del territorio. La valutazione dei gradi di vocazione (protettiva, paesaggistica, biodiversità, produttiva) dei boschi costituisce lo snodo principale dell'approccio illustrato.

Si descrivono, nel quadro dei processi di conservazione, evoluzione e mutazione del territorio, gli aspetti maggiormente rilevanti del rapporto bosco – paesaggio, del rapporto bosco-biodiversità e del rapporto bosco-turismo.

### ***From the management of the forest to the mountain territory management: basic tools for knowledge sharing and application examples in Province of Trento***

**Keywords:** vocation; landscape; biodiversity; tourism.

There is an increasing need, for those involved at institutional and professional level in forest planning or management, to develop their activities within a framework of skills and knowledge that includes an integrated approach to the issues and problems of the territories, mostly mountain, where forests are located. A series of socio-economic topics, such as depopulation, marginalization, social cohesion, the relationship between forests and other economic sectors, the vocation to attract, the rate of entrepreneurship, dominate "the mountains life" and must increasingly form the basis on which the reference trends in the planning and management of forest resources have to be developed. The integrated approach of the forestry manager to the territory will allow, in the basic strategic choices, to assume also forms of participatory decision processes competing for the primary purpose represented by the conscious and active presence of man in the mountain territory, in a framework where the " forest world " is capable of supporting constructive and positive confrontation with other stakeholders involved in evolution, mutation and conservation of the land. Therefore, excluding a concept of forest corresponding to a closed system, it will also be possible to have recognized by stakeholders the basic concepts of forest planning (use of resources with sustainability criteria, priority attention to issues related to safety and territorial quality)



and promote the integration of forest data into general planning documents, contributing to the recognition of forest issues within them.

The first consequence of described approach is linked to the need, by the public administrations in charge of forestry, to equip themselves with new generation tools representative of the reality of the silvo-pastoral environments and able to form the basis of common and shared knowledge between who plans and manages the woods and the rest of society, which, more or less consciously, derives benefits and services from the presence of the woods themselves and expresses expectations on them.

The purpose of the production of these cognitive tools, even before planning, is therefore linked to the opportunity to make available to all a real interface, modern and online through the Territorial Information Systems, between the world of forests and that, even more complex, of the whole mountain territory. At the level of the Autonomous Province of Trento, thank to the draft of the of the Mountain Forest Plan, many data, produced by the "forest administration" in many years of consolidated management activities, have been developed and represented.

Thank to appropriate cognitive tools representing the state of the forests and the main evolutionary trends of the last 50 years, interesting forestry data can favorably integrate and make a contribution on some transversal territorial issues, among which the author deepen the issues related to the quality of the landscape, to the improvement of the biodiversity of the woods as the basic element to supply the main eco-system services, to the promotion of a quality tourism linked to the quality of the territory.





A decorative illustration on the left side of the page, showing a stylized forest scene with various shades of green and dark green, suggesting trees and foliage. The illustration is positioned vertically along the left edge of the page.

# **POSTER**



## Sessione Poster

### Poster Session

#### SP (1). 01 Valorizzazione del germoplasma di salice conservato in Italia

Giuseppe Nervo, Lorenzo Vietto, Giorgia Carletti, Luigi Cattivelli

**Parole chiave:** *Salix*; biodiversità; selezione fenotipica; caratterizzazione molecolare.

Il genere *Salix* L., appartenente alla famiglia delle Salicaceae, ordine Malpighiales. Raggruppa circa 450 specie, prevalentemente distribuite tra le regioni temperate e artiche dell'emisfero settentrionale, ma anche in quelle tropicali e sub-tropicali. Le risorse genetiche della famiglia comprendono anche taxa intra-specifici integrati con popolamenti naturali o ibridate. La specie è idrofila e oltre a essenze arboree comprende anche numerose specie arbustive che svolgono un ruolo importante come colonizzatori primari di siti umidi stagionalmente allagati o altamente disturbati dalle dinamiche fluviali; svolgono un ruolo importante nella stabilizzazione degli argini, nella prevenzione dei fenomeni erosivi e per la conservazione della biodiversità negli habitat fluviali, nelle zone umide e nel bioma della tundra. Alcuni salici forniscono legname da opera, piuttosto morbido ma resistente a deformazioni e spaccature; il legno di salice è stato usato per imballare casse, tavolozze, mobili, mazze da cricket, polpa di carta e vimini. Il legno di salice è stato usato per imballare casse, tavolozze, mobili, mazze da cricket, pasta da cellulosa e vimini. Negli ultimi decenni è notevolmente aumentato l'interesse per la produzione di biomasse per uso energetico e di prodotti biologici per i molteplici vantaggi ambientali e di sviluppo rurale associati alla loro produzione e utilizzo; recentemente è crescente anche l'interesse per l'utilizzo di specie autoctone per le attività di riqualificazione e recupero di terreni degradati.

Accanto agli impieghi tradizionali del legno per paleria e per la produzione di cellulosa e cesti di vimini, si riscontra da tempo un crescente interesse per l'utilizzo di cloni selezionati per la produzione di biomasse per scopi energetici e/o per impieghi ambientali in interventi di riqualificazione e bio-risanamento. La valorizzazione delle ampie risorse genetiche di *Salix* spp. richiede tuttavia l'adozione di programmi per la selezione fenotipica e caratterizzazione genetica del germoplasma.

Utilizzando l'ampia collezione di genotipi di salice mantenute presso il CREA – Centro di ricerca Foreste e Legno di Casale Monferrato è stato possibile, mediante un programma di selezione fenotipica, identificare un primo gruppo di 80 cloni particolarmente interessanti per rapidità di crescita e portamento della pianta. Successive sperimentazioni di campo condotte in diversi ambienti della pianura padana (Caramagna Piemonte (CN), Casale Monferrato (AL) e San Giuliano Milanese (MI) hanno consentito la selezione di 15 cloni per impieghi produttivi e ambientali (fitorimedio); per 2 cloni ('Drago', 'Levante') è stata ottenuta la privativa comunitaria presso il CPVO. In questo lavoro si riportano i risultati della caratterizzazione fenotipica e molecolare di parte dell'ampia collezione di germoplasma di *Salix* spp. mantenuta presso l'azienda sperimentale 'Mezzi' (CREA-FL), attività prevista nell'ambito del Programma RGV-FAO, finanziato dal MiPAAF a seguito del "Trattato internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura". Sono stati considerati 92 genotipi di *Salix alba* e 24 genotipi appartenenti ad altre specie (*Salix babylonica*, *Salix daphnoides*, *Salix dolichostyla*, *Salix fragilis*, *Salix humboltiana*, *Salix jessonensis*, *Salix koreensis*, *Salix matsudana*, *Salix mongolica*, *Salix nigra*, *Salix nigricans*, *Salix sachalinensis*, *Salix splendida*, *Salix triandria*, *Salix viminalis*, *Salix × rubens*, *Salix × smithiana*) ed alcuni ibridi interspecifici provenienti da diversi Paesi europei ed asiatici. Tutti i campioni di DNA genomico sono stati genotipizzati con un set di sei microsatelliti (SSRs) multiallelici già pubblicati (Barker et al., 2003; Singh et al., 2013; Smulder et al., 2010). I prodotti di amplificazione dei diversi microsatelliti sono stati analizzati effettuando elettroforesi capillare mediante sequenziatore (GA3500 Applied Biosystem). Le visualizzazioni e il dimensionamento dei frammenti PCR sono stati eseguiti utilizzando il software GeneMapper 4,1. Oltre all'analisi della struttura della popolazione e l'Analisi delle Coordinate Principali (PCoA) per valutare la diversità



genetica tra le numerose accessioni di salice è stato creato un dendrogramma basato sulla matrice di correlazione tra i punteggi degli alleli e l'algoritmo di somiglianza di Neighbor Joining (NJ). I risultati hanno confermato l'individuazione di due raggruppamenti principali oltre a 7 sottogruppi in cui è stato possibile suddividere la collezione di *Salix* spp. Un primo raggruppamento comprende tutte le 92 accessioni di *S. alba* mentre nel secondo si trovano i 24 genotipi di *Salix* spp. Oltre all'identificazione inequivocabile di ciascuno dei 116 genotipi di salice i sei microsatelliti hanno consentito l'accertamento della diversità genetica all'interno della collezione, utile a pianificare ulteriori ricerche volte alla valorizzazione del germoplasma di salice.

### **Valorisation of *Salix* spp. germplasm maintained in Italy**

**Keywords:** *Salix*; biodiversity; phenotypic selection; molecular characterisation.

*Salix* L. is a genera of the tribe Saliceae, family Salicaceae, order Malpighiales. There are about 450 species of *Salix* worldwide predominantly in temperate and arctic zones, but also in subtropical and tropical. The genetic resources of the family also comprise intra-specific taxa integrated within wild and domesticated populations. Willows are water-loving trees and shrubs; as primary colonizers of seasonally flooded or otherwise highly disturbed, wet sites, they play a huge role in bank stabilization and erosion prevention and play an important role in biodiversity conservation in fluvial habitats, wet areas and tundra biome. Some willows have usable lumber, which tends to be rather soft but resistant to warping and splitting; willow wood has been used for packing crates, palettes, furniture, cricket bats, paper pulp and basketry. Over the past few decades lot of interest in the use of biomass for bio-energy and bio-products has developed because of the multiple environmental and rural development benefits associated with their production and use; nowadays there is growing interest in using native species in restoration and remediation of degraded land. Reliable information on genetic diversity of the species in question is important for selection of appropriate plant material for restoration projects and to valorise willow germplasm reserves.

Using the willow germplasm available at the CREA - Research Centre for Forestry and Wood in Casale Monferrato it was possible to conduct a phenotypic selection program which led to the identification of a first group of 80 willow clones particularly interested in fast growth and shape of the plant. On the basis of further trials carried out in different areas of the Po Valley (Caramagna Piemonte, Casale Monferrato e San Giuliano Milanese) 15 clones for production and environmental purposes have been selected and two ('Drago', 'Levante') of them have patented by the Community Plant Variety Office (CPVO). This paper reports on phenotypic and molecular characterisation of a part of the germplasm ex-situ collection maintained at the 'Mezzi' experimental farm (CREA-FL). This activity has been provided in the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (RGV-FAO Treaty) supported by MiPAAF. Moreover, using the information already available in the literature, a genetic and molecular characterization of part of the large collection of *Salix* spp. maintained in Italy has been carried out. In this work has been considered 92 *Salix alba* genotypes, 24 genotypes of other willow specie (*Salix babylonica*, *Salix daphnoides*, *Salix dolichostyla*, *Salix fragilis*, *Salix humboldtiana*, *Salix jessonensis*, *Salix koreensis*, *Salix matsudana*, *Salix mongolica*, *Salix nigra*, *Salix nigricans*, *Salix sachalinensis*, *Salix splendida*, *Salix triandria*, *Salix viminalis*, *Salix* × *rubens*, *Salix* × *smithiana*) and some inter-specific hybrids of European and Asiatic origin. We report the development and testing of a set of SSR multiallelic markers on genomic DNA samples already published (Barker et al., 2003; Singh et al., 2013; Smulder et al., 2010). DNA sequencing by capillary electrophoresis instruments (GA3500 Applied Biosystem) has been carried out. The PCR fragments have been run by using GeneMapper 4.1 software. To evaluate genetic diversity in willow accessions a population structure analysis and a Principal Coordinate Analysis (PCoA) has been carried out; a dendrogram was constructed using UPGMA cluster algorithm Neighbor Joining (NJ) and a matrix correlation of allele frequency. The results of hierarchical Cluster Analysis revealed an high genetic distance between *S. alba* group and *Salix* spp. The six microsatellites confirmed a high genetic diversity among all the 116 willow genotypes and their identity; these result will support further investigation in order to valorise the entire willow germplasm collection.



## SP (1). 02 Effetti della gestione forestale e della pasciona sulla crescita del faggio in soprassuoli di origine agamica

Leonardo Papini, Alberto Principi, Giada Bertini, Andrea Cutini, Gianfranco Fabbio, Martina Pollastrini

**Parole chiave:** isotopi del carbonio; gestione forestale; pasciona; anelli legnosi; faggio.

Gli effetti della gestione forestale e della produzione abbondante di seme (pasciona nel faggio) sull'accrescimento diametrico di *Fagus sylvatica* L. sono stati studiati utilizzando 45 serie cronologiche ottenute da soprassuoli di origine agamica situati in Alpe di Catenaia, un complesso montuoso pre-appennico in Casentino (in provincia di Arezzo, Toscana). Tre tipologie di soprassuolo di faggio sono state selezionate sulla base delle opzioni selvicolturali applicate:

- (i) ceduo in evoluzione naturale (C);
- (ii) ceduo in conversione all'alto fusto attraverso diradamenti (diradamenti dal basso con rilascio dei polloni di migliore forma e più promettenti);
- (iii) come T soggetto ad un taglio di sementazione anticipato (SC).

Le relazioni tra l'accrescimento radiale degli alberi, la pasciona e le opzioni selvicolturali sono state studiate selezionando anni pre- e post-evento. Gli eventi di taglio considerati in questo studio sono i diradamenti svolti nel 1972, 1987 e nel 2002 in T e in SC e il taglio di sementazione nel 2002 in SC. Gli eventi di pasciona sono quelli verificatisi nel 1994, 1999, 2009 e 2013. Le risposte fisiologiche degli alberi rilasciati dopo gli interventi di taglio sono state, inoltre, analizzate mediante l'analisi degli isotopi stabili del carbonio negli anelli legnosi ( $\delta^{13}C$ ). L'efficienza di utilizzo dell'acqua (ovvero il rapporto tra l'assorbimento di  $CO_2$  e la conduttanza stomatica) è stata stimata da  $\delta^{13}C$ .

In ciascun plot (di 1 ha di superficie, età del soprassuolo 50-65 anni in C e T; 60-75 anni in SC) sono stati selezionati casualmente 15 alberi dominanti. Da ogni albero sono state raccolte due carotine a 1,30 m da terra in Marzo 2017 usando un succhiello di Pressler. Il diametro del fusto, l'altezza e la profondità della chioma sono state misurate. Gli anelli legnosi sono stati datati e l'ampiezza anulare misurata con il software TSAP. Le serie cronologiche di ciascun tipo di soprassuolo (C, T, SC) sono state analizzate separatamente, cross-datate e validate statisticamente usando il t-test di Student, calcolando la correlazione tra le curve. Inoltre la sensibilità delle serie anulari è stata analizzata usando l'indice Glichläufigkeit (che misura il grado di concordanza, espresso in percentuale, tra due serie) e l'indice di cross-datazione, calcolato sulla base dei due parametri precedenti. Le singole serie cronologiche degli alberi, per ciascun soprassuolo, aventi un indice di cross-datazione maggiore del 60%, sono state usate per l'elaborazione della cronologia complessiva (master-chronology) del soprassuolo. Dall'ampiezza degli anelli legnosi è stato calcolato, per ciascun albero, l'incremento di area basimetrica. Per le analisi isotopiche sono state selezionate, per ciascun soprassuolo, le quattro serie cronologiche con il più alto coefficiente di significatività statistica. I parametri climatici, di suolo, quelli legati alla struttura, produttività e dinamica del soprassuolo, come la densità, la produzione annuale di lettiera, la produzione di seme e l'area fogliare sono stati raccolti da serie storiche. Le relazioni tra clima, pasciona, taglio (diradamento e/o taglio di sementazione) e accrescimento e  $\delta^{13}C$  sono state analizzate attraverso l'analisi di correlazioni.

I risultati preliminari dello studio mostrano una reazione positiva della crescita degli alberi ai tagli, fino a quattro anni successivi l'intervento. Negli ulteriori due anni l'incremento di area basimetrica diventa costante, dopodiché diminuisce. L'effetto del taglio sulla crescita è stato osservato nei diversi eventi di taglio analizzati, anche se con diverse intensità a seconda dell'età e struttura del soprassuolo.

La pasciona risulta influenzata dall'intervento selvicolturale applicato, con una minore produzione di seme nel ceduo in conversione (T), negli anni successivi al taglio, rispetto al ceduo in evoluzione naturale (C). Nel soprassuolo soggetto al taglio di sementazione (SC) la produzione di seme è stata maggiore rispetto a C e T. Ad oggi la relazione tra crescita degli alberi e produzione di seme è poco conosciuta e questo studio, attualmente in corso, può contribuire a migliorare le conoscenze, grazie all'analisi con risoluzione annuale di questi processi.





## **Forest management and mast seeding effects on tree growth in beech forest of agamic origin**

**Keywords:** carbon isotope; forest management; mast seeding; tree rings; beech.

The effects of forest management and seed production on the radial growth of *Fagus sylvatica* L. were investigated using 45 tree ring chronologies from stands of agamic origin in Alpe di Catenaiia, a pre-Apennine outcrop in the Casentino valley, province of Arezzo (Tuscany). Three types of beech stands were selected following the applied management options:

- (i) coppice under natural evolution (C);
- (ii) coppice under conversion into high forest by periodic thinnings (thinnings from below, releasing the best-shaped shoots, T);
- (iii) the same type as T, subjected to an advance seed cutting to trigger seed production (SC).

Relationships between annual radial increment of trees, seed production and/or management options were investigated using previous- and post-event years. The cutting-events evaluated here were thinnings occurred in 1972, 1987 and 2002 in T and SC. Seed cutting in 2002 in SC. The events analysed as for seed production were in 1994, 1999, 2009 and 2013. The influence of climate was also included in the study. Moreover, the physiological responses of trees released after cutting were analyzed by means of carbon stable isotope analysis ( $\delta^{13}C$ ) of the selected tree rings. Water use efficiency of trees (i.e. the ratio between  $CO_2$  assimilation and stomatal conductance) was estimated from  $\delta^{13}C$ .

Within each plot (1 ha, C and T aged 50-65 yrs; SC aged 60-75 yrs), 15 dominant trees were randomly selected. Two increment cores at breast height were collected from each tree in March 2017 using a 0.5 cm diameter increment borer. Diameter at breast height, tree height and canopy depth were measured. Tree rings were dated and ring widths measured by means of time series analysis and presentation software (TSAP). Individual raw ring-width series (i.e. chronologies) of each stand type (C, T, SC) were plotted separately, cross-dated, statistically validated by the Student's t-test, calculating correlation degree between curves. Moreover their sensitivity was analysed by the Glichläufigkeit (i.e. the percentage of agreement in the signs of differences of two time series) and the Cross-Date Index, that combines the two previous parameters. The Cross-Date Index was used with a threshold of >60% to make the master-chronology, from the tree chronologies, for each stand type. Annual tree-ring width was also used to calculate the annual basal area increment (BAI) for each tree. The best four cores showing the highest coefficient of statistical significance at each stand, were selected for isotopic analyses. Variables related to climate, soil, stand structure, productivity and dynamics, such as tree density, annual litter, seed production and leaf area index were collected from historical data series. Correlations analyses were used to analyze the relationships between climate, seed production, thinning- and/or seed- cutting, tree ring width and  $\delta^{13}C$ .

Preliminary results from tree cores data showed a positive reaction of tree growth to thinnings, up to four years after the intervention. In the following two years the increase of BAI was stable, then it decreased. The thinning effect on tree growth was recorded for the various cutting-events analysed, although with different intensity according to stand age and stand structure.

Seed production was affected by the applied silviculture, with a smaller seed production in the stand under conversion (T) in the years following thinning with respect to the unthinned stand (C). The stand subjected to an advance seed cutting (SC), showed a higher seed production than C and T. To date, the relationship between tree growth pattern and seed production is not well-known and this study, currently underway, can contribute to improve current knowledge by the annual resolution of these processes.

A reconstruction of the impact of past silvicultural practices and mast seeding occurrence on tree growth and physiological status in beech coppice stands, was performed. The knowledge of tree responses to past environmental factors and management, at the annual resolution, allows to develop and adopt forest management strategies oriented to reduce climate-induced risk and promoting resistance and resilience of forest systems.

\*\*\*



### SP (01). 03 Analisi ecologica e genetica di una popolazione marginale di *Cistus albidus* L.

Giovanna Puppi, Tommaso Sitzia, Isabella Vanetti, Giorgio Binelli, Lorenzo Gui, Luisa Zago, Bruno Bertolasi

**Parole chiave:** *Cistus albidus*; cambiamenti climatici; popolazioni isolate; dinamiche di popolazioni; struttura delle popolazioni.

Il cambiamento climatico globale avrà molto probabilmente degli effetti particolarmente evidenti nell'area del Mediterraneo, uno degli hotspot di biodiversità a livello globale, che diventerà ancora più vulnerabile alle variazioni ambientali. Questo a sua volta avrà notevoli effetti sulla biodiversità, a partire dalle specie endemiche e dalle popolazioni marginali, che sono assai frequenti in quest'area. La ricchezza di specie del bacino del Mediterraneo si attribuisce alla storia geografica e alla notevole varietà di habitat presenti. Entrambi questi fattori hanno condizionato, e condizionano, la distribuzione di molte specie vegetali, che sono al giorno d'oggi rare, confinate in ambiti ristretti, spesso caratterizzate dalla presenza di popolazioni piccole e frammentate. Per questi motivi, peraltro, l'evoluzione spazio-temporale di questo tipo di popolazioni è particolarmente di interesse. Un caso di studio particolarmente interessante sotto questi aspetti è rappresentato dal *Cistus albidus* L. (Cisto bianco) nell'Italia nordorientale, il limite estremo dell'habitat, dove è riconosciuto e studiato fino dall'inizio del XIX secolo.

*C. albidus* è un piccolo arbusto sempreverde, che raggiunge un'altezza media di 30-100 cm. Nativo del bacino occidentale del Mediterraneo, si trova in Portogallo, è piuttosto comune in Spagna, ma si trova anche alle Baleari, in Marocco, Algeria, nel sud della Francia, sporadicamente in Corsica, Sardegna e nell'Italia centro-settentrionale. Cresce spontaneo su terreni rocciosi e calcarei nelle garighe, nella macchia mediterranea, e nelle zone semi-aride fino a 1.400 metri s.l.m., sia in zone costiere che all'interno, dove gli inverni sono miti e le estate calde. Come altre congeneri, è una specie pioniera di aree degradate o disturbate, dove siano frequenti gli incendi.

Scopo di questo lavoro è studiare gli aspetti ecologici e genetici di una popolazione isolate di *C. albidus* che si trova all'estremità nordorientale della distribuzione, sul lato orientale del Lago di Garda, in località Le Prandine. Questa è la popolazione più settentrionale mai trovata per questa specie e potrebbe essere un relitto di tempi dal clima più caldo, rivestendo così un'una notevole importanza fitogeografica. In particolare, nel corso di tre anni, abbiamo studiato la biologia riproduttiva, la dinamica di popolazione e le strategie di sopravvivenza, unitamente ad un'analisi genetica basata su marcatori, allo scopo di ottenere informazioni dettagliate circa la storia, il corrente stato di salute e la possibile evoluzione di questa popolazione.

Questo è stato ottenuto studiando gli aspetti demografici, la struttura spaziale della popolazione e caratteri fenologici legati alla crescita (altezza, diametro fogliare, habitus di crescita e livelli di copertura da parte di altre specie), unitamente alla raccolta di dati climatici. Inoltre, sono stati misurati l'inizio, la fine e il picco del periodo di fioritura. Infine, per l'analisi genetica, 214 piante sono state genotipizzate a cinque loci microsatelliti per valutare il grado di variabilità genetica e l'esistenza di una struttura genetica.

Dai primi risultati, la popolazione di Le Prandine è costituita da piante dell'età media di 10 anni, che mostrano i tassi di crescita più elevati in primavera o in autunno e percentuali di germinazione dei semi confrontabili con quelli di altre specie dalle stesse caratteristiche ecologiche. La fioritura comincia in Aprile per terminare all'inizio di Giugno ed è dipendente dalla temperatura media, ma non dal livello di precipitazione. Infine, questa popolazione mantiene livelli elevati di variabilità genetica ( $H_e = 0.471$ ) ed è caratterizzata da un eccesso di eterozigoti; l'analisi Bayesiana non dimostra alcuna strutturazione genetica della popolazione.

#### **Ecological and genetic characterisation of a marginal population of *Cistus albidus* L.**

**Keywords:** *Cistus albidus*; climatic changes; isolated populations; population dynamics; population structure.

The global climatic changes will probably have a particularly strong effect in the Mediterranean area, making it a region extremely vulnerable to the environmental variations. This will have a deep impact on biodiversity, with negative consequences for endemic species or peripheral populations, which are notably frequent in the area, known as one of the hotspots of biodiversity at world level. High species richness in the Mediterranean Basin has been largely attributed to past geological history and to considerable habitat



heterogeneity. Both factors conditioned the distribution of many plant species, which are now rare and confined to narrow ranges, often with scattered, isolated and small populations. Particular attention has recently been given to the evolution in space and time of population patches of Mediterranean plants, which are increasingly considered interesting subjects for evolutionary studies. A very interesting case-study in this regard is *Cistus albidus* L. (white-leaved rock rose) in north-eastern Italy, where it lives at the very margin of its range and for which phenological data are obtainable since the beginning of XIX century.

*C. albidus* is a small evergreen shrub, on average 30-100 cm high. Native to the western Mediterranean basin, it is found in Portugal, southern Spain (where it is quite common), Balearic Islands, Morocco, Algeria, southern France and (sporadic) Corsica, northern and central Italy and Sardinia. It grows spontaneous in garrigues, maquis and semi-arid places between 0 and 1400 m a.s.l., in zones close to the sea or in the inland, where winter is mild and summer is warm; it requires rocky, calcareous substrates. As other congeneric species, it is a vigorous colonizer of degraded and disturbed zones where fires are frequent. Gariga e macchia mediterranea e zone semi-aride substrato roccioso calcareo.

In this work we investigate the ecological and genetic aspects of an isolated population of *C. albidus* located at the extreme northern edge of the species' range, in the eastern side of the Lago di Garda near the hamlet of Le Prandine. The phytogeographical importance of *C. albidus* is great at this site: it forms here the northernmost population today known of the entire distribution, and may probably be, in turn, a relict population of ancient warmer periods. We analysed, over a three-years-period reproduction biology, population dynamics and life strategies and assessed basic population genetics parameters, to obtain extensive knowledge about history, current state and possible evolution of this population.

In particular, we studied demography and population spatial structure and growth phenology (height, averaged foliage diameter, growth habitus and coverage grade due to other species) and recorded environmental factors by means of data logger. Beside, flowering was investigated considering beginning, peak and end of flowering. Last, for genetic analyses, 214 plants were genotyped at five SSR loci and genetic variability was assessed and the existence of genetic structure tested.

Summarising the results, the population from Le Prandine consists of plants on average 10 years old, showing the highest growth rates in Spring and Autumn, and germination rate comparable to other species with similar ecological characteristics. The flowering cycle starts in April to end in early June and using regression analyses is significantly dependent on temperature, but not on rainfall. Last, this population harbours significant levels of genetic variability (average  $H_e = 0.471$ ) with heterozygote excess detected at four loci out of five. Bayesian analysis does not support any genetic structuring of the population.

\*\*\*

#### **SP (1). 04 La Betulla dell'Etna: uno studio multidisciplinare sui fattori di deperimento della specie**

Giovanna Sala, Emilio Badalamenti, Cristina Bondi, Valentina Catania, Tommaso La Mantia, Serena Sofia, Paola Quatrini

**Parole chiave:** *Betula aetnensis*; deperimento; cambiamento climatico; simbiosi micorriziche; DGGE.

La betulla dell'Etna (*Betula aetnensis* Rafin), è una delle specie arboree che durante le ultime glaciazioni si è spinta verso sud e dove oggi costituisce popolazioni pressoché relitte localizzate esclusivamente in Sicilia sulla sommità dell'Etna. I betuleti sono presenti sui versanti orientali ed occidentali dell'Etna, ad un'altitudine compresa tra 1.400 e 2.000 m s.l.m. Si tratta di popolamenti pionieri che colonizzano substrati vulcanici inalterati e/o poco evoluti dove costituiscono a volte dei piccoli boschi puri o misti a pino laricio. Questi boschi in passato erano sottoposti a ceduzioni, che dal 1987 non sono state più eseguite a seguito della istituzione del Parco Regionale dell'Etna. Negli ultimi anni è stato osservato un progressivo declino della specie reso evidente dalla limitata presenza di rinnovazione naturale e dall'incremento di processi di deperimento a carico delle piante adulte. Molti popolamenti risultano infatti attaccati da patogeni fungini (ad esempio del genere *Heterobasidion* e *Armillaria*) che ne stanno causando la sparizione.

In ragione del notevole interesse scientifico e biogeografico di *Betula aetnensis*, e considerando le crescenti minacce che la caratterizzano, è stata avviata una indagine multidisciplinare per studiare diversi aspetti



dell'ecologia della specie, ivi compreso l'entità ed il ruolo delle simbiosi micorriziche e tenendo in considerazione anche i rischi per la conservazione della Betulla, tra i quali i cambiamenti climatici. È noto, infatti, che i funghi micorrizici possono avere molteplici effetti positivi sulla crescita di specie minacciate, sulla produttività, e sul loro stato di salute. Tuttavia lo stato delle simbiosi micorriziche della Betulla dell'Etna, e della maggior parte delle specie minacciate, non è stato ad oggi valutato.

Obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare il grado di deperimento dei betuleti, le interazioni della betulla con i funghi simbiotici (endomycorricce ed ectomycorricce), e verificare se realmente i cambiamenti climatici incidano sulla crescita e la sopravvivenza della pianta.

Le aree di saggio in cui sono presenti popolamenti puri di betulla o mista al pino laricio e in buone condizioni sono state confrontate con aree con evidenti effetti del declino.

Il rilievo della rinnovazione in ciascuna area di studio ha evidenziato la totale mancanza di rinnovazione nei substrati più alterati confermando il ruolo pioniero della specie, Il campionamento dendrocronologico ha fornito informazioni sull'età delle piante, sulla dinamica degli accrescimenti e la sensibilità delle betulle ai fattori climatici quali le piogge e le temperature.

Un'analisi delle simbiosi micorriziche della Betulla dell'Etna è stata condotta al fine di valutare il ruolo che i simbiotici radicali possono svolgere per la conservazione della specie. La colonizzazione da parte di funghi sia ectomycorricci che endomycorricci di piantine cresciute in ambiente naturale è risultata consistente sia per le ectomycorricce (EM, in media, 88% dei segmenti radicali osservati) che per le endomycorricce arbuscolari (AMF, in media, 50% dei segmenti radicali osservati). Chiare differenze morfologiche e di colorazione degli apici radicali interessati da EM suggeriscono la presenza di diverse specie fungine. La diversità dei simbiotici micorrizici è stata quindi caratterizzata mediante analisi DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) utilizzando una coppia di primer specifici disegnati sullo spaziatore intergenico ITS1. Il sequenziamento delle bande è in corso. Ulteriori indagini sono in corso per stabilire il livello di dipendenza micorrizica per questo endemismo, la cui conservazione potrebbe essere fortemente legata ad associazioni mutualistiche stabilite a livello radicale con specie rare o particolarmente efficienti per favorire la crescita della specie e la sua affermazione in condizioni ambientali difficili.

### ***Etna birch: a multidisciplinary study on the decay factors of the species***

**Keywords:** *Betula aetnensis*; decay; climate change; mycorrhizal symbioses; DGGE.

Etna birch (*Betula aetnensis* Rafin) is one of the tree species that during the last glaciations has moved southward, where currently it establishes populations that can be considered relicts because they are present exclusively on the summit of Etna Mount. Etna birch stands are present on the eastern and western slopes of Etna, at an altitude between 1,400 and 2,000 m a.s.l.. These are pioneer populations that colonize unaltered and/or poorly developed volcanic substrates where they establishes small, pure or mixed stands together with *Pinus nigra* subsp. *calabrica* (Loud.) A.E. Murray. In the past, such woods were subject to coppice management, but only until 1987, following the establishment of the Etna Regional Park. In recent years, a progressive decline in Etna birch natural populations has been observed, resulting evident from the limited occurrence of natural regeneration and from the increase in decay processes of adult plants. Many natural populations are attacked by fungal pathogens (for example of the genus *Heterobasidion* and *Armillaria*) that are causing their disappearance.

Due to the remarkable scientific and biogeographical interest of *Betula aetnensis*, and considering the growing threats that characterize it, a multidisciplinary investigation has been launched to study various aspects of the ecology of the species, including the extent and role of mycorrhizal symbioses, and taking into account also the risks for the conservation of the species, among which also climatic change. In fact, it is well known that mycorrhizal fungi can have multiple positive effects on the growth of endangered species, on their productivity, as well as on plant health. However, up to now the mycorrhizal status of Etna birch, and that of most of threatened species, has not yet been evaluated.

The aim of the present work is to evaluate the degree of decay of *Betula aetnensis*, its interactions with symbiotic fungi (endomycorricce and ectomycorricce), and to verify whether or not climatic change actually affects the plant growth and survival. The study areas in which pure birch or mixed stands with Calabrian pine are in good conditions have been compared to areas with clear effects of decay. The survey of the regeneration in each study area showed the total lack of regeneration in the most altered substrates, confirming the strong pioneer role of





the species. The dendrochronological sampling provided information on plant age, growth dynamics and the sensitivity of birches to climate factors such as rainfall and temperatures.

An analysis of the mycorrhizal status of Etna birch has been carried out in order to evaluate the role that fungal symbionts may play for the conservation of the species. The colonization by both ectomycorrhizal and endomycorrhizal fungi on seedlings grown in the natural habitat was consistent both for ectomycorrhizae (EM, on average, 88% of the observed root fragments) and for arbuscular mycorrhizal fungi (AMF, on average, 50% of the observed root fragments). Clear morphological and colour differences of the root tips affected by EM suggest the presence of different fungal species. The diversity of mycorrhizal symbionts was then characterized by DGGE analysis (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) using a pair of specific primers designed on the intergenic ITS1 spacer. The sequencing of the bands is undergoing. Further investigations are underway to establish the level of mycorrhizal dependence for this plant endemism, whose conservation could be strongly linked to mutual associations established at the root level with rare or particularly efficient species to promote the growth of the species and its establishment in harsh environmental conditions.

\*\*\*

## **SP (2). 01 Gestione e pianificazione degli habitat forestali nella rete Natura 2000**

Thomas Campagnaro, Matteo Vizzarri, Giovanni Santopuoli, Marco Marchetti

**Parole chiave:** Natura 2000; gestione forestale; biodiversità; stato di conservazione; servizi ecosistemici.

La rete Natura 2000 dell'Unione Europea è uno dei più grandi sistemi di aree protette al mondo. Più del 50% della sua superficie è coperta da foreste. La comprensione delle interazioni tra le diverse pratiche di gestione e la conservazione della biodiversità di questi habitat è fondamentale per valutare i risultati della protezione derivante dall'istituzione dei siti Natura 2000 sugli ecosistemi forestali. Recenti ricerche scientifiche hanno evidenziato la necessità di migliorare le nostre conoscenze in tal senso. La gestione forestale è da sempre fortemente influenzata dalla necessità di garantire non solo la protezione della biodiversità custodita nelle foreste, ma anche dall'importanza di fornire vari servizi ecosistemici derivanti dalla funzionalità e resilienza del bosco. In questo senso è rilevante capire se e come l'attuale gestione stia contribuendo al perseguimento degli obiettivi di conservazione della Direttiva Habitat. Benché presenti risultati contraddittori, l'attuale valutazione dello stato di conservazione degli habitat forestali elencati nella Direttiva Habitat a livello comunitario segnala la necessità di un ulteriore sforzo verso il miglioramento delle loro condizioni. Gli studi incentrati sullo stato di avanzamento della rete Natura 2000 in contesti forestali hanno evidenziato una serie importante di criticità. Per esempio, è stato evidenziato come il monitoraggio previsto dall'art. 17 della Direttiva Habitat, uno dei principali strumenti per la valutazione dello stato di conservazione di habitat e specie, non permette un'effettiva analisi degli effetti derivanti dall'attuazione della Direttiva sulla gestione forestale e viceversa. Inoltre, l'ambito e gli obiettivi, nonché i risultati di questo monitoraggio, sono in alcuni casi in contrasto tra loro e tali contrasti possono essere male interpretati quando esposti ad un pubblico più ampio di quello tecnico. In questo studio è stata condotta una revisione della letteratura scientifica allo scopo di raccogliere le ricerche condotte all'interno del territorio comunitario, relative agli habitat forestali e alla loro gestione all'interno dei siti Natura 2000, e interpretarne i risultati. Lo scopo è quello di raccogliere i dati e le informazioni attualmente disponibili sugli habitat forestali nei siti Natura 2000 ed evidenziare le esperienze che riportano implicazioni per la gestione, con riferimento particolare alle pratiche selvicolturali rispetto agli obiettivi dei siti Natura 2000. Sono state selezionate una serie di parole chiave finalizzate all'identificazione delle pubblicazioni che riportavano informazioni sulla gestione, sulla pianificazione e sui servizi ecosistemici erogati dagli habitat forestali nei siti Natura 2000. È stato ottenuto quindi un database con oltre 200 pubblicazioni, successivamente analizzate in base a diversi criteri, come per esempio la relazione fra conservazione della biodiversità e gli aspetti sociali ed economici. Le pubblicazioni sono state classificate e raggruppate prendendo in considerazione lo Stato Membro, o gli Stati Membri, in cui è avvenuta la ricerca e la scala di riferimento. Fra i risultati principali, abbiamo riscontrato che la selvicoltura può incidere sullo stato soddisfacente di conservazione di diversi habitat e specie forestali. Il presente lavoro contribuisce quindi ad ampliare l'attuale conoscenza dell'efficacia della rete Natura 2000 nel conservare e ripristinare la biodiversità



forestale, considerando il ruolo della pianificazione e gestione forestale nel perseguire gli obiettivi di conservazione. A tale scopo verranno riportati esempi di buone pratiche e indicatori di gestione.

### **Management and planning of forest habitats in the Natura 2000 network**

**Keywords:** Natura 2000; forest management; biodiversity; conservation status; ecosystem services.

The Natura 2000 network of the European Union is one of the largest systems of protected areas in the world. Forests cover more than 50% of its area. Therefore, understanding the interactions between different management practices with biodiversity outcomes in these habitats is crucial to assess results on forest ecosystems derived by the establishment of Natura 2000 sites. Recent scientific research has highlighted the need of improving our knowledge on ecological effects of establishing the Natura 2000 network. Forest management has always been strongly influenced by the need to guarantee the protection of forest biodiversity together with the provisioning of various ecosystem services deriving from forest functionality and resilience. It is therefore important to understand if and how the current management is contributing to achieve the conservation objectives of the Habitats Directive. The current assessment of the conservation status of forest habitats listed in the EU Habitats Directive, even though with somehow contradictory results, indicates the need for further efforts to improve their conditions. A number of studies have reported different critical issues when focusing on the progress of the Natura 2000 network in forest contexts. For example, the monitoring required by the art. 17 of the Habitats Directive, one of the main tools for assessing the conservation status of habitats and species, does not permit an actual analysis of the effects of implementing the Directive on forest management and viceversa. Furthermore, the scope and objectives as well as the results of this monitoring are in some cases in conflict with each other and such contrasts can be misinterpreted when presented to a wider, non-technical audience. We present a review of the literature aimed to collect scientific studies carried out in the European Union and that report on forest habitats and their management within Natura 2000 sites. The aim is to collate currently available data on forest habitats in Natura 2000 sites to highlight those dealing with management implications, with a specific focus on silvicultural activities and Natura 2000 site objectives. We have identified a number of keywords to detect publications reporting information on forest management, planning and ecosystem services linked to Natura 2000 sites. We constructed a database with over 200 publications that was later analysed following different criteria, such as the relationship between biodiversity conservation, social and economic aspects. The literature was classified and grouped by considering the Member State(s) in which the research was performed and the spatial scale of interest. We underline that silviculture activities can play a role in shaping the conservation status of forest habitats and species. The present work thus contributes to the current knowledge on the effectiveness of the Natura 2000 network in conserving and restoring forest biodiversity, taking also into consideration the role of forest planning and management in achieving conservation objectives. Examples of good practices and management indicators are reported to highlight the relationship between forest management and biodiversity conservation pursuant to the Habitats Directive.

\*\*\*

### **SP (2). 02 Bilanciare conservazione della biodiversità e produzione legnosa: caso studio in una foresta mediterranea della rete Natura 2000**

Marco di Cristofaro, Giovanni Santopuoli, Bruno Lasserre, Andreas Schuck, Daniel Kraus, Marco Marchetti

**Parole chiave:** conservazione della biodiversità; gestione forestale sostenibile; microhabitat.

A partire dalla “Convenzione sulla Diversità Biologica” di Rio del 1992, la conservazione della biodiversità ha assunto un ruolo cardine nelle politiche internazionali ed europee di gestione forestale sostenibile. Una serie di misure conservative sono state implementate al fine di garantire il mantenimento a lungo termine di habitat naturali e specie minacciate, ad esempio la realizzazione della rete di aree protette Natura 2000 che copre circa il 18% del territorio dell’Unione Europea. All’aumentato interesse per la conservazione della



biodiversità si accosta però la crescente domanda di legname e prodotti legnosi in grado di fornire energia pulita, su base rinnovabile e rispettosa del clima. Nel conflitto tra azioni indirizzate alla protezione della biodiversità e gestione forestale legata alle funzioni produttive del bosco, bilanciare aspetti ecologici ed economici è divenuta una delle principali sfide per proprietari e gestori forestali. Sebbene quantificare la produttività forestale utilizzando gli inventari sia lavoro agevole, la valutazione ecologica del bosco è piuttosto impegnativa, considerata la difficoltà di stimare il valore della biodiversità forestale. Sono stati sviluppati, quindi, una serie di criteri ed indicatori quali-quantitativi per monitorare nel tempo condizioni e processi ecologici dei boschi, valutando la sostenibilità della gestione forestale. Nell'ultimo decennio, la ricerca forestale ha mostrato particolare attenzione verso i microhabitat legati agli alberi (TreMs), considerati validi proxy nella stima della diversità biologica forestale. Legno morto, cavità, ferite sul fusto e sui rami, tumori ed epifite contribuiscono infatti ad arricchire la biodiversità dei boschi costituendo infatti importanti nicchie ecologiche per diversi organismi viventi. Nonostante siano stati realizzati diversi studi per caratterizzare i TreMs, queste strutture arboree risultano scarsamente considerate nella valutazione qualitativa e nel monitoraggio dei popolamenti forestali. Inoltre, le relazioni tra presenza, tipologia e densità dei TreMs e le azioni di gestione forestale risultano un argomento relativamente inesplorato.

Assumendo che i TreMs costituiscono una proxy della biodiversità di un popolamento forestale, il presente lavoro mira proprio ad evidenziare come il loro impiego può supportare i processi decisionali di gestione forestale nell'ottimizzazione di due servizi ecosistemici forestali contrastanti, quali conservazione della biodiversità e produzione di legname. L'area di studio ricade nel bosco demaniale di Pennataro nella regione Molise, Italia centrale. Il bosco è situato all'interno della Riserva UNESCO Man and Biosphere e di un Sito di Interesse comunitario della Rete Natura 2000. Sull'inventario forestale realizzato su un plot di un ettaro è stata simulata una martellata, ipotizzando quattro scenari relativi a quattro differenti trattamenti selvicolturali. Gli interventi selvicolturali proposti mirano a ridurre del 30% l'area basimetrica del plot combinando cinque criteri di selezione delle piante:

- (i) chioma danneggiata,
- (ii) altezza (H);
- (iii) diametro (DBH);
- (iv) coefficiente di snellezza (H/DBH);
- (v) presenza di TreMh.

Sono state selezionate per l'abbattimento virtuale le piante con chiome danneggiate combinate con i H, DBH e H/DBH maggiori, per ottenere rispettivamente gli scenari produttivi S1, S2, S3. Lo scenario S4 manda al taglio piante con DBH maggiori e prive di TreMh, rappresentando quindi uno scenario orientato alla conservazione. Per ciascuno dei 4 scenari ipotizzati sono stati valutati i trade-off tra produzione di legname e conservazione della biodiversità attraverso quattro parametri:

- (i) produzione di legname;
- (ii) numero di alberi abbattuti;
- (iii) ricavo economico;
- (iv) numero di TreMh rimossi.

Sono state censite 813 piante in piedi, appartenenti a 13 specie diverse. Il popolamento è caratterizzato da elevata variabilità nei valori di H e D<sub>hb</sub> e struttura orizzontale omogenea, con distribuzione uniforme delle piante nel plot. Sono stati registrati 754 TreMh, soprattutto cavità (41%) ed epifite (25%), la cui presenza è risultata strettamente correlata ai valori più alti di DBH. In merito agli scenari di intervento, S1 si è rivelato il più redditizio per i maggiori benefici economici, pur mantenendo il 71.3% di TreMh, mentre S2 si è rivelato particolarmente equilibrato grazie alla più bassa intensità di taglio e il mantenimento del 70.7% di TreM. S3 è risultato lo scenario meno vantaggioso sia dal punto di vista economico che ecologico. Infatti, l'elevato numero di piante abbattute si riflette in alti costi delle operazioni di raccolta e in una forte rimozione di TreMh (33.7%). Infine, S4 si è dimostrato ecologicamente efficace grazie alla prevenzione di TreMh, fornendo tra l'altro anche un profitto economico relativamente significativo.

I risultati di questo studio dimostrano che i TreMh possono essere facilmente integrati nel monitoraggio della biodiversità forestale e nella valutazione degli effetti della gestione forestale in bosco così come in infrastrutture verdi lineari e foreste urbane, raramente considerate nelle Direttive comunitarie. Inoltre, costituiscono uno strumento estremamente utile nel processo decisionale di bilanciamento tra funzioni ecologiche e produttive del bosco, aiutando professionisti e gestori forestali ad attuare approcci misurati e sostenibili.



## ***Marteloscope approach to assess trade-off between biodiversity conservation and wood production in a Natura 2000 Mediterranean forest***

**Keywords:** biodiversity conservation; sustainable forest management; microhabitats; marteloscope.

Starting from the "Convention on Biological Diversity" (Rio, 1992), biodiversity conservation has become a key target of International and European policies for sustainable forest management. Several measures have been developed to ensure the long-term maintenance of threatened habitats and species, such as the implementation of Natura 2000, a large network of protected areas covering about 18% of the EU territory. However, the increased interest in biodiversity conservation is coupled with the growing demand for timber and wood products that provide clean energy on a renewable and climate-friendly basis. Due to the conflict between biodiversity conservation and timber production, assessing trade-offs between ecological and economic aspects has become one of the main challenges for forest owners and managers. Although the adoption of inventory approaches simplifies the quantification of forest productivity, the ecological assessment of forests is quite difficult, given the complexity to estimate forest biodiversity value. Therefore, a set of qualitative and quantitative criteria and indicators to monitor the ecological conditions and processes of the forests over time were developed. In the last decade, forest research has shown particular attention to Tree-Related Microhabitats (TreMs), which can act for suitable indicators in assessing forest biological diversity. Deadwood, cavities, injuries and wounds, bark structure, growth form and epiphytes contribute to improve forest biodiversity, representing important ecological niches for different living organisms. Even if several studies have been carried out to define and characterize TreMs, these tree structures are scarcely applied in the qualitative assessment and monitoring of forests. Furthermore, relationships between abundance, type and spatial distribution of TreMs and forest management actions are a relatively unexplored topic.

Assuming that TreMs are feasible indicators of forest biodiversity, the present work aims to highlight how they can support decision-making processes of forest management in the optimization of two conflicting ecosystem services, such as biodiversity conservation and timber production. The study area is located within the State-owned forest of Pennataro in the Molise region, central Italy. It is part of the UNESCO Man and Biosphere Reserve and in a Site of Community Interest of the Natura 2000 network. After the forest inventory realized in a one-hectare reference plot, four harvesting scenarios related to four different silvicultural treatments were simulated through a marteloscope approach. The proposed silvicultural treatments aim to reduce current basal area by 30%, combining five tree selection criteria:

- (i) crown damages;
- (ii) tree height (H);
- (iii) tree diameter (DBH);
- (iv) slenderness coefficient (H/DBH);
- (v) TreMh occurrence.

Crown damages were combined with larger H, DBH and H/DBH to obtain respectively S1, S2, S3 harvesting scenarios. S4 scenario sends to the cuttings trees with greater DBH and no TreMh, thus representing a conservation-oriented scenario. For each scenario, the trade-offs between timber production and biodiversity conservation were assessed using four parameters:

- (i) growing stock of harvested trees,
- (ii) number of harvested trees,
- (iii) economic income;
- (iv) number of TreMs removed.

The survey recorded a total of 813 standing trees over 13 different species. The stand is characterized by a high variability in H and DBH and a homogeneous horizontal structure, with regular spatial configuration of trees in the reference plot. 754 TreMh were recorded, mainly cavities (41%) and epiphytes (25%), whose presence was closely correlated with highest DBH. As for harvesting scenarios, S1 was the most profitable scenario, with the greatest economic income maintaining 71.3% of TreMh. While, S2 resulted to be particularly balanced, due to the lower harvesting rate maintaining 70.7% of TreMh. S3 was the most disadvantageous scenario from both an economic and ecological perspective. Indeed, the high number of harvested trees is reflected in high costs of cutting operations and in a strong removal of TreMh (33.7%). Finally, S4 proved to be ecologically effective preserving TreMh and providing a relatively significant economic income.





Main findings of this study show that TreMh can be easily integrated in monitoring of forest biodiversity and in the assessment of the effects of forest management not only for closed forests but also for green infrastructures and urban forests, rarely considered by community Directives. Furthermore, TreMh may be considered a useful tool in decision-making process of balancing ecological and productive forest functions, helping forest owners and managers to implement sustainable management strategies.

\*\*\*

### **SP (2). 03 Studio della decomposizione del legno morto di abete bianco attraverso la quantificazione dei carboidrati semplici nelle diverse fasi di decadimento in foresta**

Stefania Di Lella, Nicola La Porta, Roberto Tognetti, Tiziana Nardin

**Parole chiave:** foreste alpine; legno morto; decomposizione; zuccheri; IC-PAD-CAD.

Per detrito legnoso grossolano (CWD) si intende il residuo di alberi vivi, inclusi alberi caduti a terra, rami caduti e pezzi di legno frammentato al suolo. Il CWD rappresenta una componente importante per il funzionamento degli ecosistemi forestali, influenzando il ciclo dei nutrienti, la formazione dell'humus e lo stoccaggio del carbonio. È considerato un elemento chiave per il mantenimento della biodiversità forestale, rappresentando un microhabitat per centinaia di specie di invertebrati, funghi, briofite, licheni, anfibi, piccoli mammiferi e uccelli. Negli ecosistemi forestali la quantità di CWD può variare in relazione ai tipi di foreste, alla gestione del popolamento ed ai disturbi naturali. In particolare, nelle foreste semi - naturali, la quantità di CWD è il risultato della mortalità degli alberi, mentre nelle foreste gestite, tale quantità è anche influenzata dalle attività di taglio e dalle pratiche di gestione (ad es. ceppaie e ramaglie rilasciate al suolo). Tuttavia, come conseguenza del riscaldamento climatico che induce un aumento dei tassi di decomposizione, è prevista una sua diminuzione. Comprendere le fluttuazioni della quantità del CWD e dei tassi di decomposizione è un aspetto molto importante per analizzare più in dettaglio le dinamiche legate al ciclo dei nutrienti e al ciclo del carbonio negli ecosistemi forestali. In letteratura sono riportati diversi metodi per comprendere e descrivere i parametri legati ai processi di decomposizione del CWD. Negli inventari forestali europei e americani, la classificazione più ampiamente adottata è il sistema a cinque classi di decadimento sviluppato da Hunter. Tale sistema si basa sull'analisi delle caratteristiche visive, geometriche e tattili del legno morto presente in foresta. Sfortunatamente, la classificazione di Hunter è puramente qualitativa e diversi autori hanno suggerito che indagini chimiche (ad esempio densità del legno, carbonio, determinazione della cellulosa) sono necessarie per valutare in dettaglio i diversi stadi di decadimento del CWD. Questo studio esplora i profili degli zuccheri nel legno vivo di abete bianco (*Abies alba* Mill.) e nei campioni di CWD raccolti nelle cinque fasi di decadimento di Hunter, valutando gli andamenti e la variabilità del contenuto degli zuccheri durante la decomposizione. Le attività di campionamento sono state realizzate in due siti forestali alpini situati nel Nord Italia (Trentino), tra cui Lavarone (Tn) e Molveno (Tn). Per ogni area di studio, sono state prelevate dieci carote di legno da alberi vivi come campioni di riferimento. Inoltre, al fine di verificare la variabilità del contenuto degli zuccheri tra lo stesso CWD, è stato prelevato un campione legnoso da CWD appartenenti alle cinque classi di decadimento (5 repliche); in seguito, per analizzare le differenze tra i CWD, è stato prelevato un campione legnoso da CWD diversi appartenenti alle cinque classi di decadimento di Hunter (25 repliche). Sia le carote di legno vivo che i campioni di CWD sono stati analizzati in seguito all'estrazione mediante un cromatografo a scambio ionico, dotato di un rilevatore amperometrico pulsato e da un rilevatore ad aerosol (IC-PAD-CAD) per identificare e quantificare i carboidrati. Dopo l'analisi sono stati rilevati, monosaccaridi (glucosio, fruttosio, galattosio, arabinosio, mannosio e xilosio), disaccaridi (saccarosio, maltosio, trealosio e cellobiosio) e polialcoli (meso - inositolo e sorbitolo) ed il profilo di tali zuccheri è stato descritto. La variabilità del contenuto di zuccheri valutata come percentuale della deviazione standard relativa (% di RSD) è risultata significativamente più bassa nei campioni prelevati dallo stesso pezzo di CWD rispetto a quella rilevata nei campioni raccolti da diversi pezzi di CWD (test di Kolmogorov-Smirnov,  $p < 0,05$ ): arabinosio (13 vs 47%), glucosio (47 vs 115%), maltosio (53 vs 168%) e cellobiosio (60 vs 104%). Tuttavia, il meso - inositolo (189 vs 66%) ha mostrato un comportamento opposto. Inoltre, confrontando i risultati tra i due siti abbiamo osservato che il cellobiosio, l'arabinosio, il maltosio e il trealosio hanno mostrato un



andamento simile durante le fasi di decadimento. Infine, l'analisi delle componenti principali (PCA) ha evidenziato una buona correlazione tra gli zuccheri analizzati ed i campioni di CWD distribuiti nelle 5 classi di decadimento di Hunter. Questo studio è stato un primo tentativo per analizzare la produzione di carboidrati durante l'avanzamento del decadimento del legno morto in campo. In conclusione, la tecnica HPAEC-PAD-CAD si è dimostrata utile per un'ampia identificazione ed una quantificazione attendibile dei carboidrati presenti sia nel legno vivo e sia nei campioni di CWD di abete bianco appartenenti alle cinque classi di decadimento di Hunter.

### ***Classification of silver fir deadwood during the decomposition steps in forest by using simple carbohydrates production as proxy***

**Keywords:** alpine forests; deadwood; decomposition; sugars; IC-PAD-CAD.

Coarse woody debris (CWD) is the residue of living trees including whole fallen trees, fallen branches and pieces of fragmented wood. CWD is an important component in the functioning of forest ecosystems, influencing the nutrient cycling, the humus formation and the overall forest carbon storage. It is considered a key element for the maintenance of biodiversity in forests, representing a microhabitat for hundreds of species of invertebrates, fungi, bryophytes, lichens, amphibians, small mammals and bird. In forest ecosystems, the amounts of CWD can largely vary in relation to forest types, stand management and natural disturbances. In particular, in semi-natural forests, the amount of CWD is the result of tree mortality while, in managed forests, CWD is also influenced by logging activities and management practices (e.g., left-over stumps and branches). However, as a consequence of the climate warming, a decrease in CWD could be expected, due to enhanced the decomposition rates. Understanding the fluctuations in CWD abundance and the rates of decomposition is very important to better understand the nutrient cycling and carbon dynamics in forest ecosystems. In literature, several approaches are reported to understand and describe the dynamics of CWD decay processes. In the European and American forest inventories, the most widely adopted classification is a five decay-class system developed by Hunter. This system is based on visual, geometric, and tactile characteristics of the wood in the field. Unfortunately, Hunter classification is purely qualitative, and several authors suggested that chemical investigations (e.g. wood density, carbon, cellulose determination) are necessary to better assess the different decay stages of CWD.

This study explores the sugar profiles of living silver fir (*Abies alba* Mill.) trees and CWD samples referring to Hunter's five decay stages, evaluating the trends and variability in sugar content during the decomposition process. Sampling activities were realized in two Alpine forest sites located in Northern Italy (Trentino), i.e., Lavarone (Tn) and Molveno (Tn).

For each study area, ten woody cores from living trees were firstly collected and considered as reference samples. Furthermore, in order to verify the variability of each sugar content among the same log, one woody sample from CWD logs referring to the five decay classes was collected (5 replicates); then, for testing the differences between logs, one woody sample was collected from five different CWD logs referring to the five Hunter decay classes (25 replicates). Both the woody cores from living trees and CWD samples were analysed after extraction using ion-exchange chromatography, equipped with pulsed amperometric and charge aerosol detectors (IC-PAD-CAD) to identify and quantify carbohydrates. After the analysis, monosaccharides (glucose, fructose, galactose, arabinose, mannose and xylose), disaccharides (sucrose, maltose, trehalose and cellobiose) and sugar alcohols (myo-inositol and sorbitol) were detected and sugar profiles of living wood and CWD samples were described. The variability of each sugar content, evaluated as percentage of relative standard deviation (RSD %) was generally significantly lower in samples referring to the same log than in samples deriving from different logs (Kolmogorov–Smirnov test,  $p < 0.05$ ): arabinose (13 vs 47%), glucose (47 vs 115%), maltose (53 vs 168%) and cellobiose (60 vs 104 %). Nevertheless, myo-inositol (189 vs 66%) showed an opposite behavior. Moreover, comparing the results between the two sites, we observed that cellobiose, arabinose, maltose and trehalose revealed similar trend during the decay progression. Finally, Principal Component Analysis (PCA) highlighted the good capability of sugar profiles to well characterise and discriminate silver fir wood samples among Hunter's categories of wood decomposition.

This study was the first attempt to investigate the production of carbohydrates during deadwood decay progression in the field. In conclusion, the HPAEC-PAD-CAD technique proved to be useful for broad identification and sensitive quantification of carbohydrates present both in living wood of silver fir trees and in CWD belonging to all five of Hunter's decay classes.



## SP (2). 04 Flora forestale del Dossone della Melia (Parco Nazionale dell'Aspromonte - Calabria)

Antonio Morabito, Carmelo Maria Musarella, Giovanni Spampinato

**Parole chiave:** Regione Calabria; flora forestale; biodiversità.

Le risorse forestali della Calabria rappresentano un patrimonio di elevato valore non solo in termini produttivi ma anche paesaggistici, ambientali e sociali. In questo studio viene analizzata la biodiversità vegetale del Dossone della Melia territorio situato nella parte settentrionale nel Parco Nazionale dell'Aspromonte. Questo territorio è la parte centrale del lungo crinale peninsulare, che con quote oscillanti tra 800 e i 1000 m collega il massiccio dell'Aspromonte con il sistema montuoso delle Serre Calabre (1). L'indagine della flora è stata svolta mediante rilievi floristici, nelle differenti formazioni forestali presenti. Le specie raccolte sono conservate presso l'erbario dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria (REGGIO). Per ciascuna specie viene indicato il binomio aggiornato in accordo con Bartolucci (2) la forma biologica e il tipo corologico in accordo con Pignatti (3) e l'habitat in accordo con la classificazione della direttiva CEE 43/92. Al fine di dare un quadro sintetico della flora sono stati elaborati degli spettri riportando gli spettri biologico, ecologico e corologico.

Sono stati censiti 47 taxa fra specie e sottospecie, appartenenti a 21 famiglie e 35 generi. Le famiglie più rappresentate sono le fagaceae (7 taxa), pinaceae (6 taxa), aceraceae (4 taxa). I taxa endemici sono il 5% del totale della flora, mentre nessuna entità esotica è stata rinvenuta, ad eccezione di alcune conifere usate per rimboschimenti (*Pinus pinaster* Aiton subsp. *pinaster*, *Pinus pinea* L., *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *calabrica* Murray, *Chamaecyparis lawsoniana* Murray parl., *Quercus rubra* L.).

Lo spettro biologico mostra una prevalenza delle Fanerofite e una percentuale significativa del 92%, mentre meno rappresentate sono le forme biologiche Nanofanerofite (4%), Geofite ed Emicriptofite (2%). L'analisi corologica evidenzia una dominanza di taxa a distribuzione Stenomediterranee, seguite dalle entità di origine Nordamericana e quelle Euri-mediterranea. Gli spettri ecologici sono in accordo con le caratteristiche bioclimatiche e geopedologiche dell'area indagata e mostrano le principali variazioni legate alla tipologie forestale.

Le indagini svolte hanno evidenziato che le formazioni forestali con maggiore ricchezza floristica sono i boschi di faggio dell'Anemone apenninae-Fagetum dell'habitat di direttiva "9210\* Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*", diffusi nella fascia a bioclina supratemperato che presentano 10 specie.

Minore ricchezza floristica hanno i boschi di leccio del Tecrio siculi-Quercetum ilicis riferibili all'habitat di direttiva "9340: Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*", caratterizzati dalla presenza di 6 specie.

Questo studio ha consentito di valutare la ricchezza floristica in porzioni omogenee sotto il profilo ecologico e vegetazionale valutando. La biodiversità, intesa in termini di numero di specie vegetali insistenti su un'area, rappresenta uno dei beni ambientali di maggior rilievo, oltre che un elemento fondamentale per la valutazione ambientale di un territorio.

### **Forest flora of the "Dossone della Melia" (Aspromonte National Park – Calabria)**

**Keywords:** Calabria Region; forest flora; biodiversity;

The forest resources of Calabria are a high value heritage not only in productive but also landscape, environmental and social terms. The aim of this study is to analyse the forest plant biodiversity and in particular of nemoral flora of "Dossone della Melia" located in the northern part Aspromonte National Park. This territory is the central part of the long peninsular ridge, which connects the Aspromonte massif with the Serre Calabre mountain system with altitudes between 800 and 1000 m (1, 2). The flora survey was carried out through collection of flora in different forest types. The collected species are conserved at the Herbarium of the Mediterranean University of Reggio Calabria (REGGIO). For each species we report the binomial updated according to Bartolucci (3), the biological form and the chorological type according to Pignatti (4) and the habitat in accordance with the classification of the CEE directive 43/92. In order to give a synthetic framework of the flora, were elaborated the biological, ecological and chorological spectra. The taxa belong to 21 families and 35 genera. The most represented families are Poaceae, Fagaceae, Aceraceae and Lamiaceae. The endemic taxa reach 5% of the total flora, while no exotic entity has been found, with the exception of some species used for reforestation (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl., *Quercus rubra*



L.). The biological spectrum shows a prevalence of Fanyophytes while less represented are the other biological forms Nanofanerophytes Geophytes and Hemicryptophytes. The chorological analysis shows a dominance of taxa with the Mediterranean distribution, followed by the Euri-Mediterranean ones. The ecological spectra agree with the bioclimatic and geo-pedological characteristics of the area investigated and show the main variations related to the forest type. The surveys highlights that the forest with the greatest floristic richness are the beech woods of *Anemono apenninae*-*Fagetum sylvaticae* attributable to the directive habitat "9210\* Apennine beech forests with *Taxus* and *Ilex*", widespread in the supratemperate bioclimate belt. Less floristic richness get the holm oak woods of the *Tecio siculi*-*Quercetum ilicis* of habitat directive "9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forests" located in the supra-Mediterranean belt. This study made it possible to evaluate the floristic richness in homogeneous portions of an ecological and vegetational point of view. Biodiversity is one of the most important environmental assets to ensure stability and resilience to forest ecosystem, as well as a fundamental component for the environmental assessment of a territory.

\*\*\*

## **SP (2). 05 I cambiamento climatico e l'uso del suolo stanno spingendo il gallo cedrone ai limiti del suo areale: analisi delle implicazioni gestionali**

Alessia Portaccio, Francesco Dallabrida, Matteo Dainese, Silvano Mattedi, Tommaso Sitzia

**Parole chiave:** gestione forestale; habitat; cambiamento climatico; vegetazione alpina; gallo cedrone.

Il gallo cedrone (*Tetrao urogallus* L.) è un uccello Galliforme territoriale che è noto per prediligere foreste mature di conifere caratterizzate da alberi ben distanziati. Per garantire l'insediamento del gallo cedrone è fondamentale la presenza di un rigoglioso sottobosco composto da ericacee, in particolare di mirtillo (*Vaccinium myrtillus* L.). Il gallo cedrone è protetto dalla Direttiva Europea 2009/147/EC (Direttiva Uccelli) ed è una specie di interesse poiché riveste il ruolo di specie ombrello. Recentemente, il gallo cedrone ha riportato inoltre un trend di declino nel suo areale di distribuzione più meridionale. È quindi necessario stabilire quali siano le cause e le dinamiche di tale cambiamento di tendenza tramite ulteriori analisi. Lo scopo di questo studio è quello di identificare e valutare il cambiamento dell'habitat estivo del gallo cedrone avvenuto nel periodo tra il 2001 e il 2011 all'interno della Riserva Naturale Regionale di Scanupia, a Trento, Italia. L'area è dominata da foreste di abete rosso (*Picea abies* (L.) Karsten) in associazione occasionale con abete bianco (*Abies alba* Miller), larice (*Larix decidua* Miller) e faggio (*Fagus sylvatica* L.). Si possono incontrare anche boschi misti e aree aperte di pascolo, creando così un mosaico di paesaggi diversi ma ugualmente importanti per il prosperare del cedrone. Le informazioni sulla presenza del gallo cedrone e le caratteristiche dell'habitat sono state raccolte attraverso un campionamento sistematico. La tecnica di campionamento adottata, ripetuta nel 2001 così come nel 2011, si basa su aree circolari di 10 metri di raggio, disposte lungo le curve di livello tra i 1.500 e 1.800 metri sul livello del mare. Presso ogni area di saggio sono state studiate la struttura e le caratteristiche della composizione della vegetazione, mentre la presenza/assenza di gallo cedrone è stata rilevata attraverso il ritrovamento degli escrementi. I nostri risultati dimostrano che, in generale, nell'area della Riserva Regionale di Scanupia, la popolazione di gallo cedrone è rimasta complessivamente invariata nel periodo preso in esame. Invece, secondo le nostre osservazioni, ciò che è variata è la distribuzione della popolazione, di cui infatti si è verificato uno spostamento altitudinale di circa 6,5 metri all'anno nell'area di studio. Tale tasso di variazione, se comparato con le cifre disponibili in letteratura, si dimostra essere piuttosto elevato. Secondo quanto è emerso, si può apprezzare la notevole differenza tra l'influenza dell'altitudine nel 2011 (molto più alta) rispetto a quella nel 2001. Il tipo forestale ha svolto un ruolo fondamentale nell'influenzare la presenza di gallo cedrone in entrambi gli anni d'indagine, a differenza del fattore relativo alle fasi di sviluppo della struttura della foresta. In particolare, la presenza di abete rosso nello strato arboreo ha influito positivamente sulla specie, mentre la fase di sviluppo a perticaia del bosco è stata un deterrente per l'insediamento dell'uccello. In generale, le variabili dell'habitat sembrano essere più significative per determinare la presenza di cedrone alle quote più basse, almeno per quanto riguarda l'anno di indagine 2001. Nonostante i nostri risultati, è importante sottolineare che la selezione di habitat verso il limite superiore delle foreste potrebbe essere collegata non





solo al cambiamento dell'uso e la copertura del suolo, ma anche all'aumento delle temperature estive, o per una combinazione di entrambi i fattori. Questo studio evidenzia la necessità di ulteriori ricerche per determinare quali siano i potenziali fattori che spiegano i cambiamenti osservati nella selezione dell'habitat del gallo cedrone in relazione alla gestione.

### ***Climate and land cover changes are pushing Capercaillie towards its habitat limits: a case study with management implications***

**Keywords:** landscape management; habitat shift; climate change; alpine vegetation; capercaillie.

Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) is a territorial Galliform species, which is known to prefer mature stands of conifers with well-spaced-trees. To foster the presence of the Capercaillie it is very important that a vigorous understory of ericaceous species (in particular, *Vaccinium myrtillus* L.) provides for nutritious food and cover. Capercaillie is a protected species included in Annex I of the European Directive 2009/147/EC (Birds Directive), and it is considered an umbrella species. The populations of the southern distributional range experienced, recently, a declining trend, which needs to be further analysed. The aim of the present study is to identify and assess the change in summer Capercaillie habitat that occurred in the period between 2001 and 2011 within the alpine Scanupia Regional Natural Reserve, in Trento, Italy. The area is dominated by Spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) forest in occasional association with Silver fir (*Abies alba* Miller), Larch (*Larix decidua* Miller), and Beech (*Fagus sylvatica* L.). Together with predominant coniferous forests, mixed stands and open pastures create a mosaic of different landscapes, which are of importance for the Capercaillie to thrive. Information about Capercaillie presence and the characteristics of the habitat have been collected through a systematic sampling. Such a technique was repeated in 2001 and 2011, and it was based on the selection of a number of 10-m radius circular plots located along the contour lines between 1,500 and 1,800 m. At the plot level, the structure of the stands and the vegetation composition characteristics have been studied, while the presence/absence of Capercaillie was recorded through the detection of droppings. Our results show that, in general, the overall population of the Scanupia Regional Natural Reserve remained unchanged over the surveyed period in terms of abundance of individuals between the two years of survey. However, the results of our study also show that an altitudinal shift of the Capercaillie distribution occurred at an annual rate of 6.5 meters per year in the area of interest- Compared to literature, this has been quite a fast phenomenon. Compared to the results of 2001, altitude had a remarkably higher influence in 2011. According to our analysis, the forest type played a fundamental role in influencing the presence of Capercaillie in both years, clearly much higher than the factor related to the stand structure development stages. Specifically, the cover of spruce in the tree layer was positively affecting the species, while the presence of pole stands showed to be a deterrent for the bird's settlement. In general, habitat variables seemed to be more significant for determining the presence of Capercaillie at the lower altitudes, at least in 2001. Despite our results, it is important to underline that the selection of habitat towards the upper limit of forests might be linked not only to land cover change, but also to increased summer temperatures, or to a combination of both drivers. This study highlights the need for further research to disentangle the potential factors explaining the observed changes in Capercaillie habitat selection in relation to forest management.

\*\*\*

### **SP (3). 01 GreenRisk4Alps: la valutazione economica delle nature-based solution per la gestione integrata dei rischi naturali**

Cristian Accastello, Simone Blanc, Filippo Brun

**Parole chiave:** nature-based solution; foreste di protezione; valutazione monetaria; Alpine Space.

I rischi naturali di origine gravitativa quali frane, erosione, caduta massi, valanghe e colate detritiche costituiscono da sempre una minaccia importante per la sicurezza dei territori montani, che rappresentano circa il 37% del territorio nazionale (10,6 Mha). La sicurezza di queste aree e delle popolazioni che vi vivono è



stata sinora assicurata prevalentemente con opere artificiali, ma occorre ricordare che la gestione delle risorse naturali, e in particolari di quelle forestali, orientata verso funzioni protettive è in grado di integrare le attuali misure e assicurare uno sviluppo più sostenibile della società. L'area alpina, nella sua totalità, è fortemente interessata a questa sfida di gestione integrata dei rischi naturali sia nel breve che nel medio-lungo periodo. Infatti, sono crescenti le sfide che essa deve affrontare: limitazioni agli spazi edificabili, aumento dei costi per la realizzazione di infrastrutture a protezione delle aree già occupate e la loro manutenzione. Anche la gestione del turismo di massa e l'abbandono delle pratiche silvo-pastorali tradizionali, sommate all'attesa crescita dell'intensità e della frequenza dei rischi naturali dovuti al cambiamento climatico in atto sono in grado di mutare gli scenari attuali, generando nuove pressioni sui territori soggetti ai rischi naturali.

In considerazione di queste numerose problematiche, le nature-based solution possono rappresentare una risposta affidabile e, in molti casi, integrativa delle soluzioni ingegneristiche, aumentando la resilienza territoriale dei sistemi socio-ecologici di cui costituiscono un elemento insostituibile. Tuttavia, sebbene questi benefici siano noti da un punto di vista tecnico e gli sforzi necessari alla gestione di queste risorse appaiano economicamente sostenibili, queste soluzioni rimangono spesso escluse dai piani locali di gestione dei rischi naturali, e la loro reale integrazione con le altre misure protettive di origine artificiale è ancora limitata.

Il progetto INTERREG Alpine Space "GreenRisk4Alps" mira a colmare queste mancanze e promuovere l'adozione di strategie di gestione del rischio basate sulle nature-based solution nell'attuale sistema di gestione del rischio, bilanciando la loro presenza con misure tecniche e preventive. L'integrazione di queste differenti misure protettive verrà realizzata combinando la valutazione economica di costi e benefici derivanti dalle nature-based solution con gli input forniti dal coinvolgimento di stakeholder e decision-maker, attraverso workshop dedicati a chiarire il ruolo delle risorse e far emergere la domanda di protezione. Infine, l'adozione di queste strategie di gestione integrata sarà supportata da linee guida per la comunicazione degli effetti delle nature-based solution, offrendo un supporto pratico alla pianificazione territoriale.

Da un punto di vista economico, le possibili misure protettive saranno valutate attraverso lo sviluppo di un innovativo modello di calcolo che consideri costi e benefici, analizzando l'efficacia dell'adozione delle diverse soluzioni sul medio e lungo periodo. L'obiettivo generale di questa nuova procedura è la valutazione del rischio considerando, per la prima volta, misure alternative di mitigazione capaci di unire in un unico modello gli obiettivi della protezione, l'efficacia protettiva e le conseguenze delle misure proposte. Le tipologie di misure considerate nell'analisi saranno principalmente tre:

- (i) strutture difensive artificiali (temporanee e permanenti);
- (ii) nature-based solution, quali le foreste di protezione;
- (iii) misure di gestione del territorio, come modifiche dell'uso del suolo e restrizioni all'accessibilità di alcune aree.

Nell'analisi, chiamata TEGRAV (TEchnical, GReen and AVoidance solution), le conseguenze economiche derivanti dall'adozione di differenti approcci alla gestione del rischio saranno valutate e confrontate al fine di sviluppare strategie di gestione del rischio armonizzate e di supporto alle attività degli stakeholder. In particolare, l'approccio del modello TEGRAV svilupperà i più probabili scenari di cambiamento sociale e climatico nel medio e lungo periodo, sviluppando ipotesi sugli effetti dei cambiamenti previsti in termini di costi e benefici. Ciò consentirà di evidenziare gli effetti sulla resilienza del territorio delle diverse strategie di gestione del rischio.

In conclusione, il progetto svilupperà un modello di valutazione economica che permetterà il confronto tra le diverse misure di protezione a supporto dei processi di governance del rischio nei confronti di calamità naturali, valutando le potenzialità espresse dall'adozione di strategie integrate. Inoltre, i risultati saranno presentati in un formato di facile utilizzo da parte di policy-maker e pianificatori al fine di favorirne l'effettiva adozione.

### ***GreenRisk4Alps: monetary evaluation of nature-based solutions for integrated risk management***

**Keywords:** nature-based solution; protection forests; monetary evaluation; Alpine Space.

Gravitational natural hazards as landslides, erosion, rock-fall, avalanches or debris flow constitutes a threat of increasing importance for the safety of the inhabitants of mountainous areas, that constitutes the 37% of the Italian national territory. While, until now, their safety has been ensured mainly by artificial means, a



management of natural resources targeted on their protective effects would integrate the current measures and ensure the sustainable development of the society. The Alpine area as a whole is expected to face the challenge of an harmonised management of natural hazards in the short and medium term. In fact, manifold socio-economic threats affects its development, as increasing limitation of settlement space and increasing costs for the protection and maintenance of infrastructures in settlement areas. Moreover, mass tourism and abandonment of the traditional silvopastoral practices, together with the expected rise in intensity and frequency of natural hazards triggered by climate change, are expected to influence the current situation and increase the pressure on these risk-prone areas.

In consideration of these various problems, nature-based solutions can represent a reliable answer to integrate the management of these conflicting interests and enhance the territorial resilience of the Socio-Ecologic System of which they constitutes an essential element. Nonetheless, even if, from a technical perspective, the benefits deriving from their active management are well known and the efforts needed for their management appear affordable, these solutions are still excluded from any local risk management strategies and their factual integration with the artificial protective measures is missing.

The INTERREG Alpine Space project “GreenRisk4Alps” aims to close these gaps and foster the implementation of nature-based risk strategies in the policy system by balancing nature-based, technical and preventive risk mitigation concepts. The integration of the different defensive measures will be achieved combining the economic evaluation of costs and benefits related to their adoption and the inputs provided by the continuous involvement of stakeholders and decision makers through dedicated workshops. Finally, the adoption of these integrated strategies will be supported providing recommendations for communicating nature-based risk mitigation solutions and offering a practical support to risk management.

Concerning the economic side, the possible alternative measures will be evaluated via the development of a new model to assess medium and long term costs and benefits of the different risk reduction measures. This new risk assessment procedure will offer, for the first time, risk mitigation alternatives by relating protection targets to effectiveness and consequences of the proposed measures. The solution considered in the analysis will be:

- (i) artificial facilities (temporary and permanent);
- (ii) nature-based solutions, as protection forests;
- (iii) land management measures, as land-use changes and accessibility restrictions.

In the analysis, named TEGRAV (TEchnical, GReen and AVoidance solutions), the economic consequences of the adoption of these solutions will be evaluated and compared in order to define the most cost-effective risk management strategy. Additionally, the TEGRAV analysis will develop the most likely climate and societal change scenarios in medium and long term, assessing the effects of these changes in terms of costs and benefits. This analysis will highlight the consequences related to different risk management strategies, describing the effectiveness and resilience of each of them.

Thus, GreenRisk4ALPs will develop nature-based concepts to support risk governance with respect to natural hazards and climate impacts. The project will address the main aspects of the governance process promoting integrated strategies for hazard risk reduction, increasing the awareness for the necessity of nature-based solutions and improving their integration into political and executive decision making.

\*\*\*

### **SP (3). 02 La funzione di protezione dell'acqua nelle foreste montane delle Alpi**

Enrico Calvo

**Parole chiave:** foreste di protezione; acqua potabile; Convenzione delle Alpi; foreste montane.

Sotto l'attuale Presidenza austriaca della Convenzione, il lavoro del Gruppo di Lavoro Foreste Montane della Convenzione delle Alpi è finalizzato ad indagare le funzioni e i modi attraverso i quali le foreste proteggono le aree di captazione di acqua potabile e i territori dalle inondazioni.

Queste due funzioni sono storicamente svolte dalle foreste montane, ma i cambiamenti climatici in atto, i cambiamenti socio-economici e territoriali, la nuova sensibilità verso i servizi ecosistemici, richiedono oggi una maggiore attenzione alla gestione e alla conservazione degli ecosistemi forestali integrati nel ciclo delle acque.



Nel complesso ciclo delle acque le foreste svolgono un ruolo essenziale:

- (i) riducono il rischio idrogeologico ed erosivo: la copertura forestale favorisce l'infiltrazione dell'acqua nel terreno, riducendo il suo deflusso e aumentando la stabilità del suolo attraverso l'apparato radicale;
- (ii) influenza la quantità e la qualità dell'acqua di percolazione: il tasso di evapotraspirazione determina la quantità di acqua accumulata, lo sviluppo degli apparati radicali e l'humus filtrano l'acqua trattenendo le sostanze nocive (effetto tampone), le chiome degli alberi trattengono molti agenti inquinanti.

Sulla base dei dati forniti dai rappresentanti delle delegazioni dei paesi alpini partecipanti al gruppo di lavoro, vengono confrontate le superfici, le caratteristiche, le funzioni, la distribuzione delle foreste con queste particolari funzioni protettive, evidenziando modelli specifici e buoni esempi di progetti e pratiche.

Il poster proposto intende quindi informare sul lavoro svolto e presentare, a partire dai primi dati raccolti, il quadro di queste foreste di protezione e le iniziative che nei paesi alpini sono attualmente in corso per la loro gestione e valorizzazione.

In particolare, saranno presentati i principali elementi dei due documenti tecnici attualmente in preparazione:

- (i) "Interdipendenze tra foreste di montagna e protezione dalle inondazioni": il documento illustra il contributo delle foreste di protezione alla prevenzione delle inondazioni, i limiti specifici di tale protezione, le esigenze specifiche di tali formazioni per svolgere efficacemente il loro ruolo, i nuovi rischi e le nuove condizioni dovute al cambiamento climatico;
- (ii) "Interdipendenza tra foreste di montagna e fornitura di acqua potabile": il documento illustra i principali dati sulla presenza di fonti di acqua potabile nei paesi alpini, alcune riflessioni e indicazioni per la gestione forestale per la protezione dell'acqua potabile (linee guida generali, linee guida forestali, nuovi sviluppi per il futuro).

Le relazioni vogliono evidenziare lo stato delle attività e dei regolamenti dei vari paesi alpini e proporre riflessioni sugli sviluppi futuri relativi ai processi dei cambiamenti climatici, lo sviluppo di possibili forme di riconoscimento economico dei servizi di protezione e di fornitura di acqua potabile.

Entrambi i documenti presentano quindi alcuni esempi di buone pratiche attivate nei paesi alpini.

### ***The function of water protection in the mountain forests of the Alps***

**Keywords:** protective forests; drinking water; alpine convention; mountain forests.

Under the current Austrian Presidency of the Convention, the work of the Working Group of Mountain Forests of the Alpine Convention is aimed at investigating the functions and ways in which forests protect drinking water areas and against floods.

These two functions are historically carried out by mountain forests, but the ongoing climate changes, socio-economic and territorial changes, the new sensitivity towards ecosystem services, today call for greater attention to the management and conservation of forest ecosystems integrated into the cycle of the waters.

In the complex water cycle forests play an essential role:

- (i) reduce the hydrogeological and erosion risk: the tree cover favors the infiltration of the water into the soil, reducing its outflow and increasing the stability of the soil through its root system;
- (ii) influence the quantity and quality of the percolation water: the rate of evapotranspiration determines the quantity of water accumulated, the root development and the humus filter the water holding back the harmful substances (buffer effect), the canopy of the trees retain many pollutants weather.

On the basis of the data provided by the representatives of the Delegations of the Alpine Countries participating in the Working Group, the surfaces, characteristics, functions, distribution of the forests with these particular protective functions will be compared, highlighting specific models and good examples of projects and practices. The proposed poster intends to inform about the work carried out and to present, starting from the first data collected, the framework of these protection forests and the initiatives that in the Alpine countries are currently underway for their management and enhancement. In particular, the main elements of the two technical documents currently being prepared will be presented:

- (i) "Interdependencies between mountain forests and flood protection": the document illustrates the contribution of protection forests to flood prevention, the specific limits of such protection, the specific needs of such training to effectively play their role, the new risks and new conditions due to climate change;





- (ii) "Interdependence between mountain forests and freshwater provision": the document illustrates the main data on the presence of drinking water sources in the Alpine countries, some reflections and indications for Forest management for drinking water protection (general guidelines, forestry guidelines, new developments for the future).

The reports want to highlight the status of the activities and regulations of the various Alpine countries and propose reflections on future developments related to the processes of climate change, the development of possible forms of economic recognition of protection services and supply of drinking water.

Both documents then present some examples of best practices activated in the Alpine countries.

\*\*\*

### **SP (3). 03 Effetti dei diradamenti nei rimboschimenti a prevalenza di Cedro dell'Atlante [*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière] nei Monti Sicani**

Donato Salvatore La Mela Veca, Giuseppe Clementi, Federico Maetzke, Giuseppe Traina

**Parole chiave:** *Cedrus atlantica*, rimboschimento, diradamento, rinaturalizzazione

In Sicilia i rimboschimenti a prevalenza di cedro dell'Atlante e misti con altre specie occupano una superficie complessiva di 915 ha. Il 40% di tale superficie è distribuita sui Monti Sicani, ed in minor misura sui Monti Madonie, Monte Etna e Monti Nebrodi. Tali formazioni presentano in molti contesti del territorio regionale ritmi di accrescimento comparabili con quelli di altre regioni mediterranee e notevole capacità di adattamento ecologico, tali da far considerare la specie come una delle più interessanti nell'ambito sia della selvicoltura a fini protettivi sia come specie da preferire nei nuovi rimboschimenti a principale finalità produttiva nelle aree montane dell'Isola. In molti contesti stagionali del territorio regionale, le buone condizioni di fertilità del suolo, il regime climatico favorevole e i ritmi di accrescimento della specie, suggeriscono un approccio gestionale dei rimboschimenti di cedro basato nel medio e lungo periodo su tagli intercalari e sull'utilizzazione finale orientati alla produzione di legno di qualità, riservandosi la possibilità della rinaturalizzazione a favore di specie autoctone come obiettivo di lunghissima durata.

L'obiettivo principale del presente lavoro è valutare gli effetti di un primo diradamento eseguito su una cedreta localizzata nel territorio del Parco dei Monti Sicani, di 35 anni di età e con una densità di circa 800 piante/ha, sulle condizioni strutturali ed ecologiche del soprassuolo, analizzandone in particolare tempi, modalità esecutive e risultati in termini di accrescimento dopo 15 anni dall'esecuzione dell'intervento.

Al fine di valutare gli effetti del diradamento, in particolare, sono stati confrontati i parametri dendro-auxometrici di un soprassuolo soggetto ad intervento con uno testimone non interessato dal diradamento, in modo da verificare gli eventuali benefici in termini di stabilità ecologica e strutturale del bosco e del miglioramento della qualità tecnologica dei fusti.

I risultati dello studio hanno confermato in primo luogo che i valori di accrescimento del soprassuolo di cedro in esame sono simili a quelli di altri popolamenti della stessa età presenti in Italia ed in altri paesi che si affacciano sul Mediterraneo. Dallo studio emerge anche che il diradamento, in prevalenza dal basso, eseguito ad un'età che per il cedro può ancora considerarsi precoce, ha inciso in misura poco significativa sugli incrementi di provvigione legnosa e sul miglioramento dell'assetto strutturale del bosco e che anche la qualità tecnologica dei fusti non ha subito miglioramenti significativi.

In definitiva, tali risultati potrebbero supportare l'adozione di un regime di diradamenti con età d'inizio superiore a quella sperimentata nell'area di studio, anche in relazione alla densità non elevata del soprassuolo ed in considerazione della buona capacità dimostrata dal cedro dell'Atlante di esprimere incrementi longitudinali e diametrici interessanti anche in fase adulta, riservandosi di posticipare l'opera selettiva quando i fenomeni competitivi diventeranno più marcati.

### **Effect of thinning in Atlas cedar forest plantations [*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière] in the Sicani Mountains**

**Keywords:** *Cedrus atlantica*; reforestation; thinning; renaturalization.



In Sicily, Atlas cedar reforestation stands, sometimes mixed with other woody species, occupy a total area of 915 ha. About 40% of such stands are mainly located on the Sicani Mountains, and to a lesser extent on the Madonie Mountains, Mount Etna and Nebrodi Mountains. Such forest stands show in many regional contexts growth rates comparable with stands from other Mediterranean regions, as well as a considerable ecological adaptation, so that the species is considered as one of the most interesting in both protective silviculture and for the purpose of wood production in the mountain areas of the island. In many contexts of the regional territory, in good soil fertility conditions, and favorable climate conditions, the considerable growth rates of the Cedar species suggest a management approach of Atlas cedar plantations based in the medium and long term on thinning and final harvest oriented to the production of wood of quality, reserving the possibility of renaturalization as a very long-term objective. The main objective of the present work is to evaluate the effects of a first thinning carried out on a cedar forest stand located in the territory of the Regional Natural Park of Monti Sicani, at the age of 35 years and with a density of about 800 plants per hectare, on the structural and ecological conditions of the stand, analyzing in particular times, executive procedures and results in terms of growth after 15 years since the intervention.

In order to evaluate the effects of thinning, in particular, dendro-auxometric parameters of an area subject to intervention were compared with a comparison area un-thinned, in order to verify any benefit in terms of structural and ecological stability of the forest stand and the improvement of the technological quality of the woody stems.

The results of the study showed that the growth of the investigated forest stand is comparable to those of others of the same age in Italy and in other Mediterranean countries. The study also showed that thinning, mainly from below, performed at an age that for the cedar can still be considered precocious, has not significantly fostered the wood growth, nor improved the structure of the stand and the technological quality of the woody stems.

Ultimately, these results could support the adoption of a thinning system based on a higher starting age than the one experimented, also in relation to the density of the forest stands and in consideration of the high capacity of Cedar species to express interesting longitudinal and diametric growth even in the adult phase, reserving the right to postpone the selective thinning when competitive phenomena become more marked.

\*\*\*

### **S.P (3). 04 Stock attuale e proiezioni future dello stock di carbonio organico dei suoli forestali dell'area Euro-Mediterranea**

Costantino Sirca, Antonio Caddeo, Donatella Spano, Serena Marras

**Parole chiave:** modellistica; CENTURY; suoli europei; cambiamenti climatici.

Il carbonio organico dei suoli (SOC, soil organic carbon) rappresenta la riserva più grande di carbonio organico della biosfera, preceduta dagli oceani e contenente circa il triplo del carbonio contenuto nella vegetazione. Le stime globali di SOC indicano che i suoli contengono circa 600-800 Pg C nei primi 0,2-0,3 m fino a 2300-300 Pg C arrivando a 2-3 m di profondità. Le diminuzioni di queste quantità stoccate nei suoli vengono indicate come un pericolo prioritario anche dalla EC Thematic Strategy for Soil Protection che, d'altro canto, evidenzia il ruolo chiave dei suoli nel processo di accumulo di SOC a scapito dell'atmosfera e quindi l'efficace azione di mitigazione nei confronti dei cambiamenti climatici. Nonostante studi anche relativamente recenti confermano questo potenziale, non è chiaro se questo trend proseguirà anche in condizioni di cambiamento climatico. Sotto questo aspetto, i sistemi forestali hanno un ruolo determinante. Da un lato vi sono evidenze scientifiche sul ruolo di carbon sink delle aree forestali, il cui carbonio accumulato nei suoli ammonta, a scala globale, a circa  $383 \pm 30$  Pg, incluse le foreste temperate che da sole contribuiscono con circa  $0.75 \pm 0.1$  Pg C, principalmente come conseguenza dell'aumento delle superfici e della densità di biomassa. Il contenuto di SOC delle superfici forestali è impattato anche dalle caratteristiche pedologiche e del clima e, come conseguenza, risentirà dei cambiamenti climatici previsti per gli anni futuri. In termini generali l'aumento di concentrazione della CO<sub>2</sub> atmosferica aumenterà i tassi fotosintetici e quindi l'accumulo di carbonio (anche dei suoli); contemporaneamente i cambiamenti climatici modificheranno anche i tassi di decomposizione della sostanza organica. Di conseguenza, le modifiche attese del bilancio del SOC sono abbastanza incerte e



varieranno comunque in funzione delle tipologie forestali e delle aree interessate. Quest'incertezza pesa anche sui negoziati e azioni del post Kyoto, inclusa l'adozione di efficaci azioni di mitigazione.

Un'analisi recente della letteratura ha evidenziato la carenza di dati sul SOC attuale e proiezioni future nelle aree forestali della zona Euro-Mediterranea. Questo lavoro intende dare un contributo in questa direzione, con l'obiettivo di fornire stime sulle quantità attuali di SOC delle aree forestali e potenziali cambiamenti in condizioni di cambiamento climatico. A tale riguardo sono stati utilizzati due scenari climatici (RCP4.5 e RCP8.5) e tre modelli di circolazione globale (GCM). Le stime sono state ottenute con l'utilizzo del modello di dinamica del C organico dei suoli CENTURY (v. 5) che è stato opportunamente adattato e implementato per ottenere stime di SOC spazializzate a scala regionale e alto dettaglio. Sono state analizzate 5 classi di copertura forestale (latifoglie, conifere, foreste miste, macchia mediterranea e aree in transizione da macchia a foresta) che interessano circa 61,5 milioni di ha. Lo stock totale di SOC stimato varia da 5.194 a 5578 Tg. Il contributo maggiore a queste quantità è dato dalle foreste di conifere (1704 - 1955 Tg) seguite dalle latifoglie (1775 - 1783 Tg) e foreste miste (971 - 1116 Tg) che coprono rispettivamente il 22.83%, 29.46% e 12.83% dell'area studio.

Le proiezioni future di cambiamento delle quantità di SOC nelle aree forestali Euro-Mediterranee indicano un decremento, comunque abbastanza contenuto, dall'anno 2005 al 2095, maggiore per lo scenario climatico estremo RCP8.5 rispetto a quello moderato RCP4.5. Considerando tutte le tipologie esaminate e i vari modelli climatici, questa riduzione varia da -0.38% a -1.61%.

Nonostante le assunzioni alla base di questo lavoro, le stime ottenute confermano come i suoli forestali possano costituire un valido strumento delle politiche di mitigazione, e questo è particolarmente rilevante nell'area Euro-Mediterranea nella quale i cambiamenti di uso del suolo determinano grande incertezza nella quantificazione delle quantità di SOC.

### ***Soil organic carbon in Euro-Mediterranean forest systems: current stock and future changes under climate change conditions***

**Keywords:** CENTURY; modelling; SOC.

The soil organic carbon (SOC) is the largest carbon pool in the terrestrial biosphere, second only to the oceans, containing twice as much carbon as the atmosphere and three times that stored in global vegetation. Global SOC estimates indicates from 600-800 Pg stored in the top 0.2-0.3 m of thickness to 2300-3000 Pg in the top 2-3 m of soils. The EC Thematic Strategy for Soil Protection highlighted the loss of SOC as one of the most important soil threats while, on the other hand, being able to reduce the atmospheric GHGs concentration over the next century, its sequestration plays a key role as a strategy for climate change mitigation. Although ground and atmospheric carbon measurements suggest that the terrestrial biosphere is a net sink of CO<sub>2</sub>, it is still unclear and debated if this sink will persist over time despite climate change.

In this context, forest ecosystems have an important role. There are scientific evidence that forested areas are a net carbon sink and SOC stock of world's forests soil currently amounts to 383±30 Pg, including temperate forests that contributes with 0.75±0.1 Pg C to the total carbon sink, mainly in light of their increasing surface and biomass density. The amount of SOC stored by forests is also affected by climatic and pedological characteristics. In addition, forest SOC stocks will be strongly altered by climate change in the next future. In general, increasing CO<sub>2</sub> concentrations are expected to enhance photosynthesis rates and, consequently, the organic carbon input to soils; conversely, SOC decomposition rates will be altered by climate change too. As a results the SOC balance of the forested areas is still unclear and, probably, these impacts will be different with respect, e.g., to vegetation types and for different parts of the world. To date, a large uncertainty of these numbers is recognized, hampering international negotiations related to the post Kyoto activities as well as the adoption of proficient mitigation policies.

There are so far only few works that reported information about SOC stock and future changes in Mediterranean areas at regional and national scale. Our study aims at assessing current SOC stocks in the forest soils of the Euro-Mediterranean area as well as their feasible long-term changes due to climate change (at 2095). Two climate scenarios (RCP4.5 and RCP8.5) and three Global Circulation Models (GCMs) data were used to assess the climate change impacts on current SOC stocks. For this purpose a methodology based on the use of the model CENTURY 5 was implemented, and a set of custom scripts allowed to obtain spatialized SOC estimates. Five soil cover tipologies were analyzed using the Corine Land Cover 2006 as input layer (broad-



leaved forest, coniferous forest, mixed forest, Mediterranean maquis, and transitional woodland-shrub covering 61.5 Mha. The simulated total SOC, considering all the GCMs, ranges from 5,194 to 5,578 Tg C. The largest contribution to the total SOC stock was given by coniferous forests (from 1704 to 1955 Tg), followed by broad-leaved (from 1775 to 1783 Tg), and mixed forests (from 971 to 1116 Tg), covering the 22.83%, 29.46%, and 12.83% of the study area, respectively.

The future projections in the Euro-Mediterranean area showed that the mean SOC stock, referred to each forest cover class, tended to decrease from the year 2005 to 2095. Despite were minimal, for all GCMs, CENTURY 5 simulated decreases of mean SOC stock, greater for the extreme scenario (RCP8.5) than the moderate one (RCP4.5). Considering the broad-leaved forests, the model simulated very low decreases of mean SOC. Also the future projections in coniferous forests showed reduced decreases of mean SOC stock from the year 2005 to 2095. Future predictions on Mediterranean maquis systems and mixed forests reported decreases of mean SOC for all GCMs and climate scenario hypothesized, while for transitional woodland-shrub areas have been no future changes. Considering all land cover tipologies, the SOC reduction estimates under climate change ranges from -0.38% to -1.61%.

Although the preliminary assumptions of our work, these trends confirmed that forest soils could provide an important contribution for the climate change mitigation. This turn out to be particularly relevant in the EU-Med area where land use changes, and particularly urban growth on agricultural soils, are currently seriously undermining SOC stocks.

\*\*\*

#### **SP (4). 01 Valore storico, culturale e paesaggistico delle “muracche” nel Bosco Ficuzza (Sicilia)**

Giovanni Giardina, Donato Salvatore La Mela Veca, Tommaso La Mantia

**Parole chiave:** storia forestale; paesaggio forestale; patrimonio culturale forestale.

Il vasto complesso forestale indicato come Bosco della Ficuzza ebbe origine quando Ferdinando IV di Borbone, costretto dagli avvenimenti tumultuosi del 1798 a fuggire da Napoli si trasferì in Sicilia. Essendo un grande appassionato di caccia, il sovrano fece costituire diverse tenute di caccia; così sorsero le tenute reali della Favorita a Palermo e quella di Ficuzza.

Il Re migliorò la viabilità per giungere a Ficuzza, e poi quella interna al bosco. Nel 1802 diede l'incarico prima all'architetto palermitano Venazio Marvuglia e poi all'architetto Carlo Chenchi di edificare la Real Casina di Caccia, dove dimorò per lunghi anni, praticando, tra tutti i suoi preferiti svaghi, la caccia e la pesca.

A Ficuzza, Ferdinando IV si adoperò a costituire una delle sue più grandi riserve di caccia. Così vennero riuniti i feudi di Lupo, Ficuzza e Cappelliere, costituiti i confini con “muracche” (muraglie in pietra) e pilieri recanti la scritta “R.R.”, Reali Riserve, impose norme restrittive alla libera caccia. Altresì, il re dotò il bosco di una ben distribuita rete viaria e si adoperò alla cura dei boschi, al ripopolamento della selvaggina, facendo arrivare da fuori cinghiali, daini e cervi. Inoltre, fece costruire in vari posti del bosco rifugi per i guardiacaccia, masserie e ricoveri per gli armenti, avendo costituito grossi allevamenti di bovini e ovini, abbeveratoi e altre “infrastrutture” al servizio della caccia come il “pulpito del re”, ricavato in un grosso masso di arenaria dove il re si appostava per sparare a lepri, cinghiali e daini che i battitori stanavano. Altra struttura degna di menzione è la “pescheria del Gorgo del Drago”, uno stagno alimentato da una sorgente perenne dove il re, durante il riposo venatorio per il ripopolamento della selvaggina, si dilettava a pescare, ospite nella adiacente casa, oggi ridotta ad un rudere.

Le muracche erano state costruite con massi di varia dimensione accatastati in modo da formare dei parallelepipedi di larghezza di circa 1 m, e alte fino a 2 m, a formare estese muraglie lungo i confini delle tenute di caccia reali.

Una sorta di recinzioni che servivano a proteggere le aree destinate al ripopolamento della selvaggina ma anche i boschi, tanto cari al re, soggetti agli interventi selvicolturali. Infatti, il re al suo primo sopralluogo a Ficuzza, scrisse nel suo diario di bordo “... i boschi sono ampi e ricchi di selvaggina, ma mal tenuti e troppo sfruttati”. Ecco perché, appena stabilitosi a Ficuzza, il Re iniziò ad adoperarsi per ricostituire i boschi degradati e troppo sfruttati, proteggendoli dal pascolo e da ogni pericolo con le muracche.





Lungo le muracche erano presenti dei passaggi delimitati da cancelli, usati per il transito dei boscaioli e della selvaggina. Nei vertici delle muracche erano presenti i pilieri in pietra che, oltre alla scritta "R.R.", riportavano sopra quest'ultima il simbolo della corona reale.

L'opera meritoria di Ferdinando IV di Borbone è stata decisiva nella destinazione della "Foresta nazionale inalienabile di Ficuzza" come "Stazione climatica" ai sensi della Legge n. 535 del 1901 del Regno d'Italia.

Delle muracche originarie oggi sono rimaste solo le vestigia coperte da muschi e intrigate nella vegetazione. L'Ente gestore della Riserva ha ripristinato solo una piccola parte degli antichi manufatti a scopo dimostrativo della originaria forma strutturale.

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di realizzare un inventario dell'attuale consistenza e stato di manutenzione delle muracche e di tutte le altre infrastrutture ancora esistenti al fine di ricostruire il loro originale sviluppo all'interno della foresta.

Tale inventario, oltre ad essere importante dal punto di vista storico, culturale e paesaggistico, può contribuire alla ricostruzione storica della gestione forestale dei boschi di Ficuzza e, al tempo stesso, può avere un ruolo chiave nella definizione del particellare ai fini della redazione del piano di gestione forestale della riserva. Può inoltre essere la base per avviare un serio progetto di recupero di questo patrimonio indissolubilmente legato alla storia umana e naturale di Ficuzza.

### ***Historical, cultural and landscape value of the "muracche" in the Ficuzza forest (Sicily)***

**Keywords:** forest history; forest landscape; cultural forest heritage.

The vast wooded area known as "Bosco Ficuzza" originated when Ferdinando IV Borbone, forced by the tumultuous events in 1798 to escape from Naples, moved to Sicily. The King, being a great hunting enthusiast, established several hunting estates; thus the royal estates of the Favorita in Palermo and that of Ficuzza rose.

The King improved the viability to reach Ficuzza, and then those inside the forest. In 1802 he was commissioned to the venetian architect Venazio Marvuglia and then to the architect Carlo Chenchi to build the "Real Casina di Caccia", where he lived for many years, practicing, among all his favorite leisure activities, hunting and fishing.

In Ficuzza, Ferdinando IV worked to constitute one of his largest hunting reserves. Thus the fiefs of Lupo, Ficuzza and Cappelliere were reunited, the boundaries constituted with "muracche" (stone walls) and "pilieri" (stone stacks) bearing the inscription "R.R.", Reali Riserve (i.e. Royal Reserves), and he imposed restrictive rules to free hunting. Also, the King endowed the forest with a well-distributed road network and he worked to the care of the woods, to repopulate the game species, by bringing out wild boar, fallow deer and deer. Moreover, in various places of the forest, he had it built shelters for the keepers, farms and shelters for livestock, having formed large cattle and sheep farms, drinking troughs and other infrastructures at the service of hunting such as the "The King's pulpit", obtained from a large sandstone boulder where the King used to shoot hares, wild boars and fallow deer that the beaters used to drive out. Another structure worthy of mention is the "fishmonger of the Gorgo del Drago", a pond fed by a perennial spring where the King, during the hunting rest for the repopulation of the game species, was delighted to fish, guest in the adjacent house, today reduced to a ruin.

The muracche had been built with boulders of various dimensions stacked so as to form parallelepipeds with a width of about 1 m, and up to 2 m tall, to form extensive walls along the boundaries of royal hunting estates.

They were a kind of fences that served to protect the areas destined to the repopulation of the game species but also the woods, so dear to the King, subjected to silvicultural interventions. In fact, the King at his first visit to Ficuzza, wrote in his logbook "... the woods are wide and rich in game species, but poorly managed and too much exploited". This is why, as soon as he settled in Ficuzza, the King began to work to recover the degraded and over-exploited forests, protecting them from grazing and from any other danger with the muracche.

Along the muracche there were passages delimited by gates, used for the transit of woodcutters and game species. At the top of the muracche there were stone stacks which, in addition to the inscription "R.R.", had the symbol of the royal crown above it.

The meritorious work of Ferdinand IV of Bourbon was decisive in the destination of the "Inalienable National Forest of Ficuzza" as "Climate Station" in accordance with the Law n. 535 of 1901 of the Kingdom of Italy.

Of the original muracche today there are only the remains covered by mosses and intrigued in the vegetation. The managing body of the Reserve has restored only a small part of the ancient artifacts for demonstration purposes of the original structural form.



The objective of this work is to create an inventory of the current consistency and state of maintenance of the muracche and of all the other infrastructures still existing in order to reconstruct their original development within the forest. This inventory, in addition to being important from an historical, cultural and landscape point of view, can contribute to the historical reconstruction of the forest management of the Ficuzza woods and, at the same time, can play a key role in defining particles for the purposes of drawing up the forest management plan of the reserve. It can also be the basis for starting a serious project to recover this heritage inextricably linked to the human and natural history of Ficuzza.

\*\*\*

## SP (04). 02 La tutela passa attraverso la conoscenza e la comunicazione

Andrea Maroè, Giorgio Cordin, Erika Andenna, Alessandro Peressotti, Giorgio Alberti, Daniele Zanzi, Angela Farina

**Parole chiave:** alberi monumentali; comunicazione; divulgazione.

La Giant Trees Foundation è il primo esempio italiano di fondazione nata per sostenere direttamente la salvaguardia dei grandi alberi, attraverso progetti locali, nazionali e internazionali. L'attenzione all'educazione, alla comunicazione e alla divulgazione costituisce uno degli ambiti di lavoro fondamentali della GTF.

Le spedizioni di ricerca internazionali nelle grandi foreste vergini o inesplorate, per studiare specie arboree ancora poco conosciute attraverso l'esplorazione e misurazione delle loro chiome mediante treeclimbing, costituiscono una delle modalità peculiari con cui si esplica la comunicazione e la divulgazione della conoscenza del mondo arboreo.

La GTF, pur essendo nata solo nel 2018 ha ereditato il patrimonio tecnico scientifico di alcuni esploratori di grandi alberi; ha istituito un comitato scientifico internazionale multidisciplinare e ha già sottoscritto alcune importanti collaborazioni con istituti universitari nazionali ed esteri oltre a convenzioni con istituti agrari distribuiti sul territorio italiano per avvicinare studenti di ogni età al complesso mondo della arboricoltura sia urbana che forestale, partendo da un elemento paradigmatico qual è il grande albero.

La scoperta dell'albero più alto d'Italia (2016) attraverso una accurata misurazione in un breve lasso di tempo di oltre 50 esemplari arborei monumentali mediante direct tape drop, ha permesso di individuare almeno 5 nuovi campioni di altezza sul territorio nazionale (The Italian Tree King, una douglasia a Vallombrosa – Firenze- è attualmente l'albero più alto d'Italia con 62,45 m di altezza) l'esplorazione delle foreste balcaniche (2018) ha portato all'individuazione di uno dei più grandi esemplari di abete bianco presenti attualmente in Europa (circonferenza a petto d'uomo 7,13 m.; altezza 59,71 m.), ma anche precedenti esplorazioni in Sud America, Nuova Zelanda, California, Europa, hanno garantito il conseguimento di notevoli risultati nella comprensione di specie ancora poco conosciute (*Agathis australis*, *Araucaria araucana*, *Nothofagus dombeyi*, *Prumnopitys andina*, *Fitzroya cupressoides*, *Gyranthera caribensis*, *Sloanea caribea*, *Ficus insipida*, *Eucalyptus diversicolor*, *Eucalyptus grandis*, *Araucaria bidwillii*, *Pinus ponderosa*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron gigantea*, *Pinus longaeva*, etc.).

La commistione di curiosità e dati tecnici, oltre che l'utilizzo di tecniche a basso impatto ambientale e comunque spettacolari, quali ad esempio il treeclimbing, raccontati con linguaggio semplice e coinvolgente, seppur rigoroso nelle tematiche prettamente scientifiche, permettono di avvicinare il grande pubblico, e soprattutto i giovani, alle tematiche ambientali e di conservazione del nostro patrimonio boschivo.

La fattiva partecipazione di realtà locali, quali Comuni o Enti, che si occupano a vari livelli della gestione del territorio, in progetti legati alla conservazione di grandi esemplari arborei e alla loro conoscenza, secondo la GTF costituisce una *conditio sine qua non* per sviluppare la tutela del patrimonio arboreo mondiale.

Il coinvolgimento delle realtà imprenditoriali e turistiche presenti sul territorio, ma anche una particolare attenzione della fruibilità e all'accessibilità dei diversi ambienti in cui crescono i grandi alberi da parte di diversi portatori d'interesse (ad esempio associazioni che si occupano a vario titolo di disabilità), permette di offrire un valore aggiunto di grande rilevanza per tutti coloro che si avvicinano a questo mondo ancora poco conosciuto ed esplorato.

Attualmente i progetti principali sui quali la GTF sta lavorando sono:

- (i) Spedizione Ecuador (2019): "Oltre le cime della Foresta Pluviale"
- (ii) Spedizione Argentina (2020): "I Cipressi dei Ghiacciai – 2"



- (iii) Spedizione Africa (2021): “Dove nacque l’Uomo”
- (iv) Annusare il Bosco: l’albero “visto” dai non vedenti
- (v) Growing Trees: attività formativa con ragazzi presso fattoria educativa didattica
- (vi) L’Albero ci Parla: xiloteca con rondelle di alberi caduti
- (vii) Alberi in Pillole: incontri e lezioni tematiche sulla cura, gestione e salvaguardia degli alberi
- (viii) Nuova Vita al Legno Morto: opere d’arte col legno morto create da artisti nazionali e internazionali
- (ix) Media Wood: percorsi ecologici e divulgativi per conoscere e avvicinarsi alle foreste e agli alberi in maniera naturale
- (x) Tana Week: International Summer School esperienziale, della durata minima di dieci giorni, con vita comunitaria rivolta a studenti di scuole superiori e università italiane ed estere

\*\*\*

#### **SP (4). 03 Mappatura di superfici olivicole abbandonate in trasformazione naturale a bosco**

Nicola Puletti, Torresan Chiara, Chianucci Francesco, Grotti M, Mattioli Walter, Marchi Maurizio, Corona Piermaria

**Parole chiave:** olivicoltura; legge forestale; cambiamenti di uso del suolo; paesaggio.

I sistemi olivicoli sono elementi che caratterizzano il paesaggio di molte aree nel nostro Paese. I processi di abbandono colturale, ai quali negli ultimi decenni sono soggetti questo tipo di paesaggi, hanno causato il progressivo avanzamento e, in alcuni casi, la colonizzazione da parte di specie tipicamente forestali con conseguente perdita di tessere paesaggistiche tipiche. Secondo il decreto legislativo n. 34/2018, le formazioni di specie arboree forestali originatesi da processi naturali e insediate su superfici caratterizzate da preesistenti attività agro-silvo-pastorali, possono non essere considerate “bosco” sotto il profilo giuridico, permettendo, in determinate condizioni, il ripristino della precedente attività (art. 5, comma 2). In questo lavoro viene sviluppato un approccio metodologico per la valutazione su larga scala delle superfici olivicole interessate dall’ingresso di specie arboree forestali. Viene presentato un caso di studio ad ampia scala in Calabria, territorio fortemente caratterizzato da questo tipo di tessera paesaggistica.

#### **Mapping natural forest recolonization on abandoned olive grove areas**

**Keywords:** olive, forest law, land-use change, landscape.

Olive grove systems are characteristic elements of the Italian landscape mosaic. In the last years, the widespread abandonment of such a kind of agricultural cultivation is leading to the colonization by typically forest species with consequent loss of typical patches. According to the Legislative Decree no. 34/2018, forest tree species originated from natural processes and settling on surfaces characterized by pre-existing agro-silvo-pastoral activities may not be considered "forest" from a legal point of view, allowing, under certain conditions, restoration of previous land use (Article 5.2). In this work, a methodological approach for the large-scale assessment of natural forest recolonization on abandoned olive grove areas is developed. A large-scale case study in the Calabria administrative Region, a territory strongly characterized by this kind of landscape, is presented.

\*\*\*

#### **SP (5). 01 Uno scenario di (multi) valorizzazione del bosco periurbano di Montioni**

Iacopo Bernetti, Marina Visciano

**Parole chiave:** servizi ecosistemici; analisi multicriteria; silvomuseo.

L’origine del termine ‘foresta’, dal latino “foris” o “foras” (fuori), si riferisce a quelle entità boscate situate lontane dai centri abitati e dalle aree più antropizzate. Sebbene il complesso forestale di Montioni si trovi oggi in prossimità del centro abitato di Follonica, esso mantiene la definizione di Foresta per le sue caratteristiche



strutturali, di maturità ed estensione (circa 8.800 ha; Norme Piano per il Parco). La posizione geografica, la conformazione e la vocazione mineraria del complesso hanno permesso all'uomo di sviluppare nel tempo un ampio ventaglio di fruizioni del bosco, creando particolari relazioni sinergiche con la città. Il bosco infatti, non solo era ricco di allume, ma ricopriva un ruolo fondamentale per l'approvvigionamento energetico necessario al funzionamento della Fonderia Ex-Ilva presente a Follonica, soprattutto nel periodo napoleonico.

Il complesso ospita oggi numerose testimonianze della presenza umana, un patrimonio storico, culturale e archeologico che, insieme al patrimonio naturalistico costituiscono la vera ricchezza del luogo. Un insieme di risorse, quindi, di natura anche molto diversa, ma che possono essere rimesse in circolo per ricreare quel sistema di evoluzione 'attiva' che si è perso nel tempo. La storica versatilità di utilizzo della foresta di Montioni denota un'elevata predisposizione alla possibilità di incrementare la sua multifunzionalità territoriale. Lo scopo della ricerca è quindi quello di contribuire alla realizzazione di strumenti di gestione atti non solo alla conservazione del capitale naturale presente sul territorio, ma alla più generale valorizzazione di tutti i servizi ecosistemici offerti dal bosco, definiti come la capacità dei processi e delle componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e che garantiscano la vita di tutte le specie (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). La metodologia adottata per l'individuazione dei servizi ecosistemici è stata quella dell'analisi multicriteria (AMC) che vede l'oggetto di studio attraverso una lente 'caleidoscopica' e che permette la valutazione di una pluralità di aspetti caratterizzati da una molteplicità di criteri (talvolta conflittuali). L'analisi ha seguito uno schema gerarchico e si è strutturato principalmente in tre macro-fasi: individuazione delle possibili vocazioni del bosco; definizione degli 'strumenti', nonché la scelta dei criteri di valutazione delle vocazioni e definizione dei relativi metodi; valutazione dei criteri secondo una scala di valori predefinita. Le vocazioni dell'oggetto di studio sono state infine calcolate con la media aritmetica dei valori attribuiti ad ogni specifico criterio.

I servizi ecosistemici individuati nella Foresta di Montioni sono sei: di protezione (capacità dei suoli di regimazione delle acque); naturalistico (presenza di ambienti naturali di rilevante interesse floristico e faunistico); paesaggistico (panoramicità dei luoghi); produttivo (legname e prodotti secondari); turistico-ricreativo (presenza di aree con sottoboschi radi, facilmente accessibili e dotate di servizi); storico-culturale (presenza di manufatti e altre testimonianze storiche). La valutazione dei servizi ecosistemici è stata inoltre ampliata alle aree agricole di prossimità, in particolare in quelle aree-cuscinetto tra il bosco e la città di Follonica. L'obiettivo finale dello studio è quello di costruire uno scenario progettuale strutturato su tre assi principali, quello naturalistico, quello turistico e quello energetico, che trovano il loro punto di unione e complementarità nell'ipotesi di istituire nel cuore del bosco un silvomuseo. Quest'ultimo, è raggiungibile dai principali centri urbani situati intorno al bosco attraverso percorsi di mobilità dolce lungo le principali testimonianze storiche presenti (castelli, torri, etc.). In particolare, il percorso che collega la città di Follonica al cuore del bosco è stato pensato come un itinerario multi-tematico.

Il silvomuseo è stato concepito come un vero e proprio museo a cielo aperto in cui è possibile riscoprire tutte quelle pratiche storiche legate all'uso della foresta. Le attività inserite hanno tutte una forte valenza didattica, sperimentale e/o ricreativa e possono essere sia rievocative della memoria storica che legate ad usi più attuali del bosco. L'obiettivo è quello di rafforzare la relazione biunivoca uomo-bosco sia nel tempo che nello spazio, anche attraverso la relazione che si instaura tra l'edificato e le aree aperte circostanti; infatti, ogni manufatto storico trova (o ritrova) all'interno del progetto il legame con il suo intorno. Tra le principali attività vi sono quelle dimostrative con cui si cerca di ricostruire le filiere dei principali prodotti derivabili dal legno (lavorazione del sughero o della radica), ma anche quelle di natura più sperimentale (micro-vinificazione), e didattico-ricreative o naturalistiche (osservatori faunistici, aree attrezzate per lo svago). Infine, dal punto di vista energetico, il progetto punta concettualmente a ricostruire il rapporto tra il bosco e il complesso dell'Ex Ilva, attualmente centro polifunzionale, attraverso una filiera energetica a biomassa che permetta all'ex fonderia principale (Museo Magma), di essere autosufficiente grazie al solo utilizzo della legna proveniente dal silvomuseo.

### ***A (multi) valorisation vision of Montioni's periurban wood***

**Keywords:** ecosystem services; multicriteria analysis; silvomuseum.

The origin of the term 'forest', from Latin "foris" or "foras" (outside), refers to those wooded areas located far from most anthropized areas. Even if Montioni Forest today is located near to the city of Follonica, it is still





considered Forest thanks to its structural characteristics, maturity and extension (about 8,800 hectares; Norme Piano per il Parco).

The geographic position, morphological aspect and mining suitabilities of the complex, have allowed the community to use this resource for different purposes, creating synergic relations with the city. Indeed, the forest was not only rich of alum, but it played a fundamental role in the energy supply necessary for the Foundry (Ex-Ilva) located in Follonica, and in particular during the Napoleonic age.

Today Montioni Forest represents a cultural, natural, historical and archaeological heritage for the city of Follonica and it can be better exploited to support current human activities.

A set of different resources can be re-circulated to recreate an 'active' evolution system that has been lost over time. The historical versatility of use of the Montioni Forest shows a high predisposition to the possibility of increasing its territorial multifunctionality.

The aim of this work is to overcome the idea of conservation, and to contribute to the implementation of new management tools able to enhance all those ecosystem services that the forest offers (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Ecosystem services have been evaluated through the multicriteria analysis method (AMC), that allowed to explicitly consider a plurality of aspects characterized by a multiplicity of criteria (sometimes conflicting). The analysis follows a hierachic scheme and it is structured in three macro-phases:

- (i) identification of possible suitability of the forest;
- (ii) definitions of 'tools' and the choice of criteria for evaluating suitabilities and defining the related methods;
- (iii) evaluation of the criteria according to a predefined scale of values.

Each criterias has been aggregated by the arithmetic average of the values attributed to each specific criteria.

The ecosystem services identified in Montioni Forest has been six: protection (capacity of soils for water regulation); naturalistic (presence of natural environments of significant floristic and fauna entities); landscape (panoramic views of places); production (timber and secondary products); tourist-recreational (presence of areas with sparse undergrowth, easily accessible and equipped with services); historical-cultural (presence of buildings and other historical testimonies). The study of ecosystem services has been extended to near agricultural areas, in particular in a buffer area between the forest and the city of Follonica.

The ultimate aim of the study is to build a vision based on three main axes, naturalistic, touristic and energetic, which find their meeting point and complementarity in the hypothesis of setting up a Silvomuseum in the center of the forest. Silvomuseum is reachable from the main urban centers located around the forest through paths of soft mobility along the main historical testimonies (castles, towers, etc.). In particular, the route that connects the city of Follonica to center of the forest has been designed as a multi-thematic itinerary.

The silvomuseum looks like a real open-air museum where people and in particular the community can rediscover all those historical practices related to the use of the forest. All the activities have a strong educational, experimental and/or recreational value and can be either reminiscent of historical memory or linked to more actual uses of the forest.

The aim of research is, moreover, to strengthen the biunivocal relationship between man and forest in time and space, also through the relationship established between the built and the surrounding open areas; indeed, every historical building finds (or re-finds again) in the project the link with its surroundings.

The plan is completed by the following demonstration activities: reconstruction of the supply chains of the main products derived from wood (cork or root processing); viticulture (micro-vinification; naturalistic educational activities. Finally, from an energetic point of view, the project conceptually aims to reconstruct the relation between the forest and the Ex Ilva complex, currently a multifunctional center, through a biomass energy supply chain that allows the former main foundry (Magma Museum), to be self-sufficient thanks to the use of wood coming from the silvomuseum.

\*\*\*

## SP (5). 02 Il valore delle foreste per i cittadini lombardi

Enrico Calvo, Roberto Cremaschi, Alessandro Rapella

**Parole chiave:** percezione delle foreste; cittadini lombardi; valori delle foreste.



Nel corso del 2017 ERSAF ha promosso ed attuato un processo di partecipazione per la definizione e valutazione delle politiche forestali, i cui esiti sono stati raccolti nel "Libro Verde delle Foreste Lombarde". Sono stati quindi realizzati 10 incontri tematici sul territorio e raccolti oltre 1000 questionari che hanno permesso di valutare, da una parte, il grado di conoscenza e consapevolezza del pubblico e degli operatori rispetto al ruolo e valore delle foreste, dall'altro di identificare criticità, priorità e prospettive per attuare politiche mirate alla valorizzazione delle foreste a lungo termine.

Il primo questionario è stato pensato per un pubblico generico, quindi diverso per età, formazione, provenienza territoriale, interesse personale o esperienza lavorativa ed è stato proposto sia on-line, attraverso il sito web ERSAF, sia come documento cartaceo, intervistando direttamente il pubblico in occasione di fiere, manifestazioni ed eventi vari nel corso dell'estate e autunno 2017.

Sono stati raccolti e analizzati 956 questionari.

Il questionario si articola su 36 domande con una richiesta finale di osservazioni, idee e proposte da cui sono emersi più di 300 suggerimenti di varia natura.

L'indagine ha riguardato quasi esclusivamente cittadini lombardi (93,3%) e solo in minima parte residenti in altre province italiane (6%) o all'estero (0,7%). Il maggior numero di questionari proviene dalle province di Milano, Bergamo, Sondrio, Lecco e Como, mentre dalle province di Pavia, Lodi, Cremona si sono raccolte poche risposte (meno del 4%). Il 55% dei cittadini che ha risposto abita in pianura, il 25% in collina, il 18% in montagna, il 2% sui laghi.

Obiettivo del questionario era comprendere il livello di conoscenza e di rapporto con la foresta da parte del cittadino lombardo.

E' stato pertanto strutturato in diverse sezioni per indagare il grado di conoscenza dei boschi lombardi, in termini di estensione, tipologia, dinamica; il rapporto personale in relazione ad interessi professionali o privati, alle modalità e finalità di frequentazione, alle preferenze, alle sensazioni ed impressioni; il rapporto tra bosco e società, esprimendo giudizi sul valore delle diverse funzioni del bosco, sul ruolo della selvicoltura, sulla disponibilità a pagare per taluni servizi, sulla conoscenza della certificazione dei prodotti.

Il questionario ha anche una sezione dedicata alla conoscenza del patrimonio forestale regionale ed alle diverse attività per la sua valorizzazione, con lo scopo di operare un confronto con un'iniziativa analoga realizzata nel 2011 in occasione dell'Anno Internazionale delle Foreste.

Infine sono state poste tre domande aperte relative ad eventuali desideri da realizzare, alla conoscenza di esperienze significative e interessanti da far conoscere, ad idee o progetti da suggerire per le foreste lombarde.

Il poster intende rappresentare i risultati delle risposte, evidenziando i principali elementi di interesse, la loro scomposizione per aree territoriali (città/montagna), le principali idee e proposte suggerite.

### ***The value of forests for the citizens of Lombardy***

**Keywords:** perception of forests; citizens of Lombardy; values of forests.

During 2017 ERSAF promoted and implemented a participation process for the definition and evaluation of forest policies, the results of which were collected in the "Green Paper of the Lombard Forests".

Therefore 10 thematic meetings were organized in the regional area and more than 1000 questionnaires were collected, which allowed to assess, on the one hand, the degree of knowledge and awareness of the public and operators regarding the role and value of forests, and on the other to identify critical issues, priorities and perspectives to implement policies aimed at long-term forest development.

The first questionnaire was designed for a general public, therefore different for age, training, territorial origin, personal interest or work experience and was proposed both online, through the ERSAF website, and as a paper document, directly interviewing the public during fairs and various events during the summer and autumn 2017. 956 questionnaires were collected and analyzed.

The questionnaire is divided into 36 questions with a final request for observations, ideas and proposals from which more than 300 suggestions of various kinds emerged.

The survey concerned almost exclusively Lombard citizens (93.3%) and only a small part residing in other Italian provinces (6%) or abroad (0.7%). The largest number of questionnaires comes from the provinces of Milan, Bergamo, Sondrio, Lecco and Como, while few replies (less than 4%) have been collected from the provinces of Pavia, Lodi, and Cremona. 55% of respondents live in the plains, 25% in the hills, 18% in the mountains, 2% in the lakes.



The aim of the questionnaire was to understand the level of knowledge and relationship with the forest by the Lombard citizen.

It has therefore been structured in different sections to investigate the degree of knowledge of Lombard forests, in terms of extension, type, dynamics; the personal relationship in relation to professional or private interests, the ways and purposes of attendance, preferences, sensations and impressions; the relationship between forest and society, expressing opinions on the value of the different functions of the forest, on the role of forestry, on the willingness to pay for certain services, on the knowledge of product certification.

The questionnaire also has a section dedicated to the knowledge of the regional forest property and to the various activities for its valorisation, with the aim of making a comparison with a similar initiative carried out in 2011 on the occasion of the International Year of Forests.

Finally, three open questions were asked about possible wishes to be made, knowledge of significant and interesting experiences to make known, ideas or projects to suggest for the Lombard forests.

The poster intends to represent the results of the responses, highlighting the main elements of interest, their breakdown by territorial areas (city / mountain), the main ideas and suggested suggestions.

\*\*\*

### **SP (5). 03 Conservazione di alberi veterani in giardini e parchi storici: una strategia interdisciplinare applicata a *Platanus orientalis* L.**

Mario Ciaffi, Enrica Alicandri, Anna Maria Vettraino, Antonio Tomao, Mariagrazia Agrimi, Elena Kuzminsky

**Parole chiave:** conservazione degli alberi monumentali; gestione di parchi e giardini storici; caratterizzazione fenotipica; morfologica e molecolare; *Platanus orientalis* L.; propagazione vegetativa.

In Italia gli alberi veterani, in virtù delle loro ragguardevoli dimensioni, costituiscono un'attrattiva particolare per diverse ville storiche. La tutela di questo patrimonio vegetale richiede studi approfonditi di carattere storico ma anche ricerche in ambito bio-ecologico, per caratterizzare i germoplasmi antichi e identificare metodi per la loro perpetuazione. Infatti, il ridotto vigore dovuto all'età, l'assenza di rinnovazione naturale e la difficoltà di propagazione vegetativa sono fattori che incidono negativamente sulla conservazione degli individui plurisecolari. La presenza di alberi veterani conferisce al paesaggio delle ville storiche un valore naturalistico che si somma a quello architettonico. La mitigazione climatica rappresenta un importante servizio ecosistemico, oltre alla possibilità di costituire habitat per diverse specie. Disservizi, quali il rischio di schianto per edifici storici, manufatti artistici o visitatori del sito (Tomao et al., 2015), così come interferenze tra apparati radicali e sottoservizi storici o contemporanei, non devono essere assolutamente trascurati. Sotto il profilo storico-culturale, la presenza di specie arboree è legata al loro significato simbolico e funzionale nell'ambito del progetto, ma anche ai cambiamenti di gusto dei diversi proprietari avvicendatisi nel tempo. Nelle aree urbane, spesso questi alberi rappresentano gli esemplari più vetusti perciò è necessario garantire una gestione accurata, evitando ulteriori fattori di stress che ne compromettano la longevità (Fay and Butler, 2017). Infine, si conosce poco riguardo alla provenienza degli alberi ornamentali nelle ville storiche. Le analisi molecolari rappresentano indagini molto utili per lo studio di questo materiale consentendo di identificare con certezza la specie e di caratterizzare dal punto di vista genetico gli individui. Il confronto dei dati molecolari tra piante di ville diverse permette anche di ipotizzare origini comuni o antichi scambi di materiale tra i proprietari.

Un apposito protocollo interdisciplinare e innovativo (COnservation of VEteran trees within historical gardens - COVE) è stato concepito per gestire e conservare gli alberi veterani delle ville storiche, combinando aspetti teorici e metodologie avanzate di rilievo e di analisi in campo e in laboratorio.

Il procedimento comprende quattro fasi:

- (i) selezione della specie da studiare come esito di un'accurata ricerca di informazioni storiche sul sito;
- (ii) ii) identificazione tassonomica su basi morfologiche e molecolari;
- (iii) inventario degli alberi in ambiente GIS con applicazioni di geomatica;
- (iv) propagazione vegetativa tramite taleaggio e/o micropropagazione. Il modello è stato applicato allo studio dei platani del giardino formale di Villa Lante della Rovere, a Viterbo, scelto come caso di studio.



In Italia, la presenza di platani vetusti è segnalata in diverse ville storiche: Villa Lante della Rovere a Viterbo, Palazzo Farnese a Caprarola, Villa d'Este a Tivoli, Villa Aldobrandini a Frascati (Dinelli, 1999). Specifiche soluzioni innovative dovrebbero essere studiate per suggerire approcci nuovi e sostenibili per la loro conservazione.

Lo studio ha riguardato i 23 individui superstiti dei 56 platani citati nell'inventario dei beni di Villa Lante, risalente al 1603 (Frommel, 2005).

È plausibile che l'impianto originario possa essere stato realizzato effettivamente con piante della specie *P. orientalis*, poiché *P. occidentalis* è stato introdotto in Europa più tardi e i primi esemplari di *P. acerifolia* sono comparsi nel XVII secolo (Henry and Flood, 1919; Besnard et al., 2002). I platani che ancora oggi si possono ammirare a Villa Lante sono collocati a diverse altezze lungo i tre terrazzamenti del giardino formale. Essi differiscono notevolmente per dimensioni e condizioni fitosanitarie in base alla loro posizione topografica. Finora, non risultano studi scientifici dedicati all'accertamento dell'identità specifica o alla caratterizzazione genetica di questo materiale, per verificare se le piante oggi presenti nel giardino formale appartengano o meno all'impianto originario di epoca rinascimentale. Di seguito vengono illustrati i principali risultati:

- (i) il patrimonio arboreo è stato quantificato mediante una base di dati inventariali, in ambiente GIS, ai fini della presente e futura gestione;
- (ii) l'uniformità genetica dei platani e la loro attribuzione alla specie *P. orientalis* è stata accertata, tramite analisi molecolari, per questo gli alberi esaminati possono a ragione essere considerati tra i fondatori del giardino formale, la cui messa a dimora risale al 1576;
- (iii) un'elevata suscettibilità a *Ceratocystis platani*, agente del cancro colorato, è stata riscontrata in tutti gli individui testati anche se finora nella villa non ci sono evidenze di piante malate;
- (iv) il tasso di radicazione delle talee legnose, prelevate dall'individuo più vigoroso, ha raggiunto l'80%; anche la micropropagazione in vitro mediante coltura di nodi, ha fornito piante sane, mantenendo la fedeltà genetica rispetto alla pianta madre dopo tre anni di coltivazione.

Per questo entrambe le metodologie possono essere utilizzate per produrre nuovi alberi con cui sostituire gli esemplari danneggiati o rischiosi, oppure conservare questo germoplasma storico mediante costituzione di collezioni ex-situ.

Il modello COVE è stato concepito come un quadro di riferimento integrato per le ricerche sulla conservazione del germoplasma e sulla gestione efficace degli alberi veterani in giardini e parchi storici.

### ***COVE model, a new strategy for conservation of veteran trees within historical gardens and parks: the case study of *Platanus orientalis* L.***

**Keywords:** veteran trees conservation; historical gardens and parks; phenotypic, morphological and molecular characterization; *Platanus orientalis* L.; vegetative propagation.

In Italy veteran trees make historical villas particularly fascinating thanks to their considerable age and size. The protection of this green heritage requires both accurate historical studies and bio-ecological research, to characterize ancient germplasms and identify methods for their perpetuation. In fact, the conservation of veteran trees is negatively influenced by the reduced vigor due to their old age and by the absence of natural regeneration, not to mention the difficulty of vegetative propagation.

The presence of veteran trees gives the landscape of historical villas a naturalistic value that is added to the architectural one. Climate mitigation is an important ecosystem service, in addition to the possibility of creating habitats for different species. Disservices, such as the risk of failure on historic buildings, artistic artifacts or site visitors (Tomao et al., 2015), as well as conflicts between root systems and underground services both ancient or contemporary, must be considered.

From a historical and cultural point of view, the presence of tree species is linked to their symbolic and functional significance in the original project, but also to the changes in tastes of the different owners, over time. In urban areas, veteran trees often represent the most ancient specimens so it is necessary to ensure an accurate management, avoiding additional stress factors that could compromise their longevity (Fay and Butler, 2017). Finally, little is known about the origin of ornamental trees within historical villas. Molecular analyses are useful tools for the study of this material, allowing to identify with certainty the species and to characterize individuals from the genetic point of view. The comparison of molecular data among trees of different villas also allows to hypothesize common origins or ancient exchanges of material between the owners.





An interdisciplinary and innovative protocol (COntervation of VEteran trees within historical gardens - COVE) was conceived to manage and conserve the veteran trees of historical villas, combining theoretical aspects and advanced methodologies both in field surveys and in laboratory analyses .

The procedure adopted consists of four phases:

- (i) selection of veteran tree species after gathering and comparing historical information;
- (ii) taxonomic identification based on morphological and molecular analyses;
- (iii) tree inventory in GIS environment;
- (iv) vegetative propagation by woody cuttings or micropropagation.

The model was applied to the study of plane trees in the formal garden of Villa Lante della Rovere, in Viterbo, chosen as a case study.

In Italy, the presence of ancient plane trees is reported in several historic villas: Villa Lante della Rovere in Viterbo, Palazzo Farnese in Caprarola, Villa d'Este in Tivoli, Villa Aldobrandini in Frascati (Dinelli, 1999). Specific innovative solutions should be designed to suggest new and sustainable approaches for their conservation. The study covered the 23 surviving individuals of the 56 plane trees mentioned in the inventory of Villa Lante's assets, dating back to 1603 (Frommel, 2005).

It is plausible that the original plant could actually have been made with plants of the species *P. orientalis* L., since *P. occidentalis* L. was introduced in Europe later and the first specimens of *P. acerifolia* (Aiton) Willd. appeared in the seventeenth century (Henry and Flood, 1919 ; Besnard et al., 2002). The plane trees that can still be admired today in Villa Lante are placed at different heights along the three terraces of the formal garden. They differ greatly in size and phytosanitary conditions based on their topographical position. So far, there are no scientific studies devoted to the ascertainment of their specific identity or to the genetic characterization of this material, to verify whether the plants present in the formal garden today belong or not to the original plant of the Renaissance period. The main results are shown below:

- (i) the tree heritage has been quantified through an inventory database, in the GIS environment, for the purpose of the present and future management;
- (ii) the genetic uniformity of the plane trees and their attribution to the species *P. orientalis* has been ascertained through molecular analysis, for this reason the trees examined can rightly be considered among the founders of the formal garden, whose planting dates back to 1576 ;
- (iii) all individuals showed a high susceptibility to *Ceratocystis platani*, the canker stain agent, although so far in the villa there is no evidence of diseased plants.
- (iv) the rooting rate of woody cuttings, taken from the most vigorous individual, has reached 80%; in addition in vitro micropropagation, using node culture approach, provided healthy plants maintaining the genetic fidelity respect to mother plant after three years of culture.

Both methods can be used to produce new plants to replace damaged or risky specimens, or to preserve historical germoplasm by means of ex-situ collections.

The COVE model was conceived as an integrated reference framework for research on germplasm conservation and effective management, facing the global change, of veteran trees in historical gardens and parks.

\*\*\*

#### **SP (5). 04 Integrazione di tecnologie Smart e stereovisive per la pianificazione e valutazione di interventi nelle foreste urbane**

Corrado Costa, Pietro Gallo, Simone Figorilli, Andrea Rosario Proto

**Parole chiave:** foreste urbane; analisi VTA; immagini stereovisive.

All'interno del progetto URBANFOR3, riguardante "le nuove tecnologie per il monitoraggio dei servizi ecosistemici delle foreste urbane" particolare interesse è stato dedicato alle diverse tipologie di sensoristica utili al monitoraggio distale o prossimale della componente vegetazionale delle foreste urbane e del "verde urbano" latu senso. Tale sensoristica è stata sviluppata, anche grazie al contributo del progetto PON Alforlab (Calabria), per mettere a punto un sistema prototipale di analisi stereometrica delle immagini, finalizzato alla misura a distanza di parametri dendrometrici delle formazioni boschive urbane oggetto dell'analisi (diametri,



altezze e angoli). Tale prototipo ha la finalità di ottenere numerose informazioni qualitative e quantitative sugli alberi, per indirizzare scelte operative (manutenzione, abbattimenti) o per valutare modificazioni fisiologiche (deperimenti, atti vandalismo, cattiva gestione o manutenzione, effetti non desiderati di interventi edilizi o urbanistici). Le stereo immagini sono acquisite da un apparato optoelettronico che integra due fotocamere ad alta risoluzione reflex digitali posizionate su un carrello con sistema antivibrazione. L'acquisizione sincronizzata delle stereo immagini è garantita da un dispositivo open-source che produce un quasi perfetto sincronismo.

Per completare la fase di acquisizione è stata sviluppata una app ad hoc (SmartTree) per la gestione delle stereo immagini e del flusso informativo. Essa consente di scattare una foto da uno smartphone e di associare ad essa informazioni descrittive (specie) e georeferenziate e associative al sistema stereovisivo.

Per la generazione del file kml (per gestire dati geospaziali) è stata sviluppata un'utility in Java che elabora le immagini acquisite dall'app estraendone la posizione GPS e tutte le informazioni associate creando un database per la gestione delle immagini da cui si produce il kml.

Per ottenere le informazioni dendrometriche è stato sviluppato un software in Matlab con un'interfaccia grafica che permette di acquisire i punti omologhi dalle coppie di immagini; è anche possibile misurare angoli nello spazio. Grazie a questo prototipo è stato possibile connotare oltre 80 alberi in alcuni dei principali parchi urbani. La App SmartTree, oltre che per il sincronismo delle immagini stereovisive, può essere utilizzata dai cittadini per segnalare piante potenzialmente rischiose, ed i Comuni potranno avvalersene per verifiche mirate condotte dagli addetti alla Visual Tree Assessment (VTA).

Lo sviluppo iniziale del sistema immagini stereometriche-App dedicato al verde urbano non ne escluderebbe un uso simile in bosco. Seppur difficilmente inquadrabile la pianta intera, infatti, nella realtà forestale potrebbe diventare utile strumento di misura relascopica e di lettura dei diametri, dai quali derivare area basimetrica media del popolamento e densità dello stesso, nonché, con poche implementazioni, integrando le misure dendrometriche disponibili ed il LAI (leaf area index) si potrebbe, conoscendo l'età del popolamento, stimare lo stato di salute delle stesse o una classe di fertilità del soprassuolo.

### ***A smart stereovision and informatic tool for dendrometric trees parameters estimation and data management in urban forest***

**Keywords:** urban forest; VTA analysis; app; stereoimages.

Green spaces are indispensable for the urban ecosystem. Benefits coming from trees, parks, urban and peri-urban woods can be the mitigation of temperature, pollution decreasing, protection from water run-off and soil erosion, aesthetics increasing and quality of places, providing a place for recreation, education and learning. For this reason, the aim of this study is to propose a stereovision system for in-field estimation of heights and diameters trees parameters to favor the planning and management in urban forest. This research, funded as part of the projects "URBANFOR3" and "Ambi.tec.Fil.Legno", has been conducted to support the authorities to choose appropriate measures for urban forest management, protection and utilization by connecting several attributes to spatial data.

In the proposed study, we developed a smart, cost-effective, mobile applicable and reliable measurement tool by using stereovision to estimate trees dendrometric parameters directly in field projecting a specific app to manage and georeferenced the stereoimages. Applications in this study, regards plant and tree measurements to extract information on shape, dimensions and angles. This study was carried out in 3 phases: training; testing and in-field phase. In this last phase an app for georeferencing and management of stereo images was developed. This method, thanks to georeferencing from the mobile device, provides indications on the position of the plant and the stereovision system could to classify a state of mechanical danger of the plant in analysis with respect to possible crashes. In fact, a public institution would already have a data base of plants at risk of crashes to commission a technician to perform a visual tree assessment (VTA) analysis.

Conclusively this application could be an appropriate tool for Municipality Administration Services in cooperation with researchers and concerned citizens, for contribution to a better management of urban forests, providing urban population with better living conditions.

\*\*\*



## SP (5). 05 Una metodologia per la stima della capacità specie-specifica di alberi e arbusti urbani di filtrare gli inquinanti atmosferici: la Toscana come caso di studio

Yasutomo Hoshika, Elisa Carrari, Genki Katata, Jacopo Manzini, Furio Forni, Elena Paoletti

**Parole chiave:** inquinamento urbano; alberi di città; foresta urbana.

C'è un consenso generale nel riconoscere il ruolo fondamentale delle piante nel rimuovere gli inquinanti atmosferici in città. Scegliere la specie giusta in contesto urbano, tuttavia, è ancora un punto critico per una corretta pianificazione, a causa della frammentaria conoscenza riguardo la capacità specifica della singola specie a migliorare la qualità dell'aria. In questo lavoro, abbiamo raccolto tutte le conoscenze disponibili in letteratura e sopperito ad alcune lacune di modellizzazione al fine di sviluppare un approccio adatto per essere applicato a qualsiasi città del mondo. Come caso di studio, abbiamo selezionato le principali città della Regione Toscana. I dati locali medi sull'inquinamento e la meteorologia sono stati utilizzati come input nei modelli utilizzati. Abbiamo assunto che le piante fossero isolate, non potate e in salute. Per ogni specie arborea o arbustiva utilizzata nelle città selezionate, abbiamo stimato la dimensione a maturità (50 anni), il bilancio dell'ozono (sommando la potenziale formazione di ozono basata sull'emissione di composti organici volatili alla deposizione superficiale e stomatica dell'ozono), la deposizione totale di biossido di azoto (stomatica e non stomatica) e quella di particolato (PM10) e l'assorbimento e lo stoccaggio di anidride carbonica. Tutte queste variabili sono state infine unite in un indice di qualità dell'aria per specie (SAQI), per riassumere il contributo complessivo delle singole specie legnose nel ridurre l'inquinamento atmosferico urbano. Delle 278 specie indicate dai comuni, per circa 100 specie non erano disponibili informazioni fondamentali, suggerendo ulteriori studi sperimentali. I risultati hanno suggerito che le specie migliori sono quelle con chiome di grandi dimensioni a maturità ed elevata conduttanza stomatica, ad es. *Fagus sylvatica* e *Acer pseudoplatanus*, mentre le specie peggiori sono caratterizzate da piccole chiome e un'alta emissione di composti organici volatili, come le specie del genere *Prunus* e *Cornus*. Ad esempio, una pianta adulta di *Quercus petraea* mostra uno dei più elevati assorbimenti di ozono (33,81 g / albero / giorno) ma una potenziale formazione di ozono ancora più elevata (38,55 g / albero / giorno). Questo tipo di conoscenza aiuterà i pianificatori urbani e i manager delle città con la priorità della qualità dell'aria nella selezione delle migliori specie e di evitare i taxa adatti a questi problemi.

### ***Estimating the contribution of urban woody plants to the removal of atmospheric pollution: a species-specific case study in Italy***

**Keywords:** urban pollution; urban trees; urban forest.

A consolidated consensus is now available about the important role of plants in removing air pollutants in the cities. Selecting the right species for urban green infrastructure, however, is still a critical step for a proper planning, due to fragmented knowledge about the species-specific ability of ameliorating air quality. In this work, we collected all knowledge available in the literature and filled the modelling gaps in order to develop an approach suitable to be applied to any city in the world. As a case study, we selected the main cities of the Tuscany Region in Italy. Average data on local pollution and meteorology were used as input into the models. We hypothesized that the plants were isolated, not pruned and healthy. For each woody plant species (trees and shrubs) used in these cities, we estimated the size at maturity (50 years), the balance of ozone (by summing up potential ozone formation based on the emission of volatile organic compounds, and the surface and stomatal deposition of ozone), the total deposition of nitrogen dioxide (stomatal and non-stomatal), the deposition of particles (PM10) and the uptake and storage of carbon dioxide. All these variables were finally merged into a species air-quality index (SAQI), to summarise the overall ability of the individual woody species in ameliorating urban air pollution. Out of the 278 available species, data in the literature were missing for around 100 species, suggesting further experimental studies are needed. Results suggested that the best species are those with large crowns at maturity and high stomatal conductance e.g. *Fagus sylvatica* and *Acer pseudoplatanus*, while the worst species show little crowns and high emission of volatile organic compounds,



e.g. *Prunus* and *Cornus* sp. For instance, an adult plant of *Quercus petraea* shows one of the highest ozone uptake (33.81 g/tree/day) but an even higher potential ozone formation (38.55 g/tree/day). This kind of knowledge will help urban planners and managers of cities with priority issues of air quality in selecting the best species and avoiding the species that are not well suited to these issues.

\*\*\*

### **SP (5). 06 La gestione del verde urbano e periurbano in relazione alle specie allergeniche: il caso di Nocera Umbra (Pg)**

Francesca Marinangeli, Manuela Plutino, Emma Tedeschin

**Parole chiave:** mappa; verde urbano; allergofite; selvicoltura; database

La tutela della biodiversità in ambito urbano e periurbano è fondamentale in quanto la densità abitativa e la cementificazione riducono le superfici verdi e limitano le funzioni e le azioni positive sul microclima.

Il 7° programma di azione generale dell'Unione Europea in materia Ambiente fino al 2020 individua due, tra gli obiettivi prioritari, legati strettamente alla interazione uomo-natura ed in particolare:

- (i) obiettivo 3 – Proteggere i cittadini dell'Unione da pressioni legate all'ambiente e da rischi per la salute ed il benessere, quali l'inquinamento dell'acqua e dell'aria e la emissione di sostanze tossiche;
- (ii) obiettivo 8 – Migliorare la sostenibilità delle città dell'Unione europea che devono affrontare gravi problemi quali la scarsa qualità dell'aria e l'espansione continua del cemento rispetto ad aree permeabili.

La relazione annuale 2018 del Comitato Ministeriale (MATTM) per lo sviluppo del verde pubblico introduce una nuova vision per la Strategia del Verde Urbano (nata con la Legge 10/2013) in riferimento alla stretta connessione con la salute umana. E' pertanto essenziale un'impostazione strategica e ragionata sulla coesistenza uomo-verde urbano ai fini dell'aumento della superficie fotosinteticamente attiva.

Linea strategica viene considerata quella di destinare ampi spazi al sistema forestale e passare quindi da pochi metri quadrati a ettari e de-asfaltare tutte le aree utili per migliorare la penetrazione nel terreno delle risorse idriche. In tutto questo contesto va considerata la componente allergenica al fine della riduzione del rischio espositivo per l'uomo ad allergeni aerodiffusi che possono andare a declassare la biodiversità urbana e periurbana. In tal senso, non esistendo una normativa Europea o nazionale, le amministrazioni locali maggiormente virtuose hanno messo in atto azioni di censimento e informazione ai cittadini sulla presenza di specie allergeniche nel proprio territorio, dotandosi di un primo strumento di mappatura in grado poi, se inserito nella pianificazione del verde urbano, di consentire una gestione del verde doppiamente attenta alla salute umana: con il mantenimento e l'ampliamento di aree verdi, con la riduzione della diffusione di allergeni in aria.

La Strategia contiene linee di intervento trasversali che la Relazione cita (al punto 14): "la necessità di pianificare interventi per ridurre la produzione di allergeni".

La città di Nocera Umbra (Perugia) ha dato avvio, nel 2015, ad una mappatura delle specie ad alto potenziale allergenico del centro storico (censito al foglio catastale n. 88). Intorno al centro storico gravitano ambienti ad elevato rischio espositivo, scolastici e sportivi, particolarmente fruiti, anche nel periodo estivo, per campus giovanili.

E' stato costruito un database delle allergofite riportante i risultati di un censimento, realizzato tra dicembre 2015 ed aprile 2017, con la tecnica dello sguardo floristico e localizzazione per forme biologiche e per indice di allergenicità. Il database contiene la segnalazione di allergeni, la fase fenologica e il tipo di habitat. Si evidenzia la presenza di 37 taxa allergenici suddivisi in categorie tra cui diverse arboree suddivise per indice di allergenicità. Si segnalano ad alta allergenicità Cupressaceae; *Corylus*, *Olea*; a media allergenicità *Tilia*, *Platanus*, *Quercus ilex*; Pinaceae (sensibilizzazione probabile).

Di tali gruppi sono stati rilevati in bibliografia (rete Pollnet; dati ARPA Umbria; Pignatti, 1982) i calendari fenologici, corretti con osservazioni locali.

La recente ristrutturazione post sisma del 1997, che ha visto completare la ripulitura delle mura del centro storico, ha determinato una limitazione alla diffusione di specie muricole allergeniche a zone di margine ben localizzate. In tal senso, la mappa può costituire un punto di controllo base per l'attivazione di misure idonee al contenimento o sostituzione progressiva, ove possibile, di tali specie. Le specie che determinano allergia da vicinato (*Quercus*





*ilex*) o specie al limite dell'acclimatazione (*Cupressus*) possono essere contenute con opportune potature verdi a siepe, al fine di controllarne il viraggio alla fase di pollinazione.

Tali strumenti costituiscono quelle "buone pratiche" dei Comuni italiani in linea con gli obiettivi strategici ministeriali per il verde urbano: la tutela della biodiversità; il miglioramento della funzionalità ecosistemica delle infrastrutture verdi, il miglioramento della salute e benessere dei cittadini grazie alla rimozione degli inquinanti (non solo chimici ma anche biologici) da parte dell'ecosistema forestale.

Grazie a questi strumenti e alla loro messa in funzione, si possono realizzare quelle "nature-based" solutions per le utilità ecosistemiche in ambito urbano e periurbano.

### ***The management of urban and periurban green areas in relation to allergenic species: the case of Nocera Umbra (Pg)***

**Keywords:** map; urban green; allergophyte; forestry; database.

The protection of biodiversity in urban and peri-urban ecosystems is essential in order not to reduce green areas and favor positive functions and actions on the microclimate.

The 7th environment action programme to 2020 identifies two priority objectives closely linked to human-nature interaction:

- (i) Priority objective 3: To safeguard the Union's citizens from environment-related pressures and risks to health and well-being;
- (ii) Priority objective 8: To enhance the sustainability of the Union's cities

The 2018 Annual report of the Ministerial Committee for the development of public green (MATTM) introduces a new vision for the Urban Green Strategy (established under Law 10/2013) which refers to the close connection with human health. The strategy is to allocate ample space to the forest ecosystems and reduce the asphalted areas to improve the penetration of water resources into the soil.

In addition, the allergenic component must be considered in order to reduce the exposure risk for humans to airborne allergens that can downgrade urban and peri-urban biodiversity. Referring to allergenic species, a European or national legislation does not exist. The most virtuous local administrations have implemented an allergenic species' census and carried out information activities for the citizens through the specific mapping. These activities should be included in the urban green planning to allow a careful management of the green, in relation to human health, through the maintenance and expansion of green areas and the reduction of the spread of allergens in the air.

In 2015 Nocera Umbra has started a mapping of the specie with high allergenic potential of the historic section of town where high-risk expository, school and sports environments are concentrated, particularly enjoyed by campus youth even in summer.

A database of allergenic plants has been built showing the results of the census. It was carried out with the technique of floristic gaze and location for biological forms and allergenicity index (Ortolani, 2014). The database contains allergen signal, the phenological phase and the type of habitat. The presence of 37 allergenic taxa subdivided into categories is showed: high allergenicity (*Cupressaceae* spp.; *Corylus* spp., *Olea* spp.); medium-to-allergenic (*Tilia* spp., *Platanus* spp., *Quercus ilex* L.; *Pinaceae* spp.) and low allergenicity (other trees and shrubs).

The post-earthquake restructuring of 1997, through the cleaning of the walls of the historic center, has determined a limitation to the diffusion of allergenic wall species. In this sense, the map can be a basic control point for the activation of suitable measures for the containment or progressive substitution of these species that are often non endemic. The species that determine neighborhood allergy or species at the limit of acclimatization can be contained with appropriate green pruning to hedge, in order to control the change in the pollination phase. These instruments are those "best practices" of Italian municipalities in line with the ministerial strategic objectives for urban green areas: biodiversity protection, the improvement of the ecosystem functionality of green infrastructures, the improvement of health and well-being of citizens thanks to the removal of pollutants (not only chemical but also biological) from the forest ecosystem.

Thanks to these tools and their commissioning, "nature-based" solutions can be created for ecosystem utilities in urban and peri-urban areas.



## SP (6). 01 Utilizzo energetico della biomassa ritraibile da tagli intercalari nei rimboschimenti di pino laricio in Calabria

Vincenzo Bernardini, Andrea Rosario Proto

**Parole chiave:** biomassa; rimboschimenti; *pinus laricio*.

L'intensa opera di ricostituzione e di ampliamento della superficie boscata condotta in Calabria, attraverso numerosi interventi di rimboschimento che dal 1957 hanno interessato una superficie totale di 150.000 ettari, rappresentano oggi un importante bacino di approvvigionamento di massa legnosa per l'intera filiera. Le specie forestali interessate maggiormente da tali interventi sono state le conifere, quali il pino laricio (30.000 ha), distribuito sul gruppo montuoso della Sila, sull'Altopiano delle Serre e sull'Aspromonte, i pini mediterranei (22.000 ha), ricadenti nel piano basale costiero ionico e tirrenico fino ad un'altitudine di 900 m s.l.m. Oggi queste ingenti superfici forestali si presentano in una condizione non perfettamente favorevole in quanto le operazioni colturali previste nei decenni successivi alla messa a dimora (sfolli, diradamenti, ecc.) non sono state realizzate e sono poche le realtà in cui si è potuto intervenire correttamente con la giusta tempistica. I risultati di questa mancata gestione selvicolturale ha generato una produzione di assortimenti legnosi non appetibili nel mercato della lavorazione del legno in quanto le dimensioni ridotte e le difficoltà operative nelle operazioni di smacchio inducono a un basso valore merceologico. Per favorire l'applicazione di una corretta gestione selvicolturale mediante interventi intercalari, occorre garantire un ritorno economico anche per queste operazioni tipicamente a macchiatico negativo stimolando la creazione di filiere energetiche a km zero valorizzando il materiale diradato.

Per tale motivo, il presente lavoro di ricerca vuole stimare la biomassa ritraibile dagli interventi intercalari e suggerendo la collocazione di eventuali distretti energetici partendo dai dati e dalle ricerche sperimentali condotte dal CREA-FL, ex CREA-SAM di Rende, nei vari rimboschimenti di Pino laricio (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *laricio* Poirlet) di età comprese tra 35 e 60 anni presenti in Calabria. I rimboschimenti oggetto dell'attività sperimentale e del presente contributo, ricadono nei territori amministrativi dei comuni di S. Pietro in Guarano, Rose e Celico (Presila di Cosenza) ed ammontano ad un totale di circa 3917 ha. Il piano sperimentale è a blocchi randomizzati con quattro trattamenti e tre ripetizioni (nessun intervento e diradamenti debole, moderato e forte che prevedevano, rispettivamente, il rilascio di un soprassuolo definitivo di circa 800, 600 e 400 piante/ha). Dalla stima delle biomassa legnosa ritraibile è stata successivamente condotta un'analisi dei costi e dei tempi di approvvigionamento del materiale legnoso al fine di stimare il costo di raccolta e di cippatura per alimentare uno o più impianti di produzione elettrica alimentati a biomassa ligneo-cellulosiche. I risultati dimostrano l'importanza di una corretta meccanizzazione dei cantieri di esbosco, favorendo i sistemi ad albero intero limitando i tempi morti spesso dovuti a cause organizzative, al fine di contenere i costi di produzione della biomassa. Pertanto, i dati di cui si dispone si prestano quindi a estrapolazioni nel caso di tutti quegli impianti che, in analoghe condizioni stazionali e vegetazionali, rappresentano oggi potenziali contenitori di risorse rinnovabili. L'attuale situazione del mercato delle biomasse, in grado di assorbire assortimenti di ridotte dimensioni, rappresenta quindi uno dei possibili sbocchi per i prodotti ritraibili dai primi diradamenti. Il corretto impiego ai fini energetici delle biomasse di origine forestale, rappresenterebbe una opportunità di gestione selvicolturale sostenibile dei rimboschimenti in oggetto, con ripercussioni positive sia dal punto di vista sociale (occupazione di manodopera), sia dal punto di vista ambientale (riduzione delle immissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera).

### ***Thinning operations and their impact on biomass production in populations of Pinus laricio Poirlet in Southern Italy***

**Keywords:** biomass; thinning; *pinus laricio*.

Calabria's considerable forest resources still show signs of their past use, often characterized by occasionally unregulated large-scale interventions which have not only resulted in a reduction of forest area but have above all had damaging effects on the composition and structure of the forests. It is necessary, therefore, to facilitate a renewed dynamic and rational management of forests in order to guarantee an overall improvement in terms of



structure and function. Among the decisive aspects emerges the need to carry out forest management which instead due to the high costs are disregarded virtually everywhere.

With regard to this it needs to be said that the carrying out of specific management interventions such as thinning has the aim of guaranteeing greater efficiency of these artificial plantation, supporting them towards an autonomous increase of their complexity and biodiversity, in order to guide them towards “re- naturalization”. The present experimental research derives from this contest, observing operations carried out during thinning of a Corsican pine high forest (*Pinus nigra* Arn., var. *calabrica* ssp. *Laricio* P.), an indigenous conifer widely used in reforestation programs carried out in Calabria during the period 1958-1978. The study, set against the background that the carrying out of these silvicultural operations contribute towards the development of Calabrian forest systems, has the objective of demonstrating the validity of mechanized interventions to promote the woody biomass harvesting. Forest biomass is increasingly being used as an energy source. Forest bioenergy sources include logging residues and small-size or inferior-quality tree stems that are normally not harvested in conventional harvesting and stumps. This research was conducted in three different municipalities with a total forest area of 3,917 hectares. Calabrian pine is the most widespread conifer occurring in Calabria (Sila and Aspromonte Massifs), Sicily (Mount Etna) and Corsica. Particularly, Calabrian pine forests are strongly related to complex geological history, lithological and climatic characteristics and long human exploitation of the Sila territory, of which they are the most emblematic element. The natural range of *P. laricio* is restricted to some areas in the southwestern part of the Mediterranean basin, namely Sicily, Calabria and Corsica. In Calabria, the current distribution of *P. laricio* in the Aspromonte mountain and, mainly, in the Sila plateau (covering about 114,000 ha) indicates what remains of the largest coating forest of southern Italy. The results show that the biomass demand could be sufficient to supply small-scale plants dislocated in different municipalities, sorting the correct harvesting method to reduce cost factors in harvesting and transporting woody biomass.

\*\*\*

#### **SP (6). 02 Uso sostenibile della biomassa da potatura di Olivo (*Olea Europea* L.) e Arancio (*Citrus sinensis* L.): estrattivi della corteccia e del legno**

Maria Roberta Bruno, Luigi Todaro, Antonella Giannone, Luigi Milella, Stephane Dumarcay, Philippe Gerardin

**Parole chiave:** potatura; estrattivi; antiossidanti; composti chimici.

La politica dell'EU dopo l'accordo di Parigi, ha come obiettivo entro il 2020: “Prosperità e ambiente sano saranno basati su un'economia circolare senza sprechi, in cui le risorse naturali sono gestite in modo sostenibile e la biodiversità è protetta, valorizzata e ripristinata in modo tale da rafforzare la resilienza della nostra società. La nostra crescita sarà caratterizzata da emissioni ridotte di carbonio e sarà da tempo sganciata dall'uso delle risorse, scandendo così il ritmo di una società globale sicura e sostenibile”. Nell'EU-27 gli ettari totali di frutteti sono 5.994.564, 87 (Eurostat, 2012). L'Italia è il secondo paese, dopo la Spagna, con il maggior numero di ettari di frutteti pari a 1.431.988,15 (Eurostat, 2012). Tra i frutteti italiani, quelli con il maggior numero di ettari pari a 1.110.701,05 (Eurostat, 2012) sono gli oliveti (*Olea Europea* L.). Un altro frutteto rappresentativo è l'aranceto (*Citrus sinensis* L.) con 76.042,20 ettari (Eurostat, 2012). Entrambe queste coltivazioni necessitano di una accurata gestione delle piante per crescere e produrre, ciò implica che venga fatta almeno una potatura all'anno. Il ciclo di vita di questi frutteti varia da 16 anni per le piantagioni intensive ad anche più di 50 anni per le piantagioni estensive, quando questi impianti non sono più produttivi vengono espianati dai coltivatori. La potatura e l'espianamento producono grandi quantità di biomassa. La biomassa da potatura di un oliveto è pari a circa 1,7 t-ha-1/anno (Cotana et al. 2007) mentre la biomassa da potatura di un aranceto si stima sia circa 1,8 t-ha-1/anno (Cotana et al. 2007). I principali modi per gestire la potatura da biomassa sono: sminuzzarla e lasciarla sul terreno per aumentare la sostanza organica (Calatrava et al. 2011) o usarla per scopi energetici (Cichy et al. 2017). L'obiettivo di questo studio è di estendere le conoscenze sui metaboliti secondari da biomassa da potatura di oliveti e aranceti e, analizzare i loro possibili usi. I metaboliti secondari sono composti chimici prodotti da diverse parti della pianta (e.g. foglie, corteccia, radici, gemme, legno) che offrono diverse applicazioni di tipo medico, come attività antiossidante, anti tumorale, anti infiammatorie, antifungine ed altre proprietà (Todaro et al., 2017). I residui di potatura di olivo



e arancio analizzati, provengono da una regione mediterranea italiana (Basilicata). La corteccia è stata separata dal legno e tutti i campioni sono stati ridotti in piccoli pezzi. Aliquote di particelle di dimensioni simili di ciascun campione sono stati preparati e sottoposti a due diverse tecniche di estrazione solido / liquido: estrazione tramite macerazione (ME) ed estrazione assistita da ultrasuoni (UAE). ME è stato condotto a temperatura ambiente agitando il campione (10 g) per 1 ora in solvente con un rapporto campione / solvente di 1: 5 (peso / volume). La fase solida è stata estratta in etanolo: acqua (70:30 v / v) (Fig.1a-1b). UAE è stata eseguita per 1 ora in un bagno ad ultrasuoni (Branson 1800). Ogni campione (10 g) è stato estratto in una soluzione di etanolo: acqua (70:30 v / v) con rapporto campione / solvente di 1: 5 (peso / volume). Per entrambe le procedure di estrazione (ME e UAE) con etanolo: acqua, il processo di estrazione è stato ripetuto tre volte. Tutti gli estratti sono stati filtrati attraverso un filtro di carta. Il solvente è stato rimosso con un evaporatore rotante a 37 ° C. Tutti gli estratti sono stati liofilizzati per 48 ore. Gli estratti secchi sono stati tenuti al buio a temperatura ambiente fino a quando non sono state calcolate le loro rese. Le attività antiossidanti di tutti i campioni saranno studiate utilizzando il 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl (DPPH) e il potere antiossidante di riduzione ferrica (FRAP). Inoltre, verrà effettuata la valutazione della capacità degli estratti di prevenire l'inibizione della perossidazione lipidica utilizzando un dosaggio di sbiancamento beta-carotene (BCB). Verranno inoltre valutati il contenuto totale di polifenoli (TPC) e flavonoidi (TFC). Verranno eseguite le caratterizzazioni dei composti chimici degli estratti mediante gascromatografia (GS). Dopo queste analisi, potremo conoscere le potenzialità degli estratti dalla potatura di arancio e olivo, in termini quantitativi e qualitativi, per determinare il valore aggiunto di questi prodotti e le loro potenziali opportunità commerciali nei settori industriali.

### ***Sustainable use of pruning biomass from Olive (*Olea Europea L.*) and Orange Trees (*Citrus sinensis L.*): the bark and wood extractives***

**Keywords:** pruned biomass; extractives; antioxidant; chemicals compounds.

The EU policy after the Paris agreement, have as objective within 2020: “Prosperity and healthy environment will be based on a circular economy without waste, where natural resources are managed in a sustainable way and biodiversity is protected, enhanced and restored in such a way as to strengthen the resilience of our society”. In the EU-27 the total hectares of orchards are 5.994.564,87 (Eurostat, 2012). Italy is the second country, after Spain with the major numbers of orchards hectares equal to 1,431,988.15 (Eurostat, 2012). Between the Italian orchards the most important is the olive trees (*Olea europea L.*) with 1,110,701.05 hectares. Another representative orchard is the orange trees (*Citrus sinensis L.*) with 76,042.2 hectares. Both these cultivations need an accurate trees management to growth and produce, this means at least one pruning per year. The life cycle of these orchards goes to 16 years for the intensive cultivations to more 50 years for the extensive cultivations, but when these trees are not more productive the farmers carry out to the explant. The pruning and the explant produce a huge quantitate of biomass. The pruning biomass of the olive trees is estimated about 1.7 t-ha-1/year (Cotana et al. 2007) while the pruning biomass of orange trees is estimated about 1.8 t-ha-1/year (Cotana et al. 2007). The main ways to manage the pruning biomass are: chopped and leaf on the soil to improve the organic matter (Calatrava et al. 2011) or used for energy purposes (Cichy et al. 2017). The aim of this study is to extend the knowledge on the secondary metabolites from pruning biomass of olive trees and orange trees and analyse their possible use. Secondary metabolites are chemical compounds produced by several plant tissues (e.g. leaves, bark, roots, buds, wood) that provide different medicinal applications, including antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, antifungal and other properties (Todaro et al. 2017). The pruning residues of olive and orange came from a mediterranean italian region (Basilicata). The bark was separated by wood and all samples were reduced to a small size. Aliquots of similarly sized particles of each sample were prepared and subjected to two different solid/liquid extraction techniques: maceration extraction (ME), ultrasound assisted extraction (UAE). ME was carried out at room temperature by stirring the sample (10 g) for 1 h in solvent at a sample-to-solvent ratio of 1:5 (w/v). The solid phase was extracted with an ethanol: water solution (70:30 v/v) (Fig.1a-1b). UAE was performed for 1 h in an ultrasonic bath (Branson 1800). Each sample (10 g) was extracted in an ethanol: water (70:30 v/v) solution at a sample-to-solvent ratio of 1:5 (w/v). For both extraction procedures (ME and UAE) and for ethanol: water mixture, the extraction process was repeated three times. All extracts were filtered through a paper filter. Solvent was removed with a rotary evaporator at 37 °C. All the extracts was freeze-dried for





48 h. Dried extracts were kept in the dark at room temperature until their use and yields were calculated (Table 1). The antioxidant activities of all samples will be investigated using the stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and ferric reducing antioxidant power (FRAP). In addition, the evaluation of the ability of extracts to prevent inhibition of lipid peroxidation using a  $\beta$ -carotene bleaching assay (BCB) will be done. Total polyphenol (TPC) and flavonoid (TFC) content will be also evaluated. Chemicals compounds of the extractives by means of gas chromatography (GS) will be performed. After these analyses, we can know the potentials of the extractives from pruning of the orange and olive, in term quantitative and qualitative, to determine the value add of these products and their potential commercial opportunities in the industrial sectors.

\*\*\*

### **SP (6). 03 Prospettive di sviluppo della filiera del tartufo in Sardegna. Carta della vocazionalità tartufigena della Sardegna**

Antonio Casula, Giovanni Piras, Manuela Manca, Enrico Lancellotti

**Parole chiave:** servizi ecosistemici; prodotti non legnosi; tartufo; filiera.

L'Agenzia Forestale Regionale per lo Sviluppo del Territorio e dell'Ambiente della Sardegna (FoReSTAS), istituita con L.R. n. 8 del 27 aprile 2016, rappresenta la struttura tecnico-operativa dell'Assessorato Difesa Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna. L'Agenzia promuove la tutela e conservazione del Capitale Naturale, la valorizzazione dei servizi sistemici forniti dagli ecosistemi agro-silvo-pastorali dal punto di vista ambientale, sociale ed economica su scala regionale.

FoReSTAS amministra a vario titolo circa 222.400 ha, ripartiti in 176 Presidi Forestali (PF), dislocati dalla linea di costa sino alle aree cacuminali dei complessi montani più interni. La rete dei PF ricopre circa il 10% della superficie totale dell'Isola ed è costituita da compendi demaniali (37%), aree pubbliche gestite in concessione (40%) e cantieri in occupazione temporanea (23%) ai sensi del R.D. 3267/1923.

In questo contesto, l'Agenzia ha avviato una serie di piani e programmi, finalizzati alla valorizzazione dei prodotti non legnosi del bosco, come ad esempio sughero, miele, frutti, funghi epigei ed ipogei. L'Agenzia sta predisponendo il programma integrato sulla valorizzazione delle produzioni tartufigole nelle aree gestite e, più in generale, nell'intero territorio regionale, promuovendo lo sviluppo di una filiera tartufigola sarda.

A tal fine, si è costituito il Tavolo tecnico dell'Agenzia, con il compito di creare una rete di relazioni con i principali portatori di interesse (studiosi, ricercatori, associazioni, tartufai e tartufigolatori), al fine di definire e condividere il quadro conoscitivo, implementando la raccolta di dati, pubblicazioni ed esperienze maturate nel territorio regionale negli ultimi decenni. Tale network è orientato, altresì, a promuovere e supportare la predisposizione della normativa regionale di settore, attualmente insufficiente a livello regionale.

Il presente lavoro focalizza l'attenzione sulla necessità di elaborare le mappe di potenzialità produttiva e distribuzione degli areali delle principali specie di tartufi presenti in Sardegna, mediante l'elaborazione di modelli di nicchia ecologica su scala regionale, contribuendo alla stesura della "Carta della vocazionalità tartufigena in Sardegna".

Tale lavoro rappresenta un preliminare contributo ad un più ampio progetto relativo all'implementazione del Sistema Informativo Nazionale coordinato dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, nell'ambito dell'attuazione del Piano Nazionale della filiera del Tartufo (PNFT - MIPAAF, 2017).

Grazie al supporto esperienziale dei ricercatori e raccoglitori dell'Associazione Regionale dei Tartufai e dei gruppi micologici, si sta procedendo alla redazione di un geodatabase di punti di presenza noti (siti naturali di raccolta, tartufaie controllate o guidate, impianti artificiali), necessari per la costruzione della successiva Carta di distribuzione reale delle principali specie di tartufi su scala locale.

Dal punto di vista metodologico, in accordo con quanto auspicato dal PNFT (2017-2020), il presente lavoro si basa sulla realizzare di un modello di nicchia ecologica, che mette in relazione le principali esigenze eco-fisiologiche dei funghi ipogei con le più recent cartografie tematiche ecologiche disponibili su scala regionale, opportunamente adeguate e ponderate (carta geologica, pedologica, fito-climatica, vegetazionale, habitat, uso del suolo, Digital Elevation Model).



Attraverso una serie di operazioni di GIS Analysis, si otterranno le Carte della distribuzione potenziale dei tartufi, codificate secondo una specifica legenda (classi di vocazionalità potenziale).

### ***Development perspectives of truffle supply chain in Sardinia. Map of the truffle vocation of Sardinia***

**Keywords:** ecosystem services; non-wood products; truffle; supply chain.

The Regional Forest Agency for the development of Sardinia's territory and environment (FoReSTAS), established by L.R. n. 8 of 27 April 2016, represents the technical-operational structure of the Department of Environmental Protection of the Autonomous Region of Sardinia. The Agency promotes the protection and conservation of the Natural Capital, the enhancement of the systemic services provided by ecosystems-silvo-pastoral from the environmental, social and economic point of view on a regional scale.

FoReSTAS administers about 222,400 hectares in various capacities, subdivided into 176 forest Presidia (PF), located from the coast line to the cacuminal areas of the innermost mountain complexes. The PF network covers about 10% of the total area of the island, and includes state forests (37%), public areas managed under concession (40%) and temporary yards (23%) according to RD 3267/1923.

In this context, the Agency has launched a series of plans and programs aimed at enhancing non-wood forest products, such as cork, honey, fruit, epigeal and hypogeal mushrooms. The Agency is preparing the integrated program on the exploitation of truffle production in the areas managed and, more generally, in the entire regional territory, promoting the development of a Sardinian truffle supply chain.

For this purpose was created the Technical Table of the Agency, with the task of creating a network of relations with the main stakeholders (scholars, researchers, associations, truffles collectors and growers), in order to define and share the cognitive framework, implementing the collection of data, publications and experiences acquired in the region in recent decades. This network also aims to promote and support the preparation of legislation in the regional sector, which is currently insufficient at regional level.

The present work concentrates on the need to elaborate the maps of the productive potential and distribution of the areas of the main truffle species present in Sardinia, through the elaboration of ecological niche models on a regional scale, contributing to the drafting of the "Map of the truffle vocation of Sardinia".

This work is a preliminary contribution to a wider project related to the implementation of the National Information System coordinated by the Ministry of Agriculture, Food and Forestry Policies, as part of the implementation of the supply chain of the National Truffle Plan (PNFT - MIPAAF, 2017).

Thanks to the experiential support of researchers and collectors of the Regional Truffle's Association and mycological groups, we are proceeding to the drafting of a geodatabase of known points of presence (natural collection sites, controlled or guided truffles areas, artificial plantation), necessary for the construction of the real distribution maps of the main truffle species on a local scale.

From the methodological point of view, according to the wishes of the PNFT (2017-2020), this work is based on the realization of an ecological niche model, which correlates the main eco-physiological needs of hypogeal mushrooms with the most recent portraits thematic available on a regional scale, adequately adequate and weighted (geological, pedological, phyto-climatic, vegetation, habitat, land use, model of digital elevation).

Through a series of GIS analysis operations, we will obtain maps of the potential distribution of the truffle, coded according to a specific legend (classes of potential vocationality).

\*\*\*

### **SP (6). 04 Un'esperienza agro-silvo-pastorale in Toscana**

Pier Mario Chiarabaglio, Achille Giorcelli, Francesco Pelleri, Alberto Mantino, Giovanni Pecchioni, Giorgio Ragagnoli, Marco Mazzoncini, Antonio Coli, Marcello Mele

**Parole chiave:** agroforestry; sostenibilità ambientale; sostenibilità economica; gas serra.

L'agroselvicultura è definita come "la pratica di integrare deliberatamente la vegetazione legnosa (alberi o arbusti) con colture e / o sistemi animali per trarre beneficio dalle risultanti interazioni ecologiche ed



economiche. A livello aziendale, è una pratica che prevede una particolare distribuzione spaziale degli alberi e colture agrarie in grado di migliorare e diversificare il sistema produttivo e produrre biomassa legnosa. I sistemi di agrosilvicoltura producono servizi ecosistemici quali il sequestro del carbonio, la riduzione dell'erosione del suolo e l'assorbimento dei nutrienti. L'introduzione di questi sistemi ha dimostrato di possedere, per quanto riguarda il territorio europeo dell'UE-27, un elevato potenziale di sequestro del carbonio con un sequestro netto tra 1,5 e 4 Mg C ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>. In un recente progetto europeo del 7° PQ, la superficie totale di utilizzo del suolo in ambito agroforestale in Europa, calcolata con i dati LUCAS (uso del suolo e copertura del suolo), è stata riconosciuta per circa 24 milioni di ettari. Alcuni autori, attraverso studi di meta-analisi, hanno dimostrato che, mediamente, la resa del pascolo non è ridotta dalla presenza di alberi sparsi anche se gli effetti degli alberi sulla produttività degli strati erbacei mostravano una significativa variabilità tra i gruppi funzionali degli alberi (latifoglie, eucalipto, specie azoto-fissatrici, rovere sempreverde). In particolare, gli alberi 'N-fixing' possono migliorare la resa del pascolo mentre l'eucalipto lo riduce. Colture e alberi interagiscono per le risorse luce, acqua e sostanze nutritive. In uno studio condotto in Sardegna, nei prati boschivi è stato riconosciuto un tenore di C più alto del suolo vegetale sotto la chioma degli alberi. Un altro studio ha riportato che la biomassa da foraggio in un pascolo sotto bosco di specie legnose mediterranee può essere influenzata positivamente dalla presenza di alberi. Inoltre è risultato che la relazione albero-coltura agricola potrebbe essere influenzata dalle caratteristiche stagionali, dalla specie e dalle condizioni climatiche. L'agroforestazione rappresenta uno strumento strategico per diversificare la gestione dei terreni agricoli con vantaggi soprattutto ambientali. I sistemi silvoarabili prevedono la coltivazione di colture erbacee di pieno campo in consociazione con colture arboree. La transizione da sistemi convenzionali a sistemi silvorabili può garantire una serie di benefici diretti:

- (i) la diversificazione delle colture;
- (ii) la riduzione del rischio di erosione del suolo dall'acqua e dal vento;
- (iii) l'aumento della percentuale di sostanza organica nel suolo;
- (iv) la riduzione del rischio di lisciviazione dei nitrati.

Inoltre, l'agroforestazione a livello aziendale permette un uso sostenibile delle risorse naturali, preserva la biodiversità, diversifica la produzione agricola, aumenta la resilienza delle aziende agricole, ma attualmente non risulta economicamente sostenibile per i maggiori costi di mantenimento che l'azienda agricola deve sostenere nel lungo periodo, soprattutto in assenza del sostegno da parte dei finanziamenti previsti dalle misure agro ambientali.

Al fine di approfondire le conoscenze su questi particolari sistemi colturali, presso il Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa sono state realizzate due esperienze di pieno campo. Il primo è un sistema silvoarabile che prevede la coltivazione di una rotazione nel tempo e nello spazio di colture erbacee da granella (cereali autunno-vernini e leguminose) e prati-pascolo polifiti, con filari policiclici di pioppi (*Populus* spp.) e farnie (*Quercus robur* L.) posti nella prossimità della fossa di ogni proda secondo due diverse densità di impianto: 60 e 100 piante per ettaro (per raggiungere questa densità l'alberatura è presente anche nel colmo del campo). L'esperienza permetterà di confrontare i servizi ecosistemici generati dai due impianti.

Il secondo caso è un sistema agro-silvo-pastorale, composto da erba mazzolina (*Dactylis glomerata* L.), erba medica (*Medicago sativa* L.), panico (*Panicum virgatum* L.) e sulla (*Hedysarum coronarium* L.) in consociazione con filari di pioppo (cloni AF2 e Monviso) a turno brevissimo (short-rotation coppice SRC), a media densità (0,5 m per 13,5 m), a confronto con una prova di SRC ad alta densità (0,5 m per 2,7 m) e un campo control senza copertura arborea. L'esperienza permetterà di quantificare la produttività e la sostenibilità dei sistemi con particolare attenzione al ciclo del carbonio e al ciclo dei nutrienti.

### **An agrosilvopastoral experience in Tuscany**

**Keywords:** agroforestry; environmental sustainability; economic sustainability; greenhouse gases.

Agroforestry is defined as "the practice of deliberately integrating woody vegetation (trees or shrubs) with crop and/or animal systems to benefit from the resulting ecological and economic interactions. At field scale, agroforestry was defined as a suitable practice with a particular crop spatial distribution of trees and crops able to increase diversity production system and produce complementary wood biomass. Agroforestry systems provide several ecosystem services such as carbon sequestration, reduction of soil loss risk and



nutrient leaching. The introduction of these systems was measured as a high potential carbon sequestration land use and in fact concerning the European EU-27 land, highlighted that agroforestry has a net sequestration potential between 1.5 and 4 Mg C ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In a recent FP7 European project report the total agroforestry land-use surface in Europe, calculated with LUCAS (Land Use and Land Cover data), was recognized about 24 millions of hectares. Some authors, through a meta-analysis studies, showed that, averagely, pasture yield is not reduced by mature scattered trees presence even if, the trees effects on herbaceous layer productivity showed a significant variability among tree functional groups (deciduous, eucalyptus, N-fixing, evergreen oak). In particular, N-fixing trees can enhance pasture yield and eucalyptus reduce it. Crops and trees interact for resources such as light, water and nutrient. In a study conducted in Sardinia, in woody grassland was recognized a higher topsoil C content under the tree canopy than beyond, about +50%. An other study reported that forage biomass in a Mediterranean woody grassland can positive affected by tree presence, due to a more nutrient stressed than water stressed crop behaviour. He found an increased forage yield beneath canopy than beyond but furthermore, concluding he suggested that the tree-crop relation could be site-specific, species-specific and affected by climatic condition.

Agroforestry represents a strategic tool for diversifying arable lands management with advantages mainly for the environment. In silvoarable systems the herbaceous crops are intercropped with woody crops. In particular, the transition towards agroforestry systems could led to several environmental such as:

- (i) the diversification of crops;
- (ii) the reduction of soil loss by water and wind erosion;
- (iii) the increase of soil organic matter;
- (iv) the reduction of nutrient leaching.

Agroforestry ensure a sustainable use of natural resources, preserving biodiversity, diversifying agricultural products and thus enhancing farms' resilience. However, at farm level agroforestry has still not proved to be economically feasible, due to higher maintenance costs that farms must afford in the long period, especially without the aid of CAP's agro-environmental measures.

To deepen our knowledge about these particular farming systems, two field trials have been implemented by the Centro di Ricerche Agro-Ambientali Enrico Avanzi (CIRAA) of the University of Pisa, Italy. The first is a silvoarable system in which crops (as winter cereals and pulses) and temporary grasslands are intercropped with polycyclic rows of poplar (*Populus* spp.) and oak (*Quercus robur* L.) planted close to the field ditch with two planting densities, 60 and 100 plants per hectare (to reach this density trees are planted also in the middle of the field). The trials will allow us to compare the ecosystems services granted by the two plants.

The second case is an agro-silvo-pastoral system in which Short Rotation Coppices (SRC) poplar (*Populus* spp.) for biomass production (Clone AF2 and Monviso) is intercropped with two perennial grasses (*Panicum virgatum* L. and *Dactylis glomerata* L.), two perennial legumes (*Medicago sativa* L. and *Hedysarum coronarium* L.) and the two mixtures *P. virgatum* and *H. coronarium*, *D. glomerata* and *M. sativa*. This agroforestry system is a medium density plant (0,5 m on the row and 13,5 m inter-row) and will be compared with open field plots without the presence of trees and with a traditional high density SRC poplar plant (0,5 m on the row per 2,7 m inter-row). The trial will allow us to study the productivity as well as the sustainability of these cropping systems, focusing on the C cycle dynamics and the competition for light between trees and crops.

\*\*\*

#### **SP (6). 05 L'impiego del sughero nella termoregolazione dell'alveare. Un esempio di innovazione e una prospettiva nella filiera dei prodotti non legnosi**

Ignazio Floris, Antonio Casula, Giuliano Patteri, Elia Raccimolo, Alberto Satta

**Parole chiave:** sughero; isolamento termico; termoregolazione; alveare.

Le arnie sperimentali - messe a punto presso le falegnamerie di Forestas - modificate con l'impiego del sughero rispetto a quelle convenzionali in legno di abete, hanno mostrato, com'era prevedibile, un più maggiore capacità di isolamento termico, che si è tradotto in un più regolare andamento termometrico degli alveari contenenti colonie di *Apis mellifera ligustica*, sia nella camera di covata sia a livello di favi laterali. Inoltre,





è stato rilevato un più rapido ripristino delle condizioni termiche ottimali dopo l'estrazione dei favi a seguito delle normali operazioni in apiario negli alveari provvisti dell'isolamento suberoso. Tali migliori prestazioni si sono tradotte, dal punto di vista pratico-applicativo, in un più ridotto consumo invernale di scorte di miele da parte degli alveari così modificati (mediamente inferiore del 36%, pari a circa 3,5 Kg/alveare), dovuto, presumibilmente, al minore dispendio di energie per la regolazione termica (riscaldamento dell'alveare). Un risultato questo che, considerate le condizioni ambientali abbastanza miti nelle quali è stato conseguito, lascia intravedere migliori prospettive in caso di applicazione in contesti climatici più rigidi. Le colonie delle arnie in sughero hanno avuto altresì uno sviluppo accelerato (col bisogno di aggiungere i melari oltre due settimane prima di quelli aggiunti alle arnie in legno). Questo è stato la causa anche di anticipate sciamature che hanno interessato proprio le famiglie delle arnie sperimentali verso la metà di Marzo.

***The use of cork in the thermoregulation of the hive. An example of innovation and a new perspective for the non-wood production chain***

**Keywords:** cork; thermal insulation; thermoregulation; beehive.

The thermoregulation of the hive is of fundamental importance for the regular development of bee colonies and, consequently, for the production of the hive. The influence of the external environment is mainly expressed through the walls of the hive, therefore their construction materials and thermal conductivity features, can influence the efficiency of the thermoregulation.

The present trial concerned the comparison of experimental hives (Dadant-Blatt of 10 frames) made using cork as thermal insulator with conventional hives entirely made of firewood. Its effects on thermoregulation and development of *Apis mellifera ligustica* colonies in Northern Sardinia (Italy) were studied. Beehives were modified adding panels of pressed cork as walls. Conventional Dadant Blatt beehives entirely made of firewood were used as control. Climatic (especially nest internal temperature), and colony development parameters (sealed brood area, amount of honey and pollen in the nest combs, honey production in the comb honey super) were evaluated. The thermometric pattern of the cork-modified beehives that were monitored daily, was more regular compared with controls. In addition, bees had a more efficient winter thermoregulation in beehives made of both cork and firewood in respect to those made of firewood only, showing a reduction in winter honey consumption (less than 36%: 3.5 Kg honey/hive) and an early colony development in spring.

\*\*\*

**SP (6). 06 Produttività in cedui di castagno da legno: accrescimenti legnosi a confronto**

Mario Pividori, Enrico Marcolin, Emanuele Lingua, Maria Chiara Manetti, Francesco Pelleri, Marco Conedera

**Parole chiave:** *Castanea sativa*; incrementi period.

La produttività del bosco ceduo di castagno (*Castanea sativa* Miller) è condizionata da molteplici variabili tra cui la gestione selvicolturale (regime di diradamenti e lunghezza del turno), la feracità della stazione e i cambiamenti climatici. Questi ultimi hanno notoriamente condizionato le temperature medie stagionali e annuali, ma soprattutto gli apporti di pioggia: eventi estremi si sono registrati con maggiore frequenza e intensità rispetto al passato (per alcune aree con tradizioni nella coltura del castagno si sono evidenziate situazioni siccitose durante il periodo estivo).

In questo studio, si sono confrontati i trends di crescita e gli incrementi legnosi in cedui di castagno situati in zone storicamente vocate alle produzioni del bosco di castagno. Da prelievi legnosi con metodi dendrocronologici, a parità di stazione, si evidenziano palesi differenze negli accrescimenti legnosi in cedui a gestione ordinaria: tali differenze sono risultate in molti siti prevalentemente a favore di una maggiore produttività attuale del castagno rispetto a quanto si evidenziasse nelle stesse stazioni qualche decennio addietro ( $\approx$  30 anni prima). Tuttavia, tale cambiamento in atto sembra poter avere ripercussioni significative nei confronti di quei castagneti che sono situati in stazioni le cui condizioni climatiche stanno lentamente ma inesorabilmente traslando i confini dell'areale di *Castanea sativa*.



## SP (6). 07 ForBioEnergy - Bioenergia forestale nelle aree protette del Mediterraneo

Pizzuto Antinoro Massimo, Miserendino Fabrizio, Cobello Laura, Karniadaki Despoina, Rubino Claudia, Simonetti Carlo, Badalamenti Emilio, Baiamonte Giuseppe, Castrignanò Paolo, Contrino Paolo, David Vincenzo, Ferraro Michele, La Placa Gaetano, Li Puma Vittorio, Marrone Federico, Sferlazza Sebastiano, Tinervia Salvatore, La Mela Veca Donato Salvatore

**Parole chiave:** bioenergia; aree protette; gestione forestale; biomassa legnosa.

Il progetto ForBioEnergy, finanziato nel 2016 nell'ambito del Programma INTERREG MED 2014-2020, coinvolge un Lead Partner (Dipartimento Regionale per lo Sviluppo Rurale e Territoriale, Regione Sicilia), 8 partner provenienti da 4 paesi (Italia, Spagna, Slovenia e Croazia) e 4 Partner associate provenienti dall'Italia (Ente Parco delle Madonie, AIEL) e dalla Croazia. Gli altri partner italiani sono Enviland s.r.l. e il comune di Petralia Sottana (PA). ForBioEnergy è un progetto innovativo che punta sullo sviluppo sostenibile delle aree rurali attraverso lo sfruttamento delle biomasse forestali per la produzione di bioenergia. Nei contesti mediterranei, tuttavia, la maggior parte delle foreste si trova all'interno di aree protette, dove le attuali restrizioni normative e la mancanza di piani di gestione ostacolano la possibilità di sfruttare la biomassa legnosa.

L'obiettivo principale del progetto è promuovere la produzione di bioenergia nelle aree protette, fornendo soluzioni transnazionali per ridurre le barriere che attualmente ostacolano lo sviluppo del settore delle biomasse e pianificando modelli per sfruttare appieno il potenziale della biomassa legnosa, preservando la biodiversità forestale. Per raggiungere questi obiettivi il progetto prevede: a) un piano d'azione per modellare un nuovo quadro normativo e autorizzativo per rimuovere le barriere amministrative, tecniche e socio-economiche che ostacolano l'uso della biomassa; b) un processo di pianificazione a più livelli; c) un insieme di requisiti di sostenibilità e standard di qualità della biomassa forestale.

Durante il progetto le principali carenze del settore e le migliori pratiche da mettere in atto saranno identificate attraverso un processo transnazionale in cui sono coinvolti attori chiave e soggetti che si occupano a vario titolo di bioenergia e di biodiversità. Le sfide comuni saranno affrontate attraverso un processo partecipativo e condiviso che coinvolgerà le istituzioni, nonché le organizzazioni sociali e produttive a livello regionale e locale. Tale obiettivo verrà perseguito attraverso l'istituzione di un panel tecnico permanente in ogni paese coinvolto, con l'obiettivo di incoraggiare lo scambio di conoscenze e informazioni tra attori chiave pubblici e privati che operano nel campo delle bioenergie.

Il progetto prevede un approccio del processo di pianificazione a tre livelli di dettaglio per l'uso della biomassa forestale:

- (i) sub-regionale, utile per i collegamenti con la pianificazione energetica su larga scala;
- (ii) locale, utile per lo sviluppo di buone pratiche per la gestione forestale sostenibile;
- (iii) operativo, utile per la pianificazione e la gestione della filiera foresta-legno-energia.

I risultati ottenuti dal progetto fino ad ora sono:

- 1) Metodologie e strumenti per la pianificazione forestale finalizzati alla produzione di bioenergia nelle aree protette. Un Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) è stato elaborato e testato al fine di guidare le autorità pubbliche competenti nella scelta delle migliori soluzioni per aumentare la produzione sostenibile di biomassa in accordo con gli obiettivi di sostenibilità stabiliti per le aree protette. Sono state utilizzate applicazioni GIS per l'attuazione delle attività di pianificazione e per l'identificazione dei "Distretti di biomassa";
- 2) Metodologia per valutare rischi e benefici derivanti dalla raccolta e dall'estrazione della biomassa forestale. A tal fine, è stata definita una serie di indicatori specifici per valutare gli impatti positivi e negativi che gli interventi forestali potrebbero avere sulle componenti biotiche, abiotiche e socio-economiche dei complessi boscati, nel breve, medio e lungo periodo.

Le altre attività in corso di realizzazione sono:

- (i) redazione di un piano d'azione per supportare le autorità pubbliche nella mitigazione degli ostacoli amministrativi, tecnici e socio-economici che rallentano l'uso della biomassa nelle aree protette;
- (ii) redazione di un piano di gestione forestale pilota per un distretto di biomassa;
- (iii) definizione di criteri per la pianificazione di filiere sostenibili foresta-legno-energia per la produzione di biomassa nelle aree protette;



(iv) definizione di un sistema di tracciabilità e standard di qualità per la biomassa legnosa al fine di garantire il rispetto dei criteri di sostenibilità necessari per lo sviluppo della catena della biomassa nelle aree protette. Le attività di trasferimento, così come quelle comunicative, contribuiranno a diffondere il know-how e i risultati ottenuti durante l'implementazione del progetto non solo a livello locale ma anche a livello regionale e nazionale, al fine di favorire alti livelli di replicabilità in tutta l'area di cooperazione del Programma MED.

### ***ForBioEnergy - Forest Bioenergy in the Protected Mediterranean Areas***

**Keywords:** bioenergy; protected areas; forest management; woody biomass.

ForBioEnergy project, funded in 2016 within the INTERREG MED Programme 2014 – 2020, involves a Lead Partner (Regional Department for the Rural and Territorial Development, Sicily Region), 8 project partners from 4 Mediterranean countries (Italy, Spain, Slovenia and Croatia) and 4 Associate Partners from Italy (Ente Parco delle Madonie, AIEL) and Croatia. The other Italian partners are Enviland s.r.l. and the municipality of Petralia Sottana. ForBioEnergy is an innovative project which bets on the chance to favour the sustainable development of the rural areas through the exploitation of the forest biomass for the production of bioenergy. In Mediterranean contexts, however, most of the forests are within protected areas, where the current regulatory restrictions as well as the lack of appropriate management plans impede and slow down the possibility to exploit woody biomass. The main objective of the project is fostering the bio-energy production in the protected areas, providing trans-national solutions for reducing barriers that currently hinder the development of the biomass sector, and planning models in order to exploit the full potential of woody biomass, whereas preserving the forest biodiversity. To achieve these goals the project include:

- (i) an Action Plan for shaping new regulatory framework and permit route aimed at removing the administrative, technical and socio-economic barriers that hinder the use of biomass;
- (ii) a multi-level planning process;
- (iii) a set of sustainability requirements and quality standards of forest biomass.

During the project activities, the most significant gaps and the best practices will be identified through a trans-national process where key actors and stakeholders who deal with bioenergy and biodiversity issues are involved. Common challenges will be addressed through a participatory and shared process involving institutions, as well as social and productive organization at regional and local level. This objective will be pursued through the establishment of a permanent technical panel in each involved country with the aim of encouraging the exchange of knowledge and information between private and public key actors that operate in the bioenergy field.

The project provides a three-level approach to the planning process for the use of forest biomass: 1) sub-regional, useful for the connections with the large scale energy planning; 2) local, useful for the development of best practices for sustainable forest management; 3) operating, useful for planning and management of forest-wood-energy supply chain.

The results achieved by the project up to now are:

- 1) Methodologies and tools for drawing up Forest Biomass Plans aimed at the bioenergy production in the protected areas. A Decision Support Systems (DSS) has been elaborated and tested in order to guide the competent public authorities in the choice of the best solutions to increase the sustainable production of biomass in accordance with the sustainability objectives established for protected areas. GIS applications have been used for implementing the planning activities and for identifying the “Biomass Districts”;
- 2) Methodology for evaluating threats and benefits deriving from biomass harvesting and extraction. For this purpose, a set of specific indicators has been defined to evaluate the positive and negative impacts that the forestry interventions could have on the biotic, abiotic, and socio-economic components, in the short, medium and long period.

Other activities in progress are:

- (i) drafting of a Action Plan to support the Public Authorities in the mitigation of the administrative and technical barriers that slow down the biomass use in the protected areas;
- (ii) drafting of a forest management plan at biomass district scale;
- (iii) definition of criteria for planning sustainable forest-wood-energy supply chains for the production of forest biomass in the protected areas;



(iv) definition of a traceability system and quality standards for woody biomass in order to ensure the respect of the sustainability criteria necessary for the development of the biomass chain in the protected areas.

The transferring activities, as well as the communicative ones, will contribute to spread the know-how and the results gained during the project implementation not only at a local level but also at a regional and national level, in order to favoring high levels of replicability all over the MED Programme cooperation area.

\*\*\*

#### **SP (7). 01 Stato dell'arte: i crediti forestali di carbonio in Piemonte**

Fabio Petrella

**Parole chiave:** regione Piemonte; crediti di carbonio.

La Regione Piemonte ha recentemente adottato un delibera (DGR 24-4638 del 06/02/17) propedeutica allo sviluppo del mercato volontario dei crediti di carbonio in ambito forestale sulla base di un documento le cosiddette Linee Guida, per definire il quadro generale delle pratiche selvicolturali da assumere come ordinarie in termini di indici di prelievo. Allo stato attuale è allo studio la procedura per la determinazione, contabilizzazione, validazione e commercializzazione dei crediti di carbonio da selvicoltura in Piemonte.

\*\*\*

#### **SP (8). 01 La formazione professionale è l'educazione al lavoro degli operatori forestali**

Sanzio Baldini, Enrico Marchi, Francesco Mazzocchi

**Parole chiave:** utilizzazioni forestali; operatori forestali; formazione; salute e sicurezza del lavoro.

Con l'avvento della certificazione forestale e dei suoi prodotti, del riconoscimento a livello mondiale della multifunzionalità dei boschi e con essi delle piante, il lavoro in questi ambienti deve essere svolto da persone che vedono il bosco non solo come produttore di legno (come avveniva in passato) ma nel rispetto delle altre funzioni che svolge: regimazione e qualità delle acque, sociali, ricreative, naturalistiche e migliorative della qualità dell'aria. Per raggiungere questi obiettivi è indispensabile ammodernare e razionalizzare i diversi sistemi operativi nel mondo del lavoro in bosco sia come educazione a nuovi sistemi di lavoro che come macchine e attrezzature da usare.

In passato i giovani boscaioli imparavano il mestiere direttamente dagli operatori esperti, lavorando insieme a loro. Oggi non è più così perché le metodologie, tecniche e macchine per il lavoro in bosco richiedono un approccio al lavoro più strutturato. Chi opera nei lavori selvicolturali e nella gestione del verde urbano, deve avere ricevuto una educazione sulle metodologie di lavoro più idonee in funzione del sito dove si lavora e sugli strumenti di lavoro da usare per non danneggiare il suolo, le piante che restano in piedi ed il legno in modo da ricavare assortimenti utili e di valore anche da boschi poveri per aumentare gli utili d'impresa, il tutto tenendo come principale obiettivo la tutela della salute degli operatori, nel rispetto delle attuali norme per la Sicurezza sul Lavoro.

A differenza di quanto è presente negli altri Paesi dell'U.E. in Italia non ci sono scuole residenziali permanenti per Operatori Forestali e del Verde Urbano; alcuni Istituti tecnici per l'Agricoltura hanno inserito l'indirizzi selvicolturali, si tratta di poche materie forestali, fatte per lo più in aula. Questo non è sufficiente: deve essere la pratica la base della formazione ad un lavoro sostenibile. Negli ultimi decenni alcune Regioni hanno intrapreso percorsi virtuosi con investimenti di risorse importanti. Tuttavia, in molti altri casi la formazione degli operatori forestali ancora manca o è fatta molto superficialmente, con poche ore di lezione in buona parte teoriche (addestramento uso motosega sono sufficienti 16 ore).

L'Operatore Forestale deve imparare come impiegare i mezzi meccanici che utilizza e la fisiologia degli ambienti in cui opera per evitare di provocare impatti negativi. Questi motivi giustificano una visione multidisciplinare del lavoro che acquisisce importanza notevole per la tutela ed il rispetto dell'ambiente.





La formazione professionale rappresenta una delle chiavi di svolta necessaria alla corretta ripresa della filiera foresta-legno-energia ed al miglioramento complessivo delle condizioni occupazionali in un settore che porta benessere non solo a chi vi lavora ma a tutti i cittadini perché fare una selvicoltura sostenibile vuol dire sostenere e migliorare tutti i servizi ecosistemici delle foreste, riducendo le catastrofi ambientali quali: frane, alluvioni, incendi, ecc.

Consapevoli di quanto sopra, i componenti dell'UNIONE NAZIONALE per la ricerca SCIENTIFICA FORESTALE (U.N.I.F. ass.onlus) [www.unif.org](http://www.unif.org), fin dai primi anni '80 con i propri tecnici, hanno iniziato a fare corsi di formazione professionali, prettamente pratici, in bosco ed ora per dare un ulteriore contributo viene realizzata una collana di manuali di Tecnica-Pratica composta da sei volumetti dedicati al lavoro ed alla sicurezza di chi si occupa di utilizzazioni forestali e gestione del verde urbano.

Gli Autori dei volumi sono eminenti esperti nazionali con conoscenze teorico-pratiche sui lavori forestali molto approfondite. Per questo motivo, i volumi permettono di acquisire solide conoscenze teoriche ma forniscono anche informazioni pratiche utili per l'applicazione di corretti metodi di lavoro, atti a garantire interventi selvicolturali sostenibili sotto il profilo economico, ecologico, ergonomico ed etico.

### ***Vocational training: how to “educate” forest operators***

**Keywords:** forest operation; forest operators; training; health and safety.

In the last decades, the approach to forests and forestry has changed. Forest certification schemes, timber regulations and the increasing importance given to ecosystem services, brought to a worldwide recognition of the forest multifunctionality. In this context, it is important to shift toward a new approach to forest logging and forest operators' approach and skills. The new approach should not be based only on wood production but should include an increasing attention to the other forest functions: water quality, social and recreational use, biodiversity and improvement of air quality. In order to achieve this goal, it is essential to modernize the operating systems and improve forest operation training, including aspects on how to use machine and systems in a sustainable manner.

In the past the young forest operator were used to learn directly from the older and more expert operators, working with them into the forest. Today, this kind of learning process cannot be accepted anymore. Logging methods and systems, machine and tools features and great technological changes require a more structured approach to skills acquisition. People working in forestry and in urban green areas management should receive a specific training on the most suitable work methodologies. They should be able to select and implement the best methods according with the site condition and taking into consideration the environmental issues (i.e. all the potential logging impacts at local, regional and global scale), the economic aspects (to obtain the best and valuable wood production in order to increase the profitability of the silvicultural treatments) and the ergonomic problems (forest operator health and safety).

Unlike to other E.U. countries, at present in Italy specific training schools for forest operators are missing, there are no permanent residential schools. In some Technical high-schools for Agriculture, forestry training is carried out, but usually mainly at theoretical level and not enough to acquire the skills necessary at a modern forest operators. The practice must be the basis of forest operators training for sustainable work conditions. In the last decades, some Regions have developed valuable training activities of forest operators. However, in many other Regions forest operators' training is still missing or implemented with a too general approach based on few theoretical lessons (chainsaw training require more than 16 hours).

Forest operators should learn how to use the machines and tools, the potential risks for their own safety and the interaction of the machines with the environment to avoid negative impacts. They should learn how to plan the operations in order to maximize the economic, environmental and ergonomic performances.

Vocational training play a key role for a sustainable forestry, thus sustaining the best employment conditions, the well-being of workers and the maximization of all ecosystem services of forests, reducing environmental disasters such as landslides, floods, fires, etc.

For all the above-mentioned problems, since the early 80s, the members of the National Union for Scientific innovation in Forestry (U.N.I.F. onlus - [www.unif.org](http://www.unif.org)) carried out professional training courses for forest operators. Recently, to give a further contribution at the professional training a handbook series consisting of six small volumes dedicated to forest operation and workers' safety has been developed.



The Authors of the volumes are eminent national experts with strong theoretical-practical knowledge and skills. For this reason, the handbooks allow to acquire solid theoretical knowledge but also provide practical information useful for the application of correct working methods, suitable for increasing the sustainability of forest operation from the economic, ergonomic, ecological and ethical points of view.

\*\*\*

## **SP (8). 02 Esbosco a semistrascico con gru a cavo: valutazione degli impatti sul suolo e sul soprassuolo**

Martina Cambi, Fabio fabiano, Ilaria Zorzi, Enrico Marchi

**Parole chiave:** esbosco; gru a cavo; impatti sul suolo, soprassuolo.

In Italia, l'esbosco con gru a cavo è utilizzato soprattutto sulle Alpi. Questo sistema risulta essere il migliore per esboscare il legname su pendici ripide, senza creare danno alle piante esboscate e minimizzando gli effetti al suolo. Si è comunque iniziato ad utilizzare questa metodologia anche in alcune foreste degli Appennini, dove l'orografia del terreno è simile a quella alpina (pendenze superiori al 20%).

Questo studio si propone di valutare l'impatto dell'esbosco a semistrascico con gru a cavo sul suolo e sul soprassuolo residuo. La valutazione è stata fatta all'interno di un lotto di utilizzazione nella foresta di Vallombrosa. Le specie presenti nell'area in esame erano *Abies alba*, *Pseudotsuga menziesii* e *Fagus sylvatica*. Lo studio prende in esame gli effetti dell'esbosco con gru a cavo in aree dove non era possibile realizzare cavalletti per consentire l'esbosco di carichi completamente sollevati da terra e pertanto il legname è stato esboscato a semistrascico. L'adozione di questo sistema di lavoro ha permesso quindi di studiare più approfonditamente i danni al suolo, a livello di compattamento dello stesso, all'interno dei corridoi di esbosco, ed al soprassuolo residuo. L'obiettivo è stato quello di valutare come le operazioni di utilizzazione forestale potessero influenzare i parametri fisici del suolo all'interno delle due linee di gru a cavo prese in esame e per le analisi, sono stati considerati il numero dei viaggi, il numero e il volume dei tronchi esboscati. Dopo la fine delle operazioni di esbosco, all'interno dei corridoi di esbosco, sono stati identificati tre plot per ogni linea sui quali fare i successivi rilevamenti. All'interno di questi plot stati inoltre valutati i danni al soprassuolo residuo. In questo caso i rilievi hanno riguardato le piante rimaste in piedi dopo l'utilizzazione analizzando condizione sanitaria e la posizione. In particolare sono stati studiati i danni diretti e indiretti; i primi si riferiscono alle ferite al fusto ed alle radici, lo schiacciamento del cambio, senza asportazione della corteccia, e la rottura del cimale. Per i secondi invece abbiamo considerato quelli dovuti al cambiamento delle condizioni del suolo, dopo il passaggio di mezzi e/o carichi, provocanti asfissia radicale con conseguente diminuzione o comunque difficoltà di accrescimento. I risultati ottenuti per i parametri fisici del suolo sono in linea con quelli riportati in letteratura, infatti aumentano all'aumentare della tendenza e del numero di carichi. I danni alle piante si riscontrano soprattutto a livello di corteccia e nella parte inferiore del tronco (fino a 1 m di altezza). L'osservazione dei danni diretti ha riportato parametri importanti da valutare, ma poche informazioni si hanno sugli impatti indiretti e come questi possano avere risvolti futuri su suolo e soprassuolo. Importante sarà in futuro tornare sull'area in esame e valutare anche questi ultimi. Questo potrà servire per capire come gli impatti al suolo possono influenzare negativamente la futura rinnovazione della foresta e come le piante ferite o danneggiate possano reagire allo stress a loro provocato.

### ***Cable yarding wood extraction: determining the effects on stand and soil***

**Keywords:** wood extraction; cable yarding; effect on soil, stand.

In Italy, cable yarding is mainly used on the Alps. This logging system represent the best way to extract timber/trees on steep slopes, reducing the damages at logged trees/timber and minimizing the soil disturbance. Nowadays, this logging method is becoming more and more common also in the Apennine forest, especially on steep terrain (i.e. slope <20%). The study was carried out to investigate the disturbance of the partially suspended yarding on soil and on the residual standing trees. The study was carried out in the forest of Vallombrosa in *Abies alba*, *Pseudotsuga menziesii* and *Fagus sylvatica* stands. This study evaluates



the cable yarding effects in areas where there was no possibility to build intermediate supports to allow the extraction of loads completely lifted from the ground. The use of this system has allowed therefore to be able to study in more detail the soil damage, at the level of compaction of the soil inside the corridors of logging, and the residual surface. In detail, the aim of this study was to collect data about how the harvesting operations could change the physical soil parameters along two cable yarding corridors, in relation with the number of extracted loads and the number and volume of the extracted logs. At the end of the harvesting operations, three plots were identified in the yarding corridors, at increasing distance from the landing. In each plot, soil samples and data were collected for determining the changes in bulk density, porosity and penetration resistance caused by logging operations. On the same plots the damages to residual trees were also recorded. In this case, the wound position and severity were measured. In detail, direct and indirect damages were investigated; the firsts refer to the wounds on the trunk and roots, the crushing of the cambium, without removal of the bark, and the breaking of the animal. For the seconds was considered those due to the soil conditions variations, after the passage of vehicles and / or loads, provoking radical asphyxia with consequent increment decrease.

The results highlighted that bulk density and penetration resistance increased due to timber extraction. The higher the number of extracted loads, the higher the impact on soil. The damages to residual trees were located close to the ground (up to 1m height) and caused injuries at bark level.

The valuation of direct damages has reported important parameters to be assessed, but little information is available on indirect impacts and how these can have future implications on soil. In the future it will be important to go back to the area and evaluate the latter. This can be used to understand how impacts on the ground can negatively affect the future renewal of the forest and how injured or damaged trees can react to the stress caused to them.

\*\*\*

### **SP (8). 03 Valutazione del livello di rumore e della propagazione del rumore generato dagli elicotteri di sollevamento leggero in ambienti naturali di montagna**

Stefano Grigolato, Omar Mogni, Andrea Rosario Proto, Giuseppe Zimbalatti, Raffaele Cavalli

**Parole chiave:** diffusione del rumore; esbosco con elicottero; aree sensibili; modellizzazione GIS.

Al fine di supportare le decisioni sull'impiego dell'elicottero per l'esbosco di legname in aree sensibili quali i siti di interesse comunitario, si presenta uno studio sull'analisi dello spettro del rumore di un elicottero di tipo leggero e sulla valutazione della propagazione del rumore negli ambienti circostanti.

Il caso studio riporta i risultati di un'operazione di esbosco di fascine di legna nella Alpi orientali. La potenziale area di disturbo è stata calcolata tramite rilievi a terra e quindi sull'applicazione GIS per la valutazione della distribuzione del rumore, considerando la sensibilità da parte dell'uomo e degli strigiformi come specie target dell'area. Il livello di rumore al suolo è risultato influenzato dalla posizione dell'elicottero, sia in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata (LAeq), sia a livello sonoro del singolo evento (SEL). Lo studio ha evidenziato in conclusione che la maggiore propagazione del rumore si conferma sulle bande di frequenza più basse (0,016-0,250 kHz), mentre limitata è la propagazione del rumore sulle bande di frequenza più sensibili agli strigiformi (1-2kHz).

### **Assessment of noise level and noise propagation generated by light-lift helicopters in mountain natural environments**

**Keywords:** noise propagation; helicopter logging; ESAs; GIS modelling.

The analysis on the noise spectrum of a light-lift helicopter during logging operations and on assessing the noise propagation in the surrounding environments is presented to support decisions on helicopter logging operation management in proximity of environmentally sensitive areas (ESAs).



The case study reports the results on a helicopter logging operation for wood fuel extraction in the eastern part of the Alps. The potential disturbance area was determined by a GIS application according to hearing sensitivity of humans and strigiform. The noise level at the ground appeared to be affected by the location regardless both the use of equivalent continuous sound pressures level dB(A) (LAeq) and the single-event level (SEL) noise metrics. The study highlighted the consistent of the exceeded noise area for the lower frequency bands (0.016–0.250 kHz). A more restricted exceeded noise area concerned instead the most sensitive frequency bands" for the strigiform (1–2kHz).

\*\*\*

#### **SP (8). 04 La meccanizzazione delle operazioni di messa a dimora di piante/talee per la produzione di biomassa: le esperienze del Disafa**

Marco Manzone, Paolo Balsari

**Parole chiave:** SRF; impianto; trapiantatrici; produttività; emissioni CO<sub>2</sub>.

La messa a dimora del materiale di propagazione per la produzione di biomassa risulta essere una delle fasi più critiche dell'intero ciclo culturale. In questa fase, infatti, deve essere garantita sia la necessaria qualità dell'esecuzione dei lavori, per non compromettere lo sviluppo vegetativo delle piante/talee, sia una elevata produttività del lavoro in modo da contenere i costi di impianto. In Italia, negli ultimi anni si è assistito ad una notevole espansione delle coltivazione di piante a rapido accrescimento per la produzione di biomassa che ha raggiunto una superficie complessiva di oltre 1500 ettari. Il Disafa dell'Università degli Studi di Torino nel corso degli anni ha condotto innumerevoli prove sperimentali sulle trapiantatrici per la messa a dimora di impianti di elevata (SRC- short rotation coppice) e media densità (MRC – medium rotation coppice) valutandone sia le prestazioni operative (produttività e qualità del lavoro), sia ambientali (consumi energetici e emissioni di CO<sub>2</sub>). Le sperimentazioni sono state eseguite mettendo a confronto macchine già esistenti e utilizzate in altri settori agricoli ritenute idonee a tale scopo e prototipi sviluppati ad hoc. In particolare, per il sesto fitto sono state condotte prove con macchine per la sola messa a dimora di talee e trapiantatrici universali in grado di piantare talee e piante a radice nuda. Per il sesto rado, oltre alle trapiantatrici, è stata valutata anche la messa a dimora del materiale eseguita con cantieri separati (tracciatura file, esecuzione fori, trapianto materiale) in quanto tale tecnica è tuttora largamente utilizzata sul nostro territorio. Parallelamente, il Disafa ha progettato e sviluppato un prototipo di macchina trapiantatrice innovativa in grado di sveltire le operazioni d'impianto e ridurre conseguentemente i costi complessivi di produzione della biomassa. Nello specifico, il prototipo trova impiego nella messa a dimora di impianti a sesto fitto adottando una metodologia del tutto innovativa, ovvero, mettendo gli astoni in posizione orizzontale all'interno di un solco anziché in posizione verticale come previsto nelle tecniche di trapianto tradizionali. L'esperienza maturata negli anni ha evidenziato che la progettazione e la realizzazione di nuovi prototipi risulta fondamentale per aumentare la produttività del lavoro, contenere il fabbisogno di manodopera e ridurre i costi d'impianto. L'utilizzo del prototipo pianta astoni-orizzontali messo a punto dal Disafa infatti, nel caso dell'impianto fitto, ha permesso di incrementare la produttività del lavoro di circa il 45%, ridurre del 150% il fabbisogno di manodopera e dimezzare i costi d'impianto rispetto alle trapiantatrici attualmente in commercio. Per l'impianto rado, invece, è da sottolineare l'elevato incremento (circa il 150%) di produttività oraria e il considerevole contenimento (minore di circa il 140%) del fabbisogno di manodopera registrate dal prototipo messo a punto dalla ditta Allasia Plant srl rispetto al metodo a cantieri separati che si sono tradotti in una riduzione di circa il 45% dei costi d'impianto.

\*\*\*





### ***SP (8). 05 Dendromass4Europe (D4E) - short rotation plantations for the bioeconomy***

Raffaele Spinelli, Natascia Magagnotti

**Keywords:** Dendromass4Europe (D4E); short rotations; bioeconomy.

D4EU is a large project launched within the scope of the Bio-Based Industry Joint Undertaking (BBI-JU), a public-private partnership supported by the European Union with a total budget of 3.7 billion €, as part of the H2020 initiative. BBI sponsors pre-industrial projects that will open the way to a thriving bioeconomy, and it is one of the main mechanisms supporting applied research in Europe. D4EU aims at establishing sustainable, Short-Rotation Coppice (SRC)-based regional cropping systems for agricultural dendromass on marginal land that feed into bio-based value chains and create additional job opportunities in rural areas. For that purpose, 2,500 ha of short rotation poplar plantations will be established on marginal or currently unused land in rural areas of the Slovak Republic. These plantations will provide the feedstock for the establishment of four new bio-based value chains based upon products from wood and bark from poplar trees:

- (i) functionally adapted lightweight board manufactured by IKEA Industries (Slovakia). The new structure gives more stability to the boards, which will be lighter and consuming fewer resources. Poplar bark, which currently serves primarily as a source for energy, is processed by Pulpack (Poland);
- (ii) into eco-fungicidal moulded fibre parts. These fibre parts can replace plastics in packaging and can also be re-used without any problems. At the same time, Energochemica Trading (Slovakia) plans to incorporate the bark;
- (iii) into bark-enriched wood-plastic composite;
- (iv) wood-plastic granulate.

The researchers of the National Council for Research (Italy), Ökoforestino Ltd. (Hungary), the Swedish University of Agricultural Sciences (Sweden) and Technische Universitaet Dresden support the industrial partners involved, with their expertise in the fields of agriculture, forestry and wood sciences.

The Kompetenzzentrum Holz GmbH (Austria) and Daphne, Institute for Applied Ecology (Slovakia) are providing expertise on ecological questions of management. Stakeholders, especially the respective scientific and industrial communities, e.g. those of forest sciences, agricultural and forest policy, nature conservation and bio-based materials research will be informed and involved during the entire project for example via field demonstrations, publications and a project website as well as social media. The project started in June 2017 and has a duration of 5 years. Total budget is 20.5 Million €, half of which is contribution from the industrial partners. The project is coordinated by the Technical University of Dresden (Germany) and gathers 9 partners from 5 European Countries.

\*\*\*

### ***SP (8). 06 Tech4Effect (T4E) - Profitable and sustainable European forest management***

Raffaele Spinelli, Natascia Magagnotti

**Keywords:** forest management; Tech4Effect; timber harvesting.

T4E is a new R&D project launched within the scope of the Bio-Based Industry Joint Undertaking (BBI-JU), a public-private partnership supported by the European Union with a total budget of 3.7 billion €, as part of the H2020 initiative. BBI sponsors pre-industrial projects that will open the way to a thriving bioeconomy, and it is one of the main mechanisms supporting applied research in Europe. T4E aims at increasing the amount of biomass produced in Europe, in order to support meeting the EU climate change targets and reduce Europe's dependency on fossil based products. The next breakthrough in efficiency gains in European forest management will come through knowledge-based management for better informed planning and decision making. Timber harvesting is the most cost intensive and fuel consuming part of forest management and results in the most severe impacts on forest ecosystem services. Relatively small improvements in forest harvesting can lead to potentially large gains in cost, work and fuel efficiency. TECH4EFFECT focuses on



increasing access to wood resources through more efficient silviculture and a better understanding of the business models in the procurement of forest operation services. The project further considers increasing efficiency in forest harvesting and collection, and the reduction of soil impact from forest operations, making environmental considerations a measurable and integrated part of operational efficiency. TECH4EFFECT offers the potential to revolutionize forest operations with a state-of-the-art knowledge-based benchmarking tool. Based on the large amount of data available in modern industrial forest management this benchmarking tool will provide easily accessible decision support. Coordinated by NIBIO, nine research institutes and universities, three industrial partners and seven SMEs are participating in TECH4EFFECT. The consortium shows strong industrial participation and includes leading machine manufacturers and logistics experts, as well as large forest owners and associations of small owners and contractors. Academic institutions from all over Europe represent the main forest regions.>The project started in October 2016 and has a duration of 4 years. Total budget is 5 Million €. The project is coordinated by the Natural Resources Institute of Norway (NiBio) and gathers 19 partners from 8 European Countries.

\*\*\*

### **SP (9). 01 Monitoraggio multidisciplinare a supporto della pianificazione e gestione forestale adattativa**

Serena Antonucci, Vittorio Garfi, Francesco Parisi, Giovanni Santopuoli, Marco Marchetti

**Parole chiave:** gestione forestale adattativa; AforClimate; pianificazione; fenologia; biodiversità.

La capacità di adattamento ai cambiamenti climatici da parte delle foreste favorisce la loro permanenza nel tempo anche se in alcuni ambienti fortemente antropizzati, come quello Mediterraneo, l'uomo ha la necessità di intervenire per migliorare la resilienza e l'adattamento delle foreste cercando di minimizzare i rischi che tali cambiamenti determinano.

Tali cambiamenti impongono, quindi, la definizione di nuove strategie di gestione degli ecosistemi forestali. In questo contesto, il progetto Life AForClimate - Adaption of FORest management to CLIMATE variability: an ecological approach – (LIFE15 CCA/IT/000089) vuole definire un'innovativa metodologia di pianificazione e di gestione forestale volta al miglior adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici.

Il progetto prevede un sistema di monitoraggio che permette di valutare il periodo più opportuno per eseguire gli interventi selvicolturali al fine di ottimizzare la produttività garantendo, allo stesso tempo, la conservazione della biodiversità e la sostenibilità della gestione forestale. Gli aspetti presi in considerazione dalle attività di monitoraggio riguardano la caratterizzazione della struttura del popolamento, il monitoraggio della fenologia, sia cambiale che fogliare, la coleotterofauna e i microhabitats.

Le aree di studio sono distribuite in popolamenti di faggio (*Fagus sylvatica* L.) lungo la dorsale Appenninica e localizzate in Toscana, Molise e Sicilia a quote comprese tra 800 e 1800 m s.l.m..

L'area molisana ricade nel Comune di Roccamandolfi (IS), nel versante orientale del massiccio del Matese. In quest'area, la caratterizzazione dei popolamenti forestali, suddivisi in due fasce altitudinali (Alta e Bassa) e due esposizioni (Sud e Nord), è stato effettuato tramite l'uso di Field-Map in plot circolari (530 metri quadrati) seguendo uno schema di campionamento sistematico allineato.

Sono state rilevate oltre alla circonferenza e le altezze delle singole piante, anche la loro posizione spaziale e la proiezione della chioma, al fine di valutare gli effetti degli interventi selvicolturali previsti in termini di accrescimento e di competizione. Dalla primavera 2018 è stato avviato il monitoraggio fenologico, a intervallo settimanale per la fenologia cambiale, e a carattere primaverile ed autunnale per la fenologia fogliare. Sempre nel 2018 è iniziato il campionamento della coleotterofauna saproxilica che avviene attraverso l'uso di 60 trappole a finestra distribuite su tutti i plot previsti nel progetto. Tali osservazioni serviranno per specifiche indagini ecologiche volte a indagare sulle relazioni tra le componenti entomologiche e quelle forestali. Contestualmente, verrà approfondita la presenza di specie della Lista Rossa IUCN per valutare lo stato di conservazione degli ecosistemi forestali indagati.

A completamento dello studio sulla coleotterofauna saproxilica sarà anche realizzata una campagna di rilievo volta a monitorare la presenza e la quantità del legno morto nonché dei microhabitats presenti su alberi vivi secondo i più innovativi sistemi di classificazione definiti a scala europea.



I risultati del monitoraggio di tutte queste componenti dell'ecosistema foresta rappresentano, da una parte, una valida base per comprendere come i cambiamenti climatici ne influenzino il comportamento e, dall'altra, costituiscono un supporto per la definizione di modalità di gestione adattativa delle foreste ai cambiamenti climatici in atto.

### ***Multidisciplinary monitoring to support forest planning and adaptive forest management***

**Keywords:** adaptive forest management; AforClimate; forest planning; phenology; biodiversity.

Although forest ecosystems are able to adapt to climate change, human interventions are necessary to address the adaptation in anthropized environments, as Mediterranean area, in order to improve the forest resilience and adaptation, minimizing the impacts provoked by climate change.

For this reason, the definition of new strategies of forest management is strongly required. In this contest, the project Life AForClimate - Adaption of FORest management to CLIMATE variability: an ecological approach – (LIFE15 CCA/IT/000089), aims to define an innovative approach to forest planning and management, in order to improve adaptation of forests to climate change.

The project foresees a monitoring system that foster to schedule silvicultural interventions enable to optimize the timber production and, at the same time, to guarantee the conservation of biodiversity and sustainability of forest management. The monitoring activities focus on the description of forest stand structure, the cambium and leaf phenological activities, the saproxylic beetles fauna and microhabitats.

Study areas are located in beech (*Fagus sylvatica* L.) forests, along the Apennines Mountains in Tuscany, Molise and Sicily regions, between 800 and 1800 m a.s.l..

The Molise study area is located in Roccamandolfi (IS), in the eastern part of Matese Mountain. Field survey are carried out using Field-Map in 60 circular plots (530 square meters) located on two altitudinal zones (high and low) and two geographic exposures (South and North) according to systematic tessellation sampling.

The forest data collected are the circumference of trunk at breast height, the tree height, the crown projection and the spatial position of each trees which will support the evaluation of the impact that forestry interventions will have in terms of competition and growing stock. Since spring 2018, a weekly monitoring of phenological activities is also started. At same time, the monitoring of saproxylic beetles started using 60 windows traps, one for each plot. These observations will support the study of relationships between the entomofauna and forest components, and will contribute to assess the biodiversity conservation of forest, considering the IUCN red list.

In addition, information about the occurrence and abundance of deadwood and tree-related microhabitats will be investigated.

The expected results represent from one hand a valid tool to understand the forest responses to climate change and on the other hand provide information to support adaptive forest management.

\*\*\*

### **SP (9). 02 Metodi fotografici digitali per la caratterizzazione di attributi fogliari in specie di latifoglie arboree**

Francesco Chianucci, Carlotta Ferrara, Martina Pollastrini, Piermaria Corona

**Parole chiave:** ottica fogliare; tratti fogliari funzionali; riflettanza fogliare; morfologia fogliare; fisiologia fogliare.

Con il termine di tratti funzionali (functional traits) si intendono le espressioni di caratteristiche eco-fisiologiche e morfologiche da parte delle piante come adattamento all'ambiente. Tra questi, molto interesse è rivestito dai tratti fogliari, dal momento che le foglie rappresentano l'interfaccia attiva tra pianta ed atmosfera, e le loro variazioni hanno pertanto ripercussioni sulla capacità fotosintetica e la produttività delle piante. Tuttavia, la caratterizzazione in situ dei tratti fogliari in specie arboree è complicata dai costi della strumentazione, dalla difficoltà delle misure in specie arboree, dalla distruttività delle misure e dall'onerosità dei rilievi in termini di tempi e costi.



In questo studio sono state sviluppate alcune metodologie alternative basate su fotografia digitale per poter caratterizzare in situ una serie di attributi fogliari in maniera rapida, economica, robusta e efficiente. Tali metodologie fotografiche sono state testate in cinque specie di latifoglie arboree (*Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Tilia platyphyllos*, *Weigelia florida*). I differenti approcci fotografici hanno permesso di stimare sia tratti fogliari di tipo morfologico (leaf area), che sono stati validati con misure dirette condotte con un leaf area meter, sia tratti fogliari di tipo fisiologico (riflettanza fogliare nel visibile, architettura del sistema vascolare fogliare), i cui valori sono risultati in linea con dati pubblicati da precedenti studi.

Sulla base dei risultati, è possibile concludere come l'uso della fotografia digitale permette di ottenere stime robuste, a basso costo e di relativa semplicità, potendo prevedere l'uso di tale strumento per il monitoraggio dei tratti fogliari e per protocolli di ricerca a lungo termine.

### ***Combined optical low-cost digital photographic methods to characterize leaf traits in broadleaved tree species***

**Keywords:** leaf optics; functional leaf traits; leaf reflectance; foliar morphology; foliar physiology.

Plants display a large number of traits which are reflected in physiological and ecological functions (functional traits). Leaf traits are amongst the most important functional traits, since leaves are the primary drivers of light interception and photosynthesis within plant canopies. However, a great challenge in measuring leaf traits in the field is that direct methods are limited by the cost of the instruments, the time and work required by field sampling, and the destructivity of direct measurements. As alternative to direct measurements, we developed a methodology to estimate a suite of leaf traits using different digital photographic approaches, with the intimate aim to develop a rapid, robust and cheap protocol for leaf measurements under standard conditions in the field. The proposed digital photographic approaches were tested in five broadleaved tree species (*Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Tilia platyphyllos*, *Weigelia florida*). The method allowed to estimate either morphological foliar traits (leaf area), which have been successfully calibrated with direct measurements conducted with a leaf area meter, either physiological foliar traits (leaf reflectance in Red, Green and Blue bands; leaf venation attributes), which agreed with previously published studies and datasets.

Based on the results, we demonstrated that digital photography can be an effective tool to obtain fast, cheap and reliable estimates of leaf traits in broadleaved trees, being highly suitable for use in long term research and monitoring programs.

\*\*\*

### **SP (9). 03 Dataset multitemporale di dati ottici e strutturali per la gestione sostenibile di boschi cedui di latifoglie in regioni a clima temperato e mediterraneo**

Francesco Chianucci, Carlotta Ferrara, Clara Tattoni, Duccio Rocchini, Giada Bertini, Gianfranco Fabbio, Piermaria Corona, Andrea Cutini

**Parole chiave:** Indice di Area Fogliare; gap fraction; gestione a ceduo, tesi selvicolturali, pasciona.

I boschi cedui caratterizzano il paesaggio forestale Mediterraneo. I cedui venivano tradizionalmente utilizzati come fonte di legna da ardere fino alla seconda metà del XIX secolo. Da allora, i cambiamenti economici e sociali avvenuti negli ultimi decenni hanno sostenuto la conversione diffusa di molti cedui in foreste ad alto fusto, una situazione molto comune in molti paesi europei. Dato il tempo necessario per completare il processo di conversione, sono necessari dati a lungo termine per definire strategie di gestione forestali appropriate per questa forma di governo. Opzioni alternative di gestione forestale sostenibile dovrebbero essere sviluppate e testate per la gestione dei boschi cedui, al fine di assicurare il contributo delle foreste per la conservazione della loro salute, la produzione di prodotti legnosi e non, la conservazione della biodiversità e il mantenimento della funzionalità ecologica, considerando anche le attuali condizioni socio-economiche e climatiche in continua evoluzione. Tuttavia, i dataset di lungo periodo sono disponibili principalmente nelle foreste boreali e australi, mentre sono molto scarsi nelle foreste temperate e mediterranee, e in particolare nei boschi cedui.





Nell'ambito del Progetto LIFE FutureForCoppiceS ([www.futureforcoppices.eu](http://www.futureforcoppices.eu)) sono stati raccolti dati di lungo termine relativi alla struttura e all'architettura della chioma in protocolli di monitoraggio realizzati negli anni '70 per valutare l'effetto del trattamento selvicolturale in boschi cedui rappresentativi delle tre più diffuse foreste di latifoglie temperate e mediterranee foreste decidue di termofili dominate dal cerro (*Quercus cerris* L.), foreste di faggio montano (*Fagus sylvatica* L.), e foreste sempreverdi di latifoglie dominate da leccio (*Quercus ilex* L.). Le misure nel tempo sono state effettuate su lotti permanenti stabiliti a lungo termine in Toscana e in Sardegna. L'obiettivo principale di questo progetto è dimostrare l'effetto delle diverse opzioni di gestione a ceduo sui criteri e sugli indicatori (C&I) di gestione forestale sostenibile (GFS). In particolare, i criteri e gli indicatori relativi ad una gestione forestale sostenibile si riferiscono qui a:

- (i) il contributo della gestione del bosco al ciclo del carbonio;
- (ii) la salute e vitalità della foresta;
- (iii) i prodotti forestali legnosi e non;
- (iv) la diversità dell'ecosistema (componenti arboree e non);
- (v) il ruolo protettivo delle foreste;
- (vi) le funzioni socio-economiche derivanti dal settore forestale.

Allo scopo, sono stati selezionati 18 plot per la loro concomitante disponibilità di dati strutturali e ottici. Rilievi inventariali periodici sono stati eseguiti nei plot considerati per quantificare la struttura dei popolamenti (densità, area basimetrica, diametro medio, altezza media). Inoltre, ogni anno sono state eseguite misure di produzione di lettiera e la sua composizione (lettiera fogliare, legnosa, produzione di seme) e caratterizzazione degli attributi della copertura tramite misure ottiche utilizzando il LAI-2000 Plant Canopy Analyzer (PCA, LI-COR Inc. Lincoln, NE, USA). Tale dataset può essere utilizzato a scala locale, regionale e nazionale, per molteplici scopi, tra cui studi comparativi sull'architettura delle chiome, calibrazione di indici di vegetazione telerilevati e modelli di riflettanza in aree forestali, nonché la valutazione dell'influenza della diversa gestione forestale a ceduo per le specie considerate.

### ***A multi-temporal dataset of optical and structural data in temperate and Mediterranean broadleaved coppice forests***

**Keywords:** Leaf Area Index; canopy gap fraction, coppice management, silvicultural trials, seed production.

Coppices characterize the forest landscape of the five EU Mediterranean countries over about 8.5 million hectares. Coppices were usually used as a source of firewood until the second half of the 19th century. Since then, economic and social changes occurred in the last decades have supported both widespread coppice abandonment and their conversion into high forests, a situation very common in many European countries. Given the long-time required for achieving conversion, long-term data are required to define appropriate management strategies in these forests. Sustainable alternative forest management options should be developed and tested in coppice forests, in order to ensure the contribution of coppice management for the preservation of the forest health, the wood production, the conservation of biodiversity and the maintenance of ecological functionality, also considering the current changing socio-economic and climate conditions. Accurate in situ quantification of both structural and optical canopy attributes are also required for the parameterization of forest reflectance models. However, in situ datasets are mainly available in boreal forests and austral forests, while comparable dataset in temperate and Mediterranean forests are scarce.

In the framework of the LIFE Project FutureForCoppiceS ([www.futureforcoppices.eu](http://www.futureforcoppices.eu)) we compiled a dataset of long-term optical and structural data in forest stands representative of three most diffuse temperate and Mediterranean broadleaved forests, under different coppice management regime. The main aim of this project is to demonstrate the effect of different management options on Sustainable Forest Management (SFM) Criteria and Indicators (C&I) in temperate broadleaved coppice forests. In particular, the SFM Criteria and Indicators refers here to:

- (i) the contribution of coppice management to the carbon cycle;
- (ii) the forest health and vitality;
- (iii) the wood and non-wood forest products;
- (iv) the ecosystem diversity (tree and non-tree components);
- (v) the protective role of forests;



(vi) the socio-economic functions in the forestry sector.

For the purpose of the present research, we selected 18 plots to be included in the dataset due to the concurrent availability of structural and optical data, being representative of three most commonly diffused European Forest Types (EFT): thermophilous deciduous forests dominated by Turkey oak (*Quercus cerris* L.) (EFT 8.2), mountainous beech (*Fagus sylvatica* L.) forests (EFT 7.3), evergreen broadleaved forests dominated by Holm oak (*Quercus ilex* L.) (EFT 9.1). The measurements have been taken at long term permanent plots established in Tuscany (Central Italy) and Sardinia (Southern Italy). Forest inventory data belong to long-term silvicultural trials established since the 70s to monitor the evolution of coppice stands under different management regimes. Periodic forest inventory was performed in these plots to measure stand variables (stand density, basal area, mean diameter, mean height). Litterfall production and its partitioning (leaf, woody, seed production) and optical canopy measurements using the LAI-2000 Plant Canopy Analyzer (PCA; LI-COR Inc. Lincoln, NE, USA) were also performed every year in these plots. The data can be used for multiple purposes, at local, regional, national and supra-national European level, including comparative canopy studies, calibration of remotely-sensed vegetation indices as well as forest reflectance models, and the evaluation of the influence of forest management in these forest types.

\*\*\*

#### **SP (9). 04 La variabilità del clima nella pianificazione della gestione forestale: il progetto LIFE AforClimate**

Ugo Chiavetta, Fabrizio D'Aprile, Cristina Monteverdi, Gianluigi Mazza, Manuela Plutino, Roberta Proietti, Marcello Miozzo, Stefano Bracciotti, Vittorio Garfi, Marco Marchetti, Serena Antonucci, Giovanni Santopuoli, Donato Salvatore La Mela Veca, Sebastiano Sferlazza, Federico Maetzke, Tommaso La Mantia, Paolo Mori, Luigi Torreggiani, Stefano Manni, Maria Ronconi, Nicolina Del Bianco, Olimpia Campo, Giovanni Antinoro

**Parole chiave:** pianificazione della gestione forestale; monitoraggio climatico; adattamento ai cambiamenti climatici; faggete.

Precedenti esperienze di ricerca hanno dimostrato che la variabilità del clima può giocare un ruolo rilevante nella pianificazione della gestione forestale in uno scenario di cambiamenti climatici. Nella pianificazione e gestione forestale le tavole alsometriche, le classi di fertilità, le classi di età ed i tassi di incremento sono alcuni dei parametri e degli strumenti più frequentemente usati. Tuttavia, questi metodi "tradizionali" non includono l'influenza della variabilità del clima sugli accrescimenti forestali nel tempo sebbene essa sia uno dei principali fattori di influenza nella crescita degli alberi. I cambiamenti del clima determinano dei cambiamenti nei regimi termo-pluviometrici che spesso influenzano marcatamente gli andamenti degli accrescimenti forestali. Le biomasse forestali, la resilienza e il sequestro di carbonio possono subire significativi effetti negativi in assenza di un approccio che implementi le relazioni tra la variabilità del clima e la crescita degli alberi come strumento ordinario di pianificazione e gestione forestale. Il progetto Life AForClimate (Adaption of FOREst management to CLIMATE variability: an ecological approach - LIFE15 CCA/IT/000089) ha l'obiettivo di adeguare ai cambiamenti climatici la gestione forestale definendo un metodo efficace per la stima degli impatti della variabilità del clima sulla crescita del bosco. In questo, AForClimate mira a gestire le foreste in modo da conservarne la resilienza, favorirne la rinnovazione naturale e distribuire i prelievi legnosi in periodi con condizioni climatiche favorevoli all'accrescimento. Il progetto ha come target i boschi di faggio data la loro importanza economica ed ecologica a livello europeo. In Europa ci sono circa 15 milioni di ettari di faggete che crescono principalmente in aree montane dell'Europa centrale e meridionale, dal livello del mare fino a 1.800 m di altitudine.

I risultati attesi del progetto sono:

- (i) adattare ai cambiamenti climatici la gestione forestale nelle aree del progetto;
- (ii) elaborare un modello previsionale dettagliato per la gestione forestale che prenda in considerazione la variabilità climatica nel tempo;
- (iii) sviluppare uno schema di monitoraggio per valutare, alla fine del progetto, gli impatti dell'approccio alla gestione in termini di crescita del bosco e di rinnovazione;



- (iv) mettere a punto un prototipo di Sistema di Supporto alle Decisioni per pianificare la gestione forestale in uno scenario di cambiamenti climatici.

L'applicabilità del progetto sarà dimostrata in tre regioni italiane (Molise, Sicilia e Toscana) grazie al supporto di tre partner territoriali responsabili della gestione nelle rispettive aree di competenza: Regione Molise, Regione Sicilia e Unione Montana dei Comuni del Mugello.

### ***Climate variability in forest management planning: The LIFE AForClimate project***

**Keywords:** forest management planning; climate monitoring; climate change adaptation; beech forest.

Previous research experiences have shown that climate variability can play a relevant role in forest planning and management within a climate change scenario. In forest planning and management, yield tables, site quality indices, age classes, and rates of growth are some of the most frequently used parameters and tools. However, these 'traditional' methods do not include the influence of climate variability on forest growth over time, although it is one of the main influencing factors in tree growth. Changes in climate determine changes in thermo-pluviometric regimes that often have a marked influence on forest growth trends. Forest biomass, resilience, and carbon sequestration may be damaged unless forest planning and management implement the relationships between climate variability and trends of tree growth.

The absence of an approach that implements the relationships between climate variability and tree growth as an ordinary tool for forest planning and management can have significant negative effects on forest biomass, resilience and carbon sequestration.

The project AForClimate (Adaption of FOREst management to CLIMATE variability: an ecological approach - LIFE15 CCA/IT/000089) aims to adapt forest management to climate change by defining an effective method for estimating the impacts of climate variability on growth of the forest. In this, AForClimate aims to manage forests in order to preserve their resilience, promote their natural renewal and distribute the wood mass harvested over periods with climatic conditions favourable to growth.

The project targets beech ecosystems given their economic and ecological importance at European level. In Europe there are about 15 million hectares of beech forests that grow mainly in mountain areas of central and southern Europe, from sea level up to 1,800 m altitude.

The expected results of the project are:

- (i) adapt forest management to climate change in the project areas;
- (ii) develop a detailed forecasting model for forest management that takes into account climate variability over time;
- (iii) build a monitoring scheme to assess, at the end of the project, the impacts of the management approach in terms of forest growth and regeneration;
- (iv) elaborate a prototype of Decision Support System to plan forest management in a climate change scenario.

The project feasibility will be demonstrated in three Italian regions (Molise, Sicily, and Tuscany) thanks to the support of three territorial partners responsible for management in their respective areas of competence: Molise Region, Sicily Region, and Mountain Union of the Mugello Municipalities.

\*\*\*

### **SP (9). 05 Sviluppo di un primo nucleo di Sistema Informativo Forestale per il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise**

Mario Colónico, Alessandro Alivernini, Walter Mattioli, Luigi Portoghesi

**Parole chiave:** aree protette; gestione forestale; accessibilità forestale, Sisteema Informativo Forestale.

I Piani di assestamento forestale contengono molte informazioni su singole proprietà che i moderni strumenti di archiviazione spazializzata consentono di raccogliere, organizzare e gestire a scala vasta. Queste informazioni sono essenziali per rendere più efficiente la gestione forestale e la pianificazione strategica in



comprensori omogenei dal punto di vista ambientale o amministrativo, come, ad esempio, le aree protette di maggiori dimensioni. A tal fine è stato sviluppato un primo nucleo di Sistema Informativo Forestale (SIF) per il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (PNALM) basato in primo luogo sui dati presenti nei Piani di assestamento forestale di sei Comuni localizzati nel cuore dell'area protetta. Sono state digitalizzate 548 particelle forestali a cui sono stati associati i dati topografici e dendrometrici, le principali prescrizioni selvicolturali ed i dati storici relativi alle passate utilizzazioni. Dalle informazioni associate alle particelle forestali sono stati ricavati dati statistici e strati informativi come, a esempio, la carta della provvigione legnosa, e la carta degli interventi selvicolturali distinti per tipo di bosco, che aiutano a comprendere quali sono nel complesso del territorio esaminato le condizioni dei boschi, in particolare di quelli destinati alla funzione di produzione legnosa. Si è poi proceduto all'ampliamento del database con la determinazione per le particelle forestali, mediante analisi spaziale GIS, dell'attributo grado di accessibilità, caratteristica di primaria importanza per molte scelte e decisioni operative di gestione forestale. La metodologia applicata fa riferimento a Tobler (1993) e Corona et al. (2010). Le particelle forestali sono state infine raggruppate in classi di accessibilità in funzione della percentuale della superficie topografica che risulta accessibile secondo la definizione di Hippoliti (1997). La rete stradale forestale si compone di 564 percorsi distinti in funzione della percorribilità con i mezzi meccanici. L'indice di densità media della rete viaria forestale è risultato soddisfacente: il 48,9% delle particelle è risultato ben accessibile, il 33,6% poco accessibile ed il 17,5% non accessibile. I valori migliori riguardano i boschi del Comune di Pescasseroli, mentre i più bassi si rinvencono nel Comune di Villavallelonga. Inoltre, il 63,2% delle particelle classificate come "produttive" è risultato ben accessibile, mentre per quelle inserite dal Piano del Parco in zona A (Riserva Integrale), si riscontra un valore di accessibilità pari al 38,5%. Questi risultati hanno consentito alcune riflessioni sulle modalità di utilizzazione forestale applicate nel Parco e sul ruolo che la viabilità forestale può svolgere nelle zone di maggior valore naturalistico. In vista dell'estensione del SIF all'intero territorio del Parco, va evidenziato il ruolo dei Piani di Assestamento: essi hanno fornito le informazioni per strutturare il Sistema e saranno tra i primi beneficiari delle informazioni che si andranno accumulando nel tempo; ma ad essi spetterà l'onere di tenere aggiornati con continuità i dati sulle particelle forestali che consentiranno di seguire l'evoluzione nel tempo dei boschi del Parco.

### ***First step towards the development of a Forest Management Information System for the National Park of Abruzzo, Lazio e Molise***

**Keywords:** protected areas; forest management planning; forest accessibility; Forest Information System.

Forest management plans contain a lot of information about individual properties that modern spatialized storage tools allow to collect, organize and manage on a large scale. This information is essential to make strategic forest management planning more efficient in homogeneous areas from an environmental or administrative point of view, such as, for example, larger protected areas. To this end, a first nucleus of Forest Information System (SIF) was developed for the National Park of Abruzzo, Lazio and Molise (PNALM) based primarily on the data present in the management plans of six municipal forest properties located in the heart of the protected area. 548 forest compartments were digitized to which topographic and dendrometric data, main silvicultural treatments and historical data related to past uses were associated. From the database statistical data and information layers have been obtained as, for example, the map of growing stock and the map of silvicultural systems distinguishing forest types, which help to understand the state of forests in the study area in particular those destined for wood production. The database of SIF was then expanded with the determination, through GIS spatial analysis, of the degree of accessibility for each compartment, a feature of primary importance for many forest management decisions. The applied methodology refers to Tobler (1993) and Corona et al. (2010). The forest compartments were finally grouped into accessibility classes according to the percentage of the topographic surface that is accessible according to the definition of Hippoliti (1997). The forest road network consists of 564 distinct routes depending on the practicability with mechanical means. The average density index of the forest road network was satisfactory: 48.9% of the compartments were well accessible, 33.6% not very accessible and 17.5% not accessible. The best values concerned the woods of the Municipality of Pescasseroli, while the lowest are found in the Municipality of Villavallelonga. In addition, 63.2% of the compartments classified as "productive" was well accessible, while for those included by the Park Plan in zone A (Integral Reserve), there was an accessibility value of 38.5%.





These results allowed some reflections on the logging systems applied in the Park and on the role that forest road network can play in areas of greater naturalistic value. In view of the extension of the SIF to the entire territory of the Park, the role of the Forest Management Plans should be highlighted: they have provided information to structure the Information System and will be among the first beneficiaries of the information that will accumulate over time; but it will be up to them to keep the data on the forest compartments continuously updated, which will allow to follow the evolution of the Park's forests over time.

\*\*\*

### **SP (9). 06 Dati multispettrali Sentinel-2 per la mappatura e la caratterizzazione dei tagli boschivi in Piemonte: una proposta metodologica**

Samuele De Petris, Roberta Berretti, Elisa Guiot, Fabio Giannetti, Renzo Motta, Enrico Borgogno-Mondino

**Parole chiave:** rilievo tagliate; tagli illegali; Sentinel-2; boschi Piemonte; utilizzazioni boschive.

L'esperienza proposta in questo lavoro è stata sviluppata per verificare se e come le immagini satellitari multispettrali Sentinel-2 A/B (S2), possano entrare nell'ordinario flusso di lavoro dell'amministrazione forestale regionale piemontese ipotizzandone un loro utilizzo istituzionale. L'esigenza prioritaria è quella del monitoraggio, a scala regionale, delle variazioni di copertura forestale con cadenza minima annuale. L'azione di monitoraggio risponde ad un duplice obiettivo: individuazione dei potenziali tagli boschivi difformi ai sensi del Regolamento Forestale e quantificazione della loro intensità in un'ottica comune di ottimizzazione dei controlli effettuati dai Carabinieri Forestali (CF). Per il seguente caso studio sono state utilizzate due immagini S2, calibrate in valori di riflettanza al suolo, acquisite in corrispondenza del teorico momento di massima attività vegetativa delle superfici forestali che, alle nostre latitudini, corrispondenti ai mesi di agosto per le stagioni di taglio 2016-17. L'area di studio si estende su una porzione della val Tanaro (CN) di circa 95 km<sup>2</sup>. Per isolare le sole zone boscate a norma di legge è stata usata come maschera la Carta forestale del Piemonte aggiornata al 2016. Al fine di isolare la sola componente vegetata ad alto vigore nel momento osservato, si è generata una mappa di NDVI del 2016 filtrando le celle con valore di indice superiore a 0.6. In questa fase preliminare, tre aree autorizzate al taglio sono state riconosciute e perimetrare fotointerpretando l'ortofoto satellitare a colori reali ad alta risoluzione disponibile in Google Earth (aggiornata al 2018). I poligoni di perimetrazione risultanti sono stati utilizzati come riferimento per le successive elaborazioni. In corrispondenza di ciascuno di essi, mediante statistica zonale, si sono derivate le firme spettrali medie sia dall'immagine multispettrale precedente il taglio (2016) che da quella successiva (2017), esplorando la regione dello spettro tra 443 e 2190 nm. Queste sono state confrontate per differenza (dopo il taglio – prima del taglio) banda per banda, ottenendo una curva di riferimento il cui sviluppo definisce un caratteristico andamento indicativo dell'avvenuta variazione di copertura con valori moderatamente positivi nella regione del visibile (VIS), negativi in quella del vicino infrarosso (NIR), e fortemente positivi in quella degli infrarossi medi (SWIR). Si è quindi operata una differenza matriciale,  $D(x,y,i)$ , banda per banda, tra due immagini (agosto 2017 – agosto 2016). Poiché l'assunto iniziale è quello di operare non già per pixel ma per area,  $D(x,y,i)$  è stata preventivamente sottoposta a segmentazione utilizzando il software *Orfeo ToolBox v. 6.4.0* utilizzando un operatore locale di raggio 5 pixel S2. Per ogni poligono segmentato si è poi proceduto al calcolo delle corrispondenti statistiche zonali di media ( $m_{Di}$ ) e deviazione standard ( $s_{Di}$ ) per banda (i) dei pixel in essi contenuti ed appartenenti a  $D(x,y,i)$ . I poligoni sono stati successivamente sottoposti a classificazione automatica *k-means* a 10 cluster, utilizzando come discriminante di cluster unicamente  $m_{Di}$ . Per l'interpretazione del significato dei *cluster* la corrispondente firma media delle differenze è stata confrontata con quella di riferimento precedentemente definita escludendo quei *cluster* in cui, nelle macro regioni spettrali, non si verificasse la condizione  $VIS > 0$  AND  $NIR < 0$  AND  $SWIR > 0$  richiesta affinché il poligono potesse rispondere alla condizione di taglio. Per i restanti *cluster* si è proceduto al calcolo del coefficiente di correlazione di Pearson (R) tra la firma media del poligono e quella di riferimento. Il valore di R, archiviato



come nuovo attributo dei poligoni precedentemente filtrati, permette di stabilire una priorità dei controlli, intendendo come aree più probabili ad essere state interessate dal taglio quelle con i valori di R più alti ( $R > 0.9$ ). Al fine di derivare informazioni circa l'intensità dei tagli, per ogni poligono sono state calcolate nuove statistiche zonali di media ( $m_{ndvi17}$ ) e deviazione standard ( $s_{ndvi17}$ ) questa volta dedotte dalla mappa NDVI del 2017. La deviazione standard è stata assunta come predittore dell'intensità degli interventi con questa chiave interpretativa: bassi valori di  $s_{ndvi17}$  corrispondono a condizioni di maggiore omogeneità della superficie, suggerendo un prelievo imputabile a tagli di maturità o tagli di ceduzione. Alti valori di  $s_{ndvi17}$  corrispondono a condizioni di maggiore eterogeneità della superficie suggerendo un prelievo, tendenzialmente minore, imputabile a tagli intercalari. Sulla base dell'indicazione della specie principale e secondaria e della tipologia di taglio effettuato, le autorizzazioni di taglio sono state categorizzate all'interno di 7 tipi funzionali:

- (i) taglio di ceduzione in latifolia pura;
- (ii) taglio di maturità in latifolia pura;
- (iii) taglio intercalare in latifolia pura;
- (iv) taglio di maturità in conifera pura;
- (v) tagli intercalari in conifera pura;
- (vi) taglio di maturità in boschi misti;
- (vii) taglio intercalare in boschi misti.

Futuri sviluppi sono auspicabili per validare in quale tipo funzionale questo flusso di lavoro mostra i migliori risultati. In prospettiva, la metodologia proposta consentirà di standardizzare il monitoraggio delle utilizzazioni boschive e di migliorarne l'efficacia, passando da un controllo su aree campione (ad oggi circa il 5% delle istanze) ad un controllo sull'intera superficie boscata regionale concentrando i controlli prioritariamente sulle aree così rilevate.

#### ***Detection and characterization forest harvesting in piedmont trough Sentinel-2 imagery : a methodological propose***

This work has been developed to verify if and how Sentinel-2 A / B (S2) multispectral satellite images can enter, like institutional use, the ordinary workflow of the piedmont regional forest administration. The priority is detect, at the regional scale, changes in forest cover at least every year with two objective: identification of potential forest cuts area not according to Forestry Regulation and quantifying their intensity to direct forest police controls. For the following case study two S2 images were used, calibrated at ground reflectance values, acquired at the maximum vegetative activity of the forest surfaces, correspond to the months of August for the seasons 2016 -17. The study area cover a portion of Val Tanaro (CN) of about 95 km<sup>2</sup>. To isolate the wooded areas, the Piedmont Forestry Map was used as a mask. In order to isolate the only highly vigorous vegetative component at the moment observed, a 2016 NDVI map was generated using a threshold equal to 0.6. In this preliminary phase, three cutting areas authorized were recognized and bordered by interpreting the high resolution real-color satellite orthophotos available in Google Earth (updated to 2018). The resulting polygons were used as reference for subsequent processing. At each, by means of zonal statistics, average spectral signatures were derived from both the multispectral image preceding the cut (2016) and the subsequent (2017), exploring the region of the spectrum between 443 and 2190 nm. These were compared for difference (after cutting - before cutting) band by band, obtaining a reference curve with a characteristic trend resulting by cover change with moderately positive values in the visible region (VIS), negative in the near infrared (NIR), and strongly positive in the shortwave infrared (SWIR). Then a matrix difference was made,  $D(x, y, i)$ , band by band, between two images (August 2017 - August 2016). The assumption is to operate not by pixel but by area,  $D(x, y, i)$  has been previously segmented by *Orfeo ToolBox software v. 6.4.0* using a local operator with a 5 pixels S2 radius. For each segmented polygon we calculated corresponding zonal statistics like mean ( $\mu_{Di}$ ) and standard deviation ( $\sigma_{Di}$ ) for each band (i) of the pixels contained in the polygons and belong to  $D(x, y, i)$ . The polygons were subsequently subjected to 10-cluster automatic *k-means* classification, using only  $\mu_{Di}$  as the cluster discriminant. To assesses clusters



interpretation mean signature of differences was compared with the reference one previously defined excluding those clusters in which, in the spectral macro regions, the required condition  $VIS > 0$  AND  $NIR < 0$  AND  $SWIR > 0$  did not occur for the cutting condition polygon. For the remaining clusters, the Pearson correlation coefficient (R) was calculated between the average polygon signature and the reference one. The value of R, stored as a new attribute of the previously filtered polygons, makes it possible to establish a priority of the controls, meaning that the areas with the highest R values ( $R > 0.9$ ) are the most likely areas to be affected by cut. In order to derive information about the intensity of the cuts, for each polygon new zonal statistics ,average ( $\mu_{ndvi17}$ ) and standard deviation ( $\sigma_{ndvi17}$ ), were calculated from 2017 NDVI map. The standard deviation was assumed as proxy of intensity of the with this interpretative key: low values of  $\sigma_{ndvi17}$  correspond to conditions of greater homogeneity surface, suggesting a clearcut. High values of  $\sigma_{ndvi17}$  correspond to conditions of greater heterogeneity surface suggesting a minor cut like partial harvesting. On the base of the main and secondary species and the type of cut performed, the cutting authorizations have been categorized into 7 functional types:

- (i) cutting in pure broadleaf stands;
- (ii) maturity cutting in pure broadleaf stands;
- (iii) partial harvesting in pure broadleaf stands ;
- (iv) maturity cutting in pure conifer ;
- (v) Partial harvesting in pure conifer ;
- (vi) maturity cutting in mixed woods ;
- (vii) partial harvesting in mixed woods.

Future developments are desirable to validate in what functional type this workflow shows the best results. The proposed methodology will allow to standardize the forest harvesting monitoring to improve its effectiveness, moving from a control by sample areas (currently about 5% of the requests) to entire regional control on the wooded area concentrating priority on the areas thus detected by previous mentioned method.

\*\*\*

### **SP (9). 07 Monitoraggio della differenza dei trend di crescita nelle foreste di *Fagus sylvatica* della rete italiana ICP-Forests**

Carlotta Ferrara, Maurizio Marchi, Gianfranco Fabbio, Giada Bertini, Maurizio Piovosi, Silvano Fares, Luca Salvati

**Parole chiave:** monitoraggio forestale; cambiamento climatico; dendrometri; crescita diametrica; crescita bimodale.

Una adeguata conoscenza delle relazioni di accrescimento-clima a lungo termine rappresenta un passo fondamentale per bilanciare le future strategie di gestione forestale e affrontare sia gli effetti dei cambiamenti climatici sia i disturbi legati all'uomo. A questo scopo, una rete di monitoraggio adeguata può fornire informazioni molto utili sulla risposta delle foreste nella variabilità annuale dei gradienti latitudinali e altitudinali e dei periodi di crescita. L'uso di dendrometri nel monitoraggio delle foreste è stato spesso correlato alla disponibilità di acqua e alle fluttuazioni del fusto. Più recentemente, questi strumenti ad alta risoluzione hanno iniziato a essere utilizzati per stimare la tendenza annuale di accrescimento bimodale delle specie forestali nell'area mediterranea e valutare implicazioni sulla formazione del legno ed errori possibili con un approccio di analisi più convenzionale.

Nel lavoro si riportano i risultati relativi al monitoraggio dell'accrescimento del faggio (*Fagus sylvatica* L.), specie sensibile al cambiamento climatico, in otto siti distribuiti nel gradiente latitudinale della penisola italiana. La ricerca si basa su una serie temporale di cinque anni della rete ICP-Forests di livello II (rete intensiva) ed ha l'obiettivo di contribuire alla conoscenza e alla esplorazione delle relazioni tra i fattori ambientali e le condizioni forestali. ICP-Forests è una rete europea di monitoraggio sperimentale istituita nel 1985 nell'ambito della convenzione della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza. Una delle caratteristiche principali della rete



ICP è la disponibilità di dati meteorologici locali. La specie è stata monitorata su un campione di 15 alberi dominanti per area. Su ogni sito, i dati dei dendrometri e delle stazioni meteorologiche sono stati raccolti ogni 15 giorni dai servizi forestali locali. Sono state considerate nell'analisi tre variabili climatiche principali: temperatura dell'aria, umidità relativa e precipitazione totale. Il monitoraggio con i dendrometri ha prodotto una risoluzione temporale elevata. Si sono così valutate la dinamica di accrescimento stagionale del fusto e la risposta dell'albero alle variazioni ambientali. Sono stati usati modelli misti additivi generalizzati (GAMM) per adattare l'accrescimento inter-annuale individuale, analizzando l'andamento nel tempo dell'incremento radiale. I GAMM consentono una modellizzazione flessibile degli andamenti non lineari nella variabile di risposta, utilizzando una somma di funzioni di interpolazione delle covariate coinvolte e della variabile casuale. I risultati derivanti dalla modellazione GAMM sono stati poi confrontati con il clima locale per determinare se si fosse verificata un tipo di accrescimento unimodale o bimodale. Inoltre, sono stati applicati diversi scenari di cambiamento climatico per prevedere sviluppo e risposte future delle specie, per ciascun sito considerato. Infine, un'analisi di clustering gerarchico è stata utilizzata per valutare la vicinanza climatica tra i siti e per prevedere le traiettorie climatiche. In un contesto ambientale in continua evoluzione, l'analisi della risposta delle foreste al clima è funzionale alla gestione sostenibile delle foreste. A questo proposito, serie temporali a lungo termine ad alta risoluzione temporale sono necessarie per rappresentare l'evoluzione della relazione della dinamica tra crescita e condizioni climatiche, e fondamentali per valutare entrambi i processi e le risposte delle specie forestali ai cambiamenti climatici.

### ***Tracking the difference of growth trends in *Fagus sylvatica* trees at the Italian ICP-Forests level II network***

**Keywords:** forest monitoring; climate change; dendrometer; stem growth; bimodal growth.

An adequate knowledge of long-term climate-growth relationships represents a fundamental step to balance future forest management strategies and to deal with both climate change effects and human-related disturbances. In this respect, an extensive monitoring network may give valuable information about tree responses across the annual variability of both latitudinal and altitudinal gradients and growth periods. The use of dendrometers in forest monitoring has been often related to water availability and stem fluctuations. More recently, these high-resolution tools have started to be used also for estimating the annual bimodal growth trend of forest species in the Mediterranean area, as well as for evaluating implications on wood formation and biases, possible under a more conventional analysis approach.

In this work, European beech (*Fagus sylvatica* L.) was monitored across eight sites distributed along the Italian peninsula. This species is one of the most widespread across the Italian territory and it is characterized by high sensitivity to changing climate condition. The main aim of the obtained results, derived from a 5-year monitoring time series for the Italian ICP-Forests Level II network (i. e. the intensive network), is to explore and improve the knowledge of the relationships between environmental factors and forest condition. ICP-Forests is a European experimental monitoring network that was established under the Convention on Long-range Trans-boundary Air Pollution (CLRTAP) of the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), in 1985. One of the main features of the ICP-Forests network is the availability of local meteorological data provided by a station located at or close to each ICP-Forests plot. Fifteen dominant trees per site were sampled. At each considered site, dendrometers and daily climate data were collected every 15 days by local Forest services. In particular, three main climatic variables were taken into account in the analysis, namely air temperature, relative humidity and total rainfall. Dendrometers monitoring provided a high temporal resolution in the assessment of stem seasonal dynamics, as well as tree growth response to environmental variations. Generalized Additive Mixed Models (GAMMs) were used to fit tree-level inter-annual growth with tree identity as a random factor, investigating the patterns in the radial increment data. GAMMs allow a flexible modelling of non-linear patterns in the response variable, by using a sum of smoothing functions of the involved covariates and the random variable. GAMM fitting was then compared to local climate conditions in order to determine whether or not unimodal or bimodal growth occurred. Moreover, different climate change scenarios were applied to predict future development and to foresee future responses of the species, for each considered site. Finally, a hierarchical clustering method was used in order to assess climatic closeness among the considered sites as well as to forecast climatic trajectories. In a changing environment, accounting for forest response to climate changes is functional for a sustainable





forest management. In this regard, high temporal-resolution long-term time series are needed for representing the time-evolution of the meteorological-growth relationship dynamics and are fundamental for the evaluation of both processes and responses of forest species to a changing climate.

\*\*\*

### **SP (9). 08 Possibilità di utilizzo di indici di vegetazione basati su RGB per il monitoraggio delle foreste: un caso studio nella Sardegna Centro-Occidentale (Italia)**

Antonio Ganga, Sergio Campus, Ilenia Murgia, Irene Piredda, Roberto Scotti, Raffaella Lovreglio, Filippo Giadrossich

**Parole chiave:** indici di vegetazione; ceduo; analisi diacronica; classificazione supervisionata; NDVI.

L'incremento della disponibilità e della semplicità di acquisizione di materiale fotografico ad alta risoluzione ha portato negli ultimi decenni alla necessità di valutare la possibilità del loro impiego nel campo del monitoraggio ambientale e in special modo in campo agricolo e forestale. Un caso recente, che assume interesse particolare per via della rapida diffusione, è quello dei dati acquisiti tramite l'impiego di Aereomobili a Pilotaggio Remoto (APR) in presenza di camera con canali RGB di tipo tradizionale.

Sulla scorta di ciò, il presente lavoro nasce con la proposta di testare l'efficacia del supporto delle immagini RGB al processo di analisi diacronica e più in generale del monitoraggio dell'evoluzione della vegetazione, inquadrato in un più ampio progetto di studio sulla sostenibilità ambientale e socio economica delle utilizzazioni forestali.

Nello specifico, la proposta si concentra sull'impiego di alcuni indici di vegetazione su base RGB, al fine di testarne la capacità di monitorare l'evoluzione del soprassuolo forestale di un'area localizzata nella Sardegna Sud Occidentale (Italia). Nell'area di studio, nel triennio 2010-2013, sono stati eseguiti una serie di interventi di ceduzione in boschi storicamente caratterizzato per la produzione di legna da ardere e di materiale ad uso delle limitrofe attività minerarie.

Si è proceduto quindi all'analisi diacronica del materiale telerilevato acquisito nel periodo 2010 – 2016, in concomitanza dell'ultimo intervento di ceduzione effettuato (2013). Per questo periodo si è fatto uso foto aeree dell'area di studio per gli anni 2010, 2013 e 2016 con risoluzione una spaziale 0,2 m.

L'impiego delle immagini su canali RGB, anche in assenza del dato relativo alla banda dell'Infrarosso vicino (NIR) forniscono informazioni sulle dinamiche evolutive in termini quantitativi e qualitativi del soprassuolo prima, durante e dopo gli interventi di ceduzione. Ciò si è concretizzato attraverso la restituzione di mappature realizzate con strumenti di classificazione supervisionata e di calcolo degli indici di vegetazione attraverso l'impiego dei canali RGB. In questo modo è stato possibile quantificare nel tempo e nello spazio l'evoluzione della superficie coperta da vegetazione, oltre che per quanto concerne il grado di copertura anche per la qualità della vegetazione. In quest'ultimo caso si sono impiegati 3 indici vegetazionali su base RGB e nello specifico: il Visible Atmospheric Resistant Index (VARI), il Triangular Greenness Index (TGI) e il Redness Index (RI). I risultati ottenuti sono poi stati comparati quindi con il più "tradizionale" indice vegetazionale, l'NDVI.

La disponibilità dei dati relativi alla morfologia del terreno ha consentito altresì di studiare la relazione tra gli indici e alcune variabili topografiche (altitudine, pendenza, esposizione) acquisiti a partire dai prodotti derivanti da rilievo LIDAR. Per ciascuno dei tre parametri è stata infine studiata la correlazione con i tre indici di vegetazione. Pur costituendo un dato meritevole di opportune e circostanziate valutazioni preliminari, le analisi attraverso indici vegetazionali su base RGB potrebbero costituire un interessante strumento di supporto al monitoraggio in quelle situazioni in cui il rilievo su canali visibili è facilmente riproducibile con un'alta risoluzione sia spaziale che temporale.

### ***Possibilities of using RGB based vegetation index to monitor forests: a case study in West-Central Sardinia (Italy)***

**Keywords:** vegetation index; coppice; diachronic analysis; supervised classification; NDVI.

In recent decades the increase of the availability and simplicity of the acquisition of high resolution photographic material leads to evaluating the possibility of their use in the field of environmental monitoring,



especially in agricultural and forest management. A recent case, which holds particular interest due to the rapid diffusion, is that of the data acquired through Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in the presence of a camera with traditional RGB channels.

On the basis of this, the present work has been conceived with the aim of testing the effectiveness of the support of RGB images to the diachronic analysis process and more generally the monitoring of the evolution of vegetation as part of a broader study project on environmental and socio-economic sustainability of forest utilization.

Specifically, the proposal focuses on the use of some indices of vegetation on an RGB basis in order to test the ability to monitor the evolution of the forest stands of an area located in South Western Sardinia (Italy). In the study area, during the three-year period 2010-2013, a series of coppicing interventions were carried out in woodlands historically characterized for the production of firewood and material for the use of neighboring mining activities.

Therefore, the diachronic analysis of the remote sensing material acquired in the period 2010-2016 was carried out at the same time as the last coppicing operation (2013). For this period aerial photos of the study area were used for the years 2010, 2013 and 2016 with a spatial resolution of 0,2 m.

The use of images on RGB channels, even in the absence of data related to the near infrared band (NIR), provides information on the evolutionary dynamics in terms of quantity and quality of the forest stands before, during and after the cuts. This has been achieved through the rendering of mappings produced with supervised classification tools and calculation of vegetation indices through the use of RGB channels. In this way it was possible to quantify the evolution of the surface covered by vegetation in time and space, not only for the degree of coverage but also for the quality of the vegetation. In the latter case, 3 indices based on RGB were used, specifically: the Visible Atmospheric Resistant Index (VARI), the Triangular Greenness Index (TGI) and the Redness Index (RI). The results obtained were then compared with the more "traditional" vegetational index, the NDVI.

The availability of data related to the morphology of the study area has also allowed this study to analyse the relationship between the indices and some topographical variables (altitude, slope, aspect) acquired from products deriving from the LIDAR survey. For each of the three parameters, the correlation with the three vegetation indices was studied. Although constituting a data deserving of appropriate and detailed preliminary assessments, the analysis through vegetation indices on an RGB basis could be an interesting tool to support monitoring in those situations in which the relief on visible channels is easily reproducible with a high spatial and temporal resolution.

\*\*\*

### **SP (9). 09 Development of Integrated Web-Based Land Decision Support System Aiming Towards the Implementation of Policies: an integrated forestry approach**

Gina Marano, Amedeo D'Antonio, Giorgio Matteucci, Alessio Collalti, Francesco Vuolo, Primo Simončič, Giuliano Langella, Carlo De Michele, Angelo, Basile, Fabio Terribile, Roberto De Mascellis, Carlo De Michele, Giuliano Langella

**Keywords:** DSS; sustainable forestry; land conservation.

In literature a very large range of available DSS tools can be found for facing agriculture, forestry and environmental issues. However, these are typically designed to tackle a specific problem/scale/end-user group. The objective of LANDSUPPORT (H2020 project) is the construction of a web-based smart geoSpatial Decision Support System (S-DSS), which shall provide a powerful set of tools devoted to:

- (i) support sustainable agriculture and forestry;
- (ii) evaluate trade-off between land uses;
- (iii) contribute to implementation, impact and delivery of about 20 European land policies and also selected 2030 UN Sustainable Development Goals including climate change resilience goals.

Specifically, a family of tools is under development to support sustainable forestry as required by EU Forestry Strategy designed for forest owners and policy makers to adopt best forest practices.

LANDSUPPORT will use EO data and simulation modelling in order to:

- (i) map and monitor forest productivity;



- (ii) identify forestry best practices to increase climate change resilience;
- (iii) assess the impact of selected forest best practices indicators and criteria with modelling applications;
- (iv) quantify forest ecosystem services through the development of relevant indicators for a preliminary FES estimation also according to forest types. LANDSUPPORT will also establish a cooperative network with EIP-Agri aiming to contribute to EIP work “Forest practices and Climate change group”.

The above-mentioned objectives will be achieved through the integration of existing available databases and the development of high performance modelling chains and engines. Starting from sustainable forestry management policies, LULUCF regulation will also be taken into account. The forestry tool will work at different geographic scales including Europe, EU Member States (Italy, Hungary,) and two European Regions in IT and HU (Campania Region and Keszthely), plus one local test-site in Slovenia. LANDSUPPORT aims at providing an integrated and operational set of tools that could be useful to foresters, municipality officers and land owners, to support and foster decision-making process in forest planning and land management.

\*\*\*

### **SP (9). 10 Confronto tra metodi di monitoraggio fenologico su popolazioni appenniniche di faggio (*Fagus sylvatica* L.)**

Roberta Proietti, Maria Cristina Monteverdi, Serena Antonucci, Vittorio Garfi, Marco Marchetti, Manuela Plutino, Andrea Germani, Ugo Chiavetta

**Parole chiave:** fenologia fogliare; fenologia cambiale; remote sensing; cambiamento climatico; AforClimate.

Le popolazioni forestali sono generalmente caratterizzate da un buon livello di plasticità fenotipica, utile alla loro sopravvivenza, soprattutto in relazione al cambiamento climatico, che richiede risposte plastiche in tempi relativamente brevi. Questa proprietà è legata sia all'ampio areale di distribuzione delle specie forestali, che alla lunghezza del loro ciclo biologico, due aspetti che espongono gli alberi a continue fluttuazioni delle caratteristiche pedo-climatiche dei siti e delle comunità biotiche presenti.

I caratteri fenologici sono caratteri di tipo adattativo, controllati geneticamente, ma influenzati da fattori ambientali (temperatura dell'aria, disponibilità idrica e fotoperiodo), che possono condizionare non solo la durata della stagione vegetativa, ma anche la fitness di una popolazione e l'areale di distribuzione delle specie. Il monitoraggio fenologico è perciò considerato uno strumento valido per studiare l'effetto dei cambiamenti climatici su specie e provenienze, per definire la loro resilienza a tali cambiamenti e per “modellizzare” il loro areale di distribuzione nel prossimo futuro. Per questo motivo negli ultimi decenni sono stati effettuati molti studi fenologici anche per le specie forestali.

Il Progetto Life15-CCA 000089 AForClimate ha come obiettivo quello di adattare la pianificazione forestale di boschi di faggio (*Fagus sylvatica* L.) alla variabilità climatica, definendo un metodo di misurazione dei fattori climatici predisponenti e predittivi di specifici comportamenti fenologici, di accrescimento e di resilienza (rinnovazione e produzione di seme). Le pratiche selvicolturali possono, infatti, influenzare i processi evolutivi e l'adattamento delle foreste, favorendo l'accrescimento, la rinnovazione, la diversità genetica e quindi la resilienza delle specie.

Tra le azioni del progetto è previsto anche il monitoraggio fenologico. Le popolazioni di faggio monitorate dal Progetto AForClimate per questo carattere sono localizzate in due aree dimostrative, una in Toscana (Complesso Giogo-Casaglia - FI) e una in Molise (Bosco di Roccamandolfi - IS). Tale attività è iniziata nella primavera del 2018, dopo che in ciascuna area dimostrativa sono stati definiti 4 quadranti in base all'esposizione (Nord e Sud) e alla fascia altitudinale (alta e bassa).

Nel corso del primo anno il monitoraggio è stato avviato in 20 aree di saggio, distribuite casualmente all'interno dei 4 quadranti, ed ha riguardato sia la fenologia fogliare che quella cambiale. Sono state messe a confronto differenti metodologie (fenologia fogliare tramite scoring system e remote sensing; fenologia cambiale), che considerano scale spaziali e temporali diverse, al fine di definire un metodo che migliori l'efficienza del monitoraggio in termini di qualità del dato, riduzione della soggettività del rilievo e sostenibilità economica dell'indagine.

Il monitoraggio della fenologia fogliare è stato effettuato nella fase primaverile (Budbreak) ed autunnale (Leaf colouring e leaf fall) della stagione vegetativa, mediante l'osservazione visiva diretta delle gemme e delle



foglie, con attribuzione di un punteggio a ciascuna fase (scoring system) e mediante misure in remoto ad alta risoluzione temporale. La fenologia cambiale, invece, è stata monitorata settimanalmente, attraverso il prelievo di microcore durante l'intera stagione vegetativa. Per valutare la dinamica annuale di formazione dell'anello xilematico sono state rilevate le seguenti fasi fenologiche:

- (i) inizio dell'attività del cambio;
- (ii) formazione della parete secondaria;
- (iii) presenza di cellule mature;
- (iv) fine dell'attività di differenziazione cellulare.

E' stata analizzata l'influenza di fattori ambientali (temperatura dell'aria e disponibilità idrica a diversa esposizione, altitudine, longitudine e latitudine) su inizio, fine e durata della stagione vegetativa; sono state stimate le relazioni tra fenologia fogliare e dinamiche di formazione annuale dello xilema; è stata studiata la correlazione tra le misure di vegetazione derivate da dati telerilevati, quelle da osservazione diretta in situ e di formazione del legno per valutare la possibilità di impiego di metodi innovativi di monitoraggio fenologico. Sarà presentato e discusso un primo confronto tra i risultati ottenuti con i diversi metodi di monitoraggio relativi alla fenologia primaverile.

### ***Comparison among phenological monitoring methods on beech populations (*Fagus sylvatica* L.) of the Apennines***

**Keywords:** leaf phenology; cambial phenology; remote sensing; climate change; AforClimate.

Forest populations are generally characterized by good level of phenotypic plasticity. This trait is useful for survival, especially in relation to climate change, which requires plastic responses in relatively short term. This feature of forest species is linked both to their wide distribution range and to the length of their biological cycle, two aspects that expose trees to continuous fluctuations of pedo-climatic characteristics of sites and biotic communities present within them.

Phenological traits are adaptive, genetically controlled, influenced by environmental factors (air temperature, water availability and photoperiod). They can affect not only the duration of the growing season, but also the population fitness and the species distribution range. Phenological monitoring is therefore considered a valuable tool to study the effect of climate change on species and provenances, to define their resilience and to modelling their distribution range in the near future. For this reason, in the last decades also for forest species many phenological studies have been carried out.

The Life15-CCA 000089 AForClimate Project aims to adapt the forest planning of beech forests (*Fagus sylvatica* L.) to climate variability, defining methods able to measuring the climatic factors that predispose and may predict specific behaviors related to phenology, growth and resilience (natural regeneration and seed production). Indeed, forestry practices can influence the evolutionary processes and adaptation of forests, promoting growth, natural regeneration, genetic diversity and therefore the species resilience.

Phenological monitoring is also included in the AForClimate project actions. The beech populations monitored for this trait are located in two demonstration areas, located in Tuscany (Giogo-Casaglia Complex - Florence) and in Molise (Roccamandolfi Wood - Isernia). This activity started in March 2018, after that suitable areas of intervention and monitoring in each forest complex were identified, in order to cover the range of climatic extremes at best. Four site conditions were defined on the basis of exposure (northern and southern) and elevation range (high and low).

During this first year, the monitoring has been done in 20 test areas, randomly distributed within the 4 sectors, and concerned both leaf and cambium phenology. Different methodologies, which consider different spatial and temporal scales (leaf phenology using scoring systems and remote sensing; cambium phenology), were compared, in order to define a method that improves the efficiency of monitoring in terms of: collected data quality, reduction of subjectivity during data collection and economic sustainability of the survey.

The monitoring of the leaf phenology concerned the beginning (budbreak) and the end (leaf coloring and leaf fall) of the vegetative season, through direct visual observation of buds and leaves and the attribution of a score to each phase and also by remote measurements with high temporal resolution. The cambial phenology was monitored weekly, through the sampling of microcores during all growing season. To assess the annual dynamics of xilem formation, the following phenological phases were detected:





- (i) onset of the cambium cell activity;
- (ii) onset of secondary cell wall formation;
- (iii) presence of mature cells;
- (iv) cessation of cell differentiation activity.

The influence of environmental factors (air temperature and water availability at different exposure and elevation, longitude and latitude) on onset, end and duration of the vegetative season was also analyzed. In addition, the relationships between leaf phenology and the dynamics of wood formation have been assessed. The correlation between vegetation measurements derived from remotely sensed data, in situ direct observations and the wood formation dynamics was finally investigated to evaluate the possibility to use innovative phenological monitoring methods.

A comparison among different monitoring methods in relation to spring phenology will be presented.

\*\*\*

### **SP (10). 01 La produttività e la gestione dei sistemi agroforestali nelle opinioni degli agricoltori italiani**

Francesca Camilli, Andrea Pisanelli, Giovanna Seddaiu, Pierluigi Paris, Antonio Franca, Adolfo Rosati

**Parole chiave:** agroselvicultura; produttività; gestione.

L'agroselvicultura è la pratica che integra la coltivazione di specie legnose (alberi o arbusti) con altre colture agrarie e/o l'allevamento di animali, al fine di massimizzare i benefici economici ed ambientali ottenibili dalle interazioni di queste diverse componenti. La Politica Agricola Comune (PAC) riconosce che l'applicazione dell'agroselvicultura dovrebbe essere incoraggiata per il suo "alto valore ecologico e sociale" (Regolamento EU 1698/2005).

L'agroselvicultura permette, infatti, la produzione di cibo e di benefici ambientali (Shibu 2009; Palma et al. 2007) ma sostiene anche la redditività attraverso la diversificazione delle produzioni e delle fonti di reddito (Graves et al. 2007; Rossetti et al. 2015; Barbieri and Valdivia 2010; Nair et al. 2010; Smith et al. 2013).

Per comprendere le opinioni degli agricoltori italiani riguardo l'adozione dei sistemi agroforestali (SAF), è stata condotta un'indagine tra aprile e giugno 2016 attraverso un questionario online (progetto EU AGFORWARD, 7PQ, 2014-2017).

L'indagine, approvata dalla commissione per l'Etica nella Ricerca e la Bioetica del Consiglio Nazionale delle Ricerche, era indirizzata a un ampio campione di popolazione che comprendeva diversi portatori d'interesse ed è stata diffusa attraverso website della ricerca istituzionali.

E' stata usata anche una mailing list di circa 20,000 indirizzi (individui, aziende, autorità pubbliche, consorzi agrari, parchi regionali e nazionali, aree protette, ecc..).

Una parte del questionario era destinato ai dati anagrafici e una seconda parte alle opinioni sui SAF. Quest'ultima era basata sullo schema Likert-type (Likert, 1932), secondo cui l'accordo o il disaccordo sono espressi in una scala di 5 giudizi: da "completamente in accordo" a "completamente in disaccordo". "Produzione", "Ambiente", "Gestione" e "Socio-economia" erano le 4 categorie di domande.

Le risposte totali sono state 654, di cui 202 quelle degli agricoltori. Un terzo degli agricoltori intervistati erano donne. Il 68% degli agricoltori hanno dichiarato di avere SAF nelle loro aziende. Il 57% degli agricoltori che non hanno SAF hanno espresso l'interesse ad introdurli.

Le risposte positive riportate in percentuale si riferiscono ai giudizi "completamente in accordo" e "abbastanza in accordo", quelle negative ai giudizi "completamente in disaccordo" e "abbastanza in disaccordo", le risposte neutre si riferiscono al giudizio "né d'accordo né in disaccordo".

I risultati sulla produttività dei SAF indicano che gli agricoltori tendono a considerare positivamente i benefici dei SAF in termini di benessere animale (75%) e diversificazione delle produzioni (77%) mentre percentuali più basse si riferiscono ai benefici legati alla qualità delle produzioni (46%), diminuzione dell'incidenza di fitopatologie (54%) e della produttività (46%). Le risposte neutre alle ultime 3 tematiche mostrano percentuali abbastanza elevate di incertezza: rispettivamente 25%, 33% e 33%.

Riguardo agli effetti dei SAF sulla gestione, i risultati mostrano che gli agricoltori ritengono che i SAF richiedono un aumento della complessità del lavoro (55%), maggiore forza lavoro (47%) e ostacolano la meccanizzazione (44%).



Opinioni opposte al riguardo si riferiscono alla complessità del lavoro (26%), alla manodopera (25%), ai costi di gestione (26%), alla meccanizzazione (31%). Le percentuali di risposte neutre vanno dal 19 al 29% e mostrano un certo livello di indecisione nelle opinioni che gli agricoltori hanno sui temi della gestione.

Tuttavia, anche se l'incertezza è stata espressa anche quando agli agricoltori è stato chiesto se i SAF sono difficilmente attuabili (29%) e nonostante il fatto che il 22% degli agricoltori pensano che i SAF sono difficilmente praticabili, il 49% non è d'accordo con questa posizione. Ciò sembra contraddire le precedenti opinioni ma, potrebbe anche suggerire una generale positiva disponibilità degli agricoltori a superare le difficoltà di gestione, nonostante le diverse criticità.

### ***Productivity and management of agroforestry systems according to Italian farmers***

**Keywords:** agroforestry; productivity; management.

Agroforestry is the practice of deliberately integrating woody vegetation (trees or shrubs) with crop and/or animal systems to benefit from the resulting ecological and economic interactions (Nair, 1993).

The Common Agricultural Policy (CAP) recognizes that the establishment of agroforestry should be encouraged because of its "high ecological and social value" (EU Regulation 1698/2005).

Agroforestry enables food production and environmental benefits (Shibu 2009; Palma et al. 2007) but also profitability by diversifying productions and the sources of farm income (Graves et al. 2007; Rossetti et al. 2015; Barbieri and Valdivia 2010; Nair et al. 2010; Smith et al. 2013).

In order to understand the opinions of Italian farmers on adopting agroforestry systems (AFS) a survey was performed (EU FP7 AGFORWARD project, 2014-2017) in Apr-Jun 2016 through an online questionnaire.

The survey, approved by the Commission for Ethics in Research and Bioethics of the National Research Council, was targeted to a wide sample of population of different stakeholders and distributed through research institutional websites.

A mailing list of about 20,000 addresses (individuals, companies, public authorities, agricultural consortia, national and regional parks, conservation areas, etc..) was used.

The questionnaire, related to the respondents' biographical data (first part) and to the opinions on AFS (second part) was based on a Likert-type test scheme (Likert, 1932), according to which agreement or disagreement are expressed along with a five-value scale: from "completely in agreement" to "completely in disagreement".

"Production", "Environment", "Management" and "Socio-economy" were the 4 categories of questions.

The responses to the questionnaire were 654, and 202 among these were from farmers. One third of these latter was from women. Sixty-eight percent of farmers declared to have AFS in their farms. Fifty-seven percent of farmers, who do not have AFS, claimed to be interested in introducing AFS in their farms.

The positive responses reported in percentage refer to the values "completely in agreement" and "quite in agreement", the negative responses comprise the values "completely in disagreement" and "quite in disagreement", the neutral responses refer to the value "neither in agreement nor in disagreement".

The results on productivity of AFS indicate that farmers tend to positively consider the benefits of AFS as regards to animal welfare (75%) and the diversification of productions (77%) while lower percentages are referred to the benefits related to the increase of quality productions (46%), the decrease in the occurrence of phytopathologies (54%) and the decrease in productivity (46%). The neutral responses to the last three issues show quite high percentages of uncertainty: 25%, 33% and 33%, respectively.

Concerning the effects of AFS on management, results show that farmers think that AFS require more complex work (55%), more labour (47%), higher costs for management (49%) and hinder mechanization (44%). Nevertheless, farmers show also quite high percentages of opposite opinions regarding the last four issues: 26%, 25%, 26% and 31%, respectively. Percentages of neutral responses ranging from 19 to 29% show a degree of uncertainty in the opinion of farmers on the management issues.

However, even though the uncertainty was still expressed when farmers were asked if AFS are hardly feasible (29%) and despite the fact that 22% of them think that AFS are hardly feasible, 49% of farmers do not agree with that. This seems to conflict with previous opinions but it could also suggest a general positive readiness of farmers to overcome management difficulties.

\*\*\*



## SP (10). 02 Valutazione degli effetti di alcuni metalli pesanti sullo sviluppo di genotipi di Salicaceae allevati in coltura idroponica

Pier Mario Chiarabaglio, Achille Giorcelli, Nadia Massa, Valentina Bosco, Graziella Berta, Guido Lingua, Paolo Gonthier, Maria Ludovica Gullino, Luana Giordano

**Parole chiave:** metalli pesanti; fitorimediazione; pioppo, salice.

L'inquinamento ambientale da metalli pesanti è diventato un serio problema provocato dai processi industriali e dal disturbo dei cicli biogeochimici naturali. Il fenomeno è in grado di provocare riduzioni nelle rese delle produzioni agricole, nella fertilità dei suoli, con gravi conseguenze alla salute dell'uomo per il loro accumulo. A differenza delle sostanze organiche, i metalli pesanti hanno la caratteristica di non essere soggetti ad alcun processo di decomposizione e permangono pertanto nel suolo. La loro bonifica comporta costi elevati con le tecnologie convenzionali e per questo motivo le strategie ecostenibili come il fitorimediazione assumono un'importanza economico ambientale sempre maggiore.

I metalli pesanti sono elementi di transizione con massa atomica superiore a 20 e con peso specifico superiore a 5 g/cm<sup>3</sup> e possono essere tossici per le piante e per gli animali anche a concentrazioni molto basse.

Le piante attraverso il processo di "fitorimediazione" (o fitorisanamento) rimuovono, sequestrano o stabilizzano molti contaminanti organici (come pesticidi, idrocarburi aromatici polinucleari e policlorobifenili) e inorganici, inclusi i metalli pesanti, per renderli innocui. Le piante, infatti, hanno un'enorme capacità di assorbire tali inquinanti dall'ambiente e realizzare la loro detossificazione con vari meccanismi.

Sebbene le piante arboree non tollerino elevate concentrazioni di metalli pesanti nel suolo, numerose specie di pioppo (*Populus* spp.) e salice (*Salix* spp.) sono state proposte quali potenziali candidati per l'impiego nel fitorisanamento grazie alla loro elevata capacità di accumulare metalli pesanti e degradare numerosi composti organici tossici (es. idrocarburi, erbicidi, ecc.), nonché per la loro rapidità di accrescimento e di produrre elevate quantità di biomassa.

I metalli pesanti hanno diversi modelli di comportamento e di mobilità all'interno delle Salicaceae. Piombo, cromo e rame tendono a essere immobilizzati a livello delle radici, mentre cadmio e zinco sono più facilmente traslocati ai tessuti aerei.

L'obiettivo di questo lavoro, inserito nel progetto DENDROCLEAN, riguarda la valutazione dell'incidenza di metalli pesanti presenti nel substrato di coltivazione sullo sviluppo vegetativo di un clone di pioppo (clone 'Lena' di *Populus deltoides* Marsh.) e di uno di salice (clone 'S76-008' di derivante dall'incrocio di *Salix matsudana* Koidz. × ?) allevati in coltura idroponica in presenza di alcuni metalli pesanti (Cd, Cu, Pb e Zn) alla concentrazione di 50 µM per una intera stagione vegetativa (giugno-ottobre).

Per ciascun metallo sono state allestite 4 repliche inserendo all'interno di cassette di plastica da 30 L un vasetto di ciascun clone e ulteriori 4 repliche sono state allestite come controlli non contaminati.

Al termine del periodo di crescita, si è proceduto con la misurazione dei parametri di accrescimento relativi agli apparati fogliari e radicali e al fusto di ciascun clone preso in esame.

In particolare, per quanto riguarda le foglie sono state campionate 30 foglie, di cui è stata misurata l'area, l'arrotondamento, la compattezza, la lunghezza e la larghezza, il diametro di Feret e il peso secco.

Per quanto concerne l'apparato radicale, sono state prelevate le 3 radici più lunghe e più vicine al callo e misurate con il software WinRHIZO. I parametri misurati per ogni radice di ciascun clone, in relazione ad ogni metallo, sono stati: la lunghezza totale (in cm), l'area superficiale (in cm<sup>2</sup>), l'area proiettata (in cm<sup>2</sup>), il volume (in cm<sup>3</sup>), il diametro medio (in mm), il numero di apici, il numero di incroci, il numero di biforcazioni, il peso secco e la lunghezza totale delle radici dell'apparato radicale (in cm) in relazione a diverse classi di diametro (in mm). Da questi parametri è stato poi ottenuto, in maniera indiretta, il grado di ramificazione. Per la misurazione dei parametri di accrescimento relativi ai fusti, sono stati presi in considerazione 4 fusti. I parametri misurati sono stati l'altezza (in cm), il diametro (in mm), il numero di gemme e il peso secco. I dati ottenuti per ciascun parametro fogliare, radicale e dei fusti di ciascun clone in relazione ad ogni metallo sono stati successivamente analizzati statisticamente con il software open source "R", per valutare l'influenza dei metalli sullo sviluppo dei diversi cloni.

I cloni di pioppo e salice analizzati hanno dimostrato una buona tolleranza e sopravvivenza in presenza di soluzioni contaminate da metalli pesanti nel substrato di coltura. Sono stati osservati alcuni effetti sulle caratteristiche morfologiche degli apparati radicali, come una riduzione della lunghezza e del grado di



ramificazione delle radici e un aumento del diametro radicale (dovuto al fenomeno dell'ormesi), effetti sulle caratteristiche dell'apparato fogliare, come una diminuzione dell'area e del peso secco fogliare, e effetti sulle caratteristiche dei fusti, come una diminuzione dell'altezza, del diametro e del numero di gemme.

La ricerca è finanziata dalla Compagnia di San Paolo, nell'ambito della convenzione Compagnia di San Paolo-Università di Torino: progetto n. CSTO160891, "DENDROCLEAN: trees to clean up contaminated soils".

### ***Influence of heavy metals on the development of Salicaceae genotypes growing in hydroponic culture***

**Keywords:** heavy metals; phytoremediation; poplar; willow.

Environmental pollution by heavy metals is a serious problem caused by industrial processes and by the disturbance of natural biogeochemical cycles. The pollution is able to cause reductions in the yields of agricultural production, in the fertility of soils, with serious consequences to human health. Heavy metals are not subjected to any decomposition process and therefore remain in the soil. Their restoration involves high costs with conventional technologies and for this reason the sustainable strategies such as phytoremediation take on an ever increasing environmental economic importance.

Heavy metals are transition elements with atomic mass of more than 20 and with specific gravity higher than 5 g/cm<sup>3</sup>. They can be toxic to plants and animals even at very low concentrations. .

The process of phytoremediation remove, sequester or stabilize many organic and inorganics contaminants (such as pesticides, polynuclear aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls), including heavy metals: the plants have capacity to absorb and to detoxify these pollutants with various mechanisms.

Although the plants do not tolerate high concentrations of heavy metals in soil, several poplar (*Populus* spp.) and willow (*Salix* spp.) species have been proposed as potential candidates for use in phytoremediation: These species are fast-growing, produce a high quantities of biomass and have an high capacity to storage heavy metals and to convert other toxic organic compounds (e.g. hydrocarbons, herbicides, etc.).

Heavy metals have different patterns of behavior and mobility in the Salicaceae. Lead, chrome and copper tend to be immobilized at the root level, while cadmium and zinc are more easily translocated to the aerial tissues.

The aim of this work, included in the DENDROCLEAN project, concerns the evaluation of the incidence of heavy metals present in the growing substrate on the vegetative growth of one poplar clone (*Populus deltoides* Marsh clone 'Lena'.) and one willow clone ('*Salix matsudana* Koidz. x?' clone 'S76-008'). These two clones grew up for an entire vegetative season (June-October) in a hydroponics system in the presence of some heavy metals (Cd, Cu, Pb and Zn) at a concentration of 50 µM.

For each metal, 4 replications were set by inserting one pot for each clone into 30 l plastic boxes and another 4 replications were set up as uncontaminated controls.

At the end of the growth period, we measured for each plants several growth parameters related to the leaves, the stem and the root system.

In particular, as far as the leaves are concerned, we measured the rounding, the compactness, the length and the width, the diameter of Feret and the dry weight of 30 leaves each plants.

As far as the root system is concerned, we measured with the WinRHIZO software the three longer and closer to the callus roots for each plant. The parameters measured for each root of each clone, in relation to each metal, were: the total length (in cm), the surface area (in cm<sup>2</sup>), the projected area (in cm<sup>2</sup>), the volume (in cm<sup>3</sup>), the average diameter (in mm), the number of quotes, the number of crossings, the number of bifurcations, the dry weight and the total length of the chosen roots (in cm) in relation to different diameter classes (in mm). The degree of branching was obtained indirectly from these parameters. To measure the stem parameters, 4 stems were chosen. The measured parameters were height (in cm), diameter (in mm), number of buds and dry weight. The data obtained for each leaf parameter, root and stems of each clone in relation to each metal were statistically analyzed using the open source software "R".

The analyzed poplar and willow clones showed good tolerance and survival towards the presence of heavy metals in the culture substrate. Some effects on the morphological characteristics of the root systems have been observed, such as a reduction in the length and degree of branching of the roots and an increase in the root diameter (due to the phenomenon of the hormesis), effects on the characteristics of the leaf system,





such as a decrease area and leaf dry weight, and effects on the characteristics of the stems, such as a decrease in height, diameter and the number of buds.

The research is financed by the Compagnia di San Paolo, as part of the Compagnia di San Paolo-University of Turin convention: project no. CSTO160891, "DENDROCLEAN: trees to clean up contaminated soils"

\*\*\*

### **SP (10). 03 Risposta del pioppo alla coltivazione su suolo acido con utilizzo di ammendanti calcarei**

Gianni Facciotto, Tomasz Ozyhar

**Parole chiave:** pioppo; suoli acidi; fertilizzazione; ammendante calcareo.

Nella regione Piemonte una vasta zona pedemontana soprattutto a nord del fiume Po è caratterizzata da suoli con tessitura da franco sabbiosa a franco argillosa con reazione acida e basso contenuto di nutrienti. In tali suoli poco fertili è difficile coltivare la maggior parte delle colture agrarie, solo il riso riesce a dare produzioni soddisfacenti. Per quanto riguarda i boschi, le specie più rappresentate sono la betulla, il castagno, la farnia e la robinia. Allo scopo di verificare la possibilità di estendere la coltivazione di cloni di pioppo (ibridi di recente selezione) anche in queste aree o in aree con queste caratteristiche di altri paesi europei, in particolare per la produzione di biomassa a scopo energetico, è stata impostata una prova preliminare in vaso a Casale presso l'azienda sperimentale Mezzi del CREA, con l'utilizzo di un suolo dell'alto novarese a cui sono state aggiunte dosi diverse di ammendante calcareo, associate o meno con un fertilizzante ternario (NPK, 15.15.15). L'ammendante oltre ad incrementare il pH aumenta anche la disponibilità di calcio, elemento che gioca un ruolo importante nella crescita e nella produttività del pioppo poiché agisce come regolatore in importanti processi di formazione del legno. In impianti di Short Rotation Forestry con densità comprese tra le 1100 e le 2500 piante per ettaro una tonnellata di legno anidro contiene approssimativamente 6.5 kg di CaO. Nella primavera 2017 sono state piantate in vaso talee del clone di pioppo AF6 (*Populus ×generosa* × *P. nigra*) seguendo un disegno sperimentale a split plot con 4 replicazioni. Alle 5 parcelle di ogni replicazione, costituite ciascuna da due vasi, sono stati applicati 5 trattamenti: un testimone non trattato e 4 dosi un carbonato di calcio altamente reattivo corrispondenti a 1000, 2000, 3000 and 4000 kg per ettaro. Uno dei due vasi di ogni parcella è stato concimato con un fertilizzante ternario (15.15.15) a dose unica, corrispondente a circa 100 kg di nutriente per ettaro. Le cure colturali sono consistite in frequenti irrigazioni, due volte la settimana, e nella protezione contro insetti quali *Crisomela populi* ed afidi; questi ultimi presenti specialmente sulle piantine concimate. Su ogni piantina durante la stagione vegetativa sono state misurate periodicamente l'altezza totale e a fine stagione vegetativa il diametro a 20 cm dal colletto ed il peso allo stato fresco e secco. Sono stati raccolti campioni di suolo all'inizio della prova e a fine anno per ogni trattamento al fine di determinare variazioni nel pH. Per l'analisi statistica è stata utilizzata la metodologia dell'ANOVA e nel caso di significatività dei trattamenti si è proceduto con il test di Tukey HSD a livello di probabilità di  $p=0.05$ . L'attecchimento delle talee è stato del 100%. Gli accrescimenti, in particolare l'altezza delle piante concimate risulta statisticamente superiore a quella delle piante non concimate. Inoltre i dati mostrano un effetto positivo dell'interazione tra concimazione e ammendante a base di carbonato di calcio altamente reattivo. Analoghi risultati sono stati ottenuti anche per le altre variabili misurate. Infine per quanto riguarda il pH del suolo, all'impianto risultavano valori tra 4.7 e 5.1, dopo la calcitazione nei vasi con le dosi più elevati si è arrivati fino a valori di 6.7.

#### ***Poplar response to cultivation on acid soil with the use of calcareous soil amendment***

**Keywords:** poplar; acid soil; fertilization; calcareous amendment.

In the Piedmont region, a vast foothills surface mainly north of the Po river is characterized by soils with texture ranging from sandy loam to clay loam characterized by high acidity and low nutrient retention. Cultivation of the majority of the agricultural crops is difficult on these type of soils with the exception of rice where cultivation gives satisfactory results in terms of productions. As for woody species present on this soils,



the most predominant species are birch, chestnut, oak and black locust. In order to verify the possibility of extending poplar cultivation also in these areas or in areas with these characteristics of other European countries, in particular for the production of biomass for energy purposes, a preliminary pot trial was set up in Casale Monferrato at the CREA experimental Farm 'Mezzi' using soil of the 'Alto Novarese' to which different doses of calcareous amendment have been added, associated with, - or without a ternary fertiliser (NPK, 15.15.15). In addition to the pH increase calcareous amendment increases also the availability of calcium, an element that plays an important role in the growth and productivity of Poplar as it acts as a regulator in important processes of wood formation. In Short Rotation Forestry with a density ranging between 1100 and 2500 plants per hectare, a ton of oven dry wood should contain approximately 6.5 kg of CaO. In the spring 2017, cuttings of the poplar clone AF6 (*Populus xgenerosa* x *P. nigra*) were planted in pots following a split plot experimental design with 4 replicates. At the 5 plot of each replica, each consisting of two pots, 5 treatments have been applied: one soil untreated as control and 4 with different doses of a highly reactive calcium carbonate corresponding to 1000, 2000, 3000 and 4000 kg per hectare. One of the two pots of each plot was fertilised with a single dose of ternary fertilizer (15.15.15) corresponding to about 100 kg of nutrient per hectare. Crop treatments consisted of frequent irrigation, twice a week, and protection against insects such as *Crisomela populi* and aphids. The latter present especially on fertilized seedlings. During the vegetative season, the total height of each plant have been measured periodically and at the end of the vegetative season the diameter at 20 cm from the collar and the weight in fresh and dry state were measured too. Soil samples were collected at the beginning of the trial and at the end of the year for each treatment in order to determine the changes in pH. For the statistical analysis, the ANOVA methodology was done and in the case of significance of the treatments, the Tukey HSD test at probability level of  $p = 0.05$  was processed. The establishment of cuttings was 100%. The growth, in particular the height of the fertilised plants, is statistically significantly higher than that of the non-fertilised plants. Furthermore, the data show a positive effect of fertilisation when combined with the highly reactive calcium carbonate. Similar results were also obtained for the other measured variables. Finally, with regard to the pH of the soil, the pots showed values between 4.7 and 5.1, after the amendment treatment, in the pots with the highest doses it reached value up to 6.7.

\*\*\*

#### **SP (10). 04 Il ruolo della certificazione PEFC nell'industria forestale in Italia**

Antonino Galati, Antonio Brunori, Francesca Dini, Maria Crescimanno, Donato Salvatore La Mela Veca

**Parole chiave:** certificazione forestale; PEFC; GFS; COC.

Oggi la certificazione forestale rappresenta uno strumento strategico per le imprese, in particolare per le aziende che vendono o esportano i loro prodotti certificati in mercati sensibili alle tematiche ambientali. I due sistemi internazionali di certificazione delle foreste sono il Forest Stewardship Council (FSC) e il Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC). Entrambi i sistemi sono promossi da organizzazioni governative e non governative per promuovere la gestione responsabile delle foreste e la tracciabilità dei loro prodotti attraverso un sistema di certificazione volontaria e una valutazione (indipendente) da parte di terzi. L'Italia è uno dei Paesi più avanzati in termini di certificazioni ambientali, anche nel settore forestale, con 2024 aziende certificate FSC (di cui 2009 sono collegate alla Catena di Custodia - CoC) e 1.026 aziende con certificazione PEFC CoC (FSC, database, 2016; Database PEFC, 2018). I dati, come chiaramente indicato nel rapporto Symbola (2016), dovrebbero essere considerati nel contesto generale del riposizionamento competitivo delle imprese nel mercato di qualità e nell'economia verde. In questo contesto, l'obiettivo di questo lavoro è analizzare il ruolo della certificazione PEFC come strumento per promuovere la gestione forestale sostenibile e la tracciabilità dei prodotti forestali. In particolare, questo studio si propone di evidenziare i principali fattori che motivano le aziende che operano in dieci settori di attività economica legati all'industria forestale ad implementare lo standard PEFC. Inoltre il lavoro analizzerà l'impatto di quest'ultimo sui risultati economici e organizzativi delle aziende. Il nostro obiettivo è dunque fornire informazioni utili sia alle imprese che adottano già un sistema di certificazione per rivederlo o rafforzarlo sia per quelle che invece desiderano adottarlo.



## ***The role of PEFC certification in the Italian forest based industry***

**Keywords:** forest certification; PEFC; SFM; COC.

Today, the forest certification represent a strategic instrument for business, particularly for companies that sell or export their certified products in environmentally sensitive markets. The two international forest certification systems are the Forest Stewardship Council (FSC) and the Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC). Both systems are promoted by governmental and non-governmental organizations to foster the responsible management of forests and the traceability of their products through a voluntary certification system and third-party (independent) assessment. Italy is one of the most advanced countries in terms of environmental certifications, including in the forestry industry, with 2024 FSC certified companies (of which, 2009 are related to the Chain of Custody - CoC) and 1,026 companies with CoC PEFC certification (FSC, database, 2016; PEFC database, 2018). The data, as clearly stated in the Symbola report (2016), should be seen in the overall context of the competitive repositioning of companies in the quality market and the green economy. Given this background, the aim of this work is to analyze the role of PEFC certification as tool to promote sustainable forest management and the traceability of forest based products. More specifically, this study aims to highlight the main factors motivating companies operating in ten sectors of economic activity related to the forest based industry to implement the PEFC standard. We also analyzed the impact of the latter on the economic and organizational results. Our aim is to provide useful information for businesses that adopt certification systems, to revise or strengthen the system adopted, and for those wishing to adopt them.

\*\*\*

### **SP (10). 05 Valutazioni di un sedimento compostato con scarti verdi come substrato per l'allevamento di cloni di pioppo e di salice**

Achille Giorcelli, Pier Mario Chiarabaglio, Giancarlo Renella, Andrea Martini di Cigala

**Parole chiave:** sedimenti; compost; pioppo; salice

I sedimenti sono materiali di natura diversa depositati sul fondo dei corpi idrici o sulla superficie terrestre, in seguito a variazione termica, circolazione idrica superficiale e correnti marine. Alcune attività antropiche legate alle attività agricole e forestali possono alterare il naturale ciclo dei sedimenti attraverso, ad esempio, l'accelerazione dell'erosione idrica ed eolica, l'innescio di frane e altre forme di perdita di suolo, particolarmente in seguito all'azione degli agenti atmosferici. L'uomo può mitigare l'accumulo di sedimenti attraverso rimboschimenti, inerbimenti e simili pratiche.

Le sostanze inquinanti rilasciate nell'ambiente raramente rimangono nella zona di emissione, ma nella maggior parte dei casi migrano veicolati da fattori ambientali abiotici come acqua, sedimenti ed aria, oppure dagli organismi viventi. L'intensità dell'esposizione degli organismi viventi alle sostanze inquinanti dipende dalla combinazione tra il reale potenziale di trasporto dell'inquinante, l'affinità per le matrici ambientali dello stesso, la sua concentrazione totale ed il tempo di esposizione degli organismi ad esso. Tra gli inquinanti rilasciati dalle attività antropiche rivestono una grande rilevanza i metalli pesanti.

I sedimenti dei corpi idrici delle aree antropizzate debbono essere regolarmente dragati sia per la gestione in sicurezza dei livelli delle acque, sia per ridurre l'impatto ambientale nel caso di contaminazione dei sedimenti stessi. La gestione dei sedimenti contaminati può essere suddivisa in varie fasi: un pre-trattamento allo scopo di omogeneizzare e disidratare il materiale, l'analisi del carico di inquinanti e un test di cessione, e la fase di gestione. Nel caso di elevata contaminazione, i sedimenti sono stati fino ad oggi tipicamente smaltiti in discariche speciali, anche se negli ultimi anni, il quadro normativo di riferimento consente ed incentiva un sempre maggiore riciclo dei sedimenti come materiali utili per varie attività, previo trattamento degli inquinanti.



Tra le varie tecnologie a basso impatto per il disinquinamento e il recupero dei sedimenti dragati, il fitorimediazione e il co-compostaggio si sono dimostrati efficaci nel ridurre significativamente la concentrazione di inquinanti organici e la tossicità dei metalli pesanti in sedimenti contaminati, e di indurre fertilità fisica, chimica e biologica in sedimenti dragati da porti e canali interni. Il recupero e la valorizzazione dei grandi volumi di sedimenti con tecniche a basso costo e impatto assume quindi una grande valenza ambientale.

Per questo lavoro, sedimenti dragati dal canale dei Navicelli (Pisa), co-compostati con scarti di potatura del verde ornamentale urbano, sono stati utilizzati come substrato per l'allevamento di cloni di pioppo e salice. Il loro utilizzo nel settore vivaistico e in progetti di recupero ambientale ha il vantaggio di sostituire il terreno comunemente utilizzato, che ammonta annualmente in Europa a circa 5.2 milioni di m<sup>3</sup>, evitando il depauperamento del suolo. Per tale esperienza sono stati scelti cloni di pioppo (20 cloni di *Populus nigra*) e di salice (5 di *Salix alba* e 3 di *S. matsudana*) noti per le loro capacità di adattamento ad ambienti inquinati e di assorbimento di metalli pesanti, potenzialmente utili in attività di fitorimediazione, anche in presenza di idrocarburi policiclici aromatici. Durante una stagione vegetativa sono stati rilevati: diametro della talea, numero di foglie del germoglio, altezza del germoglio, diametro alla base del germoglio, larghezza e lunghezza di tre foglie per pianta in posizione basale, mediana e apicale, e un indice del contenuto in clorofilla.

I risultati hanno evidenziato che il sedimento utilizzato può costituire un buon substrato di crescita, paragonabile al comune terreno utilizzato nella fase vivaistica, anche se la radicazione delle talee è stata rallentata per la presenza di macro-porosità dovuta ai grossolani residui di potatura. Un aspetto interessante del sedimento hanno invece riguardato il suo effetto tampone sugli sbalzi termici, legati a maggiore ritenzione idrica e maggior contenuto di sostanza organica, che ha avuto un effetto mitigante sulla crescita di pioppo salice nella stagione estiva 2017 particolarmente calda.

#### ***Sediments co-composted with pruning waste of urban trees as growing media for poplars and willows***

**Keywords:** sediments; poplar; willow; compost.

Sediments are various materials deposited on the bottom of water bodies or on the Earth's surface, following thermal variation, surface water circulation and sea currents. Anthropogenic activities, particularly agriculture and forestry can modify the natural sediment cycle, with the acceleration of the water and wind erosion, triggering landslides and other processes of soil loss. Human activities can mitigate the accumulation of sediments through reforestation, grassing and similar practices.

Pollutants emitted from various sources do not remain in the area of emission, and in most of cases they migrate under the action of the abiotic environmental factors such as water, sediments and air, or by living organisms. The intensity of the exposure of living organisms to pollutants depends on the combination between the real transport potential, the affinity for the environmental matrices, its total concentration and the exposure time of the organisms to the pollutants. Among the pollutants released by anthropogenic activities, heavy metals are of great importance because they can be potentially toxic and can not be transformed by the biotic activity.

Sediments of water bodies of anthropic areas must be regularly dredged for the correct management of ports and waterways, and also for controlling the environmental pollution in case of sediment pollution. Management of contaminated sediments can generally be divided into various phases: a first pre-treatment phase to homogenize and dry the materials, analysis of the pollution load and leaching test, and the management phase. Until recently, polluted sediments were landfilled, but in the last years legislation and norms allow and promote the sediment recycle for various activities after remediation.

Among the sediment remediation technologies, phytoremediation and co-composting of sediments have proven to be effective in reducing the concentration of organic pollutants and toxicity, and induce physical, chemical and biological fertility in dredged contaminated sediments. Reclamation of large volumes of dredged sediments with low cost and low inputs has great environmental value.

In this work, sediments dredged from the Navicelli canal (Pisa, Central Italy), co-composted with pruning waste of urban trees, have been used as growing media for poplar and willow clones. Their use in the nursery sector and in environmental recovery projects has the advantage of replacing the local excavated soil used, which in Europe





amounts to about 5.2 million m<sup>3</sup>/year in, thus contrasting the soil depletion. For this experiment, 20 clones of *Populus nigra*, 5 clones of *Salix alba* and 3 of *S. matsudana* were used. The clones were known to be able to grow on polluted soils, to absorb heavy metals and therefore to be used in phytoremediation activities, even in presence of polycyclic aromatic hydrocarbons. The following parameters were measured during a vegetative season: diameter of the cuttings, number of leaves of the shoots, height of the shoots, diameter at the base of the shoots, width and length of three leaves per plant in basal, median and apical position, and the chlorophyll content index. Results show that the composted sediments can be as good growth media for poplars and willows as common soil used in the nursery phase, although rooting of cuttings was slower likely due caused the presence of macroporosity due to the presence of coarse pruning residues. An interesting aspect of the sediment concerned its thermal buffering capacity due to the greater water retention and organic matter content, which mitigated the adverse effects of the particularly high temperatures experienced in the hot summer of 2017.

\*\*\*

### **SP (10). 06 ECCAP (Calendari Ecologici e Adattamento Climatico nei Pamir): Fenologia nel contesto dei calendari ecologici**

Antonio Trabucco, Karim-Aly S. Kassam, Cyrus Samimi, Spano Donatella. Mereu Simone

**Parole chiave:** montagne del Pamir; calendari ecologici; progetto ECCAP.

I calendari ecologici sono sistemi di conoscenza per misurare il tempo e regolare le attività sulla base dell'osservazione intima del proprio habitat, e di indicatori stagionali che seguono il flusso naturale di eventi biotici e abiotici. L'obiettivo del progetto ECCAP è di ricalibrare calendari ecologici storicamente utilizzati sulle montagne del Pamir, integrando conoscenze indigene con analisi scientifiche dei dati climatici e fenologici. La rivitalizzazione dei calendari ecologici è considerata attraverso una vasta collaborazione transdisciplinare, consolidando eventi stagionali con indicatori biofisici.

#### ***ECCAP (Ecological Calendars and Climate Adaptation in the Pamirs): Phenology in the context of Ecological Calendars***

**Keywords:** Pamir mountains; ecological calendars; ECCAP project.

Ecological calendars are knowledge systems to measure time and regulate activities based on close observation of habitat, seasonal indicators that follow natural flow of biotic and abiotic events.

The goal of the ECCAP project is to recalibrate historical ecological calendars from the Pamir Mountains by integrating indigenous knowledge with scientific analyses of climate and phenological data. Revitalization of ecological calendars is considered through a transdisciplinary collaboration, consolidating seasonal events with key biophysical indicators in seasonal rounds.

\*\*\*

### **SP (11). 01 Certificazione PEFC, strumento per le filiere forestali sostenibili e di prossimità**

Antonio Brunori, Francesco Dellagiacomma, Maria Cristina D'Orlando

**Parole chiave:** PEFC; gestione forestale sostenibile; certificazione forestale; indagine consumatori; prodotti di origine forestale.

Il PEFC è il più diffuso schema di certificazione forestale nel mondo e in Italia. Al 31 dicembre 2017 in Italia la certificazione della gestione forestale sostenibile interessava 806.635 ettari, compreso 4.691 ettari di pioppeti. Le aziende certificate con catena di custodia erano 1.026, di tutti i settori del legno e carta,



comprendendo i prodotti forestali non legnosi. Da un punto di vista pratico, la certificazione forestale rappresenta uno strumento di marketing a disposizione del settore forestale, perché permette ai suoi operatori di comunicare con la società civile e con il pubblico sulle modalità stesse della gestione delle risorse forestali, in termini semplici e comprensibili. Tra i suoi obiettivi generali c'è quello di migliorare l'immagine della selvicoltura e della filiera foresta-legno-carta e in particolare quello di promuovere le filiere forestali di prossimità; la certificazione PEFC è quindi anche uno strumento che consente di fornire garanzie di trasparenza sull'origine e di sostenibilità a chi acquista prodotti di origine forestale.

Per analizzare quanto la certificazione sia percepita dal mercato internazionale e che ruolo giochi nella vita quotidiana dei consumatori, nel giugno 2017 la YouGov (società inglese) ha effettuato per conto del PEFC Internazionale un'indagine in 21 Paesi del mondo sul valore della certificazione forestale e 21.194 adulti sono stati complessivamente intervistati in Australia, Austria, Belgio, Brasile, Cile, Cina, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, India, Indonesia, Italia, Nuova Zelanda, Olanda, Repubblica Ceca, Slovenia, Spagna, Svezia e USA.

Dall'indagine risulta che la certificazione forestale giochi un ruolo chiave nella salvaguardia delle nostre foreste. A livello internazionale, il 53% dei consumatori conosce almeno un marchio di certificazione forestale e di questi, il 69% ha un'alta fiducia nel ruolo che il PEFC ha nel promuovere la gestione sostenibile delle foreste. Il riconoscimento del marchio PEFC nel mercato italiano è al 34% degli intervistati, senza differenza rappresentativa tra giovani e anziani e tra Nord e Sud d'Italia.

### ***PEFC certification, a tool for local and sustainable forest supply chain***

**Keywords:** PEFC; sustainable forest management; forest certification; consumer survey; forest based products.

PEFC is the most extensive Sustainable Forest Management certification scheme in Italy and in the world; in Italy has been present since 2001. As of 31 May 2018 PEFC forest certification in Italy was covering 806,635 hectares, including 4,691 hectares of certified poplar plantation. Enterprises with PEFC chain of custody certification are 1,026 from wood and paper sectors, including non-wood forest product. Forest certification demonstrate itself to be an important communication tool of the forestry sector towards civil society, probably for its simple comprehension (correct management of forest resources) of complex planning and management activities. Among its major objectives is the improvement of the image of forestry practitioners and forest product users and in particular the forest products supply chain at local level; PEFC certification can be considered therefore a tool that provides assurances on the legal and sustainable origin of forest based products.

To analyze how the PEFC is internationally perceived and which role labeling is playing in the daily life of consumers, a consumer survey on benefits of forest certification was conducted in June 2017 with a total sample size of 21,194 adults from Australia, Austria, Belgium, Brazil, Chile, China, Czech Republic, Denmark, Finland, France, India, Indonesia, Italy, Japan, Netherlands, New Zealand, Slovenia, Spain, Sweden, UK and USA. Consumers agree that forest certification plays a key role in safeguarding our forests. The YouGov survey found that 69% of consumers globally believe that forest certification labels are important in promoting sustainable forest management. Internationally, 53% of consumers know a global forest certification label; the label recognition of PEFC, in Italian market, is at 34%.

\*\*\*

### **SP (11). 02 Sviluppo di tecniche per la tracciabilità lungo la filiera legno per mezzo di caratterizzazione genetica e chimica di legno di *Fagus sylvatica* in Italia**

Giovanbattista de Dato, Angela Teani, Manuela Romagnoli, Giuseppe Scarascia Mugnozza

**Parole chiave:** tracciabilità del legno, marcatori microsatelliti, cpDNA, nuSSR

Identificare la popolazione di origine di un lotto di legname è un elemento essenziale per la tracciabilità del legno e per la valorizzazione della filiera legno.



La spettrometria e i metodi isotopici sono stati applicati per differenziare campioni di legno di diversa provenienza geografica. Tuttavia, questi approcci sono influenzati dall'ambiente locale e dalla variabilità della composizione chimica che in alcuni casi può portare a mostrare una discrepanza tra individui della stessa popolazione o anche tra diversi tessuti dello stesso individuo. Per questo motivo, attraverso le analisi del DNA di tessuti legnosi è possibile ottenere importanti progressi nella determinazione dell'identità e della provenienza del legno.

I marcatori di DNA cloroplastico (cpDNA) sono in grado di mostrare la struttura geografica delle popolazioni e potrebbero essere usati per identificare l'areale geografico del legno. Inoltre, i marcatori microsatelliti nucleari (nuSSR) altamente polimorfici potrebbero essere utilizzati per generare database di DNA per l'identificazione di individui / specie. Entrambi questi strumenti richiedono un rapido sviluppo di grandi database.

In questo lavoro presentiamo i risultati preliminari di un primo tentativo di caratterizzazione di materiale di riferimento del legno per *Fagus sylvatica* da diverse aree geografiche in Italia con marcatori molecolari e chimici, che possa fungere da riferimento per la successiva verifica oggettiva e su base scientifica della filiera legno, che in futuro andrebbe implementata nella fase di inventariazione del bosco.

### ***Development of log traceability techniques by genetic and chemical characterization of *F. Sylvatica* wood in Italy***

**Keywords:** log traceability; microsatellites markers; cpDNA; nuSSR.

Matching a timber log into its population of origin would signify an important improvement in the context of log traceability and in the preservation and valorization of wood chain.

Spectrometry and isotopic methods have been applied and proposed to differentiate wood samples from different geographical origins. However, these approaches are influenced by the local environment and variability of chemical composition that in some cases can bring to show a discrepancy between individuals from the same population or even between different tissues from the same individual. For this reason, major advances can be obtained in the application of DNA analyses on timber, to support the determination of identity and provenance.

Chloroplastic DNA (cpDNA) markers are able to show geographical structure of populations and could be used to differentiate the origin of one source of timber from another. Additionally, highly polymorphic nuclear microsatellite (nuSSR) markers could be used to generate DNA profiling databases for individual/species identification. Both of these tools require rapid development of large comprehensive databases.

In this work we present the preliminary results of a first attempt to characterize wood reference material of *Fagus sylvatica* from different areas in Italy by both molecular and chemical markers, to act as a benchmark, for subsequent independent, scientific, supply-chain verification, that should be implemented into the inventory process.

\*\*\*

### **SP (11). 03 Influenza della gestione selvicolturale e del clima sulla crescita e l'efficienza d'uso dell'acqua di boschi cedui di castagno**

Francesco Marini, Maria Chiara Manetti, Piermaria Corona, Manuela Romagnoli, Giovanna Battipaglia

**Parole chiave:** anelli di accrescimento; interventi selvicolturali; clima-crescita; efficienza d'uso di acqua.

Il castagno (*Castanea sativa* Mill.) ha una grande diffusione sul territorio italiano (il 9,2 % della superficie boschiva, IFNC, 2008), ed è una specie forestale di notevole importanza, sia per la variegata produzione legnosa, sia per i servizi ecosistemici che può garantire in ogni fase di sviluppo. È estremamente sensibile ai cambiamenti climatici mostrando, negli ultimi anni, un decremento della produttività.

Per assicurare un incremento della quantità e della qualità del materiale legnoso, risulta fondamentale allungare il turno del ceduo ed effettuare una gestione selvicolturale articolata in interventi di diradamento precoci e frequenti. Al contempo si devono però minimizzare i danni legati allo stress idrico, particolarmente alto nelle zone mediterranee, in un momento delicato del turno del ceduo come quello corrispondente ai 10-



12 anni, che coincide con il primo diradamento. Troppo spesso infatti, nonostante l'obiettivo selvicolturale sia quello di una produzione di qualità, il primo intervento non viene realizzato perché ritenuto antieconomico, avendo un prodotto in uscita con una domanda nulla nel mercato attuale.

Questo lavoro mira a comparare e valutare, in funzione di differenti condizioni di fertilità, esposizione e pendenza, l'efficienza di uso dell'acqua e le relazioni con i principali parametri climatici in giovani polloni di castagno. Lo studio è stato condotto in 5 soprassuoli cedui del Monte Amiata (SI), di età compresa tra 12 e 14 anni. Per ogni sito, in occasione del primo intervento di diradamento, sono stati prelevati 15 campioni, sui quali sono state condotte analisi dendrocronologiche classiche, coadiuvate da analisi fisiologiche degli isotopi stabili  $^{2^{13}\text{C}}$ ,  $^{2^{18}\text{O}}$  per osservare le strategie di efficienza d'uso delle risorse di ciascun campione. Infatti il  $^{2^{13}\text{C}}$  può essere utilizzato per conoscere l'efficienza d'uso d'acqua (WUE) degli individui in esame, mentre il  $^{2^{18}\text{O}}$  fornisce indicazioni sul bilancio idrico della pianta.

Le misure di ampiezza anulare (TRW) mostrano che l'accrescimento degli individui campionati nei diversi siti non presenta differenze significative, tranne nel 2012 quando il sito A3 (più fertile e più giovane, in fase di competizione attiva) comincia a decrescere rispetto agli altri, mentre il sito D4 (diradato nel 2015 e quindi in fase di ripresa incrementale), caratterizzato da una minore crescita fino a quell'anno, raggiunge i valori medi comuni. La WUE e il  $^{2^{18}\text{O}}$  non presentano differenze tra i siti, ad indicare un approvvigionamento idrico comune e un'efficienza d'uso di acqua che non è influenzata dalle caratteristiche o trattamenti del sito. La crescita di tutti i siti è correlata negativamente con la WUE, indicando che gli anni di maggiore produttività non sono associati ad una maggiore efficienza d'uso della risorsa idrica, ma sono bensì influenzati da altri fattori. Analizzando le correlazioni clima-crescita risulta che sia la WUE che il  $^{2^{18}\text{O}}$  sono fortemente influenzati dal clima. Infatti sono le temperature medie dei mesi di luglio ed agosto a presentare i più alti coefficienti di correlazione con entrambe le misure isotopiche. La crescita in termini di TRW risulta invece legata alle precipitazioni non solo di giugno luglio, ma anche dei mesi autunnali, quali ottobre. Le differenze di fertilità, pendenza, esposizione ed in alcuni casi anche trattamento selvicolturale, non hanno avuto influenza sui cinque siti oggetto di studio in termini di ecofisiologia delle piante ed efficienza d'uso dell'acqua.

Questo primo studio ha permesso di rilevare i bisogni e l'efficienza d'uso dell'acqua in polloni di 10-12 anni ma tale ricerca deve necessariamente proseguire per verificare nel tempo e in differenti condizioni stazionali, le relazioni tra la riduzione progressiva della densità del soprassuolo, l'efficienza d'uso dell'acqua e i cambiamenti climatici.

### ***Effects of silvicultural management and climate on growth and water use efficiency of chestnut coppice***

**Keywords:** ring width; forest management; climate-growth; water use efficiency.

Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) has a great extension in the national territory (9,2 % of the total forest area, IFNC, 2008), and it is considered an important species both for wood production and for ecosystemic services, provided during the rotation age. Chestnut is very sensitive to climate change and it is experiencing a relevant drop in productivity over the past decades.

The increase of wood quantity and quality has been guaranteed, therefore it is very important protract the rotation age and perform an articulate forest management with early and intensive thinning. At the same time reduce water stress is essential, very high in Mediterranean areas, in a critical moment of the rotation age like during the first thinning (10-12 years). Often, despite the silvicultural aim was to produce a quality wood, first thinning hasn't been involved in any forest management due to uneconomical reasons and no flow into the market. This work aims to compare and evaluate water use efficiency and the relationship with main climatic parameters in young chestnut shoots, related to different fertility, exposure and slope conditions. The study area involves 5 different chestnut forests, 12-14 years old, in Amiata Mountain (SI). In each area, during the first thinning age, 15 samples were selected, on which dendrochronological analysis and stable isotope measurements were realized. Indeed,  $^{2^{13}\text{C}}$  can be used as a proxy of plant water use efficiency (WUE), while  $^{2^{18}\text{O}}$  can be used to provide information on plant hydric balance. Tree ring width (TRW) shows that individual growth samples of the different sites don't have significant differences, a part from 2012, when A3 site (younger and with higher





fertility, in active competition) starts to decrease compared to other site, meanwhile D4 site (cut in 2015 and in incremental phase), characterized by lower growth until that year, reaches common mean values. WUE and  $\delta^{18}\text{O}$  don't present relevant differences between the areas, showing a common water supply and a WUE that it is not affected by site characteristics or silvicultural treatment. Tree growth is negatively correlated to WUE in all the sites, indicating that the higher productivity observed in particular years is not associated to a higher WUE, but it could be influenced by other factors. Observing climate-growth relationships we found that both WUE and  $\delta^{18}\text{O}$  are mainly influenced by climate conditions. Indeed both isotopes have significative correlations with the mean temperature of July and August. TRW increase is correlated not only with June and July precipitation, but also with i.e. October rainfall. Our findings underline that the site differences of fertility, slope, exposure and sometimes silvicultural treatments, don't have a significant effect on WUE and plants eco-physiology, while the climate seems to have a prominent role. This is a preliminary study allowing to measure WUE and water requirements of 10-12 years-old coppice stands, but we state the importance of further researches in this topic in order to verify the link between ecophysiological parameters of the stands and the progressive decrease of shoots density during different rotation time and in different station conditions.

\*\*\*

#### **SP (11). 04 Pannelli “decompensati”. Studio, caratterizzazione e realizzazione di elementi igroscopicamente responsivi**

Giulia Pelliccia

**Parole chiave:** pannelli igroscopici in legno; controsoffitto in legno; bioarchitettura responsiva in legno; ventilazione naturale; controllo termo-igrometrico passivo.

La presente ricerca mira alla valorizzazione del comportamento igroscopico del legno per applicazioni nell'ambito della bioarchitettura, finalizzate al miglioramento delle condizioni termo-igrometriche all'interno di ambienti chiusi dove l'umidità raggiunge valori elevati. La necessità di ridurre i consumi energetici degli edifici ha recentemente portato allo sviluppo degli smart materials, tanto tecnologicamente avanzati quanto costosi sia in fase di produzione che in fase di manutenzione. Parallelamente, si delinea una tendenza opposta, orientata verso il ritorno a una semplicità e a una naturalità che, negli anni del progresso tecnologico, sono state in parte abbandonate. Lo sfruttamento di determinate proprietà dei materiali naturali come il legno può ridurre contemporaneamente sia l'impatto economico sia quello ambientale, che caratterizzano invece i materiali più tecnologicamente avanzati.

L'igroscopicità del legno può trasformarsi da difetto a caratteristica positiva di enfatizzare. Traendo ispirazione dal mondo naturale, in particolar modo dalle deformazioni igroscopiche delle pigne che, in condizioni di umidità relativa elevata chiudono le squame per poi riaprirle in condizioni più secche, la ricerca vuole imitarne il comportamento. Le deformazioni, legate al diverso orientamento delle microfibrille di cellulosa nei due tessuti che compongono la squama (sclereidi e fibre sclerenchimatiche), si traducono in una flessione della stessa qualora sia sottoposta a variazioni di umidità. È possibile realizzare artificialmente un composito a doppio strato che manifesti lo stesso comportamento, formato da due elementi in legno incollati con la fibratura ortogonale, in modo che l'espansione o il ritiro dell'uno siano contrastati dall'altro, con conseguente flessione del composito.

La ricerca è stata sviluppata attraverso lo studio, la caratterizzazione e la realizzazione di pannelli in legno a doppio strato, chiamati con un neologismo “decompensati” per definirli in maniera antitetica rispetto ai pannelli di legno compensato. Contrariamente a questi, infatti, i pannelli “decompensati” enfatizzano le deformazioni dimensionali dovute alle variazioni di umidità relativa. La campionatura dei provini realizzati per le prove sperimentali tiene conto di specie legnose locali, spessori diversi e diverso orientamento dalla fibratura in funzione della forma del pannello. I dati ottenuti in laboratorio, riguardanti le frecce massime raggiunte, le curvature e le velocità di curvatura, individuano le configurazioni più adatte per essere applicate nell'ambito del controllo del comfort negli ambienti indoor. I “decompensati” vengono quindi utilizzati per realizzare un prototipo di pannello modulare per controsoffitti in legno, in grado di innescare un sistema di ventilazione naturale totalmente passiva nel momento in cui l'umidità relativa aumenta eccessivamente,



sfruttando i naturali moti convettivi dell'aria calda e umida, l'effetto camino e l'effetto serra per deumidificare gli ambienti senza ulteriori consumi energetici. La risposta del pannello modulare viene quindi simulata in due casi studio relativi a una sala riunioni di piccole dimensioni e a una sala conferenze di maggiore volumetria. Si viene così a costituire un esempio di bioarchitettura responsiva, in grado di reagire in maniera autonoma e reversibile a determinati fattori ambientali (l'umidità relativa in questo particolare caso).

Al valore funzionale del progetto si aggiunge un parallelo valore decorativo, grazie all'applicabilità dei pannelli a qualsiasi tipo di parete, sia orizzontale, sia verticale, anche per mezzo di particolari tassellazioni del piano, i cui tasselli possono essere realizzati tramite i "decompensati". Il processo di progettazione può essere quindi parametrizzato e replicato per adattarsi a molteplici situazioni.

\*\*\*

### SP (11). 05 Modificazione del colore del legno invecchiato naturalmente all'aperto

Tiziana Urso, Danilo Cecchini, Enrico Bonati, Giulia Resente

**Parole chiave:** colore del legno; invecchiamento naturale; trattamenti protettivi.

L'esposizione del legno agli agenti atmosferici produce nel tempo modificazioni di diversa natura che portano al degrado del materiale, in relazione alla specie legnosa e all'eventuale trattamento superficiale di protezione. Se il manufatto è all'aperto, come nel caso dei serramenti esterni, l'azione di degrado è più marcata e rapida. Il primo carattere del legno che si altera è il colore, aspetto di importanza estetica qualora il legno sia in vista nel manufatto. Con il passare del tempo in relazione alla diversa umidità ambientale, in base alle condizioni meteorologiche e all'esposizione solare, si hanno ripetuti cambiamenti dimensionali che producono fratture nel materiale. La superficie del legno viene erosa in modo irregolare dall'azione del vento, maggiormente in corrispondenza del legno primaticcio. Entrano in azione inoltre gli organismi xilofagi, insetti e, se l'umidità del legno permane sufficientemente alta, anche funghi. Per migliorare la durabilità del legno esposto all'aperto, sono in commercio diversi trattamenti protettivi, trasparenti o meno, a base acrilica o naturale, che dovrebbero prolungare la durata sia del colore che delle caratteristiche fisico-meccaniche, isolando con uno schermo il materiale dall'azione dell'acqua, della luce e degli organismi xilofagi.

Nel presente lavoro, concentrato sulle variazioni colorimetriche, sono stati selezionate alcune specie legnose utilizzate comunemente in Italia per la costruzione di serramenti: abete rosso, castagno, larice, pino silvestre e rovere. Sono state ricavate tre tavolette radiali per ogni specie: di queste una è stata lasciata al naturale, una trattata con resine acriliche all'acqua e una con vernici naturali. I trattamenti sono stati effettuati seguendo le indicazioni del produttore. I campioni sono stati collocati all'interno del Campus di Agripolis (Legnaro, Padova) all'aperto senza riparo, in posizione verticale su un supporto metallico, con esposizione nord-sud, a partire da gennaio 2014, e tutt'ora permangono lì. Le osservazioni, eseguite mensilmente nei primi tempi, e quindi più distanziate nel tempo, hanno riguardato la modificazione del colore della superficie, la variazione di massa volumica, lo stato della superficie e del trattamento protettivo. La misura del colore è stata fatta con colorimetro, utilizzando il sistema colorimetrico CIE L\*a\*b\* 1976.

I risultati indicano che tutti i legni, indipendentemente dal colore iniziale, cambiano il proprio colore, con variazioni maggiori per le conifere. Il cambiamento di colore è piuttosto rapido, misurabile già dopo il primo mese di esposizione, più consistente nei campioni non protetti da vernici. La variazione colorimetrica non è influenzata dal colore iniziale dei campioni, mentre il trattamento superficiale protettivo interferisce con questo processo. Le vernici naturali hanno dimostrato la massima efficacia sul rovere, la minima sul larice, mentre le resine acriliche hanno ridotto della metà la variazione del colore rispetto ai campioni non trattati, indipendentemente dalla specie.

Tutti i parametri valutati nel tempo mostrano generalmente un andamento discendente. In generale, i parametri colorimetrici tendono a diminuire nel tempo, con differenze in base al tipo di trattamento o alla sua mancanza. In generale, le latifoglie mostrano un colore più stabile rispetto alle conifere. La specie il cui colore varia di più è il larice, mentre il colore più stabile lo ha la quercia. Inoltre, l'esposizione a sud induce maggiori cambiamenti rispetto al nord. In tutte le specie esaminate le resine acriliche hanno avuto un'efficacia maggiore nella riduzione del cambiamento di colore rispetto alle vernici naturali.



## **Colour changes of naturally outdoors aged wood**

**Keywords:** wood colour; natural aging; protective treatments.

The exposure of wood to weathering produces over time changes of different nature that lead to the deterioration of the material, in relation to the wood species and the possible surface treatment of protection. If wood is outdoors, as external doors and windows, the ageing is more marked and rapid. The first feature that changes is the colour of the wood which is aesthetically important when wood is visible in the artefact. As time passes, dimensional modifications have to be made because of humidity, weather conditions and solar exposure. These modifications produce fractures in the material. The wind erodes the surface of the wood in an irregular way, even more in correspondence with the earlywood. Wood decay fungi and wood-boring insects also contribute to wood ageing. Therefore, the wood changes clearly its colour, it can lose its initial geometry, it can also fracture and decrease its density.

To improve the durability of the wood which is exposed outdoors, various protective treatments are available. We could find the transparent treatment with an acrylic or natural base, which should extend the duration of both the colour and the physical-mechanical characteristics, isolating the material from the action of water, light, fungi and insects.

In the present work, focused on colorimetric variations, some wood species commonly used in Italy for the construction of windows have been selected: spruce, chestnut, larch, Scots pine and European oak. Three radial boards have been made from each species: one of these has been left natural, one treated with water-based acrylic resins and one with natural varnishes. The treatments were carried out following the manufacturer's instructions. The samples were placed inside the Campus of Agripolis (Legnaro, Padua) outdoors without shelter, in a vertical position on a metal support, with north-south exposure, starting from January 2014, and remain there. The observations, performed monthly in the early times, and therefore more distant in time, concerned the modification of the colour of the surface, the variation of the density, the state of the surface and of the protective treatment. The colour measurement was done with colorimeter, using the CIE L \* a \* b \* 1976 colorimetric system.

The results indicate that all the woods, regardless the initial colour, change their colour, with greater variations for the softwood. The colour change is quite rapid it is measurable after the first month of exposure. It is more consistent in the samples not protected by paints. The colorimetric variation is not influenced by the initial colour of the samples, while the protective surface treatment interferes with this process. The natural paints have shown the greatest effectiveness on oak, the minimum on larch, while the acrylic resins have reduced by half the colour variation compared to the untreated samples.

All parameters, evaluated over time, generally show a downward trend. In general, colorimetric parameters tend to decrease over time, with differences depending on the type of treatment or lack thereof. In general, hardwood shows a more stable colour than softwood. The species whose colour changes the most is the larch, while oak has a more stable colour. Furthermore, southern exposure leads to more changes than in the north. In all the species examined, acrylic resins were more effective in reducing colour changes than natural paints.

\*\*\*

### **SP (12). 01 La competizione regola l'accrescimento degli alberi in risposta alla siccità: una revisione a scala globale**

Daniele Castagneri, Alessandra Bottero, Andrew Hacket-Pain, R. Justin DeRose, Tamir Klein, Giorgio Vacchiano

**Parole chiave:** dendrocronologia; cambiamenti climatici; resilienza.

Il clima è uno dei fattori principali che influenzano la composizione e l'accrescimento delle specie forestali. La gestione forestale ha tradizionalmente considerato il clima come un fattore fisso, caratteristico di una determinata regione. Di conseguenza, i sistemi di gestione selvicolturale più comuni non prevedono l'adattamento a condizioni climatiche in mutamento. Tuttavia, il clima sta cambiando e continuerà a cambiare, alterando la rinnovazione, l'accrescimento, e la mortalità delle foreste a scala globale. In particolare, l'aumento



della frequenza e dell'intensità delle siccità pone grandi rischi ed incertezze sui servizi e sulle dinamiche di interi ecosistemi forestali, con ripercussioni potenzialmente gravi anche sull'economia. Di fronte a questa minaccia è necessario adottare adeguate strategie gestionali volte a migliorare la resistenza e la resilienza degli ecosistemi forestali nei confronti dello stress idrico.

La dendrocronologia, analizzando retrospettivamente le serie temporali di accrescimento degli alberi, è in grado di fornire importanti informazioni sull'influenza del clima sulla crescita delle foreste. Per molti decenni i dendrocronologi hanno trattato gli effetti del clima e della competizione sugli accrescimenti come fenomeni indipendenti. Recentemente, un numero crescente di studi ha dimostrato come la competizione inter- e intraspecifica, e quindi la struttura delle foreste, influenzi la risposta degli alberi alla siccità, fornendo preziose informazioni sul potenziale adattativo di diverse strategie selvicolturali per limitare gli effetti negativi della siccità sull'accrescimento degli alberi.

Qui presentiamo una sintesi della letteratura scientifica sull'interazione tra competizione e siccità nel determinare l'accrescimento degli alberi. La ricerca è stata effettuata sul motore Scopus utilizzando come parole chiave 'forest/tree', 'growth/tree-ring', 'drought' e 'competition'. Per condurre l'analisi in modo multiscale abbiamo esaminato studi condotti sulla competizione sia a livello individuale che di popolamento. L'influenza dell'interazione tra competizione e siccità sull'accrescimento degli alberi è stata utilizzando diversi parametri, quali la correlazione tra ampiezza degli anelli e variabilità climatica inter-annuale, la resistenza e resilienza dell'accrescimento a siccità estreme, e tendenze di accrescimento a lungo termine. Le nostre ipotesi di ricerca erano:

- (i) la competizione aggrava gli effetti della siccità, aumentando la variabilità inter-annuale degli accrescimenti, riducendo la resistenza e la resilienza ad eventi estremi, e esacerbando le riduzioni di accrescimento nel lungo termine;
- (ii) gli effetti della competizione sono più intensi in popolamenti monospecifici e coetanei rispetto a popolamenti misti e disetanei.

Per questo lavoro abbiamo utilizzato dati quantitativi derivanti da più di 150 siti di studio in tutto il mondo, rimarcando il crescente interesse rivolto a questo argomento, in particolare in alcune macro-regioni (es. bacino del Mediterraneo, Stati Uniti occidentali). Le indagini sono state condotte in popolamenti naturali caratterizzati da diverse densità, sia in condizioni di sviluppo indisturbato che sottoposti a diverse intensità di diradamento. Sono stati analizzati popolamenti di conifere, latifoglie e misti di età differenti; sfortunatamente, a causa della scarsità di dati disponibili, foreste stramature e foreste primarie risultano sottorappresentate.

La nostra revisione ha rivelato complessi meccanismi di risposta alla siccità degli alberi, influenzati dalla competizione a livello individuale e a scala di popolamento a diverse scale temporali. In particolare, la mancanza di risultati coerenti riguardo all'effetto della competizione sulla relazione clima-accrescimento e sulla resistenza alla siccità solleva dubbi sull'adeguatezza dell'utilizzo di questi due parametri nel valutare la capacità degli alberi di far fronte alla siccità.

Nel contesto dei cambiamenti ambientali globali e locali, determinare in che modo la competizione influenzi la risposta delle foreste alla siccità a diverse scale spaziali e temporali può aiutare ad identificare i trattamenti gestionali più efficaci per mitigare l'impatto di futuri estremi climatici. La maggior parte delle pubblicazioni scientifiche indica che alti livelli di competizione (popolamenti molto densi) riducono la capacità degli alberi di far fronte alla siccità. In popolamenti gestiti è stato spesso riscontrato che il diradamento di media-alta intensità è il miglior trattamento selvicolturale per ridurre gli effetti della siccità sulla crescita degli alberi nel breve e medio termine. Nel lungo termine, gli interventi di gestione forestale adattativa dovrebbero essere svolti prioritariamente in popolamenti forestali molto densi caratterizzati da un'intensa competizione per l'acqua.

### ***Competition modulates tree growth response to drought: a global review***

**Keywords:** dendrochronology; resilience; climate change.

For centuries, forest managers have considered climate a fixed factor that typifies particular regions and influences forest species composition and growth rates. As a result, traditional silvicultural management systems do not consider adaptation to variable climatic conditions. However, climate is changing, and it will continue to change, altering regeneration, growth, and mortality patterns in forests globally. The increasing frequency and intensity of droughts pose major risks for forest ecosystem processes and services, with





potentially serious repercussions on the economic aspects. Given this threat, forest managers are in need of appropriate adaptive management strategies to increase the resistance and the resilience of forest ecosystems to water constraints.

Dendrochronology, by retrospectively studying tree growth patterns, can provide important information on the influence of climate on tree growth. For many decades, dendrochronologists have considered separately the effect of climate and competition on tree growth. Recently, an increasing number of studies have investigated how competition—and therefore forest structure—influence the growth response of trees to drought, providing valuable insight on the potential of different management strategies to modulate the effects of drought on tree growth.

Here, we present the results of a review conducted on the interactive effects of competition and drought on tree growth. We investigated the existing literature on Scopus, using forest/tree, growth/tree-ring, drought, and competition as keywords. To evaluate different spatial scales, we scrutinized papers investigating competition at both the individual and stand level. Interactive effects of drought and competition on tree growth were evaluated at various temporal scales using different parameters, i.e. inter-annual variations (ring-width correlation with inter-annual climate variability), direct (growth resistance) and legacy (growth resilience) effects of extreme events, and long-term effects (long-term growth trends). Our research hypotheses were that:

- (i) competition exacerbates the effects of drought, i.e. it increases inter-annual growth variability, reduces resistance and resilience, and worsen long-term growth decline;
- (ii) competition effects are stronger in pure, even-aged stands, compared to mixed, uneven-aged stands.

We retrieved quantitative data from > 150 study sites worldwide. This revealed the impressive increase of interest on this topic, especially in some macro-regions in the world. Investigations were performed on both natural stands characterized by different densities, and on stands managed according to different harvesting intensities. Conifer, broadleaf, and mixed stands of different age were investigated, still forests with > 100 year and old-growth forests were underrepresented.

Our review showed a complex pattern of individual and stand level competition influence on tree response to drought at different time scales. In particular, the lack of consistent results on the influence of competition on responses to inter-annual climate variability, and on the resistance to dry years, raises doubts on the suitability of these two parameters to assess capacity of trees to cope with drought.

In the context of global change, determining how competition affects forest response to drought at different spatial and temporal scales can help to identify more efficient silvicultural treatments to mitigate the impact of future drier climate conditions. The majority of papers indicate that high competition levels (high stand density) reduce tree capacity to cope with drought. In managed plots, medium to high intensity thinning was often found to be the best silvicultural treatment to reduce drought effects on tree growth in the short- and medium-term. In the long-term, forest management actions should aim to avoid dense forest stands characterized by intense competition for water.

\*\*\*

### **SP(13).01 *Ips sexdentatus* (Coleoptera: curculionidae, scolytinae) e il suo predatore *Thanasimus formicarius* (Coleoptera, cleridae): tre anni di osservazioni nelle pinete dell'Etna (Sicilia, Italia)**

Salvatore Bella, Giuseppe Campo, Massimo Faccoli, Mario Candore, Agatino Sidoti

**Parole chiave:** *Ips sexdentatus*, *Thanasimus formicarius*, monitoraggio, Pino laricio, Sicilia.

Da circa un ventennio le pinete di Pino laricio, *Pinus nigra* spp. calabrica (Loud.) A. E. Murray, del vulcano Etna (Sicilia, Italia) soffrono per infestazioni del coleottero scolitide *Ips sexdentatus* (Börner, 1767) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Attacchi di particolare intensità sono stati registrati in popolamenti di pino interessati da fattori di stress quali siccità, incendi, eccessive densità d'impianto e, soprattutto, mancata rimozione del materiale di risulta delle cure colturali. Quest'ultimo fattore ha favorito l'incremento delle popolazioni dello scolitide, scatenando importanti pullulazioni anche su popolamenti apparentemente in buone condizioni vegetative.



Per indagare il fenomeno e proteggere le pinete di Pino laricio, specie presente in formazioni naturali in Sicilia unicamente sulle pendici dell'Etna, dal 2005 al 2015 il Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale (ex Azienda Reg. Foreste Demaniali) ha attivato una campagna di monitoraggi stagionali (da marzo a novembre) mediante la posa di trappole a feromoni di tipo Theysohn, collocate lungo i versanti del vulcano, in particolare, nelle aree soggette a deperimenti. Le trappole, utilizzate anche per la "cattura massale" degli adulti, venivano svuotate con cadenza settimanale procedendo alla determinazione e conteggio delle specie raccolte. I dispenser del feromone venivano sostituiti a intervalli di circa un mese.

I risultati dell'andamento delle catture di *Ips sexdentatus* e del suo antagonista naturale *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae), che risponde attivamente al feromone di aggregazione della sua preda, registrate nel corso del triennio 2013-2015 in dieci località del vulcano ad altitudine variabile tra i 1.200 e i 1.800 m s.l.m., mostrano come nel periodo interessato dal monitoraggio le popolazioni di *I. sexdentatus* abbiano evidenziato densità sensibilmente variabili negli anni (con rispettivamente 2.107, 8.228 e 6.431 insetti per trappola). Anche le densità di popolazione di *T. formicarius* variano fra gli anni (con rispettivamente 809, 1.184 e 498 insetti per trappola), evidenziando tuttavia un forte calo demografico rispetto alla densità del suo ospite (0,38, 0,14 e 0,07) a sostegno dell'ipotesi che l'aumento delle infestazioni di *I. sexdentatus* sull'Etna possa in parte essere dovuto a una diminuzione delle popolazioni del suo principale nemico naturale. Le maggiori catture dello scolitide sono state registrate in località (oppure nella stazione di) Monte Rosso (2.684, a cui sono corrisposti 53 esemplari di *T. formicarius*), mentre il valore minimo a Monte Vetore (62, a cui è corrisposto un valore di 53 catture di *T. formicarius*); per quanto attiene al predatore il valore massimo di catture si è registrato in località Schiena dell'Asino (242 esemplari, in contrapposizione ai 285 di *I. sexdentatus*).

***The six-toothed pine bark beetle, Ips sexdentatus (Coleoptera: curculionidae, scolytinae), and its predator Thanasimus formicarius (Coleoptera, cleridae): three years of observations in the Etna pine forests (Sicily, Italy)***

**Keywords:** *Ips sexdentatus*, *Thanasimus formicarius*, monitoring, *Pinus nigra*, Sicily.

In the last twenty years the Corsican pine forests, *Pinus nigra* spp. *calabrica* (Loud.) A. E. Murray, of the Etna volcano (Sicily, Italy) suffer from infestations of the six-toothed pine bark beetle *Ips sexdentatus* (Börner, 1767) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Severe attacks have been recorded in pine forests affected by stressing factors such as drought, fires, excessive tree density and, mainly, by release in forest of cut trees following thinning. This last factor favored the increase of the population density of the insect pest, triggering large outbreaks even on apparently health pine forests.

To investigate this phenomenon and protect the forests of Corsican pine, a species occurring in Sicily in natural stands only along the slopes of Etna volcano, from March to November 2005-2015 the Regional Department of Rural and Territorial Development (formerly Azienda Reg. Foreste Demaniali) monitored the population density of *I. sexdentatus* by Theysohn pheromone traps set up in the infested areas located along the slopes of the volcano. The pheromone dispensers were replaced monthly and the traps, used also for "mass trapping", were emptied weekly proceeding to determination and counting of the collected beetles, including possible predators such as the clerid *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae), which responds actively to the aggregation pheromone of its prey.

The results recorded during the three-year period 2013-2015 in ten monitored localities at altitudes varying between 1,200 and 1,800 m asl, show *I. sexdentatus* populations with densities sensibly variable over the years (2,107, 8,228 and 6,431 insects per trap and year, respectively). The population densities of *T. formicarius* also vary between years (809, 1,184 and 498 insects per trap, respectively), highlighting however a strong demographic decrease when compared to the density of its host (0.38, 0.14 and 0.07, respectively). This result supports the hypothesis that the increase of the *I. sexdentatus* infestations on Etna Volcano may partly be due to a decrease in the population density of its main natural enemy.



The largest captures of the scolytid were recorded at Monte Rosso (2.684, to which 53 specimens of *T. formicarius*), while the minimum occurred at Monte Vetore (62, to which 53 of *T. formicarius*); as regards the predator, the highest capture was registered at Schiena dell'Asino (242 adults facing 285 of *I. sexdentatus*).

\*\*\*

### **SP (13). 02 *Ips typographus*: è possibile un nuovo approccio?**

Andrea Bertagnolli, Alessandro Andriolo

**Parole chiave:** *Ips typographus*; bostrico; tagli fitosanitari.

*Ips typographus* (o bostrico), coleottero corticicolo specifico dell'abete rosso, è uno degli insetti forestali più rilevanti dell'arco alpino, sia per la sua diffusione, sia per l'impatto economico negativo che la morte delle piante colpite e il deprezzamento del legname portano all'economia forestale. Tali premesse hanno portato, nei Paesi centroeuropei a più spiccata vocazione forestale, allo sviluppo di un protocollo d'intervento molto severo e puntuale, che prevede, tra le varie misure, anche l'utilizzazione e l'allontanamento delle piante attaccate. Tale protocollo è stato accolto, in modo semplificato, anche dai paesi dell'arco alpino. In seguito a ripetute osservazioni nella pratica quotidiana, si è arrivati alla convinzione che non sempre allontanare le piante colpite porta i frutti sperati; a volte è addirittura controproducente.

Il presente progetto, che si trova nella sua fase iniziale, sfrutta reti di monitoraggio esistenti opportunamente armonizzate tra loro per ottenere le informazioni necessarie ad un'analisi critica dei tagli fitosanitari come sono praticati correntemente, e ad una eventuale rimodulazione della strategia che tenga conto, accanto al già noto potenziale offensivo dello scolytide, anche della resilienza di un bosco sano.

#### ***Ips typographus*: is a new approach possible?**

**Keywords:** Norway spruce; bark beetle; infected plants.

*Ips typographus*, the Norway spruce bark beetle, is one of the most relevant forest insects of the alpine region, due to its diffusion and to the hard damage to the forest economy it is able to cause in terms of loss of trees and decreased sale price of the wood. In this boundary the Middle Europe countries with a strong forest economy promoted and developed a strict intervention protocol that includes inter alia cutting of infected plants. This protocol was accepted, on a simplified way, by the alpine countries too. The observation of different study cases shows that sometimes the applied strategy does'nt seem to bring the hoped benefits, on the contrary worsened the situation.

The aim of this project is to gather the necessary data that can lead to a critical analysis of the ongoing strategy and possibly to a new approach, which, in addition to the well-known damage potential of the bark beetle, also takes into account the resilience of a healthy forest.

\*\*\*

### **SP (13). 03 Centocinquanta anni di patologia forestale nella foresta di Vallombrosa: l'utilizzo di erbari secolari per studiare le malattie delle specie native e introdotte nel contesto dei cambiamenti climatici**

Paolo Capretti, Giovanni Galipò, Luca Chiostrì, Luca Sarais, Luisa Ghelardini

**Parole chiave:** erbario; dati storici; epidemiologia; Vallombrosa; patologia forestale.

Nel 1867, poco dopo l'Unità d'Italia, con l'istituzione del Regio Istituto Forestale a Vallombrosa, Firenze, furono anche attivati i corsi di Patologia Forestale. La cattedra fu inizialmente tenuta da Ruggero Solla, al quale succedettero altri illustri scienziati come Giovanni Briosi e Fridiano Cavara, che contribuirono alla creazione di una notevole collezione di campioni di interesse fitopatologico tra cui micelia essiccata e parti sintomatiche di



pianta, raccolte principalmente nella foresta di Vallombrosa. Il prof. R. Solla ha raccolto numerosi campioni di patogeni fungini ed è stato autore di alcune interessanti prime segnalazioni di malattie di piante forestali, i cui agenti si possono ancora trovare nella foresta di Vallombrosa come *Aecidium elatinum* (attualmente *Melampsorella caryophyllacearum*), *Taphrina amentorum* (*T. alnii*), *Nectria ribis* (*N. cinababarina*). Anche Fridiano Cavara, botanico che insegnò al Regio Istituto Forestale tra il 1896 e il 1900, è stato particolarmente attivo nel raccogliere numerosi esemplari di erbario a Vallombrosa.

Nel corso del tempo, la raccolta, originariamente utilizzata come materiale didattico, è stata arricchita e organizzata nell'Erbario Fitopatologico del Regio Istituto Forestale. L'Erbario, attualmente conservato presso il Dipartimento delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA) dell'Università di Firenze, fa parte del Coordinamento della Rete italiana dei musei botanici (CORIMBO).

I dati completi relativi al contenuto dell'Erbario, che è stato costruito principalmente dal 1880 agli anni '40 e comprende oltre 2400 campioni provenienti da diversi siti in Italia (oltre 800 esemplari provengono da Vallombrosa) e da alcune località all'estero, sono stati recentemente digitalizzati, e i campioni, circa 300 per Vallombrosa, sono stati georeferenziati quando il toponimo del sito di raccolta è riportato nella scheda allegata al campione. Le analisi descrittive sono state appena intraprese. Queste informazioni saranno rese disponibili per studi e attività di ricerca.

I campioni raccolti durante il periodo tra il 1863 e il 1953 comprendono molte ruggini (appartenenti ai generi *Chrysomyxa*, *Gymnosporangium*, *Melampsorella*, *Peridermium* e *Puccinia*). Tra questi funghi particolarmente interessanti è la *Puccinia buxi* che oggi risulta un patogeno di importanza economica su *Buxus sempervirens* in Gran Bretagna. Molti esemplari sono costituiti da agenti di *Peronospora* o di oidio come *Microsphaera*, *Sphaerotheca* o *Uncinula*, altri comprendono funghi responsabili di malattie della chioma, come ad esempio i funghi delle famiglie Gnomoniaceae, *Rhytismaceae* e *Taphrinaceae*, e altri ancora raccolgono i patogeni di marciume radicale o carie delle famiglie Agaricaceae, Polyporaceae e Xylariaceae.

Sin dai tempi in cui è stato avviato l'Erbario del Regio Istituto Forestale, la foresta di Vallombrosa è stata sul percorso di numerosi patogeni alieni e invasivi come, per citare solo due tra i più importanti, quello che ha quasi distrutto i castagneti europei come *Phytophthora cambivora*, l'agente del mal dell'inchiostro, che fu inizialmente studiato da Lionello Petri e *Cryphonectria parasitica*, responsabile della cancro del castagno, che fu studiato da Antonio Biraghi. È interessante notare che molti degli agenti patogeni conservati nell'erbario sono stati raccolti anche all'interno degli arboreti di Vallombrosa dove sono stati piantate più di 700 specie arboree e arbustive provenienti da tutto il mondo negli ultimi 150 anni.

L'analisi dei dati dell'erbario e dell'archivio, con l'aggiunta dei dati raccolti in nuove campagne sul campo e l'identificazione con metodi molecolari, può consentire la ricostruzione delle tendenze storiche delle malattie infettive delle piante e la loro diffusione, gli aspetti epidemiologici, la scomparsa e recrudescenza sotto l'effetto del cambiamento delle condizioni socioeconomiche o climatiche. Sono di particolare interesse lo studio dell'epidemiologia e dell'ecologia delle malattie causate da agenti patogeni introdotti e invasivi.

### ***One hundred and fifty years of Forest Pathology in Vallombrosa Forest: making a century-old herbarium collection available for studying native and introduced tree diseases under climate change***

**Keywords:** herbarium; historical data; epidemiology; Vallombrosa; forest pathogens.

In 1867, soon after the Italian Unification, the discipline of Forest Pathology was officially initiated with the establishment of the Regio Istituto Forestale in Vallombrosa, Firenze. The professorship was at first held by Ruggero Solla, who was succeeded by other distinguished scientists such as Giovanni Briosi and Fridiano Cavara, who all contributed to the creation of a substantial collection of specimens of phytopathological interest including dried mycelia and symptomatic plant parts, mainly collected in Vallombrosa forest. The botanist Ruggero Solla acquired many samples of pathogenic fungal species and was the author of some interesting first reports of forest diseases, which can still be found in the forest of Vallombrosa such as *Aecidium elatinum* (currently *Melampsorella caryophyllacearum*), *Taphrina amentorum* (*T. alnii*), *Nectria ribis* (*N. cinnabarina*). The





botanist Fridiano Cavara, who was teaching at the Regio Istituto Forestale between 1896 and 1900, was also particularly active and collected numerous herbarium specimens in Vallombrosa.

Over the course of time, the collection, originally intended as a teaching material, was enriched and organized in the Phytopathological Herbarium of the Regio Istituto Forestale. The Herbarium, which is currently conserved at the Dipartimento delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DiSPAA) of the University of Florence, is part of the Coordination of the Italian Network of Botanical Museums (CORIMBO).

The full data relative to the content of the Herbarium, which was mainly built from 1880 to the 1940s and includes over 2400 samples from several sites in Italy (more than 800 specimens come from Vallombrosa) and from a few localities abroad, were recently digitized, and specimens were geo-referenced when the toponym of the collection site is reported in the sample sheet. This applies to more than 300 herbarium samples from Vallombrosa forest. This information will be made available for studies and research activities. Descriptive analyses have been just undertaken.

Samples collected during the period between 1863 and 1953 include many rusts (belonging to genera *Chrysomyxa*, *Gymnosporangium*, *Melampsorella*, *Peridermium*, and *Puccinia*). Among these fungi especially interesting is *Puccinia buxi* that is nowadays a pathogen of economic importance on *Buxus sempervirens* in Great Britain. Many old specimens belong also to powdery mildew genera such as *Microsphaera*, *Sphaerotheca*, or *Uncinula*, which include fungi responsible of foliage and shoot disease, for instance in the families Gnomoniaceae, Rhytismaceae, and Taphrinaceae, and decay and root fungi of the families Agaricaceae, Polyporaceae, and Xylariaceae.

Since the times when the Herbarium of the Regio Istituto Forestale was initiated, Vallombrosa Forest has been in the path of several alien and invasive tree pathogens such as, just to mention two of the most infamous, those that have nearly destroyed European chestnut populations i.e. *Phytophthora cambivora*, the agent of ink disease, which was in the beginning studied by Lionello Petri, and *Cryphonectria parasitica*, responsible of chestnut blight, which was studied at first by Antonio Biraghi. It is noteworthy that many of the pathogens conserved in the Herbarium were collected in one or another of the Arboreta that are present in Vallombrosa where more than 700 tree and shrub species from all over the world have been planted over the past 150 years.

The analysis of herbarium and archive data, with the addition of present data collected in new field campaigns and the assistance by molecular methods, may enable the reconstruction of historical trends of infectious diseases of trees, and the modeling of disease affirmation, spread, epidemics, disappearance and recrudescence under the effect of changing socioeconomic or climatic conditions. The study of epidemiology and ecology of tree diseases caused by introduced and invasive pathogens are of course of special interest and current relevance.

\*\*\*

#### **SP (13). 04 Verso la definizione di linee guida per il contenimento del patogeno forestale alieno *Heterobasidion irregulare* in Italia**

Paolo Gonthier, Luana Giordano, Fabiano Sillo, Matteo Garbelotto

**Parole chiave:** *Heterobasidion irregulare*; marciume radicale; lotta, pino; selvicoltura; trattamenti.

*Heterobasidion irregulare* è un fungo agente di marciume radicale dei pini originario del nord America e introdotto accidentalmente in Italia durante la seconda guerra mondiale. Il patogeno si è dimostrato invasivo diffondendosi, talora in associazione a morie rilevanti, in popolamenti di *Pinus pinea* lungo circa 103 km di costa laziale. In base ad una Pest Risk Analysis (PRA), il fungo è stato inserito a partire dal 2015 nella lista A2 della European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), che annovera organismi nocivi alle piante, già presenti nell'area EPPO e raccomandati per la regolamentazione in qualità di organismi di quarantena.

La presenza nella zona colonizzata da *H. irregulare* in Italia centrale anche del patogeno nativo *H. annosum* da un lato ha favorito l'ibridazione tra le due specie fungine, dall'altro ha consentito di effettuare una serie di



osservazioni ed esperimenti volti a determinare i fattori alla base dell'invasività del patogeno alieno. Esperimenti comparativi hanno dimostrato che *H. irregulare* non è più virulento di *H. annosum* su alcune importanti specie di pino europee e nordamericane; tuttavia esso presenta una capacità di colonizzare legno morto e di sviluppare corpi fruttiferi significativamente più elevata, che potrebbe spiegare la sua rilevante capacità di diffusione, decisamente maggiore rispetto a quella di *H. annosum*.

Attualmente, la diffusione naturale di *H. irregulare* al di fuori della zona colonizzata è resa difficile dall'indisponibilità di foreste idonee al suo insediamento. Tuttavia, in base alla PRA, la diffusione naturale del patogeno alieno e la sua propagazione ad altri paesi europei potrebbe avvenire nell'arco di alcuni decenni, in assenza di efficaci misure di contenimento.

Considerata l'attuale estensione della zona colonizzata dal patogeno e il fatto che nuovi focolai della malattia possono passare inosservati per anni, l'eradicazione totale del patogeno alieno è da considerarsi improponibile. Misure di eradicazione possono essere proposte solo localmente, in presenza di focolai di infezione di piccola taglia e circoscritti. Gran parte delle risorse dovrebbero essere invece allocate a ridurre i danni e soprattutto il rischio di diffusione del patogeno al di fuori della zona colonizzata.

Nell'ambito del progetto europeo EMPHASIS, sono state messe a punto alcune soluzioni pratiche per il monitoraggio e la sorveglianza di *H. irregulare*, incluso lo sviluppo, la validazione e l'ottimizzazione di un metodo diagnostico rapido e specifico basato su Loop-mediated isothermal AMPLification (LAMP). Tale metodo, contestualmente a protocolli standardizzati per l'intrappolamento di spore e per il campionamento degli alberi, costituisce l'elemento centrale di uno standard diagnostico (PM7) attualmente in fase di preparazione da parte di EPPO.

EPPO è anche impegnato nell'allestimento di un ulteriore standard relativo a *H. irregulare*, un National Regulatory Control System (PM9). Tale standard, da adottarsi sia in contesti prettamente forestali sia in contesti urbani, dove il patogeno alieno è altresì presente, prevedrà la definizione di una zona tampone di dimensioni adeguate esternamente alla zona colonizzata e fornirà una serie di raccomandazioni dettagliate circa l'abbattimento degli alberi infetti e lo smaltimento del materiale di risulta. Saranno inoltre fornite una serie raccomandazioni per il contenimento di *H. irregulare*, da adottare nella zona colonizzata e nella zona tampone, inclusa la programmazione delle operazioni selvicolturali in periodi dell'anno caratterizzati da basso rischio di infezione delle ceppaie da parte del patogeno e l'applicazione di trattamenti chimici (soluzione di urea) o biologici (sospensione di spore di *Phlebiopsis gigantea*) sulla superficie fresca di taglio delle ceppaie.

Lavoro finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Horizon 2020, progetto Effective Management of Pests and Harmful Alien Species – Integrated Solutions (EMPHASIS), grant agreement No 63417.

### ***Towards the definition of guidelines for the containment of the alien forest pathogen Heterobasidion irregulare in Italy***

**Keywords:** *Heterobasidion irregulare*, root rot, control, silviculture, treatments.

*Heterobasidion irregulare* is a major fungal pathogen of pines in North America and was accidentally introduced into Italy during World War II. The fungus has become invasive and was reported to cause mortality of *Pinus pinea* trees over a 103 km stretch of the Tyrrhenian coast around Rome. Based on a Pest Risk Analysis (PRA), in September 2015 *H. irregulare* was added to the A2 list of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), which includes pests locally present in the EPPO Region and recommended for regulation as quarantine pests.

The presence of both *H. irregulare* and the European interfertile species *H. annosum* in central Italy has fostered hybridization between the two, but has also allowed for comparative observations and experiments aimed at identifying factors driving the invasion of the alien pathogen. Inoculation experiments have indicated that both species are equally virulent on several European and North American pine species. However, *H. irregulare* has a much greater sporulating potential than its congener and when inoculated in pine logs it colonizes a volume of wood significantly larger, potentially explaining its much higher transmission rate.



Currently, the natural spread of *H. irregulare* from the infested area in Italy is constrained by a lack of suitable presence of hosts around the outbreak area. However, based on PRA, the natural spread of the pathogen and its entry into another country may happen in the order of one to few decades in the absence of efficient containment measures. Given the significant size of the *H. irregulare* infested area, and considering that the pathogen can often be undetected for years, the complete eradication of the pathogen appears an unrealistic management option, and eradication may be implemented only locally, in the presence of small and isolated disease centres. Resources should instead be allocated to minimize the risk of spread of the invasive pathogen outside the current zone of infestation, while reducing infection rates within the infested area.

In the frame of the EU Project EMPHASIS, practical solutions for the surveillance and monitoring of *H. irregulare* have been settled, including the development, validation and optimization of a fast and specific detection method based on Loop-mediated isothermal AMPLification (LAMP) assay. This assay, along with standardized protocols for spore trapping and tree sampling, represents the core of a diagnostic standard (PM7) currently in preparation by EPPO.

A further standard (PM9) is being prepared by EPPO as a National Regulatory Control System for *H. irregulare*. This standard, to be adopted in both forest and urban areas, where the pathogen is present as well, will define a buffer zone of suitable size around the infested area and will provide a number of recommendations for the felling of infected trees and for the disposal of wood. Containment and suppression measures will also be recommended, including a correct timing of silvicultural operations that should be performed only in periods of the year characterized by low risk of stump infection by spores of the pathogen, and the protection of stump surfaces immediately after felling with chemical (i.e. urea solution) or biological (i.e. spore suspension of *Phlebiopsis gigantea*) treatments.

Work supported by the European Commission in the frame of the Program Horizon 2020, project Effective Management of Pests and Harmful Alien Species – Integrated Solutions (EMPHASIS), grant agreement No 63417.

\*\*\*

### **SP (13). 05 La relazione tra diversità e stato di salute delle foreste in Italia dipende dal contesto ambientale**

Giovanni Iacopetti, Filippo Bussotti, Federico Selvi, Martina Pollastrini, Filomena Maggino

**Parole chiave:** diversità delle foreste; defogliazione delle chiome; salute degli alberi; monitoraggio forestale.

La diversità delle foreste ha un ruolo importante nella promozione della produttività dei soprassuoli forestali e della loro capacità di fornire servizi ecosistemici. Lo stato di salute degli alberi è positivamente influenzato dalla diversità forestale, soprattutto in relazione agli attacchi di agenti patogeni (insetti e funghi). Non esiste, tuttavia, una chiara e generale evidenza sulla possibile relazione tra diversità degli alberi e il loro stato di salute, valutato, ad esempio, in termini di defogliazione delle chiome, come attualmente avviene nei programmi di monitoraggio forestale a livello europeo (ad esempio nel programma internazionale per la valutazione e il monitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle foreste, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, ICP Forests).

A livello di popolamento forestale gli effetti della diversità sullo stato di salute delle foreste sono noti e riconosciuti; tuttavia questi effetti possono variare a seconda del contesto ambientale in cui il popolamento è cresciuto. L'Italia rappresenta un ottimo caso di studio per valutare questo aspetto grazie alla sua eterogeneità ecologica, forestale, climatica e ambientale.

Lo scopo di questo studio è di analizzare le relazioni tra la diversità forestale, a livello di popolamento e di singolo albero, e lo stato di salute degli alberi nei principali tipi forestali presenti in Italia, utilizzando l'attuale rete di monitoraggio forestale nazionale.

In questo studio 250 plot appartenenti alla rete di monitoraggio di livello I ICP Forests sono stati raggruppati in quattro gruppi mediante un'analisi multivariata (cluster analysis) sulla base di parametri ecologici e strutturali



(posizione geografica, clima, proprietà del suolo, indici di diversità tassonomica e strutturale) dei popolamenti forestali (plot). Le relazioni tra la defogliazione delle chiome e la diversità (a livello di singolo albero e di popolamento) sono state analizzate nell'intero dataset (a livello nazionale) e in cluster omogenei di plot per le principali specie forestali (*Fagus sylvatica* L., *Picea abies* L., *Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Willd., *Castanea sativa* Mill.).

I risultati mostrano che a livello nazionale la ricchezza di specie e la composizione del popolamento riflettono diversi e, spesso, contrastanti condizioni ecologiche. La risposta dei singoli alberi (defogliazione) è influenzata dal contesto ambientale più che dalla diversità. In condizioni ecologiche omogenee, bassi livelli di diversità del popolamento determinano un miglioramento dello stato di salute degli alberi (minore defogliazione) rispetto a popolamenti monospecifici o con più alti livelli di diversità. Questo aspetto dovrebbe essere preso in considerazione per promuovere e adottare una gestione forestale mirata ad aumentare la diversità dei popolamenti forestali, soprattutto in aree in cui le specie sono nel loro optimum ecologico.

### **Forest diversity and tree health relationships in Italian forests depend on environmental context**

**Keywords:** tree diversity; crown defoliation; tree health; forest monitoring.

Forest tree diversity plays a relevant role in promoting forest productivity and overall capacity to deliver ecosystem services. Tree health is positively influenced by forest diversity, especially in relation to insect and pathogen attacks. However, there is no clear general evidence about the possible relationships between stand-scale tree diversity and tree health (estimated as degree of crown defoliation), as assessed in the current European forest monitoring programme (the International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, ICP Forests).

It is recognized that the influence of stand-level tree diversity on forest health may be variable in relation to the environmental context, and it can be expected that different patterns of crown defoliation occur on different tree species in different eco-regions. Italy is an excellent case of study because of the ecological heterogeneity of the forest areas, that includes alpine, mountain and Mediterranean climatic regions as well as a broad range of soil types. Aim of this study was to investigate the relationships between forest diversity and tree health conditions of the main forest types in Italy, using the current forest monitoring network.

In this study, 250 plots belong to the Italian Level I ICP Forests network were grouped in four groups of plots by means of a multivariate cluster analysis, considering ecological and structural parameters of the stands (geographical, climatic and soil characteristics, taxonomic (Shannon) and structural (mingling) diversity indices), obtained from various datasets. Relationships between crown defoliation and diversity (at tree- and stand-level) were analysed on the whole dataset and in homogeneous clusters for the main forest tree species (*Fagus sylvatica* L., *Picea abies* L., *Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Willd., *Castanea sativa* Mill.).

The main results show that at country level, tree species richness, diversity and composition of the stands reflect different and often contrasting ecological conditions. The responses of trees (crown defoliation) seems driven more by the environmental context rather than diversity. In homogenous ecological conditions, low levels of stand diversity were more effective to improve the crown conditions (i.e. minor defoliation) than either monospecific or highly-diverse stands. This aspect should be considered to promote and apply forest management options aimed at enhancing stand diversity in monospecific stands in areas where the main tree species are in their ecological optimum.

\*\*\*

### **SP (13). 06 Il programma di eradicazione di *Thaumetopoea pityocampa* dalla Sardegna**

Andrea Lentini, Roberto Mannu, Pietro Luciano

Parole chiave: processionaria del pino; lotta integrata; *Bacillus thuringiensis*; applicazioni aeree.

La comparsa nel 2006 in Sardegna della *Thaumetopoea pityocampa* ha suggerito la realizzazione di un programma di eradicazione del temibile fillofago, anche per gli aspetti di salute pubblica derivanti dalla presenza delle sue larve munite di peli urticanti. Il programma ha preso avvio nel 2011 ed ha previsto un insieme di azioni:





- (i) valutazione della diffusione della specie con una rete di trappole a feromoni;
- (ii) rilevamento e mappatura di pini e aree pinetate all'interno dell'area infestata;
- (iii) rilevamento degli alberi infestati attraverso ispezione visiva;
- (iv) applicazione di insetticidi da terra e rimozione dei nidi presenti su alberi isolati;
- (v) trattamenti aerei con *Bacillus thuringiensis kurstaki* delle pinete infestate;
- (vi) progressiva valutazione tecnico-scientifica dei risultati ottenuti e conseguente calibrazione del programma.

Le strategie di lotta adottate si sono dimostrate efficaci e nell'area di prima segnalazione, ricadente nel Medio-Campidano, si può ragionevolmente presumere di aver eradicato il fitofago. Infatti, le catture di adulti alle trappole a feromoni si sono progressivamente ridotte per giungere ad annullarsi nel 2017 e i rilievi di campo non hanno evidenziato nell'ultimo biennio la presenza di nidi. Attualmente gli interventi di lotta sono concentrati, con buoni risultati, nella parte costiera della Gallura.

### ***The eradication program against *Thaumetopoea pityocampa* in Sardinia***

Keywords: pine processionary moth; integrated control; *Bacillus thuringiensis*; aerial spray.

In 2011, an eradication program was initiated in Sardinia in order to prevent the spread of the pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa*, which was first recorded in Sardinia in spring 2006. The main components of the program were:

- (i) estimation of the pest spread by a network of pheromone traps;
- (ii) detection and mapping of pine trees and pine forests within the infested area;
- (iii) detection of infested trees through visual inspection;
- (iv) ground insecticide applications and physical nest removal on isolated trees;
- (v) aerial application of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* on pine forests;
- (vi) technical and scientific support to develop the program and evaluate progress towards successful eradication.

The control strategies used were effective and it is reasonable to assume that the pine processionary moth has been eradicated in the area of first report (Medio Campidano, central southern Sardinia). In fact, male captures in pheromone traps decreased progressively over time to zero in 2017. Field observations did not highlight the presence of nests in the monitored area in the last two years. Currently, the eradication efforts are applied with effective results in the coastal area of north eastern Sardinia (Gallura).

\*\*\*

### **SP (13). 07 Impatto dell'invasione di cincia mora sulla processionaria in pinete alpine**

Francesca Marsilli, Cristina Salvadori, Mizuki Uemura, Lorenzo Marini, Alessandro Franzoi, Francesca Rossi, Andrea Battisti

**Parole chiave:** predazione, Alpi Meridionali, *Pinus*, *Thaumetopoea pityocampa*.

La cincia mora (*Periparus ater*) è un paride strettamente legato alle conifere, noto per compiere invasioni i cui numeri variano enormemente negli anni e nelle diverse parti d'Europa. L'area di nidificazione interessa tutta l'Eurasia, dall'Irlanda alla Kamchakta. Gli adulti sono generalmente sedentari, soprattutto nella parte meridionale e occidentale del suo areale, e monogami. La dieta della cincia mora consiste principalmente in adulti e larve di insetti e ragni e di semi, di abete rosso in particolar modo, in autunno e in inverno. Da precedenti studi emerge che la cincia mora può nutrirsi anche di larve di processionaria del pino

L'obiettivo di questo studio consiste nel quantificare l'impatto della predazione di cincia mora sulle larve di processionaria a seguito dell'invasione osservata a sud delle Alpi nell'autunno del 2017. Per quanto riguarda l'abbondanza numerica delle cince sono stati utilizzati i dati della stazione di cattura e inanellamento del



Passo Brocon, dal 1997 al 2017; la stazione è situata a 1750 m di quota nel Trentino Orientale. Il periodo di inanellamento si svolge tutti gli anni giornalmente da fine settembre a fine ottobre, con l'utilizzo di una superficie di reti da 1357 m<sup>2</sup> a 1597 m<sup>2</sup>.

I rilievi relativi alla predazione sono stati effettuati in 23 siti lungo un gradiente latitudinale tra Veneto (Colli Euganei a Sud) a Trentino-Alto Adige (Val Venosta a Nord) e con un gradiente altitudinale da quota 100 m di Soave (VR) a quota 1120 di Vezzano (BZ). Il campionamento è stato svolto da gennaio a marzo 2018, quando le larve di processionaria svernano nei nidi ed è il momento in cui è più facilmente constatabile l'avvenuta predazione. Le variabili rilevate sono state: posizione GPS dell'albero, specie arborea, altezza dell'albero, diametro del nido, stadio larvale, numero, diametro e stato dei fori di alimentazione da parte delle cince.

Osservando l'andamento delle catture di cincia mora al Passo del Brocon nel periodo 1997-2016, si notano oscillazioni di numerosità da un minimo di 9 esemplari (nel 2013) a un massimo di 330 (nel 2000), con una media di 102 catture all'anno. Il 2017 si è rivelato un anno di eccezionale abbondanza con la cattura di 995 esemplari, fenomeno confermato anche per altre aree dell'Arco Alpino. La presenza massiccia della cincia mora nel periodo immediatamente successivo all'invasione ha causato una predazione media dei nidi di processionaria pari al 64 %, con il 61 % di predazione totale (completo consumo delle larve contenute in un nido). Nei casi rimanenti la predazione è stata cospicua ma parziale, probabilmente per la presenza dei peli urticanti nelle larve di processionaria, che possono aver indotto le cince a desistere dal totale consumo. Il basso numero di colonie in processione di incrisolidamento sul terreno e la loro scarsa consistenza in alcuni dei siti utilizzati per le indagini sulla predazione rappresentano un'ulteriore dimostrazione della forte impatto della cincia mora nell'anno di invasione.

Lo studio ha rilevato un possibile fattore di limitazione della densità di processionaria in un anno di particolare abbondanza del predatore. Sono in corso indagini per verificare se effetti simili sono stati osservati in altri anni di invasione della cincia mora nelle Alpi meridionali. Sarà inoltre interessante verificare l'impatto della predazione sulla dinamica di popolazione della processionaria nei prossimi anni.

### **Impact of coal tit invasion on the pine processionary moth in the Alps**

**Keywords:** predation, Southern Alps, *Pinus*, *Thaumetopoea pityocampa*.

Coal tit (*Periparus ater*) is a small tit that strictly lives in coniferous habitats and it is known as an eruptive species, with large fluctuations in numbers and associated invasions in different parts of Europe. Breeding area includes the whole Eurasia, from Ireland to Kamchakta. Adults are monogamous and mainly sedentary, especially in the south and west of the range. They eat mainly adult and larval insects, spiders and seeds of spruce during autumn and winter. According to previous studies, coal tits can also feed on larvae of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) however, there is no quantitative analysis yet.

Therefore, the aim of this study is to quantify the impact of coal tit's predation after the eruption observed in the southern part of the Alps in autumn 2017. For the observed numbers of coal tit data from the Brocon ringing station from 1997 to 2017 have been used. The station is situated at an elevation of 1750 m in Eastern Trentino. The ringing period occurs daily, every year from the end of September to the end of October, using a net surface between 1357 m<sup>2</sup> and 1597 m<sup>2</sup>.

The field work to check predations have been carried out in 23 sites along a latitudinal gradient from Veneto (Euganei Hills in the Southern part) and Trentino-Alto Adige (Venosta Valley in the northern part) and with an altitudinal gradient from an elevation of 100 m in Soave (VR) up to 1120 m in Vezzano (BZ). The sampling was carried out between January and March 2018, when the larvae of pine processionary moth overwinter inside their tents. This period was chosen because predation occurrences were easily observable. The measured variables for each site are GPS position of the tree, tree species, tree height, diameter of the tent, larval stage and the number, diameter and condition of the feeding holes made by coal tit.

The results of coal tit captures in the Brocon ringing station during 1997-2016, show that there were fluctuations in the number of tits from a minimum number of 9 individuals (in 2013) to a maximum number of 330 individuals



(in 2000), with an average of 102 captures per year. The year 2017 was an unusual case, it was also confirmed in other parts of the Alps, with a recording of 995 captured individuals.

After the eruption in coal tit population, there was a mean predation of 64 %, and 61 % with total predation (all the larvae inside the tent have been eaten). In the other cases, there was partial predation, probably due to the presence of urticating hairs in the larvae that can disrupt the birds from complete consumption. Furthermore, the low number of colonies during the pre-pupation procession and their scarce density in some sites demonstrates the high impact of coal tit in this year of eruption.

This study highlights a mortality factor of the pine processionary moth during a year of particularly high density of the predator (Coal tit). Other analyses are currently under way to verify if there were similar effects in other eruption years in the Southern Alps. It will be interesting to determine the impact of this predation on the population dynamics of the pine processionary moth in the following years.

\*\*\*

### **SP (13). 08 La processionaria del pino in Val d'Aosta**

Ivan Rollet, Mario Negro

**Parole chiave:** processionaria; lotta; Val d'Aosta.

La processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) è un lepidottero defogliatore, da sempre presente nelle pinete della Valle d'Aosta, che nell'ultimo quinquennio, grazie anche alle favorevoli condizioni climatiche invernali, si è diffuso sul territorio regionale in modo eccezionale sia per l'estensione che per l'intensità degli attacchi.

Nell'ultimo quinquennio la superficie complessiva interessata dall'attacco della processionaria ha raggiunto valori massima prossimi a 5.000 ettari di pinete colpite causando forti defogliazioni su una superficie di circa 200 ettari.

A tale proposito va evidenziato che sino ad ora sia il pino nero e sia il pino silvestre, le specie maggiormente interessate dall'azione della processionaria, hanno dimostrato una buona capacità di ripresa, seppur pressoché totalmente defogliati, e non vi sono state segnalazioni di alberi morti.

L'attacco ha tuttavia determinato danni consistenti:

- (i) nella perdita di produzione del materiale legnoso, che nei popolamenti maggiormente colpiti ha registrato un azzeramento dell'incremento annuale;
- (ii) in un evidente danno paesaggistico;
- (iii) in una minore fruibilità ai fini ricreativi di tutte le pinete interessate dal lepidottero soprattutto nelle stagioni invernali e primaverili.

Inoltre non sono da trascurare i possibili danni di carattere sanitario riscontrati sulla popolazione umana e sugli animali d'affezione. La presenza di nidi nelle aree verdi pubbliche e nelle pinete in prossimità di nuclei abitati ha sicuramente determinato disagi, in alcuni casi notevoli, alla popolazione.

Nel corso del 2016, in considerazione della particolare eccezionalità dell'attacco della processionaria, le strutture dell'Assessorato Agricoltura e Risorse Naturali hanno individuato i possibili metodi di lotta attuabili al fine di attuare una corretta programmazione e un controllo del fenomeno. A questo scopo si è provveduto alla stesura di un progetto di lotta che definisce gli interventi da porre in atto, quantificandone i costi necessari sulla base di un programma quinquennale di interventi (2016/2020).

Il progetto prevede le seguenti attività:

- (i) Rilievo dei danni causati dalla processionaria, su tutte le aree interessate, mediante una suddivisione in classi di danno e conseguente restituzione cartografica dei risultati dei rilievi.



- (ii) Censimento di tutte le piante sensibili all'attacco della processionaria site nei parchi urbani, giardini, scuole, asili, cimiteri, ecc, e valutazione in merito all'opportunità di mantenimento o sostituzione delle piante con specie non sensibili all'attacco della processionaria.
- (iii) Monitoraggio nelle pinete potenzialmente interessate dall'attacco della processionaria attraverso la posa di trappole a feromone, da controllare con cadenza settimanale, al fine di valutare il periodo, l'intensità e la localizzazione degli attacchi del lepidottero.
- (iv) Monitoraggio delle aree verdi pubbliche interessate dall'attacco della processionaria attraverso la posa di trappole a feromone, da controllare con cadenza settimanale, al fine di valutare il periodo, l'intensità e la localizzazione degli attacchi del lepidottero.
- (v) Previsione e sperimentazione della lotta a "confusione sessuale" mediante impiego di feromoni di sintesi in alcuni rimboschimenti di pino nero maggiormente colpiti da forti defogliazioni nei Comuni di Villeneuve, Saint-Pierre, Sarre, Saint-Nicolas e Aosta.
- (vi) Individuazione dei rimboschimenti e delle pinete degradate per la predisposizione di futuri interventi selvicolturali mirati al diradamento del piano dominante, con lo scopo di favorire la graduale sostituzione del pino sia attraverso la rinnovazione naturale e sia con l'introduzione di altre specie meno sensibili al lepidottero, in particolare di latifoglie.
- (vii) Progettazione e programmazione di un piano degli interventi selvicolturali da effettuarsi nei rimboschimenti di pino nero e nelle pinete degradate.
- (viii) Predisposizione degli interventi a base di prodotti microbiologici (*Bacillus thuringiensis*) da effettuarsi nelle aree ritenute idonee a tale trattamento.
- (ix) Raccolta dei prenidi estivi.
- (x) Raccolta dei nidi invernali.
- (xi) Effettuazione, in alcune aree urbane, dell'endoterapia.
- (xii) Distruzione meccanica dei nidi, lungo i sentieri maggiormente utilizzati dai cittadini, attraverso l'attività balistica.

### ***The pine processionary in Aosta Valley***

**Keywords:** pine processionary; control; Aosta Valley.

The pine processionary (*Thaumetopoea pityocampa*) is a defoliator moth which inhabits the pine forests of the Aosta Valley. In the last five years, also due to the favorable weather conditions in winter, the insect has greatly developed causing massive damages on pine trees. The area attacked has reached 12.000 acres and huge defoliation has been detected on 500 acres. Black pine and scots pine, the two most affected species, have shown, until now, a good recovering capacity, although almost completely defoliated, and dead trees have not been reported.

The attacks have nonetheless caused massive damages which consist:

- (i) in the loss of wood production, in the worst cases affecting the whole annual growth of the trees;
- (ii) in a visible landscape alteration;
- (iii) in a lessened usability of the pine forests in which the moth is largely present, especially during winter and spring.

Moreover, the insect being able to cause offence to human and animal health, the presence of processionary nests in public and inhabited areas has certainly caused great inconvenience to the population.

In 2016, owing to the intensity of the processionary attacks, the public administration has considered a series of monitoring and fighting methods, which have been included in a fighting plan, spread over five years (2016-2020), also containing the price of the intervention.

The project involves the following activities:

- (i) A survey of the damages caused by processionary on the affected areas and the creation of a map of the phenomenon





- (ii) A census of the trees susceptible to be affected in public gardens, schools, graveyards, to evaluate the possibility of maintaining or substituting them with more resistant species
- (iii) A survey of the pine woods potentially concerned by the phenomenon by using pheromone traps, monitored weekly, to evaluate the areas, the intensity and the time of the attacks
- (iv) A survey of the public areas concerned by the phenomenon by using pheromone traps, monitored weekly, to evaluate the areas, the intensity and the time of the attacks
- (v) The field trial of sexual confusion pheromones in artificial black pine forests vastly defoliated in Villeneuve, Saint-Pierre, Sarre, Saint-Nicolas and Aosta
- (vi) The recognition of the mainly affected artificial and natural forests to be interested by wood cutting aimed at the replacement of pines with more resistant species, mainly broadleaf trees, by means of natural or artificial regeneration
- (vii) A selective harvesting plan to be achieved in the above-mentioned forests
- (viii) Biological control-based intervention using *Bacillus thuringiensis* in the suitable areas
- (ix) Mechanical removal of summer and winter nests
- (x) Use of endotherapy in selected urban areas
- (xi) Gun shooting destruction of processionary nests along the most popular trails

\*\*\*

### SP (13). 09 Interazioni specializzate tra agenti microbici e lepidotteri defogliatori forestali

Luca Ruiu

**Parole chiave:** *Bacillus thuringiensis*; Baculovirus; *Entomophaga maimaiga*; *Nosema*; biocontrollo.

I microrganismi patogeni degli insetti come batteri, virus, funghi, protozoi e nematodi, si sono co-evoluti con i propri ospiti, spesso sviluppando interazioni altamente specifiche, tali da rappresentare delle alternative economicamente vantaggiose per il contenimento delle specie dannose di artropodi, rispettando la fauna utile e limitando l'impatto ambientale. Tuttavia, l'ambito forestale è più complesso e di dimensioni generalmente maggiori rispetto agli ecosistemi agrari dove, l'impiego di agenti di controllo microbiologico è oggi supportato dalla disponibilità di svariati principi attivi e prodotti commerciali regolarmente autorizzati a livello comunitario e ministeriale. In linea con i framework legislativi delle principali regioni del globo (i.e., Nord America e Europa) che raccomandano il rispetto dei principi e criteri del controllo integrato delle specie dannose, l'impiego di questo tipo di soluzioni per la difesa della colture, rispetto all'impiego di insetticidi chimici sintetici, è in forte espansione con un tasso di incremento annuo del 10-12 %. Uno degli aspetti che caratterizza il successo di un buon bioinsetticida, oltre ai tecnicismi legati alla sua formulazione e alla necessità industriale di coprire un segmento di mercato più ampio possibile, è il livello di selettività e dunque la sua specificità per i target. Particolarmente di aiuto in questo senso sono le interazioni fisiche e molecolari che i patogeni hanno evoluto nei confronti dei propri ospiti. Lo stesso concetto è evidentemente applicabile all'ecosistema foresta, nel quale un buon esempio è rappresentato dal defogliatore forestale *Lymantria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Erebidae*) il cui areale di diffusione include l'America settentrionale, l'Europa, e il Nord Africa. Esistono numerose esperienze di successo nell'impiego di microrganismi entomopatogeni (batteri, virus, funghi, microsporidi) nei confronti di questa specie.

Il batterio *Bacillus thuringiensis* Berliner serovar *kurstaki* (Btk) esercita la sua azione insetticida nei confronti delle larve dei lepidotteri a livello dell'intestino medio, dopo ingestione. Le formulazioni insetticide normalmente includono una miscela di spore e corpi parasporali (cristalli) ottenuti per fermentazione, contenenti proteine (tossine Cry). Queste ultime, in seguito all'ingestione vengono solubilizzate e attivate per poi legarsi specificamente a recettori dell'epitelio intestinale, oligomerizzare e dare luogo alla formazione di



pori anfillici, cui segue uno scompenso osmotico e alterazioni istopatologiche culminanti nella lisi cellulare. L'azione di più tossine Cry, attraverso il meccanismo formante-poro, può dunque determinare un deterioramento della barriera intestinale, con conseguente paralisi e morte dell'insetto, spesso associata a setticemia causata dalla germinazione delle spore dello stesso batterio o di altri microrganismi opportunisti.

Il virus della poliedrosi nucleare di *Lymantria dispar* (LdMNPV) appartiene alla famiglia Baculoviridae, rappresentata da virus artropodo-specifici, dotati di involucro e di un genoma di DNA circolare a doppio filamento. I baculovirus sono stati esclusivamente isolati da artropodi e in relazione alla loro specificità per l'ospite, non sono in grado di causare infezione in altre specie di artropodi o su altri organismi come vertebrati, microrganismi, o piante. Inoltre, il loro meccanismo di azione non implica la produzione di metaboliti o specifiche tossine che potrebbero avere effetti negativi sull'ambiente o altri organismi viventi. Pertanto, il virus LdMNPV è considerato compatibile con la fauna non-target. Il processo di produzione industriale del virus risulta costoso, ma esistono diverse prove della sua efficacia in applicazioni forestali su larga scala. Il fungo entomopatogeno ospite-specifico *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu, and Soper (Entomophthorales: Entomophthoraceae) è infettivo per le larve di *L. dispar*. L'infezione è inizialmente determinata dall'azione di due forme di propagazione: i conidi prodotti sulla superficie esterna dei cadaveri degli insetti colpiti e le zigospore prodotte all'interno dell'ospite. Il fungo entrato in contatto con il proprio ospite, si sviluppa al suo interno causandone la morte in seguito agli effetti biotossici e all'azione fisico-meccanica. Benché il meccanismo di azione non sia del tutto chiarito, il fungo è capace di esercitare una soddisfacente azione di contenimento delle popolazioni del lepidottero ospite quando le condizioni sono favorevoli. La diffusione europea del microrganismo è limitata all'area balcanica, ma è in corso una sua espansione naturale verso i paesi occidentali. La diffusione del fungo in alcuni paesi è stata anche praticata artificialmente seguendo i principi di ricostituzione degli equilibri naturali dell'ecosistema.

Degna di nota anche l'azione di biocontenimento determinata da microsporidi del genere *Nosema*, che risultano specificamente attivi, in particolare nei momenti di elevata densità di popolazione.

La specificità degli agenti patogeni di *L. dispar* e la loro disponibilità, compatibilmente con la possibilità di favorirne la diffusione o l'applicazione con apposite formulazioni per uso forestale nelle stagioni di presenza degli stadi giovanili, costituiscono una risorsa preziosa per la gestione dell'ecosistema foresta con input che hanno lo scopo di contenere l'azione defogliante degli insetti limitando l'impatto ambientale.

### ***Specialized interactions between microbial agents and forest lepidopteran defoliators***

**Keywords:** *Bacillus thuringiensis*; *Baculovirus*; *Entomophaga maimaiga*; *Nosema*; biocontrol.

Insect pathogenic microorganisms like bacteria, virus, fungi, protozoa and nematodes, co-evolved with their hosts, often developing very specific interactions, resulting in economically convenient pest management tools, reducing the impact on non-target organisms and the environment.

The use of microbial control in agro-ecosystems is well developed and supported by the availability of many commercial products, in line with the legislative frameworks of the main global regions (i.e., North America and Europe) recommending to follow principles and criteria of integrated pest management. Compared with the market of synthetic chemicals, the segment of bioinsecticides is growing at a faster annual rate (10-12 %). One of the key feature of a good bioinsecticide is its selectivity for the target, related to the specificity of the pathogen-host physical and molecular interactions. Similar principles apply to the more complex forest ecosystem, for which a good example is represented by the defoliator *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Erebididae), a widespread species in North America, Europe and North Africa. Several successful stories of entomopathogenic microorganism applications against this pest have been reported.

The bacterium *Bacillus thuringiensis* Berliner serovar *kurstaki* (Btk) act against lepidopteran larvae at the intestinal level, after ingestion. Bt-based insecticidal formulations normally contain a mixture of spore and parasporal bodies (crystals) with Cry toxins. After being ingested, solubilised and activated, these proteins



specifically bind to midgut epithelial receptors, oligomerize and cause the formation of amphiphilic pores on the membrane, followed by an abnormal flux of ions and water, and istopathological alterations leading to cell lysis. Consequently, the intestinal barrier is disrupted and the insect becomes paralyzed and dies. Eventually, a bacterial septicaemia may follow.

The *Lymantria dispar* nuclear polyhedrosis virus (LdMNPV) belongs to the family Baculoviridae, representing arthropod-specific viruses, featured by a shell and circular double-stranded genomic DNA. Baculoviruses have only been isolated from arthropods and due to their specificity for the host, are not able to infect other arthropods or other organisms like vertebrates, microorganisms, or plants. In addition, their mode of action do not imply the production of metabolites or specific toxins that could represent a risk for the environment or other living forms. For these reasons, the virus LdMNPV is considered compatible with non-target fauna. From an industrial point of view, the production of the virus is an expensive process, even if there are a number of reports on its efficacy in large-scale forest applications.

The host-specific entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu, and Soper (Entomophthorales: Entomophthoraceae) is active against *L. dispar* larvae. The initial infection is caused by the action of two possible forms: conidia produced on the surface of infected insects and azygospores produced inside the insect body. Once entered into contact with the host, the fungus will develop internally, causing its death as a result of a combined biotoxic and physical-chemical action. While the mode of action is not completely understood, under favourable conditions, the fungus is capable of determining a good control of lepidopteran populations. The spread of this microbial species in Europe, is limited to the Balkan area, even if it is naturally moving to west. The fungus was artificially inoculated in some eastern countries, according to the principles of restoring the natural balance of the ecosystem.

A significant biocontainment can also be determined by microsporidia in the genus *Nosema*, that act specifically against *L. dispar*, especially at high population density.

The selectivity of all these microbial agents and their availability during insect outbreaks, represent a precious resource for environmentally responsible forest management programs.

\*\*\*

### **SP (13). 10 Monitoraggio delle popolazioni di *Ips sexdentatus* (Börner) (Coleoptera, curculionidae, scolytinae) nelle pinete di pino laricio dell'Etna (Sicilia, Italia)**

Agatino Sidoti, Giuseppe Campo, Massimo Faccoli, Mario Candore, Salvatore Bella

**Parole chiave:** Scolytinae, *Ips sexdentatus*, monitoraggio, *Pinus nigra*, Sicilia.

A partire dai primi anni 2000, in varie località del Monte Etna (Sicilia, Italia), si sono verificati forti deperimenti delle pinete di Pino laricio, *Pinus nigra* spp. calabrica (Loud.) A. E. Murray a causa di infestazioni dello scoltide *Ips sexdentatus* (Börner, 1767) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae).

Per la salvaguardia di questo peculiare ecosistema del Parco Regionale dell'Etna, nei mesi tra marzo e novembre, il Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale (ex Azienda Foreste Demaniali) della Regione Siciliana ha attuato nel quinquennio 2011-2015 un programma di monitoraggio mediante trappole a feromoni per *I. sexdentatus*, distribuite in particolare nei nuclei di deperimento, presenti lungo i diversi versanti del vulcano. Le trappole di tipo Theysohn, esposte da marzo a novembre, in numero di due per stazione di cattura, venivano controllate e svuotate con cadenza settimanale e il materiale successivamente trasferito in laboratorio per la determinazione e il conteggio delle specie catturate. Il feromone veniva rinnovato a intervalli di circa un mese.

Nel dettaglio, viene riportato l'andamento delle catture di *I. sexdentatus* registrato sul versante nord-orientale del vulcano, nel distretto forestale 'Bosco Ragabo' (provincia di Catania), nelle località di Passo Silletta (1200 m s.l.m.), Monte Rosso (1300 m s.l.m), Piano Palomba (1570 m s.l.m.) e Timparossa (1800 m s.l.m.) site nel territorio del comune di Castiglione di Sicilia, e Secondo Monte (1500 m s.l.m.) nel comune di Linguaglossa.



In questa area insiste uno dei più significativi nuclei di pineta relitta del Parco dell'Etna, e gli attacchi dello scolitide hanno interessato sia pinete mature naturali di circa 80 anni, sia quelle di origine artificiale di 30-40 anni. L'azione di difesa fitosanitaria ha condotto, nell'ambito del comprensorio, all'abbattimento e tempestiva bruciatura di diverse centinaia di esemplari attaccati.

Complessivamente, le dieci trappole hanno catturato 73.997 esemplari di *I. sexdentatus*, con un trend temporale decrescente che è passato da circa 27.381 nel 2011 e 22.452 nel 2012 a 5566 nel 2014 e 6440 nel 2015; il 2013 ha presentato valori intermedi pari a 12.158 insetti.

Oltre a una stima della densità di popolazione e delle sue variazioni temporali, l'elaborazione dei dati raccolti ha consentito di definire, nell'ambito delle differenti località, l'andamento stagionale dei voli di *I. sexdentatus*, ponendo in evidenza le epoche di massima attività di volo oltre alle epoche di inizio e fine di tale attività. Nelle pinete etnee nord-orientali, *I. sexdentatus* è attivo da aprile a novembre e, generalmente, sono stati mediamente registrati 3 picchi di catture rispettivamente nella seconda-terza decade di maggio, a fine luglio, e fine settembre suggerendo l'avvio di almeno 3 generazioni all'anno.

Le azioni di risanamento poste in atto nelle pinete infestate hanno sicuramente inciso sul calo progressivo delle catture dello scolitide registrate nell'arco dei cinque anni di indagine.

\*\*\*

### **SP (13). 11 L'espansione delle specie legnose esotiche negli habitat naturali e seminaturali: un problema di gestione forestale attuale**

Tommaso Sitzia, Thomas Campagnaro, Emilio Badalamenti, Giovanna Sala, Tommaso La Mantia

**Parole chiave:** ailanto; robinia; specie alloctone; impatti.

Le specie esotiche invasive si diffondono soprattutto in aree antropizzate, dove riescono ad occupare spazi lasciati liberi dalle specie autoctone e dalle comunità da esse edificate. In questi ultimi anni, tuttavia, numerose specie arboree ed arbustive esotiche si stanno diffondendo in Italia, oltre che in ambienti disturbati, anche in aree naturali e semi-naturali. È questo il caso dell'ailanto (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), una delle specie arboree esotiche invasive più diffuse e dannose negli ecosistemi forestali temperati e mediterranei di tutto il mondo. Dal punto di vista ecologico, l'ailanto mostra tutti i caratteri tipici delle specie pioniere arboree: rapido accrescimento iniziale, precoce raggiungimento della maturità sessuale, abbondante produzione di seme a facile dispersione anemocora. La sua straordinaria capacità di sopportare condizioni ambientali di intenso e frequente disturbo antropico, e di elevato stress abiotico, hanno reso l'ailanto una pianta simbolo di aree fortemente antropizzate e degradate (ambienti urbani e sub-urbani, aree estrattive, discariche, ecc.), dalla ristretta variabilità di condizioni stagionali e dal basso interesse naturalistico. Questa innegabile peculiarità ha probabilmente contribuito a sottostimare e trascurare la sua altrettanto elevata abilità di diffondersi e insediarsi in ecosistemi forestali naturali, dove altera significativamente le dinamiche del soprassuolo forestale, ne rende più difficile e onerosa la gestione, e minaccia direttamente anche specie e habitat meritevoli di essere conservati. Pur mostrando una certa difficoltà di ingresso all'interno di ecosistemi forestali poco disturbati e con limitata disponibilità di luce, l'ailanto possiede un'eccellente capacità di attendere, in condizioni sub-ottimali, il realizzarsi di condizioni favorevoli al suo progressivo e definitivo insediamento. L'improvvisa riduzione della copertura arborea dominante a seguito della caduta di alberi senescenti, o l'apertura di gap o buche, o incendi, sono situazioni in cui l'ailanto è generalmente molto competitivo rispetto a specie arboree eliofile quali aceri e frassini. Dopo essersi affermato nel sottobosco, l'ailanto può rapidamente raggiungere il piano dominante e innescare un progressivo ed inesorabile processo invasivo, rendendo molto difficile il ripristino delle condizioni che precedevano l'invasione e delle dinamiche evolutive naturali. In effetti, l'elemento distintivo più caratteristico dell'ailanto è la sua amplissima valenza ecologica, che gli ha consentito di invadere una vasta gamma di habitat, probabilmente superiore a qualsiasi altra specie legnosa esotica. Oltre all'ailanto





altre specie meno euriece, come la robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), mostrano altrettanti caratteri di invasività in habitat naturali e seminaturali. Col presente contributo, gli autori riportano le osservazioni e le indagini recentemente condotte su ailanto e robinia, che ne mettono in evidenza la notevole espansione in diversi tipi di habitat e in diverse regioni biogeografiche italiane. Tali evidenze, e molte altre raccolte in ecosistemi naturali in tutto il mondo, impongono la necessità di mettere a punto idonee strategie integrate di prevenzione e controllo dell'espansione e, se opportuno, eradicazione e gestione di queste specie.

### ***The spread of alien woody species in natural and semi-natural habitats: a current issue in forest management***

**Keywords:** *Ailanthus*; *Robinia*; non-native species; impacts.

Invasive alien species mainly spread in landscapes with strong human influence, where they are able to outcompete native species over open areas. In recent years, however, a number of exotic tree and shrub species are spreading over Italy in disturbed environments, as well as in natural and semi-natural areas. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (tree of heaven) is one example of invasive alien tree species widespread and harmful of temperate and Mediterranean forest ecosystems worldwide. From an ecological point of view, *Ailanthus* shows all the typical traits of pioneer woody species: rapid initial growth, early sexual maturity and abundant seed production with anemocorous seed dispersal. *Ailanthus* has an extraordinary ability to adapt to environmental conditions of intense and frequent human disturbance, and of high abiotic stress, making it a symbolic plants of highly impacted and degraded areas (urban and sub-urban sites, extractive areas, landfills, etc.), with a restricted variability of environmental conditions and a low nature value. This undeniable peculiarity has probably contributed to underestimate and neglect the high ability that *Ailanthus* has to spread and establish in natural forest ecosystems, where it alters the forest stand dynamics, making costly and difficult its management, and it also directly threatens species and habitats of conservation interest. Even though *Ailanthus* seems to be capable of invading forest ecosystems with low disturbance, especially those with limited light availability, it is an opportunistic species and therefore, under sub-optimal conditions, can progressively invade and establish areas in which favorable conditions are created. The reduction of the dominant tree cover due to gap formation, or wildfires, are ecological situations in which *Ailanthus* is very competitive compared to light-demanding tree species such as maples and ash trees. After the establishment in the understory, *Ailanthus* may quickly reach the dominant tree layer, thus triggering a progressive and inexorable invasive process, making it very difficult to restore pre-invasion conditions, as well as natural successional dynamics. The most distinctive feature of *Ailanthus* is its large ecological plasticity, which has allowed it to invade a wide range of habitats, probably higher than any other exotic woody species. Besides *Ailanthus*, other less generalist species, such as *Robinia pseudoacacia* L. (black locust), can invade natural and semi-natural habitats. Here we report results from recent studies on *Ailanthus* and *Robinia*, which highlight the evident expansion in different habitat types and over different Italian biogeographical regions. Such results, together with many other from natural ecosystems around the world, underline the need to develop suitable and integrated strategies for the prevention and control of their spread, and, where appropriate, eradication and management of these species.

\*\*\*

### **SP (13). 12 Densità-dipendenza nella dinamica di popolazione della processionaria del pino in Trentino**

Anna Zuccatti Betti, Lorenzo Marini; Andrea Battisti, Cristina Salvadori

**Parole chiave:** parassitoidi oofagi, Pinus; defogliazione; *Thaumetopoea pityocampa*.

I parassitoidi oofagi rappresentano un'importante categoria di antagonisti naturali della processionaria del pino: come riportato in numerosi lavori, essi sono, infatti, la principale causa di mancata schiusura delle uova. Le specie di



parassitoidi oofagi della processionaria sono fondamentalmente quattro, tutte appartenenti alla superfamiglia degli Imenotteri Calcidoidei. Queste comprendono una specie a elevata specializzazione, *Baryscapus servadeii* (Eulophidae), e altre specie generaliste, *Ooencyrtus pityocampae* (Encyrtidae), *Anastatus bifasciatus* (Eupelmidae), con l'occasionale presenza di individui del genere *Trichogramma* (Trichogrammatidae). Le specie polifaghe compiono di norma due generazioni all'anno, mentre quella specifica (*B. servadeii*) è in genere monovoltina. L'obiettivo di presente lavoro è quello di verificare l'esistenza di eventuale densità-dipendenza tra le popolazioni di processionaria e dei suoi parassitoidi.

L'analisi è stata condotta in sette aree di studio distribuite sul territorio della provincia di Trento, diversificate sia dal punto di vista orografico sia climatico; tali differenti caratteristiche condizionano ovviamente anche il comportamento dei fitofagi forestali presenti. I dati sono stati raccolti dal 2001 al 2017 in un progetto della Fondazione Edmund Mach finalizzato ad approfondire lo studio della fecondità della processionaria del pino in Trentino tramite analisi delle ovature. La metodologia di raccolta dei campioni è rimasta invariata nel tempo, come anche le aree di riferimento; solo in alcuni casi l'area di campionamento è stata leggermente spostata o ampliata a causa di tagli di piante, effettuati negli anni principalmente nelle fasce a margine delle strade, o per difficoltà nel reperimento di un numero minimo di ovature. La raccolta dei campioni è stata effettuata annualmente, nel periodo compreso tra fine agosto e fine ottobre in tutte le aree di studio, dopo la schiusura delle uova. Le ovature sono poi state tenute in ambiente controllato e, solo in un periodo successivo, ripulite dalle squame addominali posizionate dalle femmine. Le uova sono state, quindi, contate e suddivise in schiuse, non schiuse e parassitizzate, registrando anche la specie ospite, per valutare eventuali differenze. Dai campioni suddivisi per area sono stati gradualmente raccolti tutti i parassitoidi sfarfallati di seconda generazione, poi classificati a livello di specie.

La densità di popolazione della processionaria in Trentino ha subito negli ultimi due decenni evidenti oscillazioni, confermando quanto già ampiamente noto dalla bibliografia; ci sono stati anni, infatti, in cui non si è raggiunto per alcune località il numero minimo di ovature, fissato pari a 30, e anni in cui invece sono state raccolte in abbondanza. Anche la presenza dei parassitoidi nel tempo ha subito delle oscillazioni, con picchi di presenza verificatisi dopo l'aumento di presenza della processionaria; questo sembrerebbe indicare una risposta densità-dipendente di questi oofagi, in particolare nel caso del parassitoide specifico *B. servadeii*. Si sono, inoltre, riscontrate differenze sia nel livello di infestazione del fitofago, sia nella presenza degli oofagi, in funzione dell'area e degli anni; il territorio provinciale è infatti caratterizzato da un'elevata variabilità di situazioni climatiche e orografiche, che vanno a condizionare presenza e abbondanza nei diversi anni, con differenze legate anche alla specie ospite.

Data la presenza endemica della processionaria del pino sul territorio provinciale, e considerando le problematiche sanitarie da essa causate, risulta fondamentale eseguire un monitoraggio continuativo della sua presenza e diffusione. In particolare, lo studio delle popolazioni di questo fitofago e dei suoi antagonisti naturali, tra cui i parassitoidi oofagi, può essere poi applicato per impostare dei piani di gestione delle emergenze fitosanitarie, ma anche dei popolamenti forestali in cui si verificano, ed eventualmente per la programmazione di interventi di contenimento qualora si rendessero necessari, in particolare in ambienti urbanizzati o valorizzati da un punto di vista turistico-ricreativo. I dati offrono inoltre la possibilità di costruire modelli previsionali basati sulla densità di popolazione.

### ***Density-dependence in the pine processionary population dynamics in Trentino***

**Keywords:** egg parasitoids; Pinus; defoliation; *Thaumetopoea pityocampa*.

Egg parasitoids are important natural enemies of *Thaumetopoea pityocampa*, the pine processionary moth. As many works report, egg parasitoids are the main reason for egg-hatching failure. There are four major species, belonging to the Hymenoptera Chalcidoidea superfamily. They include a specialist, *Baryscapus servadeii* (Eulophidae), and generalists such as *Ooencyrtus pityocampae* (Encyrtidae), *Anastatus bifasciatus* (Eupelmidae), and *Trichogramma* sp. (Trichogrammatidae). The poliphagous species usually reproduce twice a year, while the



specific one is monovoltine. The main purpose of this work was to verify the existence of density-dependence between pine processionary moth populations and its egg parasitoids.

The research was conducted in seven different areas located all over the Trentino region. The areas differ in both orography and climate. Data were collected between 2001 and 2017 within a project conducted by the Edmund Mach Foundation aimed at investigating the pine processionary fecundity in Trentino through the analysis of the egg batches. A standardized methodology was applied to sample and the same study areas were kept all over the research, excepted for some changes due to vegetation cuts on the roadsides or to find a sufficient number of egg batches. Samples were collected yearly, between the end of August and the end of October, after the egg-hatching. Then, eggs were stored in a controlled environment and, after a while, cleaned up from the female's scales. Eggs were counted and divided into the categories non-hatched, hatched and parasitized; moreover, the host species was registered. Starting from the following spring, all the emerged parasitoids were gradually collected from the samples divided by area and classified to the species level.

The population density of pine processionary moth showed fluctuations in the last two decades. The minimum number of egg batches necessary for the analyses (30) was not reached in some locations in some years, while in other years eggs were very abundant. Also the parasitoids' presence fluctuated, with higher population levels occurring after the increase of moth density. This seems to suggest a density-dependent answer by the egg parasitoids, in particular for the specific parasitoid *B. servadeii*. Moreover, some differences emerged both in the level of pest infestation and in the presence of parasitoids in the different areas and years. These can be explained by the high variability in region climate, orographic conditions, and host plant species.

The large distribution of the pine processionary moth in the region and the sanitary problems it may cause make essential to continue the monitoring activity. In particular, information on the population density of the herbivore and its natural enemies, and especially egg parasitoids, can be used to manage phytosanitary emergencies as well as forest tree stands, setting up control strategies whenever required, especially in urban environments or in touristic areas. Finally, all the data collected could be used to create forecasting models based on the population density.

\*\*\*

## SP (14). 01 Il regolamento forestale dell'Emilia Romagna

Enzo Valbonesi

**Parole chiave:** Regolamento Forestale; Regione Emilia Romagna.

IL Regolamento Forestale è il documento conclusivo di una fase di profonda innovazione di settore in Emilia-Romagna.

I punti salienti di questo percorso di modernizzazione possono essere riassunti:

- (i) nell'individuazione di figure specifiche di settore in grado di garantire competenza e sicurezza nella realizzazione di interventi forestali;
- (ii) nel riconoscimento dell'evoluzione delle tecniche selvicolturali necessarie alle imprese forestali per rimanere competitive sul mercato;
- (iii) nella formalizzazione di procedure, prima non normate, in grado di garantire trasparenza e rapidità di risposta alle richieste avanzate da cittadini/utenti che traggono utilità economica dal bosco e, nel contempo, garantendo una tutela del patrimonio "bosco" sancita costituzionalmente;
- (iv) nella regolamentazione della gestione dei sistemi agroalimentari;
- (v) nella tutela delle attività di carattere sociale;

### 1 – Le figure specifiche

Relativamente alle "figure specifiche" si introducono, per la prima volta nel sistema forestale regionale, i termini qualifica e competenza necessari alla differenziazione delle categorie dell'albo delle imprese forestali:



- (i) imprese aventi dipendenti in possesso della qualifica di operatore forestale, nel caso in cui intendano realizzare interventi su proprietà pubbliche o con fondi di derivazione pubblica;
- (ii) imprese aventi dipendenti in possesso della necessaria competenza nelle operazioni di taglio e allestimento, per le rimanenti attività sempre di interesse forestale.

A completamento di questo percorso di formazione delle maestranze forestali, al fine di garantire la piena mobilità alle imprese e la competenza delle persone che effettuano interventi nel territorio regionale, si è formalizzato un accordo di reciproco riconoscimento dell'attività formativa con alcune regioni d'Italia, mentre per le regioni rimanenti si è adottato, quale elemento di parificazione, la norma UNI 11660.

## 2 – L'evoluzione delle tecniche selvicolturali

Ulteriori modifiche funzionali alla gestione consapevole del bosco si sono apportate attraverso il regolamento prendendo coscienza dell'evoluzione avvenuta nel settore forestale negli ultimi anni. Per questo motivo si è provveduto a consentire, negli interventi di diradamento e di utilizzazione, l'utilizzo di macchine operatrici moderne, oltre a semplificare il percorso autorizzativo per l'utilizzo di gru a cavo.

Si è anche lavorato per favorire l'arricchimento dei boschi in termini di biodiversità, codificando e descrivendo forme di trattamento tese, ad esempio, alla disetaneizzazione e alla diversificazione strutturale delle formazioni forestali.

## 3 – Le procedure

Relativamente alle procedure si è istituito un sistema telematico regionale in grado di gestire le istanze di autorizzazione e le comunicazioni indirizzandole, automaticamente, all'Ente forestale competente. Contestualmente il sistema provvede a trasferire le istanze agli Enti di gestione delle aree protette, ai fini del rilascio dei provvedimenti di competenza, e ai Carabinieri Forestale, per il controllo. Il regolamento e il relativo sistema telematico diventano di fatto un solido strumento di supporto all'applicazione delle regole sulla tracciabilità e sulla dovuta diligenza degli operatori del settore.

Si è inoltre consolidata la pratica di far precedere l'abbruciamento controllato del materiale vegetale di risulta dei lavori forestali da un avviso, mezzo mail o telefono, ai Vigili del Fuoco e ai Carabinieri Forestale. Tale pratica, nel tempo, ha determinato una maggiore responsabilizzazione degli operatori forestali nella valutazione del rischio di incendio boschivo.

Con procedure analoghe è ora fatto obbligo comunicare anche la posizione e la tempistica di installazione delle gru a cavo, questo anche al fine di rendere più sicuro l'utilizzo dei mezzi aerei nella lotta agli incendi boschivi.

## 4 – I sistemi agroforestali

Particolare attenzione è stata rivolta al riconoscimento dei sistemi agroforestali in quanto elementi di elevato valore ambientale e paesaggistico. Per queste particolari tipologie di territorio il regolamento disciplina il recupero dei pascoli, dei prato-pascoli e dei terreni agricoli abbandonati che presentano una copertura arborea forestale inferiore al 50% garantendosi comunque una copertura forestale non inferiore al 20%.

## 5 – Le attività di carattere sociale

Il regolamento ha attenzione e disciplina diverse attività, manifestazioni ed eventi, quali l'uso dei mezzi fuoristrada, le competizioni sportive e i fuochi d'artificio qualora questi avvengano in prossimità del bosco. Inoltre, al fine di garantire il rispetto delle norme in materia di politiche per le giovani generazioni, consente l'accensione di fuochi controllati nell'ambito delle attività di campeggio dei gruppi scout purché si adottino i necessari accorgimenti. L'accensione dei fuochi deve obbligatoriamente essere gestita dal responsabile dell'associazione scout che, per questo, viene preventivamente formato. Carabinieri Forestale e Vigili del Fuoco, vengono regolarmente informati della presenza di campi scout sul territorio.

La normativa inerente il settore Forestale della regione Emilia-Romagna è visionabile all'indirizzo:

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/parchi-natura2000/foreste/gestione-forestale/gestione forestale>.





## ELENCO AUTORI / AUTHORS LIST

Alberto Abrami	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF), Firenze
Cristian Accastello	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Miyassa Aci	LRGB, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Hassan Badi, El Harrach-Algiers, Algeria
Alan Ager	USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula, USA
Mariagrazia Agrimi	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Stafanino Agu	Regione Piemonte, Settore Foreste
Franco Alasia	Alasia New Clone
Omar Alasia	Alasia New Clone
Giorgio Alberti	Università di Udine, DI4A
Ruggero Alberti	Servizio Foreste e Fauna- Provincia Autonoma di Trento (PAT)
Giorgio Alberti	Dipartimento di Agraria, DISA, Università di Udine
Fermin Alcasena	University of Lleida, Lleida, Spain
Giancarlo Alfonsi	Dipartimento di Ingegneria Civile (DINCI), Università della Calabria
Luigi Alfonsi	Regione Veneto
Enrica Alicandri	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Alessandro Alivernini	CREA - RPS, Roma
Enrico Allasia	Biopoplar
Gianni Allegro	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Emilia Allevato	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Marco Allocco	Ufficio di Botanica del Parco Nazionale della Majella
Alberto Alma	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Gaetano Aloise	Università della Calabria, Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico,
Cesar Alvites	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche (IS)
Giulia Amato	ETIFOR Srl, Padova University spin-off
Erika Andenna	Consorzio Boschi Carnici
Gianpiero Andreatta	Gruppo Carabinieri Forestale di Forlì-Cesena
Carlo Andreotti	Libera Università di Bolzano, Facoltà di scienze e tecnologia
Alessandro Andriolo	Provincia Autonoma di Bolzano, Rip. Foreste
Naldo Anselmi	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Fulvio Anselmo	Federazione Interregionale degli Ordini dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali del Piemonte e Valle D'Aosta
Giovanni Antinoro	Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Agricoltura dello Sviluppo rurale e della Pesca Mediterranea
Daniele Antonini	Associazione micologica Agaricwatching
Massimo Antonini	Associazione micologica Agaricwatching
Francesca Antonucci	Regione Basilicata - Dipartimento Politiche Agricole e Forestali - Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Serena Antonucci	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Agricoltura Ambiente ed Alimenti, Campobasso
Bachisio Arca	CNR, Istituto di Biometeorologia (IBIMET), Sassari
Alessio Arduini	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Marco Armanini	Parco Naturale Adamello Brenta - Settore Ricerca Scientifica Educazione Ambientale
Davide Ascoli	Università Federico II Napoli, Dipartimento di Agraria, Portici (NA)
Lapo Azzini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Giovanni Bacaro	Università di Trieste, Dipartimento Scienze della Vita



Massimo Bacchini	Regione del Veneto
Valentina Bacciu	CNR- IBIMET, Sassari; Fondazione (CMCC), Sassari
Olivier Bachmann	Institute of Geochemistry and Petrology, ETH, Zurich, Switzerland,
Emilio Badalamenti	Università di Palermo. Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Sanzio Baldini	Unione Nazionale per l'Innovazione Scientifica Forestale
Michele Baliva	Università degli studi della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Paolo Balsari	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Marco Balsi	Università "La Sapienza" Roma, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni
Anna Barbati	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Debora Barbato	Dipartimento Scienze della Vita - Università di Siena
Luigi Bartolozzi	Gruppo Carabinieri Forestale di Firenze
Sara Bartolozzi	Università di Firenze, Dipartimento GESAAF, Lab. di Ingegneria Applicata alla fauna selvatica
Annemarie Bastrup-Birk	European Environmental Agency
Giovanna Battipaglia	Università degli studi della Campania "L. Vanvitelli", DISTABIF, Caserta
Andrea Battisti	Università di Padova, Dipartimento DAFNAE, Legnaro (PD)
Gabriele Loris Beccaro	Università di Torino
Elena Belcore	Politecnico di Torino, DIST
Luca Belevi	University, Moscow, RUDN
Oscar Rosario Belfiore	Università di Napoli Federico II, Ariespace S.r.l., Spin-Off Company
Salvatore Bella	CREA-OFA, Centro di ricerca olivicoltura, frutticoltura e agrumicoltura
Elvio Bellini	Centro di studio e documentazione sul castagno, Marradi, Firenze
Alessandra Benigno	Università degli Studi di Firenze, DiSPAA, Sez. di Patologia vegetale ed Entomologia
Sara Bergante	CREA-FL Centro di Ricerca Foreste e Legno
Frédéric Berger	EMGR - IRSTEA Grenoble Francia
Paola Bergero	Regione Piemonte
Silvia Bernardi	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Vincenzo Bernardini	CREA-FL, Centro di ricerca foreste e Legno
Iacopo Bernetti	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Roberta Berretti	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Graziella Berta	Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro (DISIT). Vercelli
Andrea Bertagnolli	Magnifica Comunità di Fiemme
Fabiano Bertaina	Biopoplar
Remo Bertani	R.D.M. Progetti
Stefano Berti	CNR IVALSÀ
Giada Bertini	CREA-FL, Centro di ricerca foreste e Legno
Bruno Bertolasi	Centro Nazionale Biodiversità Forestale, Carabinieri di Peri, Verona
Francesco Bettella	Università degli studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Gianni Bettini	Studio Biosfera, Prato
Elisa Bianchetto	CREA, Firenze
Rita Biasi	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Claudio Bidini	CREA-FL, Centro di ricerca foreste e Legno
Kamil Bielak	Department of Silviculture, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Polonia
Francesco Billi	Compagnia delle Foreste
Franz Binder	Bayerische Landesanstalt fuer Wald und Forstwirtschaft, Freising, GermanY
Marco Bindi	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Giorgio Binelli	Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita, Università dell'Insubria, Varese



Corrado Biondo	Foundation Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFES) Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Alessandro B. Biscaccianti	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Lab. di Entomologia ed Ecologia Applicata
Simone Blanc	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Carlo Blasi	Università di Roma "La Sapienza"
Guido Bogo	Città Metropolitana di Torino
Paola Bolzon	Università degli studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Enrico Bonati	Università degli studi di Padova
Andrei Boncina	Forestry, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Slovenia
Cristina Bondì	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Antonello Bonfante	CNR - ISAFoM, Ercolano (NA), Italy
Carmela Bonfanti	Regione Siciliana -Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea – Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Igor Boni	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Eleonora Bonifacio	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Marco Borghetti	Università della Basilicata
Enrico Borgogno-Mondino	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Gianni Boris Pezzatti	WSL, Swiss Federal Research Institute, Cadenazzo (CH)
Anna Bortolazzi	Faculty of Sciences and Technologies, Free University of Bolzano
Valentina Bosco	Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro" Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica (DISIT). Vercelli
Michal Bosela	Department of Forest Management and Geodesy, Technical University in Zvolen, Slovakia
Alessandra Bottero	WSL, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research
Giovanni Bovio	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Gabriele Bovo	Città Metropolitana di Torino, Torino
Stefano Bracciotti	D.R.E.Am. Italia
John B. Bradford	U.S. Geological Survey, USA
Giampiero Branca	Università di Sassari
Pietro Brandmayr	Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria, (CS)
Andres Bravo-Oviedo	MNCN-CSIC, Madrid, Spagna
Pier Paolo Brenta	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Alfredo Bresciani	Unione dei Comuni Montani del Casentino, Poppi (AR)
Mario Broll	Ripartizione Foreste della Provincia Autonoma di Bolzano
Lucio Brotto	ETIFOR Srl Spin-off dell'Università di Padova
Antonio Brugnaro	Regione del Veneto
Filippo Brun	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Maria Roberta Bruno	Università della Basilicata
Antonio Brunori	PEFC Italia, Perugia
Elena Brunori	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Silvia Bruschini	Compagnia delle Foreste s.r.l., Arezzo
Stefano Bruzzese	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Gabriele Bucci	CNR Institute of Biosciences and Bioresources, Sesto Fiorentino (Firenze)
Sabino A. Bufo	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Catie Burlando	ETIFOR Srl Spin-off dell'Università di Padova
Sabina Burrascano	Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Biologia Ambientale
Marco Bussone	UNCENM, Piemonte
Filippo Bussotti	Università degli Studi di Firenze
Gabriele Buttafuoco	CNR - ISAFOM, Rende, Cosenza



Maurizio Buttazzoni	Corpo forestale regionale FVG, Servizio foreste e Corpo forestale, Udine
Italo Buzzetti	ERSAF Lombardia
Giorgio Cacciabue	Regione Piemonte. Settore Tecnico Regionale Alessandria e Asti
Irene Cacciatore	Regione Toscana, Direzione Agricoltura e Sviluppo Rurale, Firenze
Antonio Caddeo	Dipartimento di Agricoltura, Università di Sassari
Maxime Cailleret	WSL, Swisse Federal Research Institute, Svizzera
Dave E. Calkin	US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, USA
Tommaso Caloiero	CNR - ISAFOM
Francesco Calomino	Università della Calabria, DINCI
Enrico Calvo	ERSAF - Ente Regionale Servizi Agricoltura Foreste
Martina Cambi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Francesca Camilli	CNR, Istituto di Biometeorologia (IBIMET),
Lorenzo Camoriano	Regione Piemonte, Settore Foreste, Torino
Thomas Campagnaro	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Riccardo Campana	Provincia Autonoma di Trento - Servizio Geologico
Alessandro Campanaro	CREA, Centro di Ricerca Difesa e Certificazione
Giuseppe Campo	Servizio Fitosanitario Regionale e lotta alla contraffazione, Osservatorio per le Malattie delle Piante
Olimpia Campo	Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Agricoltura dello Sviluppo rurale e della Pesca Mediterranea
Sergio F. Campus	Dipartimento di Agraria, Università di Sassari
Giuseppe Candelori	Corpo forestale regionale FVG, Servizio foreste e Corpo forestale, Udine
Mario Candore	Regione Siciliana -Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea – Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Daniele Canovi	Azienda Agricola Antico Bosco, Carpineti Reggio Emilia
Maria Giulia Cantiani	Università di Trento
Paolo Cantiani	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Roberto Canullo	Università di Camerino
Giulia Capotorti	Università di Roma "La Sapienza"
Paolo Capretti	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Paolo Caramalli	Arma dei Carabinieri, Gruppo CC Forestale, Prato
Corrado Carbonaro	Politecnico di Torino, Laboratorio LaSTIn, Dipartimento DAD
Francesco Carbone	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Giorgia Carletti	CREA-FL. Centro di ricerca Foreste e Legno
Elisa Carrari	CNR, Centro Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino, Firenze
Giovanni Carraro	Regione Veneto
Marco Carrer	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Angelo Carriero	Provincia Autonoma di Trento - Servizio Autorizzazioni e Valutazioni Ambientali
Nunzio Caruso	Regione Siciliana -Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea – Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Daniele Castagneri	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Cristiano Castaldi	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Simona Castaldi	Università della Campania
Paolo Castrignanò	Libero professionista
Gaetano Castro	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Antonio Casula	Agenzia Fo.Re.STAS - Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna.
Maria Francesca Cataldo	Dipartimento di Agraria, Università di Reggio Calabria
Valentina Catania	Università di Palermo, STEBICEF





Luigi Cattivelli	CREA, Centro di Ricerca Genomica e Bioinformatica, Fiorenzuola d'Adda, Piacenza
Giacomo Cavaletto	Università di Padova, Dipartimento DAFNAE, Legnaro, (PD)
Raffaele Cavalli	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Danilo Cecchini	Sefac Groupe sas, Douala, Republic of Cameroon
Christian Ceccon	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologia
Laura Celesti-Gradow	Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Ambientale
Giulio Cerino Abidin	DENERG, Politecnico di Torino
Giacomo Certini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento DISPAA
Sebastiano Cerullo	Federlegnoarredo, Milano
Elena Cervelli	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Luca Cesaro	CREA, Centro di Ricerche Politiche e Bioeconomia, Roma
Giancarlo Cesti	Corpo forestale della Valle d'Aosta
Marcello Cherubini	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Foreste, Porano, Terni
Paolo Cherubini	WSL, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland
Laura Chessa	Università di Sassari
Francesco Chianucci	CREA, Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma
Pier Mario Chiarabaglio	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Ugo Chiavetta	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Francesca Chiocchini	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Foreste, Porano, Terni
Luca Chiostri	Università degli Studi di Firenze
Roberta Chirichella	Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Medicina Veterinaria,
Gherardo Chirici	Università degli Studi di Firenze,, Dipartimento GESAAF
Giovanni Battista Chirico	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Mario Ciaffi	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Orazio Ciancio	Accademia Italiana di Scienze Forestali, (AISF), Firenze
Orazio Ciancio	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF), Firenze
Lorenzo Ciccarese	ISPRA
Paolo Cielo	EFESC ITALIA ONLUS
Flavio Cimenti	Corpo forestale regionale FVG, Stazione forestale di Cortina d'Ampezzo
Marco Ciolfi	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Foreste, Porano, Terni
Marco Ciolli	Università di Trento
Salvatore Cipollaro	Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali-Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Fabrizio Clemente	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Trento
Giuseppe Clementi	Società Cooperativa Agricola Forestale Foreste e Territorio, Santo Stefano Quisquina (AG)
Domenico Coaloa	CREA - FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Laura Cobello	Enviland S.r.l., Palermo
Arturo Cocco	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Claudia Cocozza	CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Sesto Fiorentino, (FI)
Vittoria Coletta	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Antonio Coli	Centro di Ricerche Agro-ambientali Enrico Avanzi di Pisa, S. Piero a Grado (PI),
Alessio Collalti	CMCC e CNR - ISAFOM
Giacomo Colle	EFFETRESEIZERO Srl
Antonio Colombo	Regione Siciliana, Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea, Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Mario Colonico	Università' dalla Tuscia, Viterbo
Gianluca Comba	Regione Piemonte, Settore Foreste



Paola Comin	Provincia di Trento
Bruna Comini	ERSAF, Lombardia
Rinaldo Comino	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale risorse agricole, forestali e ittiche Area foreste e territorio, Udine
Marco Conedera	WSL Swiss Federal Research Institute, Cadenazzo (CH)
Vito Consoli	Regione Lazio, Direzione regionale Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette
Franco Contarin	Regione Veneto
Mario Contarini	Università della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Paolo Contrino	Libero professionista
Giorgio Cordin	Fondazione Giant Trees onlus Ets
Marco Corgnati	Regione Piemonte
Piermaria Corona	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Giulia Corradini	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Corrado Costa	CREA, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Monterotondo, (RM)
Maximiliano Costa	Università degli studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Giuseppina Costantini	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura ed Economia Agraria, Potenza
Augusto G. Cotterchio	Corpo Volontari AIB del Piemonte
Mario Cozzi	Scuola di Scienze Agrarie, Agroalimentari, Forestali e Ambientali, Università degli Studi della Basilicata
Roberto Cremaschi	ERSAF Lombardia
Corrado Cremonini	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Maria Crescimanno	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali,
Irene Criscuoli	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologia
Alan Crivellaro	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Andrea Crocetta	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Alessandro Crosetti	Università di Torino
Sandro Cruciani	ISTAT
Miranda T. Curzon	Natural Resource Ecology and Management, Iowa State University, U.S.A.
Andrea Cutini	CREA - FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Riccardo Da Re	Università degli Studi di Padova
Rafael Da Silveira Bueno	Università di Palermo, SAAF, Palermo
Matteo Dainese	EURAC, Research, European Academy of Bolzano, Italy
Massimiliano D'Alessio	EN-US Fondazione Metes
Cristina Dalla Valle	Venetoagricoltura
Ilaria Dalla Vecchia	FSC, Italia
Francesco Dallabrida	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Ferdinando Dalle Nogare	Presidente UNIF - Associazione ONLUS
Anthony D'Amato	Department of Forest Resources, University of Minesota, U.S.A.
Giovanni D'Amico	Università degli Studi di Firenze
Francesco Dandrea	Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali - Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Amedeo D'Antonio	Regione Campania, Centro Direzionale Isola A6, Napoli
Leonardo Dapporto	Università degli Studi di Firenze,, Dipartimento di Biologia
Fabrizio D'Aprile	CREA – FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Vincenzo David	
Giovanbattista De Dato	CREA – FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Alessio De Dominicis	CESBIM, Centro Studi sulle Bonifiche nell'Italia meridionale, Napoli
Franca De Ferrari	Regione Piemonte, Settore Foreste



Matteo De Horatis	Università degli Studi della Tuscia DIBAF, Viterbo
Davide De Laurentis	Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare Carabinieri (CUTFAA)
Antonino De Marco	Regione Siciliana, Dipartimento Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Filippa De Martino	Regione Lazio, Direzione regionale Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette
Roberto De Mascellis	CNR - ISAFoM, Ercolano (NA)
Isabella De Meo	CREA, ABP Agrobiology and Pedology Research Centre, Firenze
Carlo De Michele	Ariespace S.r.l., Centro Direzionale, Isola A3, Napoli
Antea De Monte	I.TER SOC. COOP. Arl, Bologna
Alfonso De Nardo	CESBIM, Centro Studi sulle Bonifiche nell'Italia meridionale, Napoli
Samuele De Petris	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Giuseppe De Vivo	Parco Nazionale del Pollino, Calabria
Barbara Deamicis	Regione Piemonte, Settore Tecnico Regionale Alessandria e Asti
Giacomo Debernardi	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Andrea Degli Esposti	Azienda Agricola La Martina, Mongidoro Bologna
Andrea Deidda	Politecnico di Torino, Laboratorio LaSTIn, Dipartimento DAD
Nicolina Del Bianco	Regione Molise- Servizio Fitosanitario regionale, Tutela e valorizzazione della montagna e delle Foreste, biodiversità e sviluppo sostenibile
Salvatore Del Bianco	Università della Calabria, Dipartimento DiBEST
Liliana Del Giudice	Università di Sassari
Francesco Del Pero	Università degli Studi di Firenze,, Dipartimento DIEF
Barbara Del Perugia	Università degli Studi di Firenze
Miren Del Rio	Department of Silviculture and Forest Management, INIA, Forest Research Centre, Madrid, Spagna
Flora Della Valle	Regione Campania, Direzione Generale per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Francesco Dellagiacoma	PEFC Italy, Perugia
Luigi Giorgio Dell'Anna	Regione Lazio, Direzione regionale Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette
Massimo Delogu	Università degli Studi di Firenze,, DIEF
Giovanni Deplano	Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria,
R. Justin DeRose	US Forest Service, Forest Inventory and Analysis
Sandro Dettori	Università degli studi di Sassari, Dipartimento di Agraria,
Marco Di Cristofaro	Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise, Pesche (IS)
Mirko Di Febbraro	Dipartimento Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS)
Alfredo Di Filippo	, Università degli studi della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Stefania Di Lella	Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli studi del Molise, (IS)
Luciano Di Martino	Parco della Maiella
Mirando Di Prinzi	Ufficio di Botanica del Parco Nazionale della Majella
Angela Di Puoti	Università degli studi della Campania "L. Vanvitelli", DISTABIF, Caserta
Umberto Di Salvatore	CREA, Consiglio per la Ricerca e l'Analisi dell'Economia Agraria, Arezzo
Anna Dinella	Libera Università di Bolzano, Faculty of Science and Technology
Francesca Dini	PEFC Italia, Perugia
Irene Dipollina	Laurea Magistrale in Scienze Forestali e Ambientali
Antonino D'Ippolito	Università della Calabria, DINCI
Ilaria Doimo	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Alessia Donadoni	Università di Milano
Luca Dondini	Università di Bologna
Maria Cristina D'Orlando	PEFC Italy, Perugia
Maria Assunta D'Oronzio	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura ed Economia Agraria, Potenza



Alberto Dotta	Consorzio Forestale Alta Valle di Susa, Oulx, Torino
Daniele Drago	Regione Piemonte, Settore Foreste
Lorenzo Drosera	Regione Toscana, Servizio fitosanitario regionale e di vigilanza e controllo agroforestale
Fulvio Ducci	CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, (AR)
Pier Paolo Duce	CNR-IBIMET, Sassari
Stephane Dumarçay	Università Lorraine, Francia
Guido D'Urso	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Andrea Ebone	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Mario Elia	Università degli Studi di Bari "A.Moro"
Giuseppe Eligiato	Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali - Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Vincenzo Esposito	CESBIM, Centro Studi sulle Bonifiche nell'Italia meridionale, Napoli
Gianfranco Fabbio	CREA, Consiglio per la Ricerca e l'Analisi dell'Economia Agraria, Arezzo
Carlo Luigi Fabbri	Gruppo Carabinieri Forestale di Firenze
Fabio Fabiano	Università degli Studi di Firenze,, Dipartimento GESAAF
Gianni Facciotto	CREA, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Massimo Faccoli	Università di Padova, Dipartimento DAFNAE, Legnaro, (PD)
Claudio Fagarazzi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Salvatore Falanga Bolognesi	Università di Napoli Federico II, Napoli, Ariespace S.r.l., Spinn-Off Company
Gloria Falsone	Università di Bologna
Silvano Fares	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno.....
Angela Farina	MIPAAF- Direzione generale delle foreste
Lorenzo Fattorini	Università di Siena, Department of Economics and Statistics
Salvatore Faugno	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Raul Fernandez Lacruz	Department of Forest Biomaterials and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Skogsmarksgrnd, Ume (Sweden)
Chiara Ferracini	Università di Torino, Department of Agricultural, Forest and Food Sciences
Carlotta Ferrara	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Barbara Ferrari	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Michele Ferraro	
Fabrizio Ferretti	CREA – FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Nicoletta Ferrucci	Università degli Studi di Padova
Giovanni Figliuolo	Università degli Studi della Basilicata, DiCEM
Simone Figorilli	CREA, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Monterotondo, (RM)
Maria Rosaria Filigheddu	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Mark A. Finney	USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula, USA
Marco Fioravanti	Università degli Studi di Firenze,, Dipartimento GESAAF
Giulia Fiorese	European Commission, Joint Research Centre, Directorate D-Sustainable Resources-Bio-Economy Unit, Ispra VA, Italy
Valentino Floreancig	Libera Università di Bolzano, Faculty of Science and Technology
Ignazio Floris	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Cristiano Foderi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Stefano Fogacci	Azienda Tizzano, Zocca Modena
Flavio Fornasier	CREA, Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia, Gorizia
Furio Forni	Regione Toscana
David I. Forrester	WSL, Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Zurich, (CH)
Antonio Franca	CNR, Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente mediterraneo
Silvia Franceschi	Libera Università di Bolzano, Faculty of Science and Technology





Alessandro Franzoi	MuSe, Museo delle Scienze, Trento
Roberto Fratini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Mauro Frattegiani	Pro Silva Italia, Perugia
Shawn Fraver	School of Forest Resources, University of Maine, U.S.A.
Michele Freppaz	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Marco Fringuellino	SAE Institute, Milano
Raffaele Froio	CNR – ISAFOM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Rende, (CS)
Valentina Frosini	Università degli Studi di Firenze, DIDA, Firenze
Carmelo Fruscione	Federazione Interregionale degli Ordini dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali del Piemonte e Valle D'Aosta
Rocco Furferi	Università degli Studi di Firenze, DIEF
Lina Fusaro	Università di Roma "La Sapienza"
Caterina Gagliano	Provincia Autonoma di Trento - Servizio Foreste e fauna - Ufficio Pianificazione, Selvicoltura ed economia forestale
Pierluca Gaglioppa	Regione Lazio, Direzione Regionale Capitale naturale, parchi e aree protette
Antonino Galati	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali,
Luca Galeasso	Environment Park, Torino
Carlo Galiano	Azienda Calabria Verde Catanzaro
Giovanni Galipò	Arma dei Carabinieri. Raggruppamento Biodiversita'
Pietro Gallo	CREA - Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Monterotondo, Roma
Raimondo Gallo	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, Bolzano
Marta Galluzzi	Università degli Studi di Firenze
Martino M. Gambacorti-Passerini	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie
Antonio Ganga	Dipartimento di Agraria Università di Sassari
Matteo Garbarino	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Matteo Garbelotto	Forest Pathology Laboratory, Department of Environmental Science Policy and Management, University of California Berkeley, CA, USA
Lorenzo Gardin	Libero professionista
Vittorio Garfi	Università degli studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche (IS)
Lorenza Gasparella	Università Iuav di Venezia - Dipartimento di Culture del Progetto
Paola Gatto	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Massimo Gennaro	CREA – FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Tiziana Gentilesca	Università della Basilicata
Philippe Gerardin	Università Lorraine, Francia
Stefano Gerbaldo	Carabinieri Forestali
Andrea Germani	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Arthur Gessler	WSL, Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Zurich, (CH)
Luisa Ghelardini	Università degli Studi di Firenze, DISPAA, Firenze
Filippo Giadrossich	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sede di Nuoro
Francesco Giammarchi	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie
Damiano Gianelle	Fondazione Edmund Mach, Dipartimento Agro-ecosistemi Sostenibili e Biorisorse, Centro Ricerca e Innovazione, San Michele all'Adige
Fabio Giannetti	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Laboratorio di cartografia e telerilevamento, Torino
Francesca Giannetti	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Vincenzo Giannico	Università di Bari, Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali
Francesco Giannino	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Antonella Giannone	Università della Basilicata



Giovanni Giardina	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, P
Daniela Gigante	Università di Perugia
Achille Giorcelli	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Ervedo Giordano	Commissione tecnico-scientifica Tenuta Presidenziale di Castelporziano
Luana Giordano	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Matteo Giovannozzi	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Paolo Girgenti	Regione Siciliana, Dipartimento Sviluppo Rurale e Territoriale
Chiara Giuliani	Ph.D Student in Landscape Planning - "La Sapienza" University (Rome)
Diego Giuliarelli	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Bruno Glaser	Martin Luther University Halle-Wittenberg, Faculty of Natural Sciences III, Institute of Agricultural and Nutritional Sciences, Soil Biogeochemistry, Germany
Stefano Gobbi	University of Trento, Fondazione Edmund Mach
Giacomo Goli	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Paolo Gonthier	Università degli Studi Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Franco Gottero	IPLA, Istituto delle Piante da Legno, Torino
Adriano Gradi	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF), Firenze
Giacomo Grassi	European Commission, Joint Research Centre, Directorate D-Sustainable Resources-Bio-Economy Unit, Ispra VA, Italy
Silvia Greco	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Stefano Grigolato	Università degli Studi di Padova - Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry
Mirko Grotti	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria
Enrico Guastini	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Lorenzo Gui	Centro Nazionale Biodiversità Forestale, Carabinieri di Peri, Verona
Alessandro Guidotti	Regione Toscana, Servizio fitosanitario regionale e di vigilanza e controllo agroforestale
Elisa Guiot	Regione Piemonte, Settore Foreste
Maria Ludovica Gullino	Università Torino, Centro di Competenza per l'Innovazione in Campo Agro-Ambientale (AGROINNOVA)
Andrew Hacket-Pain	University of Liverpool, School of Environmental Sciences
M. M. Hashmi	Centro di Ricerca per le Aree Interne e gli Appennini (ArIA), Università del Molise, (CB)
Jean-Claude Haudemand	Regione Autonoma Valle d'Aosta, Struttura forestazione e sentieristica
Torben Hilmers	Technical University of Munich, Forest Growth and Yield Science, Freising, Germany
Martina Hobi	Department of Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Forest Resources and Management Research Unit, Stand Dynamics and Silviculture, Zurich, (CH)
Yasutomo Hoshika	CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino (FI)
Giovanni Iacopetti	Università degli Studi di Firenze
Simone Iacopino	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Cristian Ibba	Libero professionista
Annamaria Ienco	Università Mediterranea di Reggio Calabria
Stefano Ignesti	Gruppo Carabinieri Forestale di Firenze
Marco Infusino	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria
Giorgio Iorio	Comunità Montana Valnerina, Norcia (PG)
Francesco Iovino	Università della Calabria, DIMES
Mark Irle	Ecole Supérieure du Bois, Nantes, France President InnoWood, Brussels, Belgium
Despoina Karniadaki	Enviland S.r.l., Palermo, Italia
Karim Aly S. Kassam	Department of Natural Resources and the American Indian and Indigenous Studies Program, Cornell University, Ithaca, USA
Genki Katata	JAEA, Japan
Tamir Klein	Weizmann Institute of Science



Ulrich Kohnle	FVA, The Forest Research Institute Baden-Wuerttemberg, Germania
Daniel Kraus	University of Freiburg, Germany
Elena Kuzminsky	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Tommaso La Mantia	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Orazio La Marca	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Donato Salvatore La Mela Veca	Università di Palermo. Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Gaetano La Placa	
Nicola La Porta	Fondazione Edmund Mach
Raffaele Laforteza	Università di Bari, Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali
Enrico Lancellotti	Associazione tartufai della Sardegna
Marco Landi	Reparto CC Biodiversità di Siena
Silvia Landi	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria
Giuliano Langella	Università Federico II di Napoli, CRISP-Interdepartmental Research Center on the Earth Critical Zone, Portici, Napoli
Andrea Laschi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Bruno Lasserre	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche (IS)
Agostino Lauria	Università della Calabria, DINCI
Marco Lauteri	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale IBAF, Porano, Terni
Andrea Lentini	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Alessandro Leonardi	ETIFOR Srl, spin-off Università di Padova
Luca Leonardi	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale IBAF, Porano, Terni
Vittorio Leone	Università della Basilicata, Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente, Potenza
Loretta Leonessi	D.R.E.Am. Italia soc. coop., Pratovecchio, Arezzo
Filomena Lerario	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Antonio Li Puma	
Francesco Licciardo	CREA Policies and Bioeconomy Research Centre, Milan
Emanuele Lingua	Università degli studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Federico Lingua	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Guido Lingua	Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro, DISIT, (VC)
Guglielmo Lione	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Guido Locatelli	Ecoforeste S.r.l.
Francesca Logli	Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Servizio Gestione Risorse Naturali, Pisa
Fabio Lombardi	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Leonardo Lorenzini	
Giuseppe Lotti	Università degli Studi di Firenze, DIDA, Firenze
Raffaella Lovreglio	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sede di Nuoro
Olga Lozano	Università di Sassari
Pietro Luciano	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF), Firenze
Antonio Lupini	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Simona Maccherini	Università degli Studi di Siena, Dipartimento Scienze della Vita
Giorgio Macrì	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Mauro Maesano	CNR - ISAFOM Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Rende, (CS)
Federico Maetzke	Università di Palermo, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali,
Luca Maffei	Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica, Tenuta presidenziale di Castelporziano, Roma
Nataschia Magagnotti	CNR, IVALSA - Sesto Fiorentino, Firenze
Filomena Maggino	Università di Roma "La Sapienza"



Fabrizio Maglioni	Regione Piemonte, Settore Foreste
Federico Magnani	Università di Bologna, Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari
Paola Mairota	Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"
Fabio Maistrelli	Provincia Autonoma di Bolzano, Servizio Foreste, Bolzano
Eva Malacarne	Regione piemonte
Alberto Maltoni	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Saverio Maluccio	CREA, Centro Politiche e Bio-economia
Manuela Manca	Agenzia FORESTAS, Agenzia Regionale per lo Sviluppo del Territorio e dell'Ambiente in Sardegna
Giuseppe Mandrone	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Fabio Maneli	Università di Perugia, Perugia
Fausto Manes	Università di Roma "La Sapienza"
Maria Chiara Manetti	CREA, Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia Agraria, (AR)
Filippo Manfredi	ERSAF - Ente Regionale Servizi Agricoltura Foreste
Stefano Manni	Unione Montana dei Comuni del Mugello
Roberto Mannu	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sassari
Alberto Mantino	Istituto Scienze della Vita, Pisa
Jacopo Manzini	Università degli Studi di Firenze, Firenze
Alberto Manzo	Direzione generale per la promozione della qualità agroalimentare e dell'ippica, PQAI II, MIPAAF
Marco Manzone	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Federica Marando	Università di Roma "La Sapienza"
Gina Marano	CRISP-Interdepartmental Research Center on the Earth Critical Zone
Agnese Marcelli	Università di Siena, Dipartimento di Economia e Statistica
Marco Marchetti	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche, (IS)
Enrico Marchi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Luca Marchi	Università di Padova, Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry
Maurizio Marchi	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno
Luca Marchino	CREA, Arezzo
Enrico Marcolin	Università di Padova, Dipartimento TESAF
Luca Marello	Regione Piemonte, Settore Foreste
Giorgio Maresi	Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, San Michele all'Adige, Trento
Leonardo Marianelli	CREA – Centro di Ricerca Difesa e Certificazione
Angelo Mariano	Conlegno
Francesca Marinangeli	CREA, Research Centre for Agricultural Policies and Bioeconomy, Perugia
Augusto Marinelli	Università degli Studi di Firenze
Francesco Marini	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Lorenzo Marini	Università di Padova, Dipartimento DAFNAE, Legnaro, (PD)
Barbara Mariotti	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Andrea Maroé	Fondazione Giant Trees onlus Ets
Enrico Marone	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Mauro Marongiu	Regione Sardegna, Agenzia Foresta
Sonia Marongiu	CREA, Policies and Bioeconomy Research Centre, Rome
Elena Marra	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Serena Marras	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, CMCC Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, IAFES Division
Francesca Marsilli	Università degli Studi di Padova, Dipartimento DAFNAE, Legnaro, (PD)





Sara Martelletti	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Francesca Martini	D.R.E.Am. Italia soc. coop., Pratovecchio, Arezzo
Ilaria Martini	Università degli Studi di Firenze
Sofia Martini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Andrea Martini di Cigala	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Luca Martino	Tekfer srl, Orbassano, Torino
Raffaella Marzano	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Pasquale A. Marziliano	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Fabrizio Masarin	Regione Piemonte, Settore Tecnico Regionale Alessandria e Asti
Fabio Maselli	CNR,, Istituto di Biometeorologia (IBIMET)
Mauro Masiero	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Emanuela Masini	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Daniela Masotti	ERSAF - Ente Regionale Servizi Agricoltura Foreste
Nadia Massa	Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro", DISIT, (VC)
Antonella Massaiu	Office National des Forets, Unité DFCI, DR Corse, Francia
Giovanni Mastrodonardo	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Luigi Masutti	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF), Firenze
Giorgio Matteucci	CNR - ISAFoM, Ercolano (NA)
Alberto Mattia	Regione Campania - Direzione Generale per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Walter Mattioli	CREA, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria
Gianluigi Mazza	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Giuseppe Mazza	CREA - Centro di Ricerca Difesa e Certificazione
Antonio Mazzei	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Fabrizio Mazzetto	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologia
Annapaola Mazzilli	Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali - Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Francesco Mazzocchi	Unione Nazionale per l'Innovazione Scientifica Forestale
Stefano Mazzoleni	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Luca Mazzon	Università degli Studi di Padova
Marco Mazzoncini	Università di Pisa, Centro di Ricerche Agro-ambientali Enrico Avanzi di Pisa, S. Piero a Grado Pisa
Abraham Mejia-Aguilar	EURAC Research
Marcello Mele	Università di Pisa, Centro di Ricerche Agro-ambientali Enrico Avanzi di Pisa, S. Piero a Grado Pisa
Giuseppe Melfi	Parco Nazionale del Pollino
Maria Gabriella Mellano	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Fabio Meloni	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Marco Mencucci	Carabinieri Parco Nazionale Foreste Casentinesi
Domenica Menetti	Società Terra Amica dei Menetti, Loiano Bologna
Giuliano Menguzzato	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Federico Mensio	IPLA -Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Cristina Menta	Università degli Studi di Parma
Simone Mereu	Impacts on Agriculture, Forests and Ecosystem Services Division, Euro-Mediterranean Center on Climate Change, Sassari
Giustino Mezzalana	Venetoagricoltura, Legnaro, Padova
Pietro Miceli	Regione Siciliana, Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea – Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Paolo Miglietta	Comune di Torino
Antonello Migliozi	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria



Luigi Milella	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Gianfranco Minotta	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Massimo Miori	Provincia di Trento, Ufficio Pianificazione, Selvicoltura ed Economia forestale
Marcello Miozzo	D.R.E.Am. Italia
Fabrizio Miserendino	Regione Siciliana, Dipartimento Sviluppo Rurale e Territoriale
David Mladenoff	University of Wisconsin, Department of Forest & Wildlife Ecology, USA
Stefano Mocali	CREA, Centro di ricerca Foreste e Legno
Pietro Molfetta	Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per i Pagamenti (APPAG)
Juan Escamilla Molgora	Lancaster University, Lancaster Environmental Centre, (UK)
Omar Mologni	Università di Padova, Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry
Aurelio Monari	Società Agricola Monari & C., Loiano, Bologna
Luca Monducci	Università di Bologna, Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari
Lucio Montecchio	Università di Padova, Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry
Maria Cristina Monteverti	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Antonio Morabito	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Nicola Moretti	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Paolo Mori	Compagnia delle Foreste s.r.l., Arezzo
Salvatore Moricca	Università degli Studi di Firenze, DiSPAA, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia
Marco Moriondo	CNR, Istituto di Biometeorologia (IBIMET),
Donato Morresi	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Angela Mosso	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Renzo Motta	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Valerio Motta Fre	Regione Piemonte, Settore Foreste
Giovanni Mughini	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Alessandra Mura	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia
Matteo Mura	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sede di Nuoro
Ilenia Murgia	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sede di Nuoro
Marcello Murino	Regione Campania, Direz. Generale per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Damiano Muru	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Carmelo Maria Musarella	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Andrea Mustoni	Parco Naturale Adamello Brenta, Settore Ricerca Scientifica Educazione Ambientale
Thomas A. Nagel	Forestry, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Slovenia
Tiziana Nardin	Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, San Michele all'Adige, Trento, Italia.
Deborah Naro	Laureata magistrale in scienze forestali ed ambientali
Francesco Negro	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Mario Negro	Assessorato agricoltura e risorse naturali, Dipartimento Corpo forestale della Valle d'Aosta e risorse naturali, Ufficio edilizia forestale
Lorenzo Nencioni	Regione Toscana, Direzione Agricoltura e Sviluppo Rurale
Francesco Neri	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Giuseppe Nervo	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato (AL)
Francesco Niccoli	Università degli studi della Campania "L. Vanvitelli", (DISTABIF) Caserta
Francesco Nicese	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Antonino Nicolaci	Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica (DIMES), Arcavacata di Rende (CS)
Sandro Nicoloso	D.R.E.Am. Italia soc. coop., Pratovecchio, Arezzo
Susanna Nocentini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF



Werner Noggler	Azienda Provinciale Foreste e Demanio, Bolzano
Tomas Nordfjell	Department of Forest Biomaterials and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden
Antonio Nosenzo	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Monica Notarangelo	CREA, Arezzo
Diego Noveri	Gruppo Carabinieri Forestale di Torino
Claudia Maria Oliveira Longa	Fondazione Edmund Mach, Dipartimento Agroecosistemi Sostenibili e Biorisorse, Centro Ricerca e Innovazione, S. Michele all'Adige (TN)
Elisa Olivero	Regione Piemonte, Settore Territorio e Paesaggio
Lilia Orlandi	D.R.E.Am. Italia soc. coop., Pratovecchio, Arezzo
Tomasz Ozyhar	Omya International AG -Switzerland
Maciej Pach	University of Agriculture, Krakow, Department of Silviculture, Polonia
Simonetta Pagliolico	Politecnico di Torino, Istituto di Chimica, DISAT
Chiara Palandrani	Università di Trieste, Dipartimento Scienze della Vita
Alessandro Paletto	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Brian Palik	U.S.D.A. Forest Service, Center for Research on Ecosystem Change, U.S.A.
Nazario Palmieri	Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare Carabinieri (CUTFAA)
Giovanni Pancaldi	Regione Emilia Romagna
Alessandro Pansecco	GEOPONICA SRL
Pietro Panzacchi	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie,
Renzo Panzacchi	Consorzio castanicoltori dell'Appennino Bolognese
Elena Paoletti	CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino, Firenze
Francesco Paoli	CREA, Centro di ricerca difesa e certificazione
Dario Papale	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Bruno Paparatti	Università della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Leonardo Papini	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Immacolata Parigiani	
Pierluigi Paris	CNR, Istituto di Biologia Agro-ambientale e Forestale (IBAF), Porano, Terni
Francesco Parisi	Università degli studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche, (IS)
Isabella Pasutto	Regione Veneto
Giuliano Patteri	Agenzia Fo.Re.STAS - Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna.
Matteo Pecchi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Giovanni Pecchioni	Istituto Scienze della Vita, Pisa, Italia
Franco Pedrotti	Università di Camerino
Elisa Pelagani	Reparto CC Biodiversità di Vallombrosa
Teresa Pelle	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Francesco Pelleri	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Giulia Pelliccia	Università di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Civile e ambientale
Gaetano Pellicone	CNR, Istituto per i sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo
Grazia Pellizzaro	CNR, Istituto di Biometeorologia (IBIMET), Sassari
Oksana Pelyukh	Institute for Ecological Economics and Management Ukrainian National Forestry University
Damiano Penco	Regione Liguria, Settore Politiche della Montagna e della Fauna Selvatica
Alessia Pepori	CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Sesto Fiorentino, (FI)
Alessandro Peressotti	Università di Udine, Dipartimento di Agraria DISA,
Claudia Perini	Università di Siena, Dipartimento di Scienze della Vita



Luisa Perona	Federazione Interregionale degli Ordini dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali del Piemonte e Valle D'Aosta
Luigi Perotti	Università degli studi di Torino
Vincenzo Perrone	Gruppo Carabinieri Forestali di Cosenza
Giancarlo Perrotta	Regione Siciliana, Assessorato dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea
Valentina Pescini	Università di Genova, LASA
Giai Petit	Università degli Studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali
Fabio Petrella	IPLA, Istituto delle Piante da Legno, Torino
Bruno Petrucci	Ministero Ambiente, Direzione Generale Protezione
Davide Pettenella	Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)
Nicolas Picard	FAO, Forestry Department, Secretariat of Silva Mediterranea
Biagio Piccardi	ERSAF, Lombardia
Rodolfo Picchio	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Marco Picciati	Consorzio castanicoltori dell'Appennino Reggiano, Carpineti
Luigi Piccinini	Regione Sicilia
M. Piccinno	Università "La Sapienza", Roma
Stefano Picco	IPLA, Istituto delle Piante da Legno, Torino
Matteo Piccolo	Università di Sassari, Dipartimento Agraria, Sede di Nuoro
Elisa Pieratti	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Francesca Pierobon	University of Washington, Centre for International Trade in Forest Products, School of Environmental and Forest Sciences
Marco Pietrogiovanna	Corpo Forestale della Provincia Autonoma di Bolzano
Giuseppe Pignatti	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Marco Pignochino	Esperto di comunicazione in ambito forestale ed ambientale
Roberto Pilli	European Commission, Joint Research Centre, Directorate D-Sustainable Resources-Bio-Economy Unit, Ispra VA, Italy
Sara Piloni	Forestry General Direction of the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies;
Stefania Pindozi	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Andrea Piotti	CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche
Gianluca Piovesan	Università degli studi della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Maurizio Piovosi	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Liam Pippinato	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Giovanni Piras	Agenzia FORESTAS, Agenzia Regionale per lo Sviluppo del Territorio e dell'Ambiente in Sardegna
Marco Piras	Politecnico di Torino, DIATI
Irene Piredda	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, sede di Nuoro
Sergio Pirone	Corpo Volontari AIB del Piemonte
Andrea Pisanelli	CNR, Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale,
Elena Pisani	Università degli Studi di Padova
Pietro Piusi	Università degli Studi di Firenze
Mario Pividori	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Roberto Pizzolotto	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Massimo Pizzuto Antinoro	Regione Siciliana, Dipartimento Sviluppo Rurale e Territoriale
Manuela Plutino	CREA, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Alberto Poggio	Politecnico di Torino, DENERG
Damiano Polidori	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Martina Pollastrini	Università degli Studi di Firenze, DISPAA





Enrico Pompei	Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Direz. generale delle Foreste, DIFOR II Politiche forestali nazionali e internazionali
Giorgio Pontuale	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Roma
Alessia Portaccio	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro, (PD)
Luigi Portoghesi	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Stefano Portovenere	ERSAF Lombardia
Emanuele Presutti Saba	CREA, Centro di ricerca Foreste e Legno, Trento
Carmelina Prete	Università della Basilicata
Hans Pretzsch	Technical University of Munich, Forest Growth and Yield Science, Freising, Germany
Alberto Principi	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Chiara Proietti	CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino (FI)
Roberta Proietti	CREA-FL - Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Andrea Rosario Proto	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Nicola Puletti	CREA - Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Giovanna Puppi	Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali
Michelina Pusceddu	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sez. di Patologia vegetale ed Entomologia
Maurizio Putzolu	R.D.M. Progetti
Paola Quatrini	Università di Palermo, STEBICEF
Valerio Quatrini	CREA-FL, Centro di ricerca Foresta e Legno, Arezzo
Antonio Racana	Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali- Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza
Elia Raccimolo	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia
Sabrina Raddi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Giorgio Ragolini	Istituto Scienze della Vita, Pisa
Francesco Maria Raimondo	Università di Palermo, STEBICEF, Sez. di Botanica ed Ecologia vegetale
Alessandro Rapella	ERSAF, Lombardia
Dario Ravaioli	Università di Bologna, Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari
Fabio Recanatesi	Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Agricoltura, Viterbo
Francesco Rech	Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto
Giancarlo Renella	Università degli Studi di Firenze, DISPAA
Giulia Resente	Laureata in Scienze Forestali e Ambientali
Emilio Resta	Vannucci Piante, Pistoia
Cristina Ricaldone	Regione Piemonte, Settore Protezione Civile e Sistema Antincendi Boschivi
Nicola Ricca	CNR - ISAFOM
Antonio Ricciardi	Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare Carabinieri (CUTFAA)
Francesco Riccioli	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Flavia Righi	Regione Piemonte, Settore foreste
Andreas Rigling	WSL, Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Zurich, (CH)
Matteo Rillo Migliorini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Francesco Ripullone	Università della Basilicata
Angelo Rita	Università della Basilicata
Rolando Rizzolo	Regione del Veneto
Marco Rocca	Regione Piemonte
Duccio Rocchini	Università di Trento
Federico Roggero	Università di Teramo
Ivan Rollet	Regione Valle d'Aosta, Assessorato agricoltura e risorse naturali, Dipartimento Corpo forestale della Valle d'Aosta



Manuela Romagnoli	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Nunzio Romano	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Raoul Romano	CREA, Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia, Roma
Severino Romano	Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Agroalimentari, Forestali e Ambientali
Maria Ronconi	Unione Montana dei Comuni del Mugello
Armando Rosa Gastaldo	Corpo forestale regionale FVG, Stazione forestale di Pinzano al Tagliamento
Adolfo Rosati	CREA, Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Spoleto (PG)
Francesca Rossi	MuSe, Museo delle Scienze, Trento
Luca Rossini	Università della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Laura Rosso	CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Pio Federico Roversi	CREA, Centro di ricerca difesa e certificazione
Dominic Royè	Università Santiago de Compostela, Faculty of Geogrophy end Hiostorj, Santiago de Compostela, Spain
Claudia Rubino	Enviland S.r.l., Palermo Italia
Flavio Ruffinatto	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Luca Ruiu	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Maddalena Ruiu	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Pino Angelo Ruiu	AGRIS, Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Selvicoltura, Tempio Pausania, Olbia
Diego Russo	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Sandro Sacchelli	Università degli Studi di Firenze
Valentina Saggese	Regione Piemonte
Giovanna Sala	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Fabio Salbitano	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Elena Salerni	Università degli Studi di Siena, Dipartimento Scienze della Vita
Michele Salis	CNR- IBIMET, Sassari; Fondazione (CMCC), Sassari
Lorenzo Sallustio	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche, (IS)
Stefano Saloriani	ERSAF, Ente Regionale Servizi Agricoltura Foreste
Cristina Salvadori	Fondazione Mach, San Michele All'Adige, Trento
Luca Salvati	CREA-FL, Centro di ricerca Foresta e Legno
Riccardo Salvati	Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica, Tenuta presidenziale di Castelporziano, Roma
Elisabetta Salvatori	Università di Roma, "La Sapienza"
Cyrus Samimi	University of Bayreuth, Department of Geography, Germany
Giovanni Sanesi	Università di Bari, DISAAT
Nicola Sangiorgi	Università di Bologna, Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari
Mauro Sangiovanni	Associazione Italiana Agroforestazione (AIAF), Masi, Padova
Dalila Sansone	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Alberto Santini	CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Sesto Fiorentino, (FI)
Giovanni Santopuoli	Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Pesche (IS)
Antonio Saracino	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Luca Sarais	Università degli Studi di Firenze
Clara Sargentini	Università degli Studi di Firenze
Alberto Satta	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia
Luigi Saulino	Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria
Giuliano Savelli	Reparto Carabinieri Biodiversità di Vallombrosa, Reggello, Firenze
Carlo Saveri	Reparto CC Biodiversità di Siena



Stefano Scalercio	CREA-FL, Centro di Ricerca Foreste e Legno
Giuseppe Scarascia Mugnozza	Università degli Studi della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Fabio Scarciglia	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Carla Scarpa	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Aldo Schettino	Parco Nazionale del Pollino
Matilde Schirru	Università di Sassari, Department of Science for Nature and Environmental Resources
Andreas Schuck	European Forest Institut, Bonn, Germania
Bartolomeo Scibetta	Regione Siciliana, Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea, Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Michele Sciré	CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Roberto Scotti	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria, sede di Nuoro
Carla Scotti	I.TER SOC. COOP. Arl, Bologna
Laura Scrano	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Gianfranco Scrinzi	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Trento
Alessandro Sebastiani	Università di Roma "La Sapienza"
Laura Secco	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Luigi Sedda	Lancaster University, CHICAS, United Kindom
Giovanna Seddaiu	Università di Sassari, Dipartimento di Scienze Agrarie
Giuseppe Segno	Libero professionista
Federico Selvi	Università degli Studi di Firenze
Paolo Semenzato	Università degli Studi di Padova
Sebastiano Sferlazza	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Rocco Sgherzi	Libero professionista
Emanuele Sibona	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Pierre Sicard	ARGANS, Francia
Agatino Sidoti	Regione Siciliana -Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e della Pesca Mediterranea – Dip. Regionale dello sviluppo Rurale e Territoriale
Frans Sijtsma	University of Groningen, Netherlands
Fabiano Sillo	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Primoz Simončič.	SFI-Slovenian Forestry Institut, Ljubljana, Slovenia
Stefania Simoncini	CREA, Centro di ricerca difesa e certificazione
Carlo Simonetti	Enviland S.r.l., Palermo, Italia
Costantino Sirca	Università di Sassari, Dipartimento di Agraria
Zuzana Sitkova	National Forest Centre, Department of Forest Landscape end Ecology, Zvolen, Slovakia
Tommaso Sitzia	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Serena Sofia	Università di Palermo, Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Michele Soligo	Università "La Sapienza" di Roma
Ruth Sonnenschein	Institute for Earth Observation, EURAC, European Academy of Bolzano, Bolzano
Francesco Sorbetti Guerri	Università di Firenze, GESAAF, Laboratorio di Ingegneria Applicata alla fauna selvatica
Luciano Spaccino	CNR, Istituto di Biologia Agro-Ambientale e Forestale, Porano (TR)
Luigi Spagnoli	Ufficio caccia e pesca, Provincia Autonoma di Bolzano
Giovanni Spampinato	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Donatella Spano	CNR- IBIMET, Sassari; Fondazione (CMCC), Sassari
Salvatore Spanò	Gruppo Carabinieri Forestali di Catanzaro
Giulio Sperandio	CREA
Stefano Speranza	Università della Tuscia, DAFNE, Viterbo
Piedomenico Spina	Presidente AUSF Italia
Raffaele Spinelli	CNR IVALSA - Sesto Fiorentino



Silvia Stanchi	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Alessandra Stefani	Direz. generale delle Foreste, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Pierpaolo Storino	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Massimo Stroppa	Corpo forestale regionale FVG, Area foreste e territorio, Udine
Francesco Sunseri	Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Andrea Tani	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Gianni Tarello	Società Cooperativa Agricola Valli Unite del Canavese
Clara Tattoni	Università di Trento
Angela Teani	CREA, Centro di ricerca Foreste e Legno
Emma Tedeschini	Università di Perugia, DSA3
Fantina Tedim	University of Porto, Faculty of Arts, Geography Departement
Filippo Terrasi	Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta
Pier Giorgio Terzuolo	IPLA, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino
Francesca Teston	EURAC, Research Institute for Regional development, Bolzano
Aleandro Tinelli	Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica
Luigi Todaro	Università degli Studi della Basilicata, Potenza
Roberto Tognetti	Università del Molise, Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, (CB)
Marco Togni	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Matteo Tomaiuolo	CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Antonio Tomao	Università della Tuscia, DIBAF, Viterbo
Enrico Tomelleri	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie
Luca Tonarelli	D.R.E.Am Italia
Giustino Tonon	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, Bolzano
Enrico Tordoni	Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze della Vita
Luigi Torreggiani	Compagnia delle Foreste
Chiara Torresan	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno, Arezzo
Michele Torresani	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie
Giulia Torrini	CREA, Centro di ricerca difesa e certificazione
Antonio Trabucco	CMCC
Gregor Trafoier	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, Bolzano
Giuseppe Traina	Società Cooperativa Agricola Forestale Foreste e Territorio, Santo Stefano Quisquina (AG)
Davide Travaglini	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Giovanni Trentanovi	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Luciano Trentini	Centro di studio e documentazione sul castagno, Marradi, Firenze
Carlo Trotta	Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento DIBAF, Viterbo
Paola Tuccimei	Università "La Sapienza" di Roma, Dipartimento di Scienze
Rosario Turco	CREA
Carlo Ubertini	Laureato in scienze Forestali e Ambientali
Mizuki Uemura	Università di Padova
Francesca Ugolini	CNR, Istituto di Biometeorologia (IBIMET), Firenze
Carlo Urbinati	Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Area Sistemi Forestali, Ancona
Salvatore Urso	Università della Calabria, DiBEST, Arcavacata di Rende (CS)
Tiziana Urso	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Giorgio Vacchiano	Università di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia
Damiano Vacha	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA e Scienze della Terra
Nicoletta Vai	Regione Emilia Romagna





Enzo Valbonesi	Regione Emilia Romagna, Servizio Aree protette, Foreste e Sviluppo della Montagna,(BO)
Riccardo Valentini	CMCC e Università degli Studi della Toscana
Isabella Vanetti	Università dell'Insubria, Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita, (VA)
Giuseppe Vanone	Regione Friuli Venezia Giulia, Servizio gestione territorio montano
Cristina Vega	University of Lleida, Lleida, Spain
Antonella Veltri	CNR - ISAFOM
Roberto Venanzoni	Università di Perugia
Giuseppe Vendramin	CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentini, Firenze
Andrea Ventura	CNR - CMCC Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, IAFES Division of Sassari
Gennaro Ventura	Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Agroalimentari, Forestali e Ambientali
Giacomo Ventura	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Maurizio Ventura	Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, Bolzano
Stefano Verani	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Soraya Versace	Università degli Studi del Molise, Dipartimento Agro-ecosistemi Sostenibili e Biorisorse
Flavio Vertui	Corpo forestale della Valle d'Aosta
Anna Maria Vettrai	Università della Toscana, Viterbo
Luigi Vezzalini	Associazione Nazionale Città del Castagno
Mauro Viccaro	Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Agroalimentari, Forestali e Ambientali
Kamini Vicentini	Università degli Studi di Padova
Ivanovich V. Viecheslav	University, Moscow RUDN
Lorenzo Vietto	CREA-FL, Centro di ricerca Foreste e Legno
Stefano Vigolungo	E. Vigolungo S.p.a.
Marina Visciano	Università degli Studi di Firenze
Livia Vittori Antisari	Università di Bologna
Matteo Vizzarri	European Commission, Joint Research Centre, Directorate D-Sustainable Resources-Bio-Economy Unit, Ispra VA, Italy
Jörn von Uslar	EURAC Research
Francesco Vuolo	University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria, Institute for Surveying, Remote Sensing and Land Information,
Mingcheng Wang	Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia (KLPB), Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Kunming, China.
Katja Wiedner	Martin Luther University Halle-Wittenberg, Faculty of Natural Sciences III, Institute of Agricultural and Nutritional Sciences, Soil Biogeochemistry, Germany
Alessandro Wolynski	Provincia Autonoma di Trento - Servizio Foreste e fauna
Jianchu Xu	World Agroforestry Center (ICRAF)
Luisa Zago	Centro Nazionale Biodiversità Forestale, Carabinieri di Peri, Verona
Lyudmyla Zahvoyska	Ukrainian National Forestry University, Department of Ecological Economics, Lviv, Ukraine
Giorgio Zampedri	Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per i Pagamenti (APPAG), Ufficio Unità Informatica e Sviluppo Piattaforme Informatiche
Michela Zanetti	Università degli Studi di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)
Antonio Zani	Direzione regionale Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette Regione Lazio
Maurizio Zanin	Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e fauna
Damiano Zanotelli	Libera Università di Bolzano, Facoltà di scienze e tecnologia
Roberto Zanuttini	Università degli Studi di Torino, Dipartimento DISAFA, Grugliasco (TO)
Daniele Zanzi	Modern Arboriculture Institute, Varese
Paolo Zatelli	Università di Trento
Marc Zebisch	Institute for Earth Observation, EURAC, European Academy of Bolzano



Giuseppe Zimbalatti	Università di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria
Tzvetan Zlatanov	Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
Roberto Zoanetti	Provincia Autonoma di Trento
Stefano Zocca	Regione Emilia Romagna
Antonio Zoccola	Reparto CC Biodiversità di Pratovecchio (AR)
Robert Zomer	World Agroforestry Center (ICRAF)
Ilaria Zorzi	Università degli Studi di Firenze, Dipartimento GESAAF
Anna Zuccatti Betti	Università di Padova, Dipartimento TESAF, Legnaro (PD)



## con il patrocinio di



## con il contributo di

