



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Le risorse disponibili dalle attività forestali

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Le risorse disponibili dalle attività forestali / C. Fagarazzi; R. Fratini. - STAMPA. - (2003), pp. 117-140.

Availability:

This version is available at: 2158/780940 since:

Publisher:

Centro Stampa 2P

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

Capitolo 5

Le risorse disponibili dalle attività agro-forestali

Le tipologie di biomasse destinabili ad impianti per la produzione energetica

La produzione di biomasse agroforestali per uso energetico in Toscana può derivare da diverse attività presenti sul territorio, fra queste:

- l'utilizzazione di popolamenti forestali finalizzati alla produzione di biomasse per fini energetici: cedui semplici, cedui composti e cedui in conversione a fustaia;
- i residui da lavorazioni agricole, soprattutto potature di coltivazioni legnose agrarie, ma anche paglia e colture annuali dedicate;
- gli interventi di manutenzione delle infrastrutture sul territorio: ripulitura degli alvei dei torrenti, delle linee elettriche, delle scarpate stradali, ecc.;
- nuovi impianti forestali specializzati per la produzione di biomassa per fini energetici;
- gli scarti dell'industria del legno.

Da ciascuno di questi settori sono estraibili diverse tipologie di biomasse che possono avere una diversa destinazione d'uso all'interno del comparto dei combustibili per l'alimentazione di impianti termogeneratori centralizzati (es: per il riscaldamento di industrie, ospedali, edifici pubblici di grandi dimensioni, ecc.) o per impianti di cogenerazione o elettrogenerazione.

Questi tipi di installazioni, la cui collocazione nel territorio toscano sarà definita nei capitoli successivi, necessitano di combustibili con caratteristiche fisico-chimiche piuttosto omogenee. Infatti, la biomassa deve essere correntemente ridotta in pezzi della stessa dimensione attraverso processi di cippatura, sminuzzamento o taglio, e, se necessario, pulita da eventuali corpi estranei (terra, materiali ferrosi, ecc.) ed essiccata¹.

L'omogeneità dimensionale dei singoli elementi ligneo-cellulosici, consente infatti il corretto funzionamento dei sistemi di alimentazione automatica delle caldaie situate all'interno degli impianti termo-elettrici². Un combustibile omogeneo per pezzatura e tipologia facilita enormemente le operazioni di movimentazione, di stoccaggio in silos e di alimentazione dei sistemi di trasformazione.

Si tratta comunque di esigenze che possono essere facilmente superate attraverso l'introduzione di processi di lavorazione intermedi, come la cippatura e l'essiccazione, da effettuarsi prima dello stoccaggio presso l'impianto di combustione. L'introduzione di queste ulteriori fasi di lavorazione determinano però un incremento dei costi d'esercizio dell'impianto con conseguente maggiore rischiosità dell'investimento. Inoltre, a causa della presenza di mercati concorrenti che richiedono lo stesso tipo di materie prime vegetali degli

¹ L'essiccazione è necessaria quando l'umidità relativa della biomassa supera il 50-55%, al fine di assicurare elevati rendimenti di combustione e di facilitare le operazioni di movimentazione e di alimentazione delle caldaie.

² Si tratta di sistemi ad coclea, od a vite senza fine, che raccolgono il materiale da un silos di stoccaggio, per alimentare costantemente la caldaia.

impianti oggetto di studio, non tutte le biomasse disponibili nell'area Toscana possono essere "dirottate" verso la produzione energetica. In molti casi infatti, i prodotti vegetali sono scambiati sui mercati concorrenti a prezzi decisamente superiori a quelli massimi sostenibili dalle imprese produttrici di energia (sia termica che elettrica).

Sulla base di tali considerazioni, si è quindi proceduto ad esaminare le tipologie di combustibili ottenibili dai diversi settori produttivi, valutando sia le caratteristiche della materia prima, sia la presenza di mercati concorrenti che potrebbero inficiare la disponibilità di alcune risorse vegetali.

I principali settori dai quali è possibile ottenere una produzione di materia prima (biomasse ligneo-cellulosiche) destinabile al settore energetico, sono costituiti da:

- Settore delle utilizzazioni forestali;
- Settore dell'industria del legno;
- Settore agricolo.

Da ciascuno di questi settori sono estraibili varie tipologie di biomasse che presentano caratteristiche fisico-chimiche diverse.

In figura 1 sono sinteticamente illustrati i centri di trasformazione coinvolti nel settore delle utilizzazioni forestali e nel settore dell'industria del legno.

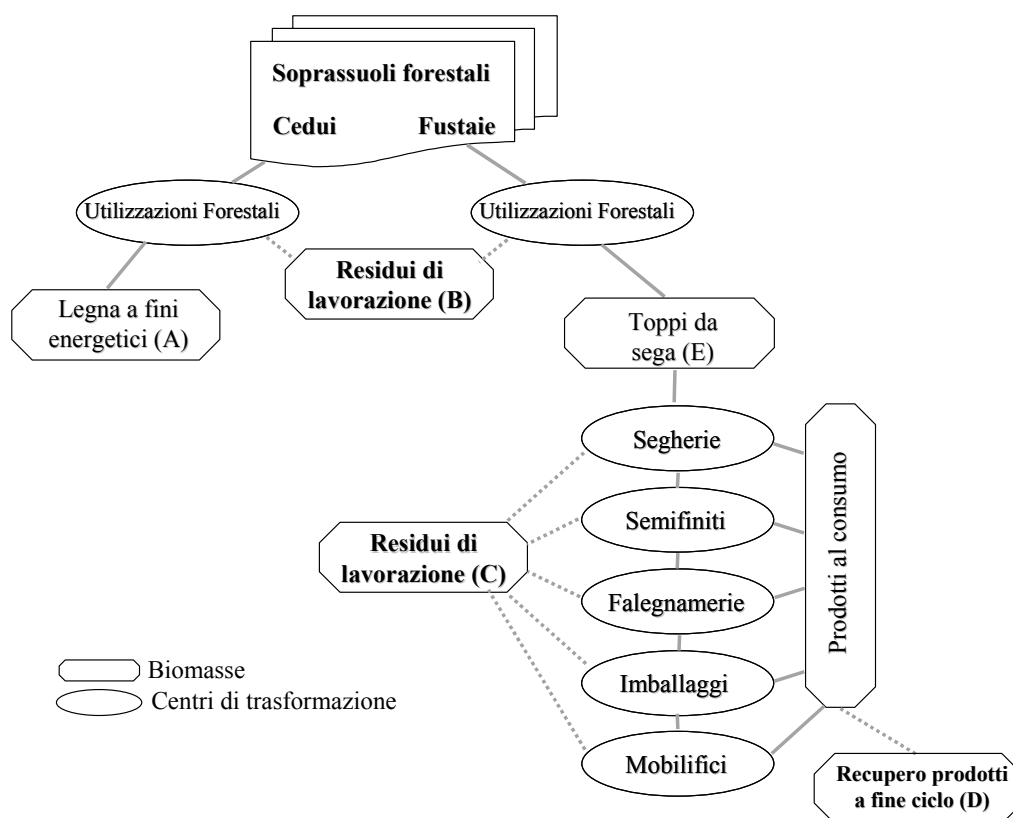


Figura 1 - Settori delle utilizzazioni forestali e dell'industria del legno.

Appare evidente che a partire dallo *stock* di risorsa immagazzinata nei soprassuoli forestali, le biomasse prodotte, sia sotto forma di prodotto finito (biomasse a fini energetici e

toppi da sega) sia sotto forma di prodotto residuale si differenziano in ragione delle caratteristiche fisiche.

La legna a fini energetici (Tipo A), ottenuta dalle utilizzazioni dei boschi cedui, viene infatti prodotta sotto forma di topi della lunghezza di 1-1,2 m e dal diametro di 5-15 cm; mentre il legname da destinare all'industria (Tipo E) presenta dimensioni notevolmente superiori (lunghezze spesso superiori ai 4 m e diametri superiori ai 20-30 cm).

A queste biomasse si aggiungono poi quelle ottenute sotto forma di residui di lavorazione. Anche in questo caso i residui di lavorazione ottenuti dalle attività di utilizzazione forestale (Tipo B), presentano caratteristiche sostanzialmente diverse rispetto a quelle ottenute dalla attività industriale (Tipo C). I primi sono infatti principalmente costituiti da ramaglia che con l'attivazione di processi integrati di trasformazione (cippatura presso l'imposto) possono essere rapidamente stoccati e caricati su automezzi sotto forma di *chips*.

I secondi (residui Tipo C), sono invece differenziati fra comparto di prima lavorazione del legno e comparti dei semifiniti, delle falegnamerie, degli imballaggi e dei mobilifici.

Nel primo caso si ottengono prevalentemente residui come sciaveri, sfrisi, corone e cortecce, mentre nel secondo caso (mobilifici, falegnamerie, ecc.) si ottengono prevalentemente segatura e refili di piccole dimensioni.

Dall'esame della Figura 1, si evince che anche dai prodotti industriali destinati al consumo finale è possibile recuperare biomasse lignee (Tipo D) da destinare alla produzione energetica. Si tratta di prodotti come pallets e cassette di frutta, che per effetto dell'obsolescenza e dell'usura non sono più utilizzati dal consumatore finale ma destinati alle discariche dei rifiuti solidi urbani.

Sulla base della sola valutazione delle caratteristiche fisiche è evidente che i prodotti ligneo-cellulosici dei settori suddetti possono essere classificabili in tre grandi categorie di materie prime:

- direttamente utilizzabili
- da omogeneizzare
- da omogeneizzare e utilizzare in impianti con depuratore³

Al primo tipo appartengono solamente i residui di lavorazione dell'industria del legno sotto forma di segatura (Tipo C) che non hanno subito alcun trattamento chimico (impregnanti, vernici, ecc.).

Al secondo gruppo appartengono invece sia le biomasse legnose a fini energetici (Tipo A) che possono essere trasformate in *chips* grazie all'impiego di cippatrici di medio-grande

³Si tratta di prodotti che secondo la classificazione individuata dal D.L. 5 febbraio 1997, n.22 possono essere classificati come rifiuti speciali. Le attività di trattamento termico e di recupero energetico che utilizzano questo tipo di residui, devono rispettare le seguenti condizioni:

a) siano utilizzati combustibili da rifiuti urbani oppure rifiuti speciali individuati per frazioni omogenee;

b) i limiti di emissione non siano meno restrittivi di quelli stabiliti per gli impianti di incenerimento dei rifiuti dalle direttive comunitarie 89/369/CEE del Consiglio del 8 giugno 1989, 89/429/CEE del Consiglio del 21 giugno 1989, 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994, e successive modifiche ed integrazioni, e dal decreto del Ministro dell'ambiente 16 gennaio 1995, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta ufficiale 30 gennaio 1995, n. 24. Le prescrizioni tecniche riportate all'articolo 6, comma 2, della direttiva 94/67/Ce del Consiglio del 16 dicembre 1994 si applicano anche agli impianti termici produttivi che utilizzano per la combustione comunque rifiuti pericolosi.

potenza⁴, sia i residui di lavorazione delle utilizzazioni forestali (Tipo B) che possono essere cippate direttamente in bosco con cippatrici di medie-piccole dimensioni⁵.

Al terzo gruppo appartengono invece tutti i residui di lavorazione dell'industria del legno che hanno subito almeno un trattamento chimico (residui di pannelli, ecc.) (Tipo C), e tutti i prodotti legnosi finiti (Tipo D).

Sulla base delle suddette considerazioni, è evidente che tutte le biomasse processate dai settori delle utilizzazioni e dell'industria del legno potrebbero essere potenzialmente dirottate verso la produzione energetica. In realtà ciò non è possibile a causa della presenza di mercati concorrenti in cui alcuni dei prodotti celluloseici trovano già collocazione.

Il caso più eclatante è quello legato alla legna da ardere impiegate a fini energetici in ambito domestico (Tipo A). In questo caso infatti il mercato del riscaldamento di immobili privati costituisce una nicchia di mercato che si sta progressivamente affermando sul territorio toscano. La legna da ardere, che fino a qualche decennio fa soddisfaceva le sole esigenze quotidiane dei nuclei abitati rurali (riscaldamento, cottura di cibi, ecc.), si sta infatti affermando come bene superiore nel mercato dei combustibili per il riscaldamento sia di seconde case sia di appartamenti e villette urbane e periurbane. In questo contesto i prezzi spuntati dalla materia prima nel mercato del riscaldamento domestico, che indicativamente oscillano fra i 9 € ed i 12,5 € al quintale franco consumatore, non consentono l'impiego di questo tipo di biomasse nel settore dei grandi impianti di produzione energetica. Precedenti esperienze nel campo dei grandi impianti energetici alimentati con scarti vegetali (*chips*), individuano infatti quale prezzo limite (punto di pareggio) per tale materia prima, un valore variabile dai 5 € ai 7 € al quintale franco impianto di trasformazione⁶.

Ne consegue che la domanda di materia prima generata dall'installazione dei grandi impianti elettrogeneratori, non è in grado di concorrere con la domanda di bio-combustibili per riscaldamento domestico.

Lo stesso dicasi per gli scarti ligneo-celluloseici dell'industria del legno. Anche in questo caso molte tipologie di residui trovano collocazione in altre filiere di trasformazione, sia appartenenti allo stesso settore merceologico di provenienza del residuo, sia legate ad attività inerenti altri cicli produttivi. Questi tipi di residui sono infatti attualmente collocati sul mercato dei pannelli di particelle, dove è presente un comparto industriale già affermato e dotato di una efficiente rete di raccolta della materia prima.

Come logica conseguenza, il prezzo delle biomasse residuali potenzialmente impiegabili nella produzione di energia, non può che essere determinato in termini di costo opportunità rispetto alla destinazione per pannelli di particelle.

In questo ambito però, si individua una realtà imprenditoriale piuttosto difforme che contrappone aziende di grandi dimensioni capaci di produrre grossi quantitativi di scarti celluloseici, ad aziende medio piccole che producono limitate quantità di residui.

Queste ultime presentano l'indiscutibile svantaggio di non avere spazi sufficienti per lo stoccaggio dei residui e quindi di non produrre quantitativi sufficienti ad accedere al sistema di raccolta creato dalle industrie di produzione di pannelli.

⁴ Si tratta di cippatrici di grande potenza (superiore ai 130 Kw) e dal costo elevato (dai 50.000 ai 150.000 €).

⁵ Si tratta di cippatrici di potenza inferiore ai 50 Kw e dal costo contenuto (inferiore ai 20.000 €).

⁶ Si tratta di prezzi di larga massima che sono indicativamente citati anche da studi preliminare legati ad esempio all'installazione della centrale termoelettrica da 12 MW elettrici che sarà installata in località Cascina in provincia di Pisa.

E' proprio in questo ambito che si può inserire la domanda di materia prima per scopi energetici. Questo perché le piccole e medie aziende detentrici dello scarto, sono costrette ad accollarsi i costi di raccolta e trasporto del prodotto destinato ad altre filiere⁷. Ciò significa che gli attuali detentori "pagano" circa 3-5 € al m³ di scarto legnoso, con conseguente buona propensione allo smaltimento del residuo attraverso qualsiasi altro canale che gli consenta di ridurre od annullare tale voce di costo⁸.

Infine i residui derivati dalle attività di utilizzazione in ambito forestale. Si tratta di scarti come ramaglia e cortecce, che al momento non sono asportati dalle aree forestali e quindi disponibili per il mercato energetico. Il recupero di questo tipo di materiale è però subordinato ad una modifica sostanziale della struttura organizzativa dei cantieri di utilizzazione forestale⁹.

Per asportare questi tipi di prodotti, è infatti necessario organizzare un cantiere che consenta una raccolta integrata con la produzione degli assortimenti commerciali.

La diffusione di cantieri integrati (contemporanea raccolta degli assortimenti commerciali e dei residui¹⁰) consente infatti la trasformazione di una operazione completamente passiva (raccolta dei residui imposta dalle PMPF¹¹) in una fonte di guadagno. Nel caso di boschi di scarsa qualità, dove il residuo costituisce l'assortimento più rilevante, questo tipo di cantiere porterebbe un cospicuo incremento del valore complessivo degli assortimenti.

Passando ad esaminare le biomasse ligneo-cellulosici ottenibili dal settore agricolo, possiamo constatare, dall'esame della Figura 2, che i prodotti sono principalmente costituiti da residui delle attività di manutenzione annua e periodica delle colture arboree agrarie (Tipo G). Si tratta infatti quasi esclusivamente di ramaglie, frutto di potature stagionali, che non hanno un mercato, ma che sono occasionalmente impiegate per riscaldare le abitazioni situate all'interno all'azienda. La materia prima ottenibile dalle colture legnose agrarie dovrebbe subire una trasformazione (cippatura o frantumazione) che potrebbe essere eseguita al momento del carico dell'automezzo (esempio con biotrituratore industriale).

Per quanto riguarda la presenza di mercati concorrenti, possiamo affermare che l'eventuale problema può essere legato al mercato dei *compost*.

A queste tipologie di prodotto potrebbero eventualmente affiancarsi colture silvicole a turno breve costituite dagli *Short Rotation Forest* (Figura 3) (Tipo F). Si tratta di una coltura che in Toscana è ancora in fase sperimentale¹² ma che se sviluppata, potrebbe sostituire molte

⁷ I costi di trasporto e raccolta variano fra I 180 € ed i 300 € a prelievo (ogni prelievo corrisponde ad un carico di circa 50-60 m³).

⁸ A questo riguardo è bene ricordare che qualsiasi azienda produttrice o utilizzatrice di imballaggi (anche legnosi), è obbligata ad iscriversi al CONAI – Consorzio Nazionale Imballaggi. Si tratta di un Consorzio privato senza fini di lucro i cui obiettivi sono diretti al recupero ed al riciclo dei rifiuti da imballaggio anche a fini energetici)

⁹ Per quanto riguarda gli scarti vegetali trasformati in chips, è opportuno sottolineare che esistono dei mercati concorrenti nei quali il prodotto riesce a spuntare prezzi variabili dai 5 ai 7 €. Si tratta comunque di un mercato incerto e poco chiaro, per cui i prezzi sono da ritenersi indicativi.

¹⁰ Le fasi di sramatura e depezzatura avvengono direttamente sul piazzale d'imposto dove sarà collocata una cippatrice di medio-piccole dimensioni (minore di 50 Kw di potenza) per la trasformazione del prodotto in chips.

¹¹ Prescrizioni di Massima di Polizia Forestale, Provincia di Firenze.

¹² Sono stati impiantati circa 1000 ha di colture S.R.F. nel comprensorio provinciale pisano. Si tratta di impianti realizzati dalla Energia Verde S.p.A. in relazione al Progetto denominato T.E.F. (Thermie "ENERGY FARM"). Il progetto ha portato alla costruzione di una centrale elettrica di una potenza di 13 MW alimentata con biomasse provenienti da piantagioni arboree a rapido accrescimento (*Short Rotation Forestry*). La Centrale, da poco ultimata, è ubicata nel comune di Cascina (PISA).

delle attuali colture agrarie “marginali” con conseguente miglioramento delle prospettive di sviluppo di molte aree agricole.



Figura 2 - Settore agricolo in Toscana

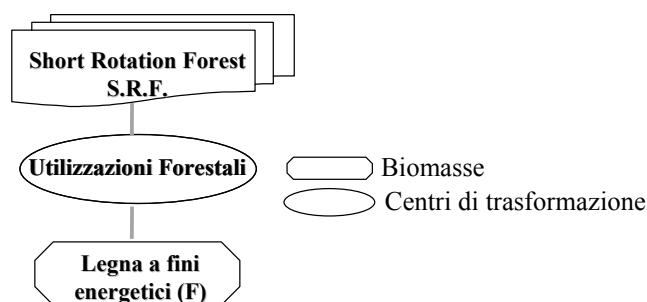


Figura 3 - Settore agricolo in Toscana

Il prodotto ligneo-cellulosico (Tipo F) generato dalle utilizzazioni di questi soprassuoli è, anche in questo caso, costituito da *chips* prodotti da falcia-trincia-caricatrici che consentono la trasformazione ed il carico diretto del prodotto su un cassone posteriore.

Sulla base di quanto esposto, le biomasse potenzialmente disponibili per la filiera legno-energia sono quindi costituite da:

- residui delle utilizzazioni forestali;
- residui dell'industria del legno¹³;
- residui delle colture arboree agrarie e delle colture erbacee;
- Short Rotation Forest.

Alcuni tipi di residui ligneo-cellulosici utilizzabili nella filiera legno-energia, presentano problemi di fluttuazione della disponibilità nell'arco dell'anno.

¹³ Gli scarti derivati da piccole imprese saranno sicuramente a costo zero, mentre quelli derivati da medio-grandi aziende (attualmente inserite nella rete di raccolta dell'industria dei pannelli) saranno acquisibili previa contrattazione di prezzi irrisori (dell'ordine di 1-2 € al m³).

Si tratta di variazioni conseguenti alla stagionalità delle operazioni colturali eseguite sia nel contesto boschivo, sia nel contesto agrario (utilizzazioni, potature, sfolli, ecc.).

Le variazioni della disponibilità di biomasse che si verificano nel tempo costituiscono infatti una variabile che può condizionare fortemente la progettazione di impianti sia termogeneratori che elettrogeneratori¹⁴.

Per quanto concerne le “stagioni” di utilizzazione boschiva, esse sono formalmente individuate dal Regolamento di attuazione della Legge Regionale 21.03.2000 n. 39 “Legge forestale della Toscana”; che definisce per tutti i tipi di soprassuoli boschivi, i periodi in cui sono consentite le utilizzazioni forestali.

Le operazioni colturali nei cedui sono consentite in alcuni periodi definiti “*stagioni silvane*”. Ciò allo scopo di permettere un migliore sviluppo della rinnovazione agamica¹⁵, di evitarne il danneggiamento durante le operazioni di esbosco, nonché per garantire il mantenimento della vigoria delle ceppaie.

Le *stagioni silvane* si differenziano in ragione della fascia altimetrica, e dell’area geografica (provincia).

Nella Regione Toscana si individuano quindi i seguenti periodi di utilizzazione (taglio del bosco):

- dal **1 ottobre al 31 marzo** per i cedui posti ad altitudine inferiore a 400 metri nelle province di Grosseto e Livorno;
- dal **1 ottobre al 15 aprile** per i cedui posti ad altitudine compresa tra 400 metri e 800 metri nelle province di Grosseto e Livorno e per i cedui posti ad altitudine inferiore a 800 metri nelle altre province;
- dal **15 settembre al 15 maggio** per i cedui posti ad altitudine superiore a 800 metri.

Relativamente ai boschi di alto fusto ed alle fustaie transitorie sono consentiti i tagli, le ripuliture, gli sfolli e i diradamenti in **qualsiasi periodo dell’anno**. Lo stesso dicasi per le operazioni colturali occorrenti per la conversione dei boschi cedui in boschi di alto fusto e per i tagli nei cedui di faggio trattati a sterzo.

Benché non sussistano vincoli ostativi alle utilizzazioni di queste tipologie di bosco durante l’intero arco dell’anno, è opportuno sottolineare che tali soprassuoli sono correntemente utilizzati nel periodo **maggio-settembre**. Ciò consente una migliore organizzazione aziendale delle imprese di utilizzazioni boschiva. Infatti, l’utilizzazione delle fustaie in tale periodo, complementare ai periodi di utilizzazione dei cedui (*stagioni silvane*), garantisce all’impresa una distribuzione più omogenea delle attività nell’arco dell’anno.

Anche per le colture arboree agrarie, è possibile individuare una stagionalità delle operazioni colturali. Si tratta di interventi di potatura che nelle colture a vigna, olivo e frutteto vengono eseguite a fine inverno, in un periodo compreso tra **l’inizio di febbraio e la fine di marzo**.

¹⁴ L’eventuale fluttuazione di materia prima disponibile può infatti indurre grossi problemi di approvvigionamento agli impianti. Tali problemi possono essere mitigati attraverso un appropriato sistema di stoccaggio della risorsa (effetto volano).

¹⁵ Cioè dei nuovi boschi formati dallo sviluppo di “polloni”, ossia di fusti che hanno origine da gemme “proventizie” presenti alla base delle ceppaie delle latifoglie. Tali gemme si sviluppano solo in seguito al taglio della parte epigea del fusto effettuato in prossimità del terreno.

La disponibilità di residui destinabili a biomassa per energia nel settore agrario

I residui vegetali prodotti dalle colture erbacee

In letteratura la produzione di residuo di paglia da cereale è correntemente stimata intorno alle 4 tonnellate ad ettaro di residuo umido, pari a circa 3,4t/ha di residuo secco (max 15% umidità) (Pallicca, 1999).

Uno studio recentemente realizzato dalla Regione Toscana (progetto SORTE, 1999) ha individuate in questa tipologia di biomassa una fonte di materia prima per la produzione energetica, grazie alla possibilità di dirottare almeno il 50 % della produzione dai tradizionali canali di commercializzazione legati al mercato della paglia per l'alimentazione zootecnica e per la lettiera degli allevamenti, verso il nascente mercato delle risorse energetiche rinnovabili.

In pratica, è quindi possibile ottenere, da ogni ettaro di superficie a cereali, circa 1,7 tonnellate annue di residuo di paglia da impiegare in impianti di conversione energetica.

L'esame della situazione attuale del mercato della paglia mette in luce la presenza di una contrazione della domanda dell'industria zootecnica, mentre il suo uso nel ciclo di produzione delle cartiere è praticamente sparito in Toscana.

La paglia può quindi rappresentare un problema per l'agricoltore non solo in termini di mancati redditi, ma anche in termini di costi diretti, poiché questa deve essere comunque tagliata, imballata e trasportata nel caso di un corretto smaltimento, oppure bruciare sul campo, nel caso di un suo smaltimento illegale che può determinare problemi ambientali e rischi di propagazione di incendi. L'interramento rappresenta un'altra alternativa per lo smaltimento di questo residuo, ma può anche indurre una propagazione esponenziale delle piante infestanti, con conseguente incremento d'uso di erbicidi ed accrescimento dell'impatto ambientale ed economico nei contesti rurali toscani.

Il residuo di paglia utilizzato per la produzione energetica può quindi assumere un doppio valore: economico, poiché consente al produttore di coprire, anche parzialmente, i costi di smaltimento dei residui, ed ambientale, poiché lo smaltimento può avvenire in maniera controllata e ambientalmente sostenibile. Se esaminiamo i prezzi attualmente spuntati dal residuo delle colture cerealicole, osserviamo che sulla base di un recente studio condotto dall'EnergiAgri nel 1999, in merito alle potenzialità di impiego di biomasse di origine agricola in un impianto di cogenerazione, osserviamo che un prezzo di circa 31 euro a tonnellata, franco impianto, permette la copertura delle spese di raccolta e trasporto del prodotto (Cupelli, Nieddu 1999).

L'offerta di residui agricoli erbacei

Residui di Paglia

Dall'esame dei dati contenuti nell'Inventario Forestale della Toscana risulta che oltre una estensione superiore ai 430.000 ettari di superficie sono attualmente destinati a seminativo. Queste aree, contraddistinte dal codice IFT 201, prendono in considerazione, oltre alle superfici dedicate alla coltura cerealicola, anche le coltivazioni di tipo industriale (quali ad esempio la barbabietola da zucchero ed il tabacco) ed orticole.

Si tratta di superficie che non sono di fatto rappresentative di tutta la superficie a seminativo presente nella regione poiché una ulteriore classe di codice (IFT 204) identifica le aree a seminativo arborato, ossia quei terreni che vedono la contemporanea presenza di seminativo e colture arboree agrarie come i frutteti, i vigneti o gli oliveti.

Si tratta di una superficie pari a circa 39.000 ettari, in cui è possibile ipotizzare produttività analoghe a quelle dei terreni a seminativo a patto che vengano adottati dei fattori correttivi che tengano in debita considerazione la distribuzione delle colture arboree. Una delle situazioni più comuni è quella rappresentata in Figura 5, in cui si verifica la contemporanea presenza di cereali ed olivi in cui la componente arborea assume una distribuzione a griglia con sesto d'impianto di 10 x 10 metri (Figura 5).

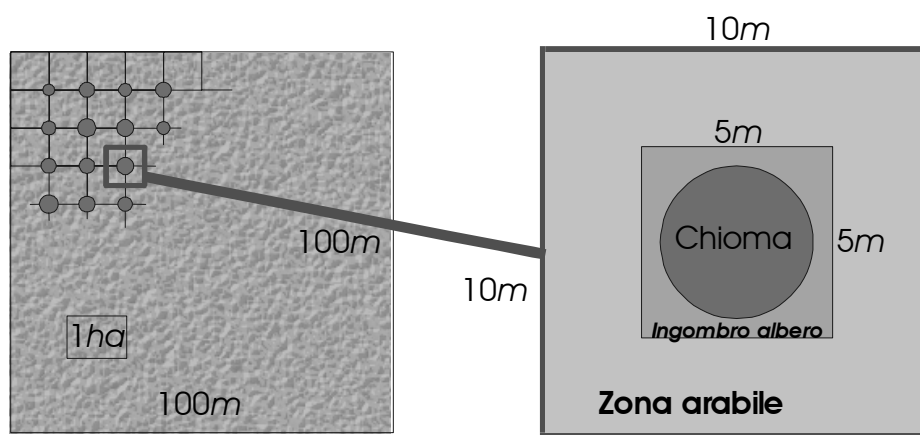


Figura 4 - Distribuzione tipica dei seminativi erborati

cui corrisponde quindi una densità di circa 100 piante per ettaro.

Nell'ipotesi che l'area inclusa in un quadrilatero di lato pari a 5 metri e con centro corrispondente al fusto di ogni albero da frutto sia impraticabile alla raccolta del seminativo, è possibile desumere che la superficie effettivamente utilizzabile per l'impianto delle colture cerealicole sia pari a circa il 75% della superficie totale (vedi Figura 5); ne consegue che la superficie a seminativo arborato effettivamente utilizzabile nella regione Toscana assume valori di poco inferiori ai 30.000 ettari.

In Tabella 1 i riassumono i dati dell'Inventario Forestale per quanto riguarda le aree a seminativo.

| | dati IFT (ha) | Totale Dati IFT (ha) |
|--|---------------|----------------------|
| Seminativo (201) | 430.556 | |
| Seminativo arborato (204) (75% dell'area totale) | 29.493 | 460.049 |

Tabella 1 – Aree a Seminativo dall'IFT

I residui ligneo-cellulosici derivati dalle colture arboree agrarie

Come già evidenziato precedentemente, i residui ligneo-cellulosici ottenibili dal settore agrario sono principalmente costituiti da scarti delle attività di manutenzione annua e periodica delle colture arboree. Tali biomasse, che vengono correntemente bruciate in prossimità dei terreni agrari, possono essere asportate e utilizzate per fini energetici. In relazione agli ordinamenti colturali presenti nella regione toscana, sono state considerate le seguenti fonti:

- potatura dei vigneti
- potatura degli oliveti
- potatura dei frutteti
- coltivazione dei castagneti da frutto
- taglio dei pioppeti

Le risorse

La superficie regionale delle aree potenzialmente interessate al recupero di biomasse per fini energetici è stata identificata tramite il Sistema Informativo Territoriale. La distribuzione per provincia delle superfici è riportata in Tabella 2, mentre la localizzazione geografica è rappresentata nella cartografia allegata.

| <i>Provincia</i> | <i>Vigneti</i> | <i>Frutteti</i> | <i>Oliveti</i> | <i>Pioppeti</i> | <i>Castagneti</i> | <i>Totale</i> |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Arezzo | 8.128 | 1.424 | 11.040 | 384 | 2.816 | 23.792 |
| Firenze | 19.680 | 800 | 35.152 | 592 | 3.392 | 59.616 |
| Grosseto | 6.880 | 1.520 | 11.568 | 192 | 2.000 | 22.160 |
| Livorno | 2.112 | 336 | 3.920 | 160 | 64 | 6.592 |
| Lucca | 3.216 | 448 | 7.504 | 176 | 4.608 | 15.952 |
| Massa | 2.368 | 32 | 2.480 | 16 | 1.680 | 6.576 |
| Pisa | 5.952 | 1.264 | 8.368 | 1.904 | 64 | 17.552 |
| Prato | 416 | | 3.104 | | 32 | 3.552 |
| Pistoia | 1.408 | 80 | 8.880 | 304 | 528 | 11.200 |
| Siena | 18.336 | 512 | 10.192 | 688 | 336 | 30.064 |
| Totale | 68.496 | 6.416 | 102.208 | 4.416 | 15.520 | 197.056 |

Tabella 2 – Colture agrarie con biomasse destinabili a produzione energetica (dati in ettari)

Dalla Tabella 2 si può notare come Firenze abbia la maggior dotazione delle risorse in esame: quasi 60.000 ettari. Una certa concentrazione si riscontra anche nella provincia di Siena (oltre 30.000 ettari), e di Arezzo (circa 23.500 ettari). Nelle altre province toscane le risorse in esame restano piuttosto disperse.

Le colture legnose agrarie: vigneti oliveti e frutteti

In generale è possibile constatare che la coltura a frutteto, sviluppata su 6.416 ettari complessivi, non è una forma d'uso del suolo che caratterizza il territorio toscano (rappresenta solo il 3,6 % delle colture arboree agrarie), mentre assumono carattere dominante le formazioni a vite ed olivo.

Per quanto concerne la provincia di Firenze, si tratta soprattutto di colture a olivo (35.152 ettari) ed a vigna (19.680 ettari). Queste tipologie di uso del suolo si collocano prevalentemente nella parte meridionale della provincia; area tipicamente vocata alla produzione di vino ed olio (colline del Chianti).

Anche nel senese si conferma la netta dominanza delle colture a vite ed olivo con rispettivamente 18.320 ettari e 10.192 ettari. In questo caso però, si osserva una maggiore dominanza delle aree a vigna rispetto a quelle ad olivo.

Nella provincia di Arezzo, queste tipologie colturali si situano prevalentemente nella parte Sud-orientale. In questo contesto la superficie prevalente quella ad olivo, con circa 11.000 ettari, mentre quella a vigna ammonta a circa 8.000 ettari.

Nel Grossetano, malgrado la grande estensione provinciale (quasi 450.000 ettari), vite e olivo rappresentano appena il 4,4 % della superficie.

Anche l'area pisana presenta una maggiore rilevanza delle colture ad olivo, circa 8.300 ettari, mentre le superfici a vigna ed a frutteto rappresentano rispettivamente 5.952 ettari e 1.264 ettari. In questo caso le colture si concentrano maggiormente nella parte centro-settentrionale della provincia, verso il confine Sud della provincia di Firenze.

Per quanto concerne le province di Pistoia e Lucca, che presentano buona parte del territorio in aree pedemontane e montane, riscontriamo delle superfici arboree agrarie pari a 10.300 ettari circa ed a 11.100 ettari circa. In entrambe le province prevale la coltura dell'olivo con 8.880 ettari e 7.500 ettari a fronte di una superficie a vigna di 1.400 ettari circa per la provincia di Pistoia e di 3.200 ettari per quella di Lucca. Le colture a frutteto risultano veramente esigue in entrambe le aree. La distribuzione spaziale è coerente con la struttura geomorfologica dei due territori. Queste colture si collocano infatti in entrambi i casi nella parte meridionale delle province, ossia in corrispondenza delle aree collinari provinciali.

Infine per quanto concerne le province di Prato, Livorno e Massa, possiamo constatare che l'entità di queste colture è veramente esigua. Livorno ha infatti poco più di 6.300 ettari, Massa non arriva a 5.000 ettari e Prato appena 3.500 ettari.

Il castagneto da frutto

Il castagneto da frutto in uso, pur non raggiungendo le superfici delle colture agrarie rappresenta comunque una risorsa piuttosto importante in termini di superficie, oltre 15.000 ettari. La provincia in cui si riscontra la maggiore diffusione è Lucca, dove il castagneto rappresenta la principale fonte potenziale di residui recuperabili da coltivazione. Superfici abbastanza consistenti si hanno anche nelle province di Firenze ed Arezzo. La localizzazione del castagneto da frutto è esclusivamente montana ed appenninica con importanti concentrazioni in Garfagnana, in Mugello, sul Pratomagno e in Casentino.

I pioppeti

In termini di superficie il pioppeto, con poco più di 4.000 ettari, rappresenta senz'altro la coltura meno rappresentativa. Quasi la metà delle aree a pioppo sono situate in provincia di Pisa.

L'offerta di residui agrari destinabili alla produzione di energia

La potatura dei vigneti, oliveti e frutteti fornisce 2-3 tonnellate di ramaglia per ettaro. Si tratta di un quantitativo piuttosto limitato, il cui recupero è però reso interessante dalla relativa facilità di accesso ai mezzi meccanici. Nel caso degli oliveti la quantità effettivamente disponibile per la raccolta può essere inferiore a causa della consuetudine di reimpiegare parte del materiale come legna da ardere in azienda.

Le cure di esercizio al castagneto da frutto consistono in potature di mantenimento, potature straordinarie su piante malate, rimozione del legno avariato sulle piante più vecchie, abbattimento dei castagni deperienti. Tali pratiche forniscono una quantità piuttosto variabile di materiale a seconda che il castagneto derivi da un innesto piuttosto recente o dal recupero di una coltivazione abbandonata. Mediamente si possono stimare 1.5 – 4 tonnellate per anno.

I residui destinabili a produzione di energia derivanti dal taglio dei pioppeti dipendono da numerosi fattori. Innanzitutto è necessario considerare le dimensioni minime degli assortimenti richiesti dal mercato nonché il prezzo offerto per i chips di pioppo dalle industrie dei pannelli in legno, infatti il cippato che si ottiene è di qualità elevata e privo di contaminazione. Se il legname destinato all'industria del legno è rappresentato da tronchi per compensato, il residuo destinabile a produzione energetica può arrivare anche a 40-60 tonnellate per ettaro nel caso di un pioppeto di 14 anni, pari ad una media di 3 – 4 tonnellate per anno. Nel caso si realizzino anche tronchetti da cartiera o da pannello truciolare il residuo recuperabile scende intorno ad una media di 1,4 – 1,5 tonnellate per ettaro e per anno. Un'altra possibile fonte di biomassa può derivare dalla estrazione delle ceppaie. Tale lavoro però può essere effettuato solamente in terreni pianeggianti e la sminuzzatura richiede macchinari in grado di lavorare materiale contaminato da terra e sassi.

Le produzioni individuate sono state inserite nel Sistema Informativo Territoriale, tramite il quale è stato possibile calcolare la quantità e la distribuzione spaziale dei residui recuperabili (Tabella 3).

Dall'analisi della tabella si può notare come in regione potrebbero essere potenzialmente disponibili circa 340.000 tonnellate di sostanza verde ogni anno. La maggior parte della biomassa deriva dalla potatura dei vigneti e degli oliveti. Quantità non trascurabili potrebbero comunque anche derivare anche dal recupero degli scarti legnosi dei castagneti da frutto (10% del totale).

Le colture forestali specializzate per la produzione di biomasse energetiche

Le piantagioni energetiche legnose sono colture a carattere innovativo, destinate alla produzione di biomassa per uso industriale. Si tratta di piantagioni che si caratterizzano per densità di impianto elevate: si passa infatti dalle 10.000 alle 18.000 piante per ettaro. Le specie maggiormente impiegate sono gli eucalipti, i pioppi, salici e la robinia.

Prima di effettuare l'analisi delle tipologie culturali e dei loro risultati economici è importante esaminare il quadro normativo che influenza il settore. Attualmente le misure a favore degli interventi riguardanti il territorio sono raccolti nel Piano di Sviluppo Rurale¹⁶ (PSR) della Regione Toscana, che è stato approvato dal Consiglio regionale il 23/11/99. Alla misura 8.1 del PSR si prevede la voce "Imboschimento delle superfici agricole" (lettera h dell'allegato al reg. CE 950/97). Di fatto, con questo provvedimento si incentiva la realizzazione di piantagioni su terreni agricoli per la produzione di legname per compensati (pioppicoltura), di legname pregiato (arboricoltura da legno) e di biomasse legnose per la produzione di energia. Gli interventi debbono essere effettuati con le specie arboree ed arbustive previste e riportate nell'allegato del PSR della Regione Toscana.

| PROVINCIA | Vigneti | Frutteti | Oliveti | Pioppeti | Castagneti | Totale |
|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Arezzo | 12.192 | 2.563 | 19.872 | 960 | 6.195 | 41.782 |
| Firenze | 29.520 | 1.440 | 63.274 | 1.480 | 7.462 | 103.176 |
| Grosseto | 10.320 | 2.736 | 20.822 | 480 | 4.400 | 38.758 |
| Livorno | 3.168 | 605 | 7.056 | 400 | 141 | 11.370 |
| Lucca | 4.824 | 806 | 13.507 | 440 | 10.138 | 29.715 |
| Massa | 3.552 | 58 | 4.464 | 40 | 3.696 | 11.810 |
| Pisa | 8.928 | 2.275 | 15.062 | 4.760 | 141 | 31.166 |
| Prato | 624 | | 5.587 | | 70 | 6.282 |
| Pistoia | 2.112 | 144 | 15.984 | 760 | 1.162 | 20.162 |
| Siena | 27.504 | 922 | 18.346 | 1.720 | 739 | 49.230 |
| Totale | 102.744 | 11.549 | 183.974 | 11.040 | 34.144 | 343.451 |

Tabella 3 - Biomassa potenzialmente recuperabile dalle colture agrarie (dati in tonnellate annue)

L'area in cui possono effettuarsi questi interventi è l'intero territorio regionale, compatibilmente con le esigenze ecologiche e selvicolturali delle specie forestali impiegate con il fine di garantire l'adeguamento degli impianti alle condizioni locali e all'ambiente¹⁷.

La contribuzione finanziaria prevista per l'esecuzione di impianti con specie a rapido accrescimento e coltivate a breve durata (con ciclo produttivo uguale o inferiore a 15 anni), destinati anche alla produzione di biomasse a scopi energetici, è pari ad contributo massimo per le spese d'impianto di 2.500 euro ad ettaro.

Tipi di colture utilizzabili

Al fine di inquadrare le caratteristiche degli impianti per biomassa si sono selezionate le specie che si ritengono più idonee a questo tipo di impianto. In particolare si è provveduto a stilare una scheda tecnica che riporta le caratteristiche edafiche e le esigenze colturali.

¹⁶ Il PSR di fatto traduce quanto stabilito dal Reg. 1257/99. Il Reg. 1257/99 diventa operativo grazie alle disposizioni di applicazione contenute nel regolamento Ce della Commissione n. 1750 del 23 luglio 1999, che indica agli Stati membri (Regioni) come ed entro quali termini presentare i propri Piani regionali di sviluppo rurale.

¹⁷ Gli interventi interessano superfici agricole come seminativi, prati, prati-pascoli e colture arboree (art.31 del regolamento)

Pioppo

I pioppi maggiormente utilizzati nella ambito delle superfici italiane sono il *Populus X* euroamericana e il *P. deltoides*. Il loro impiego avviene soprattutto nell'area della pianura padana (70.000 ettari). I cloni maggiormente interessati dalle attuali coltivazioni e che si presume idonei ad impianti di *short rotation forestry*, sono:

Populus Nigra « Jean Pourtet ». Maschio. Nell'ambito della specie è il clone a più rapido accrescimento fra quelli sperimentati in Italia. E' adatto a piantagioni fitte o a filari ed è consigliabile per stazioni difficili per la pioppicoltura ordinaria.

Populus alba "Villafranca" ex I-54/58. Deriva da un incrocio controllato fra un soggetto della pianura di Lucca e un soggetto Piemontese. Fra tutti i cloni è quello maggiormente commerciato dai vivai forestali. Più termofilo, ma più tollerante nei confronti dei suoli meno fertili. Sono da evitare i terreni con ristagno idrico, torbosi, argillosi o salini. Presenta una discreta resistenza al siccità.

Populus x euramericana I-214. Femmina. Ha ampiezza di adattamento verso suoli meno favorevoli, presenta un apparato radicale profondo e robusto, leggermente fototropico, scorza spessa e rugosa. E' immune alla defogliazione primaverile, resistenza al mosaico e ai marciumi radicali. Sensibile alla Marssonina.

Populus x euramericana "BL Costanzo". Femmina, accrescimento rapido, fusto dritto, risulta adatto ai suoli di collina e ai terreni acidi. Sensibile alla Marssonina, alla defogliazione primaverile e all'afide laniero.

Populus X euroamericana "Luisa Avanzo". Femmina, fusto diritto, accrescimento rapido, presenta un lungo periodo di vegetazione. Si presta anche alla piantagione con pioppelle di un anno. E' a rischio attacchi di *Dothichiza*. Si adatta a molti tipi di suolo tranne quelli con calcare attivo e salini. Resiste a tutti i parassiti tranne che alla defogliazione primaverile. A rischio di gelate invernali a causa del lungo periodo vegetativo.

Populus x euramericana "Cima". Femmina, simile al Luisa Avanzo ad eccezione del portamento più raccolto.

Populus deltoides "Lux". Femmina, con chioma ampia suscettibile a danni da vento. Esige suoli freschi. Adatto a terreni anche torbosi ma non salini. Il contenuto di limo e argilla del suolo deve essere inferiore al 50% e ph compreso tra 5,5 e 7,5. Da evitare terreni torbosi e calcarei. Temibili le gelate autunnali. Resiste ai parassiti tranne che al mosaico.

In generale i pioppi sono specie esigenti di fertilità e di acqua, nonché di una adeguata aerazione del terreno. Le tensioni da deficienza idrica facilitano gli attacchi di parassiti di debolezza (*Marssonina brunnea* e *Melampsora*).

La pioppicoltura in collina o, comunque, in terreni non irrigui, è condizionata anche dalla piovosità estiva con livelli medi di 100-150 mm. La resistenza alle basse temperature, a parità di specie, dipende molto dagli individui e quindi dal clone. I cloni di normale impiego in Europa resistono fino a -20° C, quelli del Medio oriente fino a -10° C. Le gelate tardive non costituiscono un problema tale da giustificare l'impiego di cloni tardivi. La distribuzione delle specie è condizionata soprattutto dal periodo vegetativo con un minimo valutabile in 220-280 giorni.

Salice (*Salix ssp.*)

I cloni della specie *Salix alba* sono quelli maggiormente affidabili per gli impianti a breve ciclo. Si adattano a terreni pesanti e sopportano bene falde freatiche alte. In genere queste specie prediligono terreni sciolti (da limoso-sabbiosi a limoso-argillosi) purché ricchi di nutrienti. Si tratta di una specie eliofila che vive in ambienti umidi o in ambienti in cui sia garantita una sufficiente umidità al momento della germinazione. Presenta in genere fusto dritto.

Eucalipto (*Eucalyptus ssp.*)

Allo stato attuale, in Toscana l'area di diffusione è limitata prevalentemente ad alcuni impianti realizzati in provincia di Grosseto (Maremma) sottoforma di piccole superfici all'interno di aziende agricole o di filari frangivento.

Le specie che hanno trovato maggiore diffusione nell'arboricoltura da legno nel nostro Paese (in termini di superficie), e che pertanto possono essere utilizzate per la *short rotation forestry*, sono l'E. *camaldulensis*, l'E. *globulus* e l'E. *occidentalis*. In generale queste specie prediligono terreni a buona fertilità ma hanno facilità di adattamento su suoli argillosi o calcarei. Hanno un campo di applicazione con temperatura media del mese più freddo superiore a 7°C e con minime eccezionali mai inferiori a -2 ° C. In particolare il *Globulus* è più esigente, non resiste al freddo, necessita acqua, suoli profondi e silicatici. Il *Camaldulensis*, specie eliofila, è invece più resistente al freddo, all'aridità e ai suoli calcarei o argillosi.

Robinia (*Robinia pseudoacacia*)

Si tratta di una specie che presenta una diffusione che va dal livello del mare fino a 1000 metri. In Toscana presenta un massimo nel settore nord ovest, in particolare in Garfagnana, nel Pistoiese, in Lunigiana e a Nord di Lucca. Si tratta di una specie eliofila, mesofila che si adatta anche a condizioni di aridità. Non è esigente in fatto di suoli, si adatta a condizioni di poca fertilità. Predilige terreni sciolti e freschi. Va bene anche su suoli acidi, con poco calcare e sfugge quelli argillosi. Non vuole presenza di rocce carbonatiche nel suolo. Resiste alle basse temperature. Non presenta particolari problemi con le gelate tardive. E' diffusa in ambiente collinare o submontano dove però deve sussistere un regime pluviometrico di almeno 1000-1500 mm di pioggia annui senza siccità estiva. Risulta particolarmente esigente in calore estivo.

I risultati economici delle colture specializzate SRF

In considerazione della estrema eterogeneità delle imprese agricole toscane, non è stato possibile effettuare un'analisi d'impresa con risultati generalmente validi per tutte le aziende,

per tale ragione, è stata quindi valutata la sola efficienza economica della coltura attraverso una serie di conti colturali relativi a piantagioni di Pioppi ibrido, Robinia e di Eucalipto¹⁸.

La simulazione è stata eseguita rispetto ad un'azienda che provvede all'intero processo di gestione con l'esclusione dell'utilizzazione legnosa finale, che viene invece demandata all'impresa di raccolta specializzata.

La forma colturale adottata prevede il governo a ceduo con turni di ceduzione di 3 anni ed un ciclo colturale di 15 anni. In tal modo sarà possibile usufruire dei contributi previsti dal Piano di sviluppo regionale (PSR REGIONE TOSCANA, 1999), secondo la misura 8.1, che prevede contributi per l'arboricoltura da legno con ciclo produttivo minore uguale ai 15 anni.

L'introduzione del governo a ceduo, con ciclo produttivo quindicennale, consente inoltre la ripartizione delle spese d'impianto su più anni, l'ottimizzazione degli aspetti organizzativi e il mantenimento di elevati tassi di accrescimento dei polloni (che si mantengono elevati fino al 5° turno di ceduzione).

Le tipologie di impianto considerate si basano su un modello *standard* (Tabelle 4, 5 e 6) che utilizza una serie di operazioni colturali con una sequenza definita di costi e ricavi uguale e/o poco differente per tutte le colture impiantate. Si è supposta un'azienda tipo che secondo un preciso ordinamento colturale (5 turni di tre anni) preveda attività colturali che si susseguono nel seguente ordine: all'anno d'impianto, aratura del suolo con collocazione a dimora della piantine, concimazione di fondo, diserbo meccanico e chimico, fertilizzazione del suolo e due irrigazioni a cadenza semestrale. Nei due anni successivi seguono ancora le operazioni di diserbo chimico e meccanico, il controllo fitosanitario delle piantine e la fertilizzazione del suolo. La materia prima legnosa fresca è venduta in piedi a ad un'impresa specializzata di raccolta (impresa di raccolta SRF) ad un prezzo di 25 euro a tonnellata. Sulla base di ricerche sviluppate da BISOFFI e FACCIOTTO nel 2000, BALDINI e SPINELLI nel 1992 e BONARI, PAMPANA e SILVESTRI nel 2000, nonché in considerazione delle ingenti cure colturali e concimazioni praticate, è plausibile considerare incrementi di sostanza legnosa pari a 18 tonnellate/ettaro/anno per il Pioppo, 17 tonnellate/ettaro/anno per la Robinia e di 16 tonnellate/ettaro/anno per l'Eucalipto. Nel computo metrico sono stati considerati anche i costi fissi connessi a: imposte e tasse, direzione, amministrazione e sorveglianza e costi variabili dovuti ad imprevisti colturali.

Dall'esame delle tabelle 4, 5 e 6, relative a colture SRF di pioppo, robinia ed eucalipto, si possono individuare alcune importanti indicazioni. Innanzitutto con l'applicazione di un prezzo di 25 euro a tonnellata di sostanza fresca, per le piante in piedi, ed un contributo all'impianto di 2.500 euro/ha, non si ottiene, per nessuna delle specie forestali considerate, un valore attuale netto di segno positivo¹⁹ (VAN). Soltanto con un contributo annuo aggiuntivo di almeno 394 euro/ha per il pioppo, 419 €/ha per la robinia e di 443 euro/ha per l'eucalipto, si riesce ad ottenere un VAN prossimo allo zero e pertanto una redditività positiva dell'investimento (Saggio di rendimento interno pari al 3% circa per tutte le colture). In assenza di contribuzione integrativa, il *Break even Point* del prezzo di macchiatico (prezzo di vendita del materiale in piedi) è pari a 47,7 €/t per il pioppo, 50,5 €/t per la robinia e di 53,5

¹⁸ Le specie introducibili nell'ambito delle *Short Rotation Forestry* sono numerose, ma nell'ambito del nostro progetto e al fine di poter esprimere un giudizio sulle potenzialità produttive in aree non più usufruibili da seminativi, si sono considerati due ordinamenti colturali relativi a *Populus ssp* e di *Eucalyptus ssp*.

¹⁹ Il Valore Attuale Netto o VAN, è un indicatore di convenienza agli investimenti che deriva dall'attualizzazione dei benefici ed i costi connessi all'investimento. Il saggio che annulla il VAN, ovvero che uguaglia i benefici ed i costi portati all'attualità viene definito come Saggio di Rendimento Interno (SRI) dell'investimento (MERLO, 1991, pp. 234-240).

€/t per l'eucalipto. Sostanzialmente si tratterebbe di inserire tra le misure di incentivazione il contributo per mancati redditi già previsto per altre forme di arboricoltura da legno (€ 725/ha/anno) con turno maggiore di 15 anni (misura 8 del PSR della Regione Toscana)²⁰. In tal modo si renderebbe conveniente l'utilizzo di tali impianti per produzioni di biomasse da utilizzare a fini energetici.

In conclusione possiamo osservare che l'introduzione di coltivazioni a SRF nelle imprese agricole tradizionali possono senza dubbio rappresentare una valida alternativa alle colture alimentari, ma presentano numerosi vincoli ed incertezze legati ai criteri di gestione da adottare. Tra di essi è certamente da non sottovalutare l'esigenza di un sostegno finanziario e la presenza di una efficiente organizzazione in fase di utilizzazione finale (SPINELLI e VERANI, 2000).

Le colture erbacee specializzate per la produzione di energia

Le colture energetiche erbacee potrebbero rappresentare il futuro nel campo dell'energia da biomassa, dato che il loro punto di forza è rappresentato dagli elevati valori di produttività da queste facilmente raggiungibili. E' stato stimato che in Italia sia possono ottenere dal sorgo a fibra una produttività annua variabile fra le 10 e le 40 tonnellate per ettaro; per quanto riguarda il caso specifico della Toscana, uno studio recente [Cupelli e Nieddu, 1999] riferito alla provincia di Pisa, stima una produttività media di circa 30 tonnellate per ettaro. In virtù di questa elevata capacità produttiva si può così programmare di poter fare fronte alle elevate richieste di combustibile degli impianti di produzione energetica.

Per quanto concerne le politiche di supporto, le colture energetiche in generale possono talvolta essere oggetto di sostegno da parte delle Politiche Agricole Comunitarie.

Attualmente non esistono per le colture erbacee strumenti di supporto analoghi a quelli previsti dal Piano di Sviluppo adottato dalla Regione Toscana a favore delle colture energetiche legnose. Nonostante le colture erbacee presentino produttività elevate, l'assenza di sostegno finanziario può rappresentare un'ostacolo allo sviluppo di questi tipi di colture. L'analisi economica per il Sorgo a Fibra e per il Miscanto si basa su degli studi precedenti [IBERINCO - ETA 2000] e individua il Break Even Point (BEP) di queste colture in base alla produttività di sostanza secca.

²⁰ Se questo contributo per mancati redditi fosse erogato anche alle colture SRF otterremmo per le colture un VAN compreso tra i 3.300 ed i 3.900 euro/ha/anno

Le risorse disponibili dalle attività agro-forestali

| Voci di costo | anno | costo € | produzione (t s.f.) | ricavi € | contributo UE € | contributo UE aggiuntivo € | Saldo netto € | VAN € | SRI |
|--|-------|---------|------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------|---------------|----------|-------------|
| Impianto | 0 | 3.252 | | - | 2.500 | | - 752 | - 752 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 1 | 1.394 | | - | | 394,0 | - 1.000 | - 971 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 2 | 868 | | - | | 394,0 | - 474 | - 446 | |
| Vendita delle piante in piedi | 3 | | 54 | 1.350 | | 394,0 | 1.744 | 1.596 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 4 | 1.394 | | - | | 394,0 | - 1.000 | - 889 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 5 | 868 | | - | | 394,0 | - 474 | - 409 | |
| Vendita delle piante in piedi | 6 | | 54 | 1.350 | | 394,0 | 1.744 | 1.461 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 7 | 1.394 | | - | | 394,0 | - 1.000 | - 813 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 8 | 868 | | - | | 394,0 | - 474 | - 374 | |
| Vendita delle piante in piedi | 9 | | 54 | 1.350 | | 394,0 | 1.744 | 1.337 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 10 | 1.394 | | - | | 394,0 | - 1.000 | - 744 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 11 | 868 | | - | | 394,0 | - 474 | - 342 | |
| Vendita delle piante in piedi | 12 | | 54 | 1.350 | | 394,0 | 1.744 | 1.223 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 13 | 1.394 | | - | | 394,0 | - 1.000 | - 681 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 14 | 868 | | - | | 394,0 | - 474 | - 313 | |
| Vendita delle piante in piedi | 15 | | 54 | 1.350 | | 394,0 | 1.744 | 1.119 | |
| | | | 270 | | | | 598 | 1 | 3,0% |
| Prezzo sostanza legnosa €/t = | 25,0 | | | | | | | | |
| Contributo regionale all'impianto Reg. 1257/99 | 2.500 | | | | | | | | |
| Tasso di interesse | 3,0% | | | | | | | | |
| (1+r) montante | 1,03 | | | | | | | | |

Tabella 4 - Conto colturale di un impianto di *Populus X Euroamericani* per Short Rotation Forestry

Fonte: ns. elaborazioni su dati BALDINI et ALL,2000; BISOFFI e FACCIOOTTO, 2000; BALDINI e SPINELLI, 1992.

Le risorse disponibili dalle attività agro-forestali

| Voci di costo | anno | Costo € | produzione (t s.f.) | Ricavi € | contributo UE € | contributo UE aggiuntivo € | Saldo netto € | VAN € | SRI |
|---|-------|---------------|------------------------|--------------|--------------------|----------------------------------|---------------|----------|-------------|
| Impianto | 0 | 3.252 | | - | 2.500 | | -752 | - 752 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 1 | 1.394 | | - | | 419,0 | -975 | - 947 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 2 | 868 | | - | | 419,0 | -449 | - 423 | |
| Raccolta+stoccaggio e carico+altre spese | 3 | | 51 | 1.275 | | 419,0 | 1.694 | 1.550 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 4 | 1.394 | | - | | 419,0 | - 975 | - 867 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 5 | 868 | | - | | 419,0 | - 449 | - 387 | |
| Raccolta+stoccaggio e carico+altre spese | 6 | - | 51 | 1.275 | | 419,0 | 1.694 | 1.419 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 7 | 1.394 | | - | | 419,0 | - 975 | - 793 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 8 | 868 | | - | | 419,0 | - 449 | - 354 | |
| Raccolta+stoccaggio e carico+altre spese | 9 | - | 51 | 1.275 | | 419,0 | 1.694 | 1.298 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 10 | 1.394 | | - | | 419,0 | - 975 | - 726 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 11 | 868 | | - | | 419,0 | - 449 | - 324 | |
| Raccolta+stoccaggio e carico+altre spese | 12 | - | 51 | 1.275 | | 419,0 | 1.694 | 1.188 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 13 | 1.394 | | - | | 419,0 | - 975 | - 664 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 14 | 868 | | - | | 419,0 | - 449 | - 297 | |
| Raccolta+stoccaggio e carico+altre spese+ripristino finale | 15 | | 51 | 1.275 | | 419,0 | 1.694 | 1.087 | |
| | | 14.562 | 255 | 6.375 | 2.500 | | 598 | 9 | 3,1% |
| Prezzo cippato €/t = | 25,0 | | | | | | | | |
| Contributo regionale all'impianto Reg. 1257/99 | 2.500 | | | | | | | | |
| Tasso di interesse | 3,0% | | | | | | | | |
| (1+r) | 1,03 | | | | | | | | |

Tabella 5 - Conto culturale di un impianto di Robinia Pseudoacacia per Short Rotation Forestry

Fonte: ns. elaborazioni su dati BALDINI et ALL,2000; BISOFFI e FACCIOTTO, 2000; BALDINI e SPINELLI, 1992

Le risorse disponibili dalle attività agro-forestali

| Voci di costo | anno | costo € | produzione (t s f.) | ricavi € | contributo UE € | contributo UE aggiuntivo € | Saldo netto € | VAN € | SRI |
|--|------|---------|------------------------|----------|--------------------|-------------------------------|---------------|----------|-------------|
| Impianto | 0 | 3.252 | | - | 2.500 | - | - 752 | - 752 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 1 | 1.394 | | - | | 443,0 | - 951 | - 924 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 2 | 868 | | - | | 443,0 | - 425 | - 400 | |
| Vendita delle piante in piedi | 3 | | 48 | 1.200 | | 443,0 | 1.643 | 1.504 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 4 | 1.394 | | - | | 443,0 | - 951 | - 845 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 5 | 868 | | - | | 443,0 | - 425 | - 366 | |
| Vendita delle piante in piedi | 6 | | 48 | 1.200 | | 443,0 | 1.643 | 1.376 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 7 | 1.394 | | - | | 443,0 | - 951 | - 774 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 8 | 868 | | - | | 443,0 | - 425 | - 335 | |
| Vendita delle piante in piedi | 9 | | 48 | 1.200 | | 443,0 | 1.643 | 1.259 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 10 | 1.394 | | - | | 443,0 | - 951 | - 708 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 11 | 868 | | - | | 443,0 | - 425 | - 307 | |
| Vendita delle piante in piedi | 12 | | 48 | 1.200 | | 443,0 | 1.643 | 1.152 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 13 | 1.394 | | - | | 443,0 | - 951 | - 648 | |
| Cure colturali + altre spese (imposte+dir. Amm. Sorv.) | 14 | 868 | | - | | 443,0 | - 425 | - 281 | |
| Vendita delle piante in piedi | 15 | | 48 | 1.200 | | 443,0 | 1.643 | 1.055 | |
| | | | 240 | | | | 583 | 6 | 3,0% |

| | |
|--|-------|
| Prezzo sostanza legnosa €/t = | 25,0 |
| Contributo regionale all'impianto Reg. 1257/99 | 2.500 |
| Tasso di interesse | 3% |
| (1+r) | 1,03 |

Tabella 6 - Conto colturale di un impianto di Eucaliptus ssp per Short Rotation Forestry

Fonte: ns. elaborazioni su dati BALDINI et ALL,2000; BISOFFI e FACCIOTTO, 2000; BALDINI e SPINELLI ,1992

In Tabella 7 (sorgo a fibra) ed in Tabella 8 (miscanto) si riassumono i costi per la produzione di queste colture.

| Costi per unità di suolo (ha) | | Costi per unità di produzione(ha) | |
|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------|
| Attività | Costi (€/ha) | Costi (€/t) | Attività |
| Preparazione del terreno | 310,00 | | |
| Fertilizzazione | 77,00 | | |
| Semina | 36,00 | | |
| Semi | 31,00 | | |
| Sarchiatura | 41,00 | | |
| | | 5,16 | Mietitura |

Tabella 7 - Costo di produzione per il sorgo a fibra

| Costi per unità di suolo (ha) | | Costi per unità di produzione(ha) | |
|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------|
| Attività | Costi (€/ha) | Costi (€/t) | Attività |
| Preparazione del terreno | 240,00 | | |
| Fertilizzazione | 86,00 | | |
| Semina | | | |
| Semi | | | |
| Sarchiatura | 41,00 | | |
| | | 12,25 | Mietitura |

Tabella 8 - Costo di produzione per il miscanto

Il costo di produzione calcolato sulla base di questi dati lo si mette a confronto col costo da conferire al produttore per il ritiro della biomassa, che gli studi precedentemente citati ([Cupelli e Nieddu, 1999], [IBERINCO - ETA 2000]) hanno stimato in circa 31€ per tonnellata.

Le curve presentate nel grafico di Figura 5 visualizzano l'andamento del ricavo netto per ettaro a favore del produttore secondo le ipotesi appena illustrate per il sorgo a fibra e per il miscanto. Il guadagno positivo lo si raggiunge per entrambe le colture quando la produttività si attesta intorno a circa 19 tonnellate per ettaro, e cresce al crescere di questa in misura leggermente maggiore per il sorgo. I valori di produttività di soglia risultano facilmente raggiungibili da entrambi i tipi di biomassa.

Si vuole qui evidenziare come questa analisi non tenga in conto in alcun modo di strumenti di supporto derivanti dalle politiche agricole adottate a livello regionale oppure europeo.

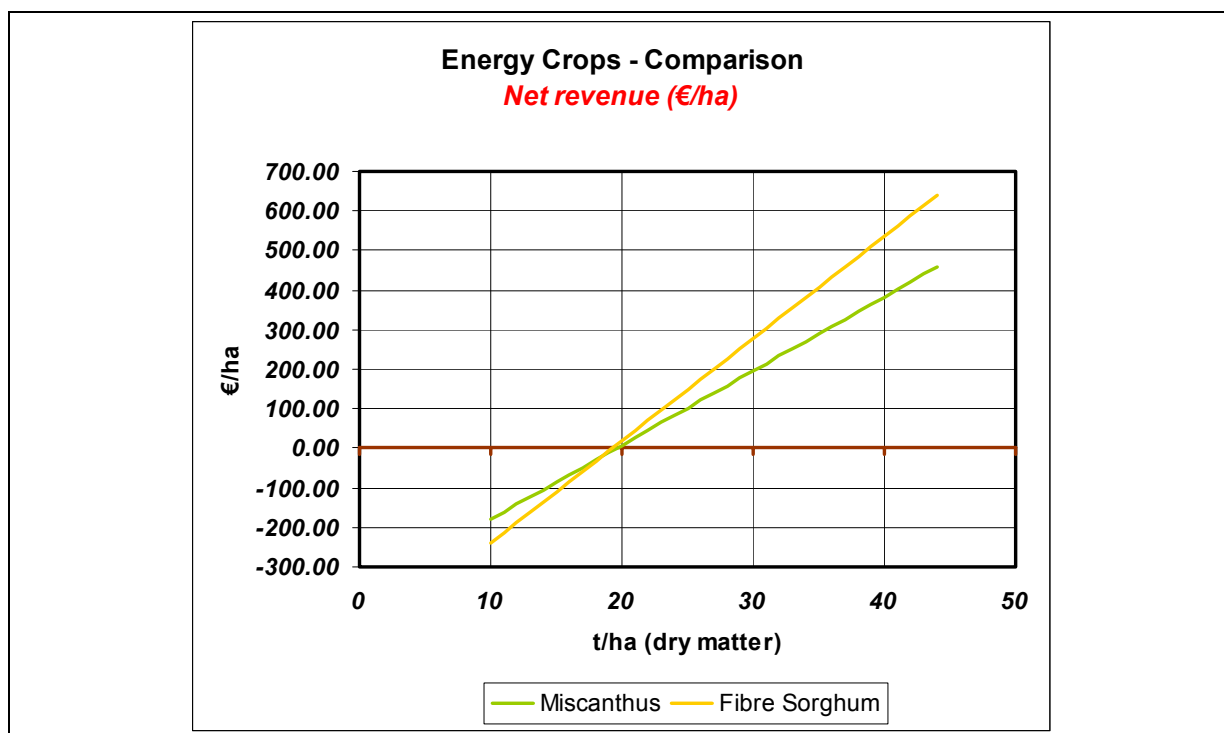


Figura 5 - Confronto sul ricavo netto per differenti tipi di biomassa in funzione della produttività

Possibile diffusione territoriale e produzioni potenziali delle colture energetiche

Per individuare le superfici potenzialmente destinabili a coltivazioni specializzate per la produzione di energia (cedui a turno breve e colture erbacee specializzate) (BALDINI e SPINELLI, 1992; PERTTU, 1998, BALDINI *et al.* 2000) si è proceduto ad un'analisi territoriale basata su dati ed informazioni presenti nel Sistema Informativo Territoriale:

- Uso del suolo
- *Digital terra in model*²¹
- Clima
- Substrato geologico.

Le informazioni relative all'uso del suolo ci hanno permesso di individuare e selezionare i seguenti tipi colturali: seminativi e colture industriali orticole in pieno campo, seminativi a riposo e seminativi abbandonati, cespuglieti radi e densi, pascoli nudi, cespugliati, arborati e prati pascoli, escludendo in pratica soltanto i boschi e le aree ad uso urbano. Su tali aree si è quindi eseguita una selezione delle sole superfici meccanizzabili, ossia con pendenza uguale o inferiore del 10%. Il risultato di questa selezione ha portato all'individuazione di 39.000 pixel, pari a 624.000 ettari.

Per escludere le superfici che, in relazione alle esigenze idriche delle specie, necessiterebbero di un sistema di irrigazione, si è proceduto ad una ulteriore selezione delle aree che presentano un limite di piovosità media annua superiore o uguale a 900 mm. A questo punto le superfici campionate si sono ridotte a circa 472.000 ettari. Considerato che i

²¹ Letteralmente significa modello digitale del terreno, raster o vettoriale.

vincoli imposti non escludono tutte le situazioni che possono limitare la crescita delle colture, si è operato attraverso una ulteriore selezione escludendo i terreni con calcari, gessi e argille, dolomiti e dolomie, travertino, depositi argillosi e depositi di argillo-scisti. A questo punto la selezione ha ridotto ulteriormente la superficie vocata a questa destinazione colturale (a circa 22.000 pixel) fino a raggiungere un'area di circa 352.000 ettari. Tale estensione rappresenta la superficie massima potenzialmente destinabile a coltivazioni erbacee specializzate per la produzione di energia.

L'ultima selezione è stata eseguita rispetto ai seminativi collocati a quote superiori ai 600 metri ipotizzando che i redditi prodotti in tali contesti siano inferiori a quelli dell'agricoltura tradizionale. Al termine dell'analisi sono rimasti circa 2.183 pixel pari a 35.000 ettari. Questa superficie rappresenta, di fatto, l'area con la maggiore potenzialità di affermazione di colture non alimentari quali gli *Short Rotation Coppice*.

La più alta percentuale di superficie a disposizione per l'introduzione delle colture SRF è risultata nelle province di Arezzo e Firenze, dove la superficie complessiva raggiunge rispettivamente i 9.552 ettari ed i 9.280 ettari. Nelle province di Lucca, Grosseto e Massa la superficie varia invece tra i 3.600 ed i 4.600 ettari circa, mentre Pistoia e Siena si collocano invece sui 1.600 ettari. Nelle residue province la superficie che presenta caratteristiche idonee allo sviluppo di colture SRF assume invece valori inferiori ai 460 ettari (Tabella 9, Figura 6).

| codice SIT | 201 | 202 | 203 | 521 | 522 | 523 | 524 | 601 | 602 | 603 | 604 | |
|---------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------------|------------------|---------------|---------------|
| Provincia | Seminativo | Seminativo a riposo | Seminativo abbandonato | Cespuglieti radi | Cespuglieti densi | Arbusteti radi | Arbusteti densi | Pascolo nudo | Pascolo Cespugliato | Pascolo arborato | Pascolo Prato | Totale |
| Arezzo | 800 | 176 | 128 | - | 32 | 160 | 864 | 2.992 | 1.616 | 400 | 2.384 | 9.552 |
| Firenze | 112 | - | 432 | - | 48 | 288 | 1.664 | 3.072 | 1.456 | 304 | 1.904 | 9.280 |
| Grosseto | 576 | 576 | 80 | 48 | 16 | 144 | 656 | 720 | 784 | 96 | 944 | 4.640 |
| Lucca | 240 | - | 368 | 32 | 96 | 16 | 112 | 192 | 96 | 192 | 2.288 | 3.632 |
| Massa Carrara | - | - | 160 | 16 | - | 48 | 368 | 384 | 272 | 752 | 1.984 | 3.984 |
| Pisa | 16 | 48 | - | - | - | - | 16 | - | - | - | 16 | 96 |
| Prato | - | - | - | - | 32 | - | 16 | 96 | 16 | 32 | 224 | 416 |
| Pistoia | 16 | - | 64 | - | - | - | 48 | 288 | 64 | 80 | 976 | 1.536 |
| Siena | 336 | 144 | 64 | - | 16 | 32 | 304 | 288 | 416 | 48 | 128 | 1.776 |
| Totale | 2.096 | 944 | 1.296 | 96 | 240 | 688 | 4.048 | 8.032 | 4.720 | 1.904 | 10.848 | 34.912 |

Fonte: ns. elaborazione dati Inventario Forestale Toscano, Regione Toscana

Tabella 9 - Superfici per classi di uso del suolo (ettari)

Dall'esame delle diverse forme di uso del suolo, emerge che la tipologia che presenta le maggiori potenzialità di sviluppo delle colture SRF è rappresentata dai prati-pascoli che raggiungono a livello regionale quasi gli 11.000 ettari di estensione. Le aree vocate sono legate in modo rilevante anche alla tipologia dei pascoli nudi, con oltre 8.000 ettari, concentrati soprattutto nelle province di Arezzo e Firenze.

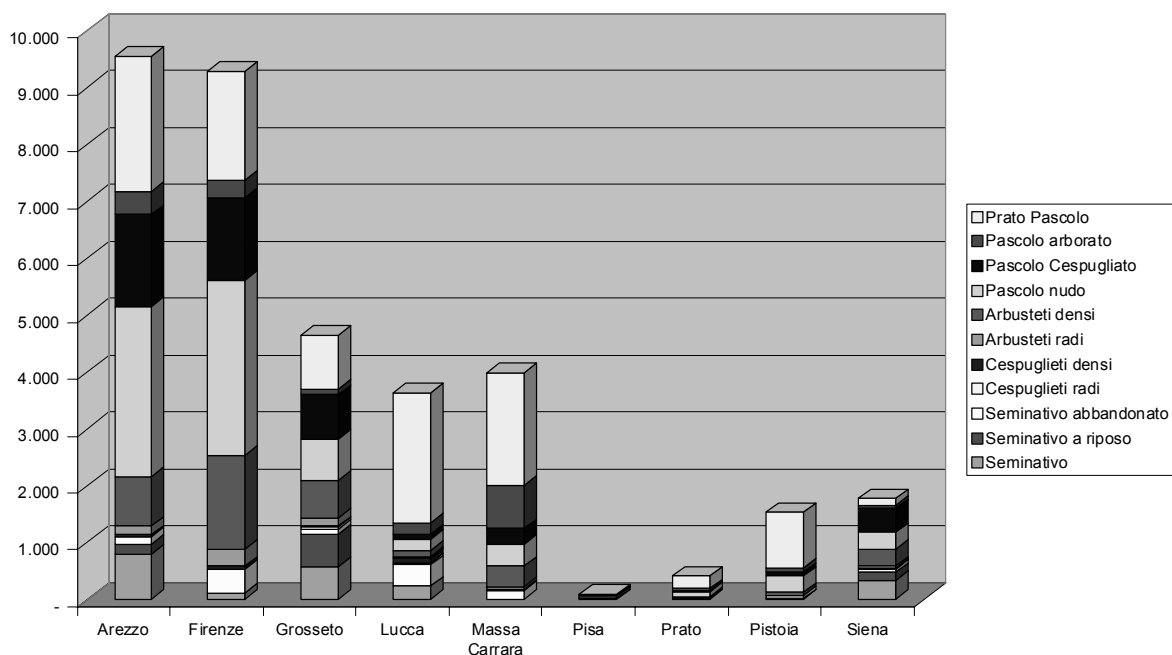


Figura 6 - Superfici per classi di uso del suolo (dati in ettari)

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., "Utilizzazione energetica di biomassa agro-forestale", SORTE EU Project, Firenze 1997

Cupelli A., Nieddu A., "Progetto per un impianto di Cogenerazione alimentato a Biomassa", EnergiAgri 1999

Pallicca P., "Relazione sulla produzione di Biomassa e relativi costi in colture agrarie e forestali", ETA internal Report, ALTENER PILOT PROJECTS 1998 Contract n°XVII/4.1030/Z/98-214, Firenze 1999

IBERINCO, ETA, "Opportunities For Biomass To Energy Projects In La Rioja (Spain) And Tuscany (Italy)", ALTENER PILOT PROJECTS 1998, Reports, Madrid-Florence, 2000