



Ricerca sui Sistemi di VERde Multifunzionale in ambito toscano



Accademia Italiana
di Scienze Forestali



DSPV
Università di Bari



DiBA
Università di Firenze



DOFI
Università di Firenze



DEART
Università di Firenze



DiProVe
Università di Milano



Demetra a.r.l.

Manuale RISVEM

**Linee guida tecnico-operative per la pianificazione, progettazione
realizzazione gestione di spazi verdi multifunzionali**

ISBN: 88-87553-15-7, 978-88-87553-15-4

Coordinatore del progetto

Dipartimento di Scienze delle Produzione Vegetali
Università degli Studi di Bari
Via Amendola 165/A 70126 Bari, ITALY
Email: dipproveg@agr.uniba.it

Responsabile scientifico del progetto

Prof. Giovanni Sanesi
Tel. +39 080 5443023
Fax +39 080 5442976
Email: sanesi@agr.uniba.it

*Nessuna parte di questo
documento può essere riprodotta
o distribuita senza il consenso di
ARSIA e dei partner aderenti a
questo progetto.*

Informazioni sui partner di progetto			
<i>Codice Partner</i>	<i>Persona da contattare</i>	<i>Istituto, Associazione, Università</i>	<i>Email</i>
P1	Prof. Giovanni Sanesi	Università degli Studi di Bari, Dip.to di Scienze delle Produzioni Vegetali (DSPV)	sanesi@agr.uniba.it
P2	Prof. Fabio Salbitano	Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF)	fabio.salbitano@unifi.it
P3	Prof. Rizio Tiberi	Università degli Studi di Firenze, Dip.to di Biotecnologie Agrarie (DiBA)	rizio.tiberi@unifi.it
P4	Prof. Francesco Paolo Nicese	Università degli Studi di Firenze, Dip.to di Ortoflorofruitticoltura (DOFI)	francesco.nicese@unifi.it
P5	Prof. Alberto Abrami	Università degli Studi di Firenze, Dip.to di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali (DEART)	abrami@econ.agr.unifi.it
P6	Prof. Francesco Ferrini	Dal 01/11/2005 Università degli Studi di Firenze, Dip.to di Ortoflorofruitticoltura (DOFI)	francesco.ferrini@unifi.it
A1	Sig. Gabriele Villa	Cooperativa Demetra a r.l.	villa@demetra.net

Documento registrato con ISBN 88-87553-15-7, 978-88-87553-15-4

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o distribuita senza il consenso di ARSIA e dei partner aderenti al progetto.

INDICE DEL MANUALE

1	INTRODUZIONE.....	7
2	IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE AREE URBANE.....	12
2.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO.....	12
2.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	13
2.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE.....	13
2.4	CONCLUSIONI.....	26
2.5	BIBLIOGRAFIA	27
3	IL BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE.....	29
3.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO.....	29
3.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	31
3.2.1	<i>Avifauna</i>	<i>31</i>
3.2.2	<i>Atlanti ornitologici italiani.....</i>	<i>32</i>
3.2.3	<i>Mammalofauna.....</i>	<i>33</i>
3.2.4	<i>Artropodofauna.....</i>	<i>34</i>
3.2.5	<i>Gestione del verde.....</i>	<i>35</i>
3.3	ATTIVITÀ SVOLTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RICERCA	36
3.3.1	<i>Risultati del censimento.....</i>	<i>37</i>
3.3.2	<i>Risultati su monitoraggio degli insetti e degli acari.....</i>	<i>38</i>
3.3.3	<i>Risultati delle indagini sulle problematiche riconducibili agli inquinanti.....</i>	<i>39</i>
3.4	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE.....	40
3.4.1	<i>Monitoraggio.....</i>	<i>40</i>
3.4.2	<i>Gestione.....</i>	<i>40</i>
3.4.3	<i>Educazione</i>	<i>41</i>
3.5	CONCLUSIONI.....	41
3.6	BIBLIOGRAFIA	42
4	L'ASSORBIMENTO E LA RIDUZIONE DEL RUMORE	44
4.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO.....	44
4.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	45
4.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE.....	50
5	LA FITORIMEDIAZIONE DEI SUOLI INQUINATI E LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE	53
5.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO.....	53
5.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	54
5.2.1	<i>Le tecniche.....</i>	<i>56</i>
5.2.1.1	<i>Fitoestrazione.....</i>	<i>56</i>
5.2.1.2	<i>Fitodegradazione.....</i>	<i>57</i>
5.2.1.3	<i>Rizofiltrazione.....</i>	<i>57</i>
5.2.1.4	<i>Rizodegradazione.....</i>	<i>58</i>
5.2.1.5	<i>Fitostabilizzazione</i>	<i>58</i>
5.2.1.6	<i>Fitovolatilizzazione.....</i>	<i>58</i>
5.2.2	<i>Selezione, progetto e sviluppo di un sistema di fitorimediazione.....</i>	<i>60</i>
5.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE.....	65
5.4	CONCLUSIONI.....	68
5.5	BIBLIOGRAFIA	69

6	LA SCELTA DELLE SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE, TECNICHE DI MESSA A DIMORA E COLTURALI	73
6.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	73
6.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	74
6.2.1	<i>Qualità della produzione vivaistica e tecniche d'impianto delle piante ornamentali</i>	74
6.2.1.1	Sistemi di qualità e standard delle produzioni vivaistiche	74
6.2.2	<i>Metodi di valutazione delle piante</i>	79
6.2.3	<i>Metodi di produzione</i>	80
6.2.3.1	Piante in zolla	81
6.2.3.2	Piante in contenitore	81
6.2.3.3	Piante a radice nuda	82
6.2.4	<i>Tecniche e substrati nella messa a dimora degli alberi in ambiente urbano</i>	82
6.2.4.1	Messa a dimora delle piante	82
6.2.4.2	Modifica del sito d'impianto	84
6.2.5	<i>Quadro sinottico</i>	91
6.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	91
6.3.1	<i>Ricerche svolte all'interno del progetto</i>	92
6.3.2	<i>Benefici al comparto produttivo</i>	108
6.3.3	<i>Destinatari dei risultati</i>	108
6.3.4	<i>Benefici</i>	109
6.4	CONCLUSIONI	109
6.5	BIBLIOGRAFIA	111
7	LA PROTEZIONE FITOSANITARIA	118
7.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	118
7.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	120
7.2.1	<i>Prospetto dei principali insetti fitofagi del verde urbano</i>	121
7.2.2	<i>Fitomizi</i>	122
7.2.3	<i>Defogliatori</i>	123
7.2.4	<i>Xilofagi</i>	126
7.2.5	<i>Prospetto dei principali microrganismi patogeni del verde urbano</i>	127
7.2.6	<i>Soglie di danno</i>	129
7.2.7	<i>Rapporti uomo- "parassiti" nel contesto urbano</i>	130
7.2.8	<i>Problematiche legate alla caduta di piante o loro parti</i>	131
7.2.9	<i>Modalità di controllo</i>	132
7.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	137
7.4	CONCLUSIONI	138
7.5	BIBLIOGRAFIA	139
8	LA SICUREZZA NELLA GESTIONE E NELLA FRUIBILITÀ'	142
8.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	142
8.2	STATO DELL'ARTE DELLA CONOSCENZA SUL "SISTEMA URBANO" E DELLA RICERCA	144
8.2.1	<i>La decomposizione del legno</i>	146
8.2.2	<i>I marciumi radicali</i>	148
8.2.3	<i>Cancri e necrosi corticali</i>	151
8.2.4	<i>Le tracheomicosi</i>	158
8.2.5	<i>Le associazioni funghi/insetti in ambito urbano</i>	164
8.2.6	<i>Le carie</i>	165
8.2.7	<i>Meccanismi di difesa della pianta</i>	172

8.2.8	<i>Meccanismi di difesa nei confronti degli agenti di carie</i>	173
8.2.9	<i>Il CODIT (Compartmentalisation of decay in trees)</i>	174
8.2.10	<i>Strumenti e tecniche di diagnosi</i>	177
8.2.10.1	V.T.A. (Visual Tree Assessment).....	177
8.2.11	<i>Strumenti di diagnosi</i>	181
8.2.12	<i>Considerazioni conclusive inerenti le carie, la stabilità delle piante, gli strumenti di diagnosi</i> 186	
8.2.13	<i>Quadro sinottico</i>	187
8.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	188
8.3.1	<i>Indagini/sperimentazioni condotte nell'ambito del Progetto RISVEM, relative allo stato sanitario delle piante del sistema urbano</i>	189
8.3.1.1	<i>Analisi delle cinetiche di avanzamento della carie</i>	189
8.3.2	<i>Monitoraggio dello stato sanitario delle alberature delle mura di Lucca</i>	194
8.4	CONCLUSIONI	203
8.4.1	<i>Conclusioni generali</i>	205
8.5	BIBLIOGRAFIA	206
9	VALUTAZIONE DEI COSTI DI REALIZZAZIONE, IMPIANTO E MANUTENZIONE.	209
9.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	209
9.1.1	<i>Tipologie dei costi</i>	209
9.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	210
9.2.1	<i>L'importanza dei tappeti erbosi nelle aree verdi urbane</i>	212
9.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLA RICERCA	213
9.3.1	<i>Il verde pubblico nella città di Firenze. Aspetti descrittivi</i>	213
9.3.2	<i>Approfondimenti su due aree verdi caratteristiche della città Firenze. Descrizione ed analisi dei costi di ordinaria amministrazione</i>	215
9.3.3	<i>Un esempio applicativo in una città campione: la gestione delle alberature pubbliche</i>	218
9.3.3.1	<i>La struttura dell'ufficio</i>	219
9.3.3.2	<i>Le risorse materiali</i>	221
9.3.3.3	<i>L'organizzazione del lavoro</i>	222
9.3.3.4	<i>L'analisi del lavoro svolto dalle squadre di boscaioli</i>	223
9.3.3.5	<i>Gare di Appalto</i>	226
9.3.3.6	<i>Risultati ottenuti</i>	226
9.4	CONCLUSIONI	230
9.5	BIBLIOGRAFIA	232
10	VALUTAZIONE DEI BENEFICI/ESTERNALITÀ DEL VERDE URBANO	233
10.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	233
10.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	234
10.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	236
10.4	CONCLUSIONI	247
10.5	BIBLIOGRAFIA	249
11	METODOLOGIE DI CENSIMENTO DEL VERDE URBANO.....	256
11.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	256
11.1.1	<i>Rilevanza patrimoniale dei censimenti</i>	258
11.1.2	<i>Rilevanza gestionale dei censimenti</i>	258
11.1.3	<i>Rilevanza ambientale dei censimenti</i>	259
11.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	260

11.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	264
11.4	CONCLUSIONI.....	271
	BIBLIOGRAFIA	280
12	PERCEZIONE E PARTECIPAZIONE DEGLI SPAZI VERDI	284
12.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	284
12.1.1	<i>Fallimento, Democrazia, Complessità</i>	287
12.1.2	<i>La partecipazione nei contesti urbani e in relazione al verde: percorsi e riferimenti.....</i>	289
12.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	291
12.2.1	<i>Coinvolgimento della comunità e partecipazione come strategia di pianificazione, regolamentazione, progettazione e gestione dei luoghi verdi</i>	303
12.2.2	<i>La comunicazione e l'informazione come ambito decisionale condiviso per il miglioramento degli luoghi "verdi" delle città;</i>	311
12.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE	318
12.4	CONCLUSIONI.....	320
12.4.1	<i>Riflessioni e prospettive per l'analisi della percezione e la progettazione e gestione partecipata degli spazi verdi urbani: il "cantiere" di ricerca e azione</i>	320
12.4.2	<i>Lo stile collaborativo e partecipativo di gestione e progettazione degli spazi verdi urbani: conflitto o sinergia con gli stili tradizionali?</i>	325
12.5	BIBLIOGRAFIA	326
13	LE NORMATIVE DEL VERDE URBANO	331
13.1	RILEVANZA DELL' ARGOMENTO	331
13.2	STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA	332
13.3	GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLA RICERCA.....	333
13.4	CONCLUSIONI.....	335
13.5	BIBLIOGRAFIA	341
14	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	342

1 INTRODUZIONE

Coordinatore scientifico: Prof. Giovanni Sanesi Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali (DSPV)

La diffusione del verde nelle aree urbane è uno degli aspetti presi in considerazione per evidenziare il livello della qualità di vita nelle città. A livello comunitario ed internazionale, la foresta urbana (urban forest), intesa come insieme di spazi verdidi diverso genere, superficie, struttura e finalità, è sempre più percepita in termini di spazio vitale per lo svolgimento di importanti funzioni che vanno da quelle più propriamente ecologico-ambientali, a quelle sociali ed economiche (i.e. multifunzionalità). Queste funzioni sono determinate in prevalenza, oltre che dalla estensione degli spazi verdi, anche dalle loro caratteristiche di accessibilità, naturalità e qualità ambientale.

Lo studio del verde urbano è però materia complessa che nei suoi molteplici aspetti interessa diverse discipline scientifiche che comprendono, per quanto riguarda l'ambito delle scienze agrarie e forestali, l'agronomia, l'arboricoltura e la selvicoltura urbana, l'economia e l'estimo, l'entomologia, la patologia vegetale, etc.

In ambito europeo, in particolare, lo studio delle foreste urbane ha vissuto, specie nel recente passato, un periodo di forte crescita grazie anche alla promozione di progetti di ricerca ed azioni di networking, quali l'Azione COST E12 "Urban Forests and Trees", l'Azione COST E39 "Forests, trees and human health and wellbeing", il progetto BUGS (Benefits of Urban Green Space), il progetto RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces), il progetto URGE (URban Green Environment), ecc. Un'azione meritoria per lo sviluppo e la diffusione di studi e ricerche in questo settore è da attribuire all'European Forum on Urban Forestry, un network di settore che agisce sotto l'egida della IUFRO (Union of Forestry Research Organizations – Unit 6.14.00 Urban Forestry) che dal 1998 ha organizzato, con regolarità, diverse attività anche al fine di promuovere la ricerca e la sperimentazione per una migliore conoscenza dei diversi aspetti collegati al verde urbano.

A livello internazionale la situazione risulta ancora di più diversificata ed articolata. Negli Stati Uniti, la ricerca sul verde urbano è consolidata da ormai quasi trenta anni con una produzione continua e sempre rinnovata di pubblicazioni di carattere tecnico e scientifico e questo, grazie anche alla presenza di centri universitari e centri di ricerca pubblici e privati appositamente costituiti. Le ricerche e gli studi nord americani indirizzati, in particolare, al miglioramento della qualità dell'aria e

delle condizioni ambientali della città (McPherson et al. 1995, McPherson 2001), hanno purtroppo una scarsa applicabilità in Italia, sia per una diversità di condizioni pedoclimatiche sia per un diverso contesto sociale, culturale ed economico.

Nel nostro paese, nonostante una storica cultura per la realizzazione di alberate urbane, giardini e parchi e la presenza di alcuni centri di vivaistica ornamentale tra i più importanti a livello mondiale, lo studio, ma anche la stessa diffusione degli spazi verdi urbani ha avuto uno scarso interesse, specie nel corso del secondo dopoguerra.

Lo sviluppo economico degli anni cinquanta e sessanta, i processi di industrializzazione e i conseguenti fenomeni di urbanizzazione, hanno determinato la formazione di nuclei urbani dove il verde poteva essere annoverato solo a livello di episodio. In molti casi questo processo di urbanizzazione si è trasformato in un vero e proprio degrado. Solo con la fine degli anni sessanta, il legislatore percepisce questo fenomeno e promulga la prima e fino ad oggi unica norma che interviene da punto di vista pianificatorio sulla diffusione del verde nelle nostre città (D.I. 1444/68).

A livello nazionale, pertanto, si può affermare una scarsa diffusione di “foreste urbane” e che queste, di conseguenza, sono state oggetto, solo in pochi casi, di ricerche e/o progetti mirati. In Italia, quindi, sono alquanto limitati i dati scientifici e di informazioni statistiche relative al verde. Un patrimonio di informazioni, in assenza del quale, è difficile impostare azioni di riqualificazione e miglioramento delle aree urbane e periurbane. Scarsa attenzione è stata rivolta, ad esempio, alla valutazione e comprensione della funzionalità degli spazi verdi con particolare riferimento agli aspetti ecologico-ambientali e all’influenza sulla vivibilità delle città stesse. Piuttosto carenti, specie se confrontate con le esperienze estere (Samways e Steyler 1996, Jokimäki e Suhonen 1998, Hermy e Cornelis 2000, Zerbe et al. 2003, Lim e Sodhi 2004), sono le informazioni riguardanti il ruolo ambientale svolto dalle foreste con specifico riferimento alla influenza sulla biodiversità animale e vegetale e agli effetti sulla vivibilità delle aree urbane (Bani et al. 1998, Bani et al. 2002, Giordano et al. 2002). A questa mancanza di studi si aggiunge la carenza di dati quantitativi e qualitativi sul patrimonio verde dei principali agglomerati urbani in Italia. Lo stesso ISTAT ha incominciato a pubblicare nel corso degli ultimi anni alcune statistiche relative all’estensione degli spazi verdi urbani, ma, in mancanza di categorie ufficiali di inventariazione e di un processo di rilevamento omogeneo nelle diverse amministrazioni comunali, non è possibile attribuire il carattere di piena ed effettiva oggettività a questi dati. Questa situazione di incertezza, se non proprio di inaffidabilità, delle informazioni è stata peraltro messa in evidenza anche a livello comunitario dove, nell’ambito dei diversi gruppi di studio

inerenti alle “città sostenibili” (Iniziativa “Verso un profilo di Sostenibilità Urbana – Indicatori Comuni Europei” DGXI – UE, 1999; Direttiva 2000/60/CE; Environmental Signals, EEA, 2000; Decisione 1411/2001/CE; Sesto programma di azione per l’ambiente UE, 2001), stanno cercando di organizzare un sistema di statistica ambientale nel quale il verde urbano è preso in considerazione attraverso diversi indicatori.

La limitata disponibilità di dati e ricerche di settore in Italia si ripercuote negativamente sui processi di pianificazione dell’ambiente urbano e sulla programmazione degli interventi migliorativi e gestione delle nostre foreste urbane.

Questa lacuna è stata percepita da ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel settore Agricolo-forestale - Regione Toscana) che, nel corso del 2003, nell’ambito delle attività inerenti alla promozione, al collaudo e al trasferimento dell’innovazione, ha ritenuto di volere colmare, anche se parzialmente, tale lacuna, e, conseguentemente, ha previsto l’attuazione di un bando di ricerca che riguardasse alcune delle tematiche inerenti il verde urbano, con particolare riferimento alla gestione.

In risposta a questo bando si è costituito un raggruppamento coordinato dal Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali dell’Università degli Studi di Bari e comprendente l’Accademia Italiana di Scienze Forestali di Firenze, il Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell’Università degli Studi di Firenze, il Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali dell’Università degli Studi di Firenze, il Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura dell’Università degli Studi di Firenze, il Dipartimento di Produzione Vegetale dell’Università degli Studi di Milano e la Cooperativa Sociale Demetra a r.l. di Besana Brianza (MI). Questo raggruppamento ha presentato una proposta di progetto denominata RISVEM “Ricerca sui Sistemi di VERde Multifunzionale in ambito toscano” che è risultata vincitrice nella graduatoria finale approvata con decreto n. 404 del 29/07/03. Successivamente tra ARSIA e il capogruppo è stata stipulata una convenzione di ricerca per la realizzazione del progetto RISVEM in attuazione del decreto n. 469 del 23/09/03. Questa convenzione, facendo riferimento alla proposta presentata in risposta al bando, ha previsto l’articolazione del progetto in fasi ed azioni per una durata temporale di 36 mesi (periodo 2003-2006).

Il progetto è stato cofinanziato da ARSIA-Regione Toscana, il Comune di Firenze e dai soggetti proponenti.

Durante il periodo di attuazione del progetto la partnership ha condotto una serie di attività che hanno riguardato la realizzazione di uno stato dell'arte nei diversi settori oggetto di studio, la conduzione di ricerche specifiche e la realizzazione di conferenze, seminari di studio, corsi di formazione e di incontri dove le acquisizioni tecniche scientifiche sono state discusse e diffuse sia tra gli stessi partner del progetto e finanziatori, sia con soggetti esterni al progetto, ma comunque interessati all'aggiornamento in materia di analisi, pianificazione, programmazione, realizzazione e gestione del verde urbano.

L'attività di ricerca è stata localizzata principalmente nell'ambito della piana fiorentina, attraverso rilievi di dati in alcune tipologie di aree verdi quali parchi, giardini e filari che sono stati ritenuti rappresentative delle diverse articolazioni e strutturazioni del verde urbano che è possibile riscontrare in Toscana.

Il progetto ha comunque beneficiato anche di esperienze effettuate in altre località, dove è stato possibile mettere a punto metodologie di rilevamento, identificare tipologie di riferimento, valutare il processo di elaborazione per norme e regolamenti.

Alcune ricerche (i.e. fitorimediazione e tecniche di allevamento), inoltre, sono state condotte in ambiti circoscritti, quali quelli di aziende specializzate e dei campi sperimentali.

Il presente testo riporta i risultati del progetto RISVEM. Si tratta nello specifico sia di un quadro aggiornato delle conoscenze sia di nuove acquisizioni tecniche e scientifiche ottenute attraverso l'attività di ricerca che è stata condotta in questo triennio e della possibile trasferibilità delle stesse nel mondo della pratica.

Il patrimonio di conoscenze che si rendono disponibili è molto ampio in quanto gli argomenti che sono stati trattati dal progetto sono diversi ed articolati e comprendono gli impieghi che possono essere fatti della vegetazione per il miglioramento della qualità dell'aria nelle aree urbane, per il biomonitoraggio ambientale, per l'assorbimento e la riduzione del rumore, per la fitorimediazione dei suoli inquinati e per la depurazione delle acque, per gli effetti positivi sul clima.

Il progetto ha spaziato altresì in altri ambiti scientifici e tecnici e pertanto sono riportati i risultati relativi anche alla scelta delle specie arboree e alle relative tecniche di impianto e colturali, alla difesa fitosanitaria, alle metodologie da impiegare per l'inventariazione delle risorse del verde urbano. Non meno importanti sono alcuni risultati acquisiti nell'ambito delle discipline economiche, sociali e giuridiche; pertanto il presente testo riporta anche quanto effettuato nell'ambito delle ricerche che hanno considerato la "foresta urbana" dal punto di vista partecipativo, regolamentatorio

e della valutazione del valore e dei costi che devono essere affrontati per la sua realizzazione e manutenzione.

Nel complesso il progetto RISVEM propone quindi un'ampia base di conoscenze che possono senza dubbio contribuire a meglio interpretare la multifunzionalità degli spazi verdi urbani nonché a fornire un supporto ad una loro gestione più sostenibile.

Questo patrimonio di acquisizioni tecnico-scientifiche è stato già in parte utilizzato sia dal mondo della tecnica sia da quello delle attività scientifiche. In particolare è importante sottolineare come, partendo da alcuni risultati preliminari di RISVEM, sia stato possibile impostare il programma di ricerca scientifica REFER (Ricerca finalizzata alla caratterizzazione Ecologico-Funzionale di tipologie standard di vERde urbano e periurbano) cofinanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca.

I risultati che sono presentati di seguito non solo sono il risultato di un'attività coordinata di ricerca dei diversi partner, ma anche del supporto di ARSIA – Regione Toscana e di tutti coloro che hanno portato un contributo garantendo l'esecuzione delle ricerche. A tutti questi ricercatori, tecnici ed istituzioni va il mio ringraziamento personale nonché quello dei coordinatori le diverse unità di ricerca.

Prof. Giovanni Sanesi

Dip.to di Scienze delle Produzioni Vegetali

Università degli Studi di Bari

2 IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE AREE URBANE

Coordinatore scientifico: Prof. Riziero Tiberi. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DiBA)

Testo redatto in collaborazione con: Cristina Nali, Stefano Santarelli, Alessandra Francini, Valentina Picchi, Giacomo Lorenzini. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose “Giovanni Scaramuzzi”.

2.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Uno dei fenomeni geografici e sociali più evidenti del nostro tempo è la crescita della popolazione urbana: vi è concordanza che ormai un individuo su due vive in città. Per questo, l'uomo dovrà continuare a confrontarsi con un nuovo tipo di ambiente da lui creato: quello urbano.

Le aree a verde non possono essere più considerate come fatto esclusivamente decorativo (“correttivo dell'edificato”: il D.M. 1444/68 prescrive una dotazione minima di 9 m² di spazi attrezzati a verde, per abitante); infatti, sono diverse le funzioni che le caratterizzano: sociale e ricreativa, estetica ed economica, igienico-sanitaria ed ecologica. Tutti questi aspetti sono stati affrontati in un approccio di ricerca multidisciplinare coordinato dal progetto RISVEM e, in particolare, per ciò che concerne la funzione ecologica, che assume notevole rilevanza visti gli odierni scenari.

La densità di popolazione e la concentrazione delle attività economiche all'interno delle città comportano intensi fenomeni di liberazione di energia, per lo più provenienti da combustione (attività civili, riscaldamento domestico, traffico veicolare), che si verifica in loco (Naja et al., 2003).

I principali inquinanti prodotti da questi processi sono ossidi di azoto (NO e NO₂, collettivamente indicati con NO_x) e composti organici volatili (idrocarburi, in primo luogo); da questi si genera, sotto l'azione della radiazione solare, l'ozono (O₃) universalmente riconosciuto come il principale (più diffuso, ma anche più nocivo) agente tossico dell'atmosfera. Non sono poi da trascurare gli ossidi di carbonio e di zolfo (in particolare il biossido, SO₂, in passato assai più importante che non oggi) (Lorenzini e Nali, 2005).

Nonostante che la produzione di O₃ sia tipica delle aree urbane con elevata densità di traffico, questo inquinante è facilmente trasportato verso le zone suburbane e periferiche, con risvolti negativi sulla crescita e lo sviluppo di colture agricole, essenze forestali e vegetazione spontanea (Lefohn, 1992). L'O₃, può produrre effetti diretti a livello di microstruttura e di funzionamento fisiologico degli alberi, così come su altre componenti essenziali dell'ecosistema, come il suolo. Questi fenomeni, se pur non includendo necessariamente come conseguenza la comparsa di manifestazioni visibili sulla chioma, possono alterare le normali relazioni pianta-ambiente e, quindi, il tipo di risposta dell'organismo vegetale nei confronti di stress ambientali.

2.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Negli ultimi 20-30 anni, si è andato affermando il concetto di danno subliminale, riferito agli effetti che non possono essere osservati macroscopicamente (Mahlotra e Khan, 1984) e che coinvolgono aspetti molecolari, biochimici, fisiologici ed istologici responsabili delle riduzioni nella crescita e nei livelli quali-quantitativi della produzione. La principale causa di tali fenomeni è attribuibile alla riduzione dei processi fotosintetici, dovuta ad una minore fissazione della CO₂, a causa di limitazioni di natura stomatica e/o mesofillica. Dal momento che i carboidrati sono i principali prodotti e substrati rispettivamente della fotosintesi e della respirazione, gli effetti dell'O₃ su questi processi si ripercuotono anche sul loro metabolismo, indipendentemente dall'azione diretta che l'inquinante può avere sugli enzimi che catalizzano le reazioni coinvolte. L'impatto biologico dell'O₃ è, quindi, associato solo in parte a manifestazioni sintomatiche, precedute da una serie di tappe che possono, in via finale, portare ad una diminuzione della produzione di biomassa e delle attività ecofisiologiche.

2.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Alla luce di quanto sopra, è essenziale individuare le specie e, all'interno delle stesse, le provenienze e i cloni maggiormente tolleranti/resistenti agli inquinanti dell'aria. Uno degli obiettivi del progetto RISVEM era proprio verificare l'ipotesi della risposta differenziale all'O₃ di alcune provenienze di *Fraxinus excelsior* (frassino maggiore) e *F. ornus* (orniello o frassino minore), tramite prove in camere di fumigazione a concentrazioni note di inquinante. Le piante sono state allevate presso il Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose "Giovanni Scaramuzzi" dell'Università

di Pisa, in condizioni controllate di luce, temperatura e umidità relativa e le fumigazioni condotte a 20 ± 1 °C, $85 \pm 5\%$ di U.R., radiazione fotosinteticamente attiva (PAR: λ 400-700 nm) $530 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Entrambe le specie sono considerate in letteratura sensibili all'O₃ (Innes et al., 2001).

In particolare, l'intento è stato quello di valutare differenze di comportamento nei confronti dell'inquinante tra le due specie, delle quali una eminentemente mediterranea (frassino minore) e l'altra (frassino maggiore) decisamente mesofila ed appartenente alla fascia medio montana, verificando se a livello intraspecifico le diverse provenienze mostrassero diversità rispetto all'espressione del danno visibile, in modo da poter parlare di ecotipi a sensibilità differenziale.

Inoltre, essendo state poste tutte le provenienze nelle stesse identiche ottimali condizioni di crescita, si è voluto verificare se le eventuali differenze nei comportamenti riscontrati fossero di tipo costitutivo e non dettate dai diversi ambienti di provenienza.

Sono state utilizzate piante di frassino maggiore ed orniello di due anni provenienti da alcune zone del Piemonte e della Toscana. In totale, sono state allevate cinque provenienze, ad ognuna delle quali è stata attribuita una sigla (Tab. 2.1).

Tab. 2.1 - Caratteristiche del materiale vegetale fumigato con ozono.

Sigla	Specie – provenienza
LS	<i>Fraxinus excelsior</i> - Lame Sesia (Piemonte)
VP	<i>Fraxinus excelsior</i> - Valle Pesio (Piemonte)
VB	<i>Fraxinus ornus</i> - Val Borbera (Piemonte)
FET	<i>Fraxinus excelsior</i> - Alta Val Tiberina, AR (Toscana)
FOT	<i>Fraxinus ornus</i> - Alta Val Tiberina, AR (Toscana)

Le fumigazioni sono state effettuate con una concentrazione di O₃ di 150 ppb per 8 h al dì, per un periodo di cinque settimane (35 giorni), per i frassini maggiori, e per un periodo di sei settimane (42 giorni), per i minori.

A cadenza settimanale sono state effettuate misure di scambi gassosi (attività fotosintetica, conduttanza stomatica, concentrazione intercellulare di CO₂, efficienza nell'uso dell'acqua), di fluorescenza della clorofilla a e di contenuto relativo in clorofilla. Tutte le misurazioni sono sempre state effettuate sulle medesime foglie per ogni pianta, in particolare sulla fogliola apicale della foglia composta.

Alla comparsa del danno visibile, sono stati prelevati i campioni (di dimensioni di circa 3 x 2 mm) per le analisi istologiche al microscopio. I campioni raccolti sono stati utilizzati per la produzione di sezioni sia a fresco sia incluse in appropriato mezzo. Le osservazioni sono state condotte con microscopio ottico a trasmissione dotato di epifluorescenza (Leica DM4000B) e di sistema digitale per l'acquisizione dell'immagine. Per le sezioni a fresco si è proceduto all'osservazione con epifluorescenza sia in luce blu, per mettere in evidenza l'autofluorescenza (in rosso) della clorofilla, sia in luce UV, per la fluorescenza primaria (in bianco) della lignina e delle sostanze grasse (O' Brien e Mc.Cully, 1981).

Le provenienze di frassino maggiore fumigate hanno presentato una clorosi significativa e diffusa rispetto alle piante mantenute in aria filtrata (Fig. 2.1A). Tale comportamento non è stato evidenziato per quelle di frassino minore. I danni si sono mostrati come necrosi puntiformi e limitati alle zone internervali ed espressi solo sulla pagina superiore delle foglie (Fig. 2.1B). Possono, pertanto, essere classificati come "flecking" e "stippling"; non si sono riscontrati, invece, fenomeni di "bronzing".

Nel caso dei frassini minori, si è proceduto con una settimana in più di trattamento con O₃ (alle stesse dosi), al fine di vedere espresso il danno visibile, dal momento che, al termine del periodo uguale a quelli maggiori, nessun soggetto delle due provenienze (VB e FET) presentava alcun sintomo. Va, comunque, registrato il fatto che la provenienza più meridionale non esprime il danno visibile neanche con una settimana in più di trattamento (Tab. 2.2).

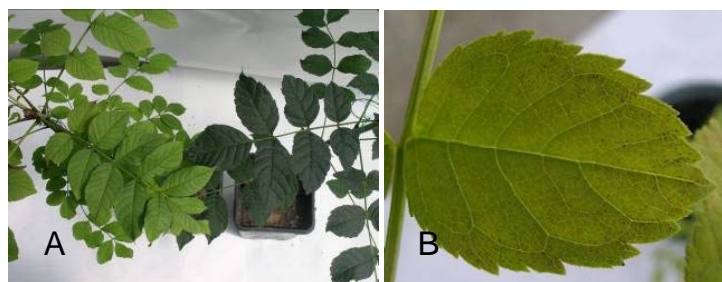


Fig. 2.1 - Piante di *Fraxinus excelsior* L., provenienza LS. A) Controllo a destra e trattato con O₃ (150 ppb, 8 h d-1, per cinque settimane) a sinistra. B) particolare di necrosi puntiformi.

Tab. 2.2 - Comparsa del danno visibile sulle provenienze di *Fraxinus excelsior* (LS, VP e FET) e di *F. ornus* (VB e FOT) trattate con O₃ (150 ppb, 8 h d-1).

<i>Fraxinus excelsior</i>	
PROVENIENZA	DATA ESPRESSIONE DANNO
LS	3 [^] settimana (AOT 40= 18480)
VP	4 [^] settimana (AOT 40= 24640)
FET	5 [^] settimana (AOT 40= 30800)
<i>Fraxinus ornus</i>	
PROVENIENZA	DATA ESPRESSIONE DANNO
VB	6 [^] settimana (AOT 40= 36960)
FOT	Nessun danno

Dalla Tab. 2.3, che riporta i risultati della MANOVA ottenuti su frassino maggiore, è possibile notare che non è significativa l'interazione ozono x provenienza x tempo, così come non è significativa quella ozono x provenienza; gli altri fattori e le loro interazioni, invece, sono tutti significativi. Questo sta a dimostrare che, complessivamente per tutte le variabili saggiate, la significatività del trattamento con O₃ non dipende dall'interazione con la provenienza, ma è piuttosto legata al fattore tempo (senescenza della foglia, ad esempio, essendo le misure eseguite sempre sulla stessa fogliola). Più in particolare, analizzando i dati dell'ANOVA riportati in Tab. 2.4, è possibile valutare la significatività di ogni singolo parametro considerato; va notato che l'interazione di terzo grado e l'interazione fra O₃ e provenienza risultano non significative.

Il comportamento di *F. excelsior* sembra significativamente influenzato dal tempo (ovvero dall'invecchiamento progressivo della foglia) e dalla sua interazione con il fattore provenienza; in pratica, invecchiano in maniera significativamente differente le diverse provenienze. Per un riscontro di maggior dettaglio, sono stati studiati i risultati della comparazione a coppie. Si evidenzia come la diminuzione dell'attività fotosintetica (*A*_{max}) sia dovuta nel caso di VP a limitazioni di natura sia stomatica che mesofillica; in LS, invece, la caduta nei valori di *A*_{max} è ascrivibile alla sola componente mesofillica. In entrambi i casi dal ventottesimo giorno si assiste ad un fenomeno di feedback con la chiusura degli stomi (Tab. 2.5).

La provenienza FET presenta un comportamento più complesso rispetto a quelle settentrionali (VP e LS): all'inizio la caduta dell'*A*_{max} è drastica e dipende da limitazioni di natura mesofillica e stomatica; in seguito, si assiste ad una riduzione meno marcata dell'attività fotosintetica e ad una ripresa della conduttanza stomatica. Al ventottesimo giorno, si verifica anche in questo caso un fenomeno di feedback, seguito poi (alle misure del trentacinquesimo giorno) anche da una ripresa nel

consumo della CO₂ nella camera sottostomatica, come segno di una certa ripresa della capacità di fissazione della stessa.

Tab. 2.3 - Risultati dell'analisi multivariata della varianza (MANOVA) a tre fattori (ozono, tempo e provenienza) su tutti i parametri biochimici e fisiologici analizzati in *Fraxinus excelsior* esposto ad O₃ (150 ppb per 35, 8 h di-1).

Fattori e loro interazioni	df (H)	df (E)	Wilk's Lambda test	P
Ozono	6	53	0,168658	≤0,001
Tempo	24	186	0,000619	≤0,001
Provenienza	30	214	0,003296	≤0,001
Ozono x Tempo	24	186	0,025437	≤0,001
Ozono x Provenienza	30	214	1	ns
Tempo x Provenienza	120	314	0,000097	≤0,001
Ozono x Tempo x Provenienza	120	314	1	ns

Tab. 2.4 - Analisi trifattoriale (ozono, provenienza e tempo) della varianza per misure ripetute nel tempo sullo stesso individuo sui parametri degli scambi gassosi fotosintetici (Amax: attività fotosintetica a luce saturante; Gw: conduttanza stomatica; Ci: concentrazione intercellulare di CO₂, WUE: efficienza dell'uso dell'acqua), della fluorescenza della clorofilla a (Fv/Fm: rapporto tra la fluorescenza variabile e quella massima) e del contenuto in clorofilla (Chl) in piante di *Fraxinus excelsior* esposte all'O₃ (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni. Gli asterischi indicano le differenze per: *** = P≤0,001; ** = P≤0,01; * = P≤0,05; ns = P>0,05).

Fattori e loro interazioni	Amax	Gw	Ci	WUE	Fv/Fm	Chl
Ozono	***	*	ns	*	***	***
Provenienza	***	***	***	***	***	***
Ozono x Provenienza	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tempo	***	***	***	***	***	***
Ozono x Tempo	***	**	***	**	**	ns
Provenienza x Tempo	***	***	***	**	***	*
Ozono x Provenienza x Tempo	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tab. 2.5 - Parametri derivati dalle misure degli scambi gassosi, della fluorescenza della clorofilla a e del contenuto relativo in clorofilla, di frassini maggiori esposti all'O3 (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni. I valori riportati rappresentano la media ± ds (n = 4). I dati sono stati esaminati con un test di comparazione a coppie (Student's t-test). Per le abbreviazioni e i simboli, cfr. Tab. 4.

Provenienza	Tempo	Ozono	Amax	Gw	Ci	WUE	Fv/Fm	Chl
VP	7	-	6,2±0,43	73±4,9	179±11,5	1,03±0,115	0,807±0,0099	30,5±0,38
		+	2,5±0,09	33±1,7	204±12,7	0,44±0,061	0,785±0,0127	28,3±0,47
		P	***	***	*	***	*	***
	14	-	4,7±0,30	37,5±3,56	144±12,9	0,43±0,092	0,822±0,0119	37,3±0,29
		+	2,6±0,36	33,2±1,70	216±4,8	0,39±0,026	0,771±0,0021	29,2±0,43
		P	***	ns	***	ns	***	***
	21	-	5,0±0,30	74,7±10,18	211±9,2	0,95±0,139	0,820±0,0062	38,2±0,41
		+	3,9±0,13	68,1±2,19	237±11,2	1,13±0,153	0,751±0,0097	28,0±0,33
		P	***	ns	*	ns	***	***
	28	-	4,9±0,51	77,5±5,93	216±1,6	0,88±0,115	0,788±0,0050	38,0±0,33
		+	1,9±0,12	39,4±3,06	244±13,2	0,54±0,110	0,741±0,0091	26,5±0,25
		P	***	***	**	**	***	***
	35	-	7,4±0,75	96,7±4,50	195±7,7	1,21±0,083	0,822±0,0051	39,8±0,54
		+	3,0±0,34	35,7±2,87	222±22,0	0,56±0,062	0,743±0,0017	26,6±0,38
		P	***	***	ns	***	***	***
LS	7	-	5,4±0,58	57±5,6	173±4,7	0,93±0,109	0,811±0,0030	30,6±0,36
		+	4,2±0,77	50±4,0	202±6,1	0,66±0,062	0,770±0,0081	29,5±0,54
		P	*	ns	***	**	***	*
	14	-	6,0±0,75	72±5,8	175±7,6	0,87±0,142	0,823±0,0734	32,4±0,52
		+	3,3±0,64	72±1,2	254±10,6	0,82±0,130	0,783±0,0137	27,1±0,46
		P	**	ns	***	ns	**	***
	21	-	6,95±0,25	99±12,4	206±14,3	1,4±0,04	0,819±0,0012	35,3±0,38
		+	3,725±0,25	91±12,3	270±3,9	1,3±0,11	0,740±0,0090	30,1±0,26
		P	***	ns	***	ns	***	***
	28	-	7,0±0,21	95±10,6	206±8,6	1,37±0,112	0,808±0,0111	34,4±0,08
		+	1,7±0,38	33±2,3	211±15,6	0,34±0,080	0,672±0,0087	27,0±0,21
		P	***	***	ns	***	***	***
	35	-	6,0±0,13	78±2,0	191±20,0	1,13±0,111	0,819±0,0093	36,4±0,26
		+	1,8±0,25	32±6,0	205±15,7	0,27±0,051	0,703±0,0078	26,1±0,47
		P	***	***	ns	***	***	***
FET	7	-	8,8±0,38	100±10,7	182±11,8	1,6±0,29	0,799±0,0194	33±3,43
		+	2,3±0,32	25±10,9	196±12,2	0,4±0,19	0,769±0,0113	27,2±4,67
		P	***	***	ns	***	*	ns
	14	-	11,1±2,78	124±40,2	183±7,89	1,45±0,43	0,825±0,0065	37,93±2,12
		+	2,5±0,22	199±55,6	312±1,29	1,24±0,21	0,821±0,0040	27,7±1,69
		P	***	ns	***	ns	ns	***
	21	-	12,1±0,19	195±34,2	218±2,2	2,54±0,39	0,819±0,0029	43,9±4,46
		+	6,1±0,52	146±94,7	238±37,8	2,13±1,21	0,802±0,0071	33±6,64
		P	***	ns	ns	ns	**	*
	28	-	12,1±0,19	195±34,2	218±2,2	2,54±0,39	0,809±0,0054	51,6±7,34
		+	5,3±0,25	55±23,1	141±42,6	0,67±0,26	0,799±0,0017	33,9±5,77
		P	***	***	*	***	*	**
	35	-	10,0±1,68	190±17,8	113±7,6	1,42±0,07	0,827±0,0040	41,7±2,74
		+	4,4±0,68	279±22,2	132±23,1	1,51±0,34	0,787±0,0066	34,7±7,23
		P	***	ns	***	ns	***	ns

Tab. 2.6 - Risultati dell'analisi multivariata della varianza (MANOVA) a tre fattori (ozono, tempo e provenienza) su tutti i parametri biochimici e fisiologici analizzati in *Fraxinus ornus* esposto ad O₃ (150 ppb per 42 giorni, 8 h d⁻¹).

Fattori e loro interazioni	df (H)	df (E)	Wilk's Lambda test	P
Ozono	6	31	1	ns
Provenienza	30	126	0,029138	≤0,001
Ozono x Provenienza	24	109	0,008606	≤0,001
Tempo	30	126	0,039676	≤0,001
Ozono x Tempo	24	109	1	ns
Provenienza x Tempo	120	187	0,001665	≤0,001
Ozono x Provenienza x Tempo	120	187	1	ns

Tab. 2.7 - Analisi trifattoriale (ozono, tempo e provenienza) della varianza per misure ripetute nel tempo sullo stesso individuo sui parametri degli scambi gassosi fotosintetici, della fluorescenza della clorofilla *a* e del contenuto in clorofilla di piante di *Fraxinus ornus* esposte all'O₃ (150 ppb, 8 h d⁻¹) per 42 giorni. Per le abbreviazioni e i simboli, cfr. Tab. 4.

Fattori e loro interazioni	Amax	Gw	Ci	WUE	Fv/Fm	Chl
Ozono	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Provenienza	***	**	**	***	ns	ns
Ozono x Provenienza	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tempo	***	**	ns	***	ns	ns
Ozono x Tempo	***	*	***	ns	ns	ns
Provenienza x Tempo	***	**	*	***	ns	ns
Ozono x Provenienza x Tempo	ns	ns	ns	ns	ns	ns

L'abbattimento dell'attività fotosintetica (Tab. 2.8) nella provenienza VB è causato da limitazioni di sola natura stomatica (chiusura degli stomi, verosimilmente in relazione alla presenza di O₃) fino alle misurazioni del ventunesimo giorno. Dopodiché la diminuzione dell'Amax risulta connessa prioritariamente a limitazioni di natura mesofillica, per tornare, alle misurazioni del quarantaduesimo giorno, ad essere solamente stomatica. Nella provenienza toscana (FOT) la diminuzione dell'Amax sembrerebbe essere di natura stomatica e mesofillica, con peso variabile delle due componenti in funzione del tempo. Solo nelle misurazioni della prima settimana le limitazioni dell'attività fotosintetica sono decisamente ascrivibili a quelle di natura stomatica.

L'analisi istologica delle sezioni a fresco ha evidenziato che il danno sottostante alla zona necrotica puntiforme riscontrata macroscopicamente è costituito dalla necrosi e/o dalla degenerazione delle sottostanti cellule del mesofillo (Fig. 2.2 A e B). In particolare, si può notare una perdita di clorofilla, come messo in evidenza dalla fluorescenza primaria in luce blu (Fig. 2.2 B). Il colore giallo

evidenzia questa perdita ed è possibile notare che la zona danneggiata può riguardare da una singola cellula (Fig. 2.2 A) ad un gruppo limitato di cellule (3-5) del palizzata (Fig. 2.3).

Inoltre, nelle Fig. 2.2 A e B vengono messe in evidenza (freccie) le cellule danneggiate del palizzata [in giallo per la perdita di clorofilla quelle in fluorescenza primaria (B) ed in colore marrone chiaro per la visione in luce chiara trasmessa (A)] non sottostanti direttamente all'epidermide. Si tratta o di cellule del secondo strato del palizzata oppure delle parti più prossime al tessuto lacunoso o di quelle direttamente sottoepidermiche del palizzata stesso. Evidentemente questo tipo di danno è di tipo subliminale (o "pre-visual") in quanto non è riscontrabile da un operatore ad occhio nudo, poiché il suo effetto è mascherato dalle cellule sovrastanti.

È stato possibile inoltre riscontrare un altro tipo di sintomo per certi versi diametralmente opposto a quello subliminale: ciò che un osservatore esterno può percepire come necrosi puntiforme adassiale in realtà non è quella caratteristica del danno da O₃, così come descritto in letteratura (Guenthardt-Goerg et al., 1993, 1997, 2000; Anttonen et al., 1996; Sutinen et al., 1990, Vollenweider, 2003, Bussotti et al. 2003 e 2005). In particolare, come è possibile ricavare dall'osservazione in autofluorescenza in luce blu, le cellule risultano con contenuti diversi rispetto alle altre dell'epidermide e con le pareti in parte collassate. Le cellule del sottostante tessuto a palizzata, peraltro, non presentano pareti collassate (come, invece, tipicamente quelle danneggiate dall'O₃).

Tab. 2.8 - Parametri derivati dalle misure degli scambi gassosi, della fluorescenza della clorofilla a, del contenuto relativo in clorofilla, di frassini minori esposti all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 42 giorni. I valori riportati rappresentano la media \pm DS (n = 4). I dati sono stati esaminati con un test di comparazione a coppie (Student's t-test). Per le abbreviazioni e i simboli, cfr. Tab. 4.

Provenienza	Tempo	Ozono	Amax	Gw	Ci	WUE	Fv/Fm	Chl
VB	7	-	8,2 \pm 0,03	400 \pm 39,2	303 \pm 3,3	2,59 \pm 0,115	0,803 \pm 0,0202	46,9 \pm 2,18
		+	5,3 \pm 0,19	54,6 \pm 2,71	180 \pm 13,3	0,98 \pm 0,01	0,779 \pm 0,0195	44,7 \pm 9,38
		P	***	***	***	***	ns	ns
	14	-	8,1 \pm 0,33	320 \pm 146,8	277 \pm 50,6	2,34 \pm 0,443	0,821 \pm 0,0111	52,1 \pm 6,54
		+	5,3 \pm 0,19	54,6 \pm 2,71	180 \pm 13,4	0,98 \pm 0,01	0,778 \pm 0,0016	49,7 \pm 5,79
		P	***	*	**	***	*	ns
	21	-	7,93 \pm 0,386	237 \pm 161,5	241 \pm 69,8	2,16 \pm 0,420	0,821 \pm 0,0029	44,5 \pm 1,51
		+	4,77 \pm 0,150	44,9 \pm 1,25	159 \pm 8,2	0,92 \pm 0,007	0,798 \pm 0,0278	44,3 \pm 1,26
		P	***	ns	ns	***	ns	ns
	28	-	9,1 \pm 0,05	154 \pm 1,8	229 \pm 0,9	3,02 \pm 0,005	0,822 \pm 0,0174	51,5 \pm 2,71
		+	6,38 \pm 0,058	266 \pm 2,9	292 \pm 0,5	3,95 \pm 0,017	0,827 \pm 0,0141	52,7 \pm 4,38
		P	***	***	***	***	ns	ns
	35	-	8,92 \pm 0,287	172 \pm 3,1	249 \pm 4,6	2,38 \pm 0,015	0,835 \pm 0,0061	54,6 \pm 3,86
		+	5,51 \pm 0,033	177 \pm 4,0	287 \pm 1,4	2,35 \pm 0,014	0,832 \pm 0,0074	53,5 \pm 4,09
		P	***	ns	***	ns	ns	ns
	42	-	10,34 \pm 0,283	174 \pm 4,9	237 \pm 0,95	1,85 \pm 0,048	0,831 \pm 0,0073	61,3 \pm 1,16
		+	2,95 \pm 0,474	28,16 \pm 2,687	173 \pm 41,4	0,38 \pm 0,029	0,816 \pm 0,0143	52,6 \pm 1,35
		P	***	***	*	***	ns	***
FOT	7	-	16,63 \pm 0,343	257 \pm 4,2	206 \pm 1,7	3,49 \pm 0,382	0,791 \pm 0,0071	53,5 \pm 2,84
		+	10,86 \pm 0,082	134 \pm 11,3	191 \pm 11,2	2,31 \pm 0,23	0,783 \pm 0,0195	51,9 \pm 1,59
		P	***	***	*	**	ns	ns
	14	-	16,05 \pm 0,189	257 \pm 12,1	209 \pm 4,7	3,96 \pm 0,092	0,834 \pm 0,0156	51,2 \pm 2,53
		+	8,03 \pm 0,125	219 \pm 112,1	251 \pm 37,8	1,97 \pm 0,336	0,788 \pm 0,0016	48,0 \pm 3,31
		P	***	ns	ns	***	*	ns
	21	-	9,84 \pm 1,205	326 \pm 222,5	250 \pm 68,2	2,62 \pm 0,386	0,806 \pm 0,0136	51,9 \pm 2,87
		+	7,48 \pm 0,833	122 \pm 18,3	219 \pm 4,5	1,70 \pm 0,058	0,768 \pm 0,0178	48,8 \pm 7,05
		P	*	ns	ns	**	ns	ns
	28	-	17,89 \pm 0,302	333 \pm 5,1	224 \pm 3,5	5,38 \pm 0,142	0,850 \pm 0,0426	52,3 \pm 1,73
		+	6,20 \pm 0,017	112 \pm 5,2	243 \pm 4,1	2,06 \pm 0,024	0,837 \pm 0,0089	55,4 \pm 3,46
		P	***	***	***	***	ns	ns
	35	-	16,21 \pm 0,191	273 \pm 8,4	224 \pm 1,8	3,53 \pm 0,007	0,842 \pm 0,0106	55,4 \pm 1,15
		+	6,28 \pm 0,137	189 \pm 4,2	283 \pm 2,6	2,11 \pm 0,027	0,817 \pm 0,0042	53,6 \pm 1,43
		P	***	***	***	***	ns	ns
	42	-	4,81 \pm 0,702	53,41 \pm 11,843	194 \pm 12,6	0,75 \pm 0,223	0,835 \pm 0,0086	57,7 \pm 1,22
		+	5,79 \pm 0,287	186 \pm 62,2	283 \pm 24,6	1,88 \pm 0,492	0,827 \pm 0,0098	55,30 \pm 2,19
		P	*	**	***	**	ns	ns

Sono state, inoltre, osservate le sezioni a fresco anche in epifluorescenza con luce UV. È stato possibile ricavare la presenza di strutture sub-cellulari di forma sferoidale che è possibile assimilare ai "lipidic bodies" descritti già in letteratura (Bussotti et al., 2003). Questi corpi sferici sono agglomerati di metaboliti secondari, probabilmente formati a seguito della degenerazione delle membrane di organelli cellulari. Appare evidente un loro ruolo connesso con l'esposizione ad O₃

delle foglie o come cataboliti della degenerazione delle membrane interne oppure come per la mobilitazione di sostanze di riserva necessarie alla costruzione delle strutture epidermiche.

Anche nelle sezioni incluse in resina epossidica e colorate con blu di toluidina (Fig. 2.4A e B) è stato possibile riscontrare il danno causato dall'O₃. La Fig. 2.4A mostra il danno subliminale (frecche): due cellule del secondo strato del palizzata ormai non sono più vitali; sono facilmente visibili le pareti collassate, la disorganizzazione interna e la concentrazione dei contenuti. Sono, comunque, visibili ancora numerosi organelli interni, segno che la morte della cellula è avvenuta con un procedimento rapido (comportamento caratteristico nella risposta HR). I contenuti interni sono maggiormente concentrati e gli organelli ancora ben visibili. Sempre nel palizzata (Fig. 2.4B) si riscontrano, inoltre, anche cellule (freccia) nelle quali sono presenti fenomeni di condensazione di sostanze polifenoliche (come i tannini) in piccole (ma numerose) sfere.

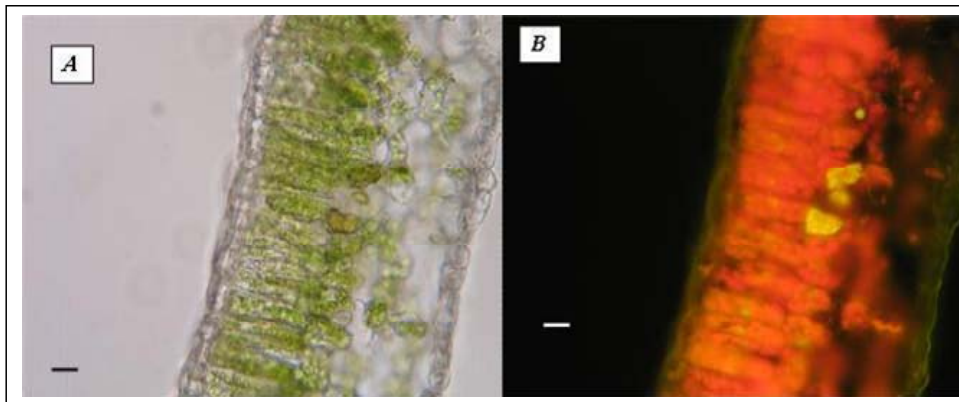


Fig. 2.2 – Sezione trasversale a fresco di una foglia di *Fraxinus excelsior*, provenienza LS, esposta all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni. A): sezione a fresco (spessore 30 μm) non colorata; barra = 23,8 μm . B): sezione a fresco (spessore 30 μm) non colorata ed osservata con epifluorescenza con luce blu ($\lambda=450-490$ nm); barra = 23,8 μm .

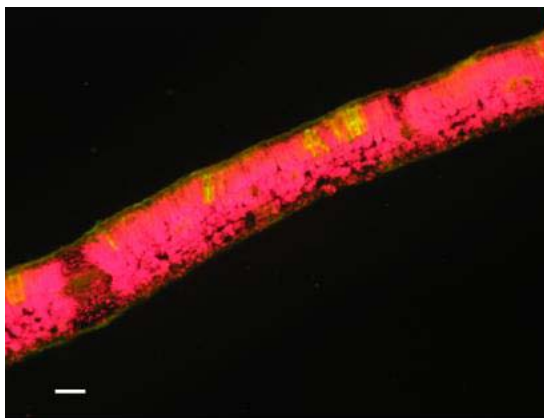


Fig. 2.3 - Sezione trasversale a fresco di una foglia di *Fraxinus excelsior*, provenienza FET, esposta all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni (spessore 30 μm) non colorata ed osservata con epifluorescenza con luce blu ($\lambda=450-490$ nm); barra = 88 μm .

I polifenoli, in genere, sono una delle risposte attive che la pianta mette in atto come difesa dagli attacchi fungini e, siccome il segnale elicitato è lo stesso dell'O₃, è plausibile che la pianta lo “traduca” in azioni simili.

In Fig. 2.5 è riportata una sezione trasversale di foglia colorata con Calcofluor MR2 ed osservata in epifluorescenza con luce UV. In questo tipo di colorazione i polisaccaridi ed in particolare il callosio, presentano una fluorescenza bianco intenso. Si possono riscontrare ispessimenti delle pareti longitudinali del palizzata soprattutto per le cellule che mostrano evidenti segni di collassamento. Inoltre, vi sono ispessimenti ed apposizioni anche sulle pareti di contatto fra le cellule dell'epidermide superiore ed il palizzata stesso. Questi non sono generalizzati, ma concentrati su piccole porzioni di parete (20-30 µm). Essi si trovano anche nelle parti del tessuto lacunoso più vicine al tessuto a palizzata. Tale comportamento sembrerebbe rispondere ad un criterio di difesa “post infezionale”, allo scopo di creare barriere fisiche alla diffusione dell'O₃ nelle cellule. Si notano anche ispessimenti delle pareti tangenziali delle cellule dell'epidermide (in particolare superiore); tale comportamento è stato riscontrato anche nelle cellule dei controlli e, pertanto, sembra meno connesso con la presenza di O₃. È, comunque, da notare che nei campioni esposti al trattamento con O₃ le apposizioni delle pareti esterne dell'epidermide sono meno localizzate e più diffuse.

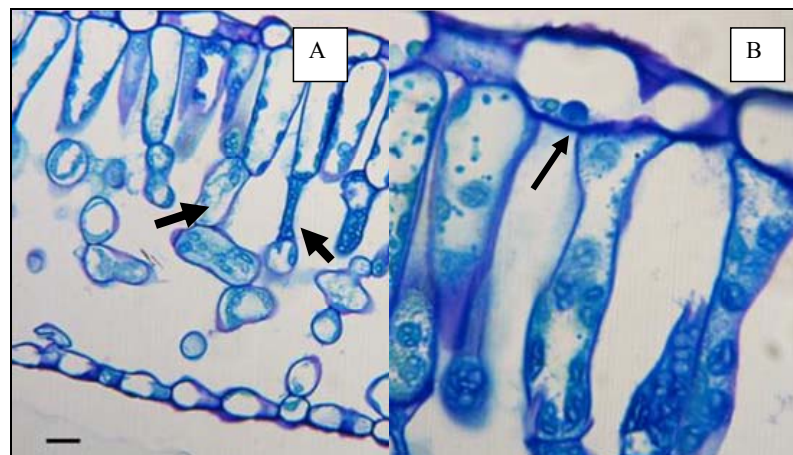


Fig. 2.4 - A) Sezione trasversale inclusa in resina epossidica (spessore 2 µm) di *Fraxinus excelsior* esposto all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni, provenienza LS; barra = 23,8 µm. B) Particolare della sezione colorata con blu di toluidina.

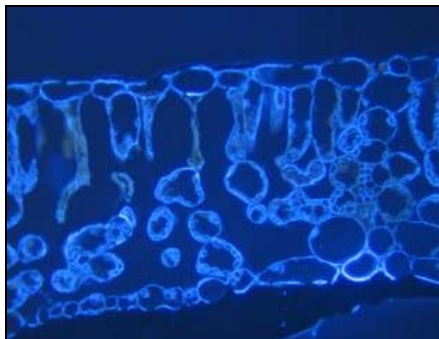


Fig. 2.5 - Sezione trasversale inclusa in resina epossidica (spessore 2 μm) di *Fraxinus excelsior* (provenienza LS) esposto all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 35 giorni, colorata con Calcofluor MR2 ed osservata con epifluorescenza in luce UV ($\lambda=340\text{-}380\text{ nm}$).

Per quanto riguarda il frassino minore, le osservazioni al microscopio riguardano la sola provenienza settentrionale (VB), giacché quella toscana (FOT) al termine dell'esperimento non presentava danni visibili. Per tale provenienza si può notare come il danno espresso (Fig. 2.6A e B) risulta da un punto di vista qualitativo simile a quello dei frassini maggiori (cellule del palizzata danneggiate con perdita dei contenuti di clorofilla), ma riguardante mediamente un numero maggiore di cellule. Non si presenta, invece, la tipologia di danno "atipico" riscontrata nei frassini maggiori a carico delle sole cellule dell'epidermide superiore. Sono presenti corpuscoli sferoidali assimilabili ai "lipidic bodies". Interessante è notare, nelle sezioni incluse e colorate con blu di toluidina, una serie di fenomeni che differenziano il comportamento dei frassini minori (VB) dalle provenienze dei frassini maggiori. Riportiamo qui di seguito un elenco di queste caratteristiche peculiari:

- presenza di cellule collassate e con pareti in parte collabite, che alla concentrazione dei succhi citoplasmatici accompagnano anche una degenerazione degli organelli interni, che risultano quasi non più visibili (Fig. 2.7);
- presenza di gruppi di cellule del palizzata con dei corpi sferoidali di circa 8 -10 μm di diametro posti circa sul baricentro della cellula stessa e che sono identificabili come lipidic bodies (Fig. 2.7);
- nelle cellule ancora con contenuti citoplasmatici non eccessivamente concentrati e con gli organelli ancora ben identificabili si possono riscontrare fenomeni di abbondanti vescicolazioni interne;

- a livello delle cellule del tessuto lacunoso sono presenti piccole protusioni delle pareti di forma sferica; la presenza di tali protusioni è riconosciuta come marker cellulare del “burst ossidativo” (OB) (Vollenweider et al., 2003): questo comportamento non è stato riscontrato con chiarezza nelle provenienze di *F. excelsior*.

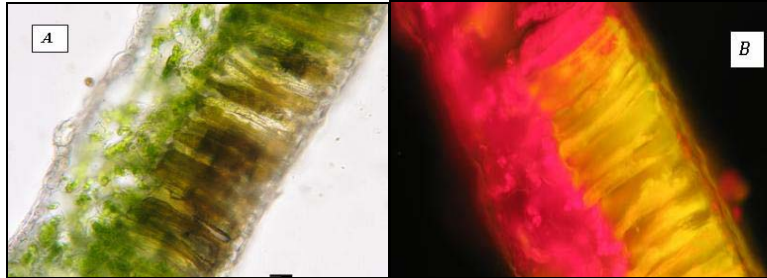


Fig. 2.6 - Sezione trasversale a fresco (spessore 30 μm) di una foglia *Fraxinus ornus*, provenienza VB, esposta all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 42 giorni. A) sezione non colorata; barra = 23,8 μm . B) sezione a fresco (spessore 30 μm), non colorata ed osservata con epifluorescenza con luce blu ($\lambda=450-490$ nm); barra = 23,8 μm .

Per quanto fin qui esposto si può concludere che la risposta della provenienza VB appartiene alle tipologie di ACS (*Accelerated Cell Senescence*) piuttosto che a quelle HR-like. Del resto questo tipo di risposta (più lenta della *HR-like*) è in linea con quanto riscontrato a livello dell'espressione del danno visibile che, nei frassini minori, arriva dopo sei settimane di trattamento (invece che tre nel caso della provenienza più precoce dei frassini maggiori).

In Fig. 2.8 si mostra una sezione trasversale di foglia colorata con Calcofluor MR2 e osservata con epifluorescenza in luce UV. In bianco brillante sono espressi gli ispessimenti delle pareti di natura polisaccaridica (in particolare callosio). Si può notare come le apposizioni siano in particolare a carico delle pareti longitudinali di alcune cellule del palizzata, mentre sono quasi assenti (a differenza di quanto riscontrato nei frassini maggiori) a livello del tessuto lacunoso. Si notano anche significativi ispessimenti delle pareti esterne delle cellule epidermiche.

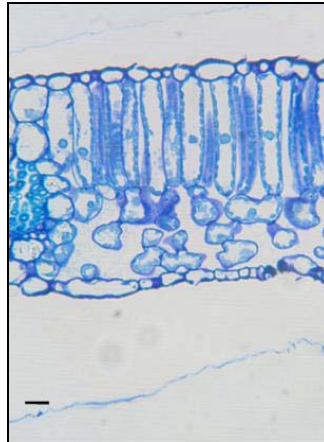


Fig. 2.7 - Sezione trasversale inclusa in resina epossidica (spessore 2 μm) di una foglia di *Fraxinus ornus*, provenienza VB, esposta all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 42 giorni, colorata con blu di toluidina; barra = 23,8 μm .

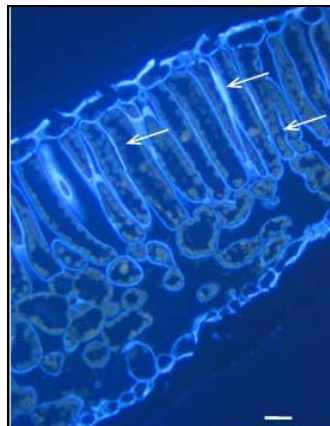


Fig. 2.8 - Sezione trasversale inclusa in resina epossidica (spessore 2 μm) di una foglia di *Fraxinus ornus*, provenienza VB, esposta all'ozono (150 ppb, 8 h d-1) per 42 giorni; colorata con Calcofluor MR2 ed osservata con epifluorescenza in luve UV ($\lambda=340-380\text{ nm}$); barra = 23,8 μm .

2.4 CONCLUSIONI

Dall'esame dei risultati ottenuti è possibile concludere che esistono differenze nell'espressione del danno visibile sia tra le due specie sia, nell'ambito di queste, tra le provenienze, con una maggiore resistenza dei frassini minori rispetto ai maggiori e, all'interno di questa specie, di quella provenienza meridionale. Inoltre, è stato constatato che tale diversità non riguarda la sola espressione del danno visibile, ma è stata verificata anche a livello dei parametri ecofisiologici.

In particolare, il fatto della espressione del danno ritardata dei frassini minori rispetto ai maggiori può essere spiegata anche dal comportamento della conduttanza stomatica; infatti, i minori, per le

prime settimane reagiscono con significative diminuzioni di questo valore (indice di chiusura degli stomi), senza peraltro assistere ad accumulo di CO₂ nelle camere sottostomatiche (segno dell'efficienza nella fissazione della stessa CO₂ da parte del mesofillo).

Per quello che riguarda le indagini istopatologiche con riferimento alla diversificazione delle specie, è possibile affermare che essa riguarda in particolare il tipo di strategia adottata: di risposta HR-like per quel che riguarda i frassini maggiori e di ACS per i minori. In questi ultimi, inoltre, sono stati osservati marker cellulari del “burst ossidativo”. Questo evidentemente non significa che esso non avviene anche nei frassini maggiori, ma solamente che questo complesso di reazioni a catena nel caso di *F. excelsior* non lascia “l'autografo istopatologico”.

Gli effetti micromorfologici consentono di “validare” il sintomo “ozone-like”, ma il solo utilizzo di tecniche microscopiche, in assenza del danno visibile, non possono essere risolutive. Comunque, l'utilizzo di tali tecniche in associazione a misurazioni di carattere ecofisiologico, quali scambi gassosi e fluorescenza della clorofilla a, possono indirizzare meglio la diagnosi del danno precoce e subliminale.

Inoltre, le differenze nell'espressione del danno e nei parametri saggiati sono una risposta costitutiva delle diverse provenienze (quindi di tipo genetico). Infatti, le piante sono state tutte allevate nelle stesse condizioni edafiche, ambientali ed ecologiche (controllate), in modo da permettere loro di avvicinarsi quanto più possibile all'optimum di vegetazione. Tale circostanza ha reso possibile porre come condizione il fatto che l'unico stress che la pianta ha subito è quello che è stato somministrato nell'esperimento (ovvero l'O₃).

2.5 BIBLIOGRAFIA

Anttonen S., Sutinen, M.L., Heagle, A.S. (1996) - Ultrastructure and some plasma membrane characteristics of ozone-exposed loblolly pine needles. *Physiologia Plantarum*, 98: 309-319.

Bussotti F., Agati G., Desotgiu R., Matteini P., Tani C. (2005) - Ozone foliar symptoms in woody plant species assessed with ultrastructural and fluorescence analysis. *New Phytologist* 166: 941-955.

Bussotti F., Gravano E., Grossoni P., Tani C., Mori B. (2003) - Ultrastructural response of a Mediterranean shrub species to O₃. In: Karnosky D.F. *et al.* (Eds), Air pollution, global change and forests in the new millennium. Elsevier, 469 pp.

Günthardt-Goerg M.S., McQuattie C.J., Maurer S., Frey B. (2000) - Visible and microscopical injury in leaves of five deciduous tree species related to current critical ozone levels. *Environmental Pollution* 109: 489-500.

- Günthardt-Goerg M.S., McQuattie C.J., Scheidegger C., Matyssek R., Rhiner C. (1997) - Ozone-induced cytochemical and ultrastructural changes in the leaf mesophyll cell wall. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 453-463.
- Günthardt-Goerg, M.S., Matyssek, R., Scheidegger, C., Keller, T. (1993) - Differentiation and structural decline in the leaves and bark of birch (*Betula pendula*) under low ozone concentrations. *Trees* 7: 104 - 114.
- Innes J.L., Skelly J.M., Shaub M. (2001) - *Ozone and broadleaved species. A guide to the identification of ozone-induced foliar injury*. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 136 pp.
- Lefohn, A.S. (1992) - The characterization of ambient ozone exposures. In: Lefohn, A.S. (Ed.), Surface level ozone exposures and their effects on vegetation. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 366 pp.
- Lorenzini G., Nali C. (2005) – *Le piante e l'inquinamento dell'aria*. Springer, Milano, 247 pp.
- Mahlotra S.S., Khan AA. (1984) – Biochemical and physiological impact of major pollutants. In: Treshow M. (Ed.), Air pollution and plant life. Wiley & Sons, NY, 113-159 pp.
- O'Brien T.P.; Mc.Cully M.E. (1981) - The study of plant structure principles and select methods. Termarcaphi Pty, Melbourne, 45 pp.
- Sutinen, S., Skärby, L., Wallin, G., Sellden, G. (1990) - Long-term exposure of Norway spruce, *Picea Abies* (L.) Karst, to ozone in open-top chambers. 2. Effects on the ultrastructure of needles. *New Phytologist* 115: 345-355.
- Vollenweider P., Ottiger M., Günthardt-Goerg M.S. (2003) - Validation of leaf ozone symptoms in natural vegetation using microscopical methods. *Environmental Pollution* 124: 101-118.

3 IL BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE

Coordinatore scientifico: Prof. Riziero Tiberi. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DiBA)

3.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Il termine biomonitoraggio vuole intendere l'insieme delle metodologie che utilizzano esseri viventi per ottenere informazioni sullo stato dell'ambiente. L'indice di inquinamento viene stabilito attraverso il monitoraggio chimico-fisico e fornisce informazioni di tipo quantitativo, riferito alla situazione che si registra al momento del rilevamento, e viene espresso in termini di concentrazione relativa di ogni singolo inquinante.

Il monitoraggio mirato a stabilire l'indice di diversità, e quindi di complessità della biocenosi, prevede tutta una serie di campionamenti della flora e della fauna e successivamente l'identificazione delle varie specie e la loro densità di popolazione, così da ottenere dati qualitativi (lista delle specie) e quantitativi (abbondanza di ogni specie) necessari per procedere alla valutazione dell'influenza delle condizioni fisiche di ogni ambiente su presenza e distribuzione degli organismi vegetali e animali.

Il verde urbano e periurbano può svolgere un ruolo non secondario nella conservazione della biodiversità ai diversi livelli. Negli ultimi anni particolare interesse è stato rivolto alla salvaguardia della diversità di specie animali e vegetali. Infatti, a causa dell'alta densità di popolazione umana del nostro paese, come del resto di buona parte d'Europa, assistiamo da una parte ad una progressiva espansione delle aree urbanizzate; d'altra parte, è evidente un corrispondente impoverimento ecologico delle aree agricole, sottoposte all'intensificazione produttiva nelle zone più accessibili e a fenomeni di abbandono nelle aree marginali (Kleijn, and Sutherland 2003). Nell'uno e nell'altro caso si assiste ad una omogeneizzazione ed impoverimento ecologico. Le aree verdi urbane possono avere quindi importanza sia per i valori ecologici locali che per la loro dislocazione nel territorio, analizzabile in un contesto più ampio mediante i principi e le tecniche della "landscape ecology". In generale è da considerare importante la loro funzione di collegamento, reale o potenziale, tra porzioni lontane di ambienti naturali che sono stati frammentati dallo sviluppo urbanistico. Fanno parte quindi, in funzione di corridoi o di "pietre da guado" (*stepping stones*) del complesso mosaico

ambientale. Gli animali selvatici colonizzano le aree verdi delle città perché vi trovano condizioni favorevoli. Temperature più elevate, disponibilità di cibo, presenza limitata di predatori, assenza del disturbo venatorio ma, soprattutto, presenza di aree naturali di tipo residuale (parchi urbani con buona copertura arborea, tratti fluviali con presenza di vegetazione arboreo-arbustiva lungo le sponde). Gli ecosistemi urbani sono però caratterizzati da una notevole instabilità, dovuta all'intervento umano che può determinare profondi cambiamenti in tempi molto brevi. Le aree verdi urbane rappresentano dunque ambienti peculiari, spesso utilizzati da popolazioni animali e vegetali di particolare interesse: sia perché rappresentano un'interruzione del degrado urbano rispetto all'ambiente rurale, sia perché queste popolazioni in alcuni casi possono avere un elevato interesse di tipo conservazionistico. Come conseguenza delle caratteristiche ambientali e della loro gestione, le aree verdi urbane svolgono un ruolo di serbatoio e di aumento della biodiversità faunistica locale, soprattutto quando vi siano rappresentate caratteristiche compatibili con le tipologie ambientali naturali del comprensorio dove l'area verde risiede (Clergeau et al. 2001). La biodiversità animale non deve essere considerata solo a livello di macrofauna; anche gli insetti, e in misura minore anche gli acari, sono da ritenersi *taxa* di notevole incidenza nel determinare e definire la natura complessa della biodiversità, nonché nel costituire affidabili indicatori della capacità di autoregolazione di numerosi ecosistemi terrestri e quindi del loro stato di salute. D'altra parte, ambienti naturali complessi inseriti all'interno della matrice urbana possono fungere da rifugio per specie che interagiscono negativamente con le attività umane. Fanno parte di questo gruppo specie commensali come ratti, blatte, ecc. che possono avere ripercussioni negative, soprattutto per gli aspetti sanitari. Inoltre, il fatto che le aree verdi urbane siano di solito zone particolarmente tranquille, spesso con notevoli risorse trofiche e dove le attività di caccia sono vietate, se da un lato consentono il mantenimento di popolazioni di specie interessanti, talvolta permettono il costituirsi di popolazioni di specie alloctone, che altrimenti non avrebbero potuto insediarsi sul territorio, e con risvolti complessivamente negativi. A tale fenomeno si somma la recente, e deleteria, abitudine di immettere in tali aree animali domestici divenuti ingombranti o indesiderati con l'ipocrita motivazione di consentire una loro "migliore sistemazione". Al proposito occorre sottolineare come le "invasioni biologiche", ovvero la diffusione di specie alloctone, sia attualmente considerata come la seconda causa al mondo di perdita di biodiversità, e come siano già presenti anche nel panorama nazionale esempi di invasioni a partire da spazi verdi (di particolare rilievo la diffusione dello scoiattolo grigio americano a partire da parchi privati in Piemonte, e il conseguente rischio di scomparsa dello

scoiattolo rosso europeo su buona parte del continente). I cambiamenti globali del clima, inoltre, ci stanno esponendo, e ci esporranno senz'altro sempre di più nel prossimo futuro, all'espansione geografica e all'incremento numerico di alcune specie, con prevedibili problemi di carattere sanitario (p. es. ditteri pungitori, ospiti di parassiti).

Le indagini faunistiche assumono pertanto una rilevante importanza anche in questi ambienti, permettendo di:

- 1) migliorare la conoscenza del numero e della consistenza delle specie che vivono in queste aree;
- 2) valutare la presenza e distribuzione di specie che rivestono particolare rilevanza di interesse conservazionistico;
- 3) realizzare e gestire le aree verdi ottimizzando quelle che sono le caratteristiche di idoneità faunistica;
- 4) affrontare le eventuali presenze indesiderate di specie problematiche e/o alloctone invasive.

3.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

3.2.1 Avifauna

La classe degli uccelli, intesi come indicatori ambientali, rappresenta una categoria capace di segnalare, sia con la loro presenza o assenza sia attraverso correlazioni con parametri fisici, chimici o di uso del suolo, lo stato di salute e di equilibrio degli ecosistemi. Gli uccelli sono particolarmente adatti a questo scopo in quanto ampiamente distribuiti in tutti gli ambienti e le stagioni, relativamente facili da osservare e censire, si trovano spesso agli apici delle catene trofiche e sono molto sensibili alle modificazioni dell'ambiente, in particolare durante la riproduzione. Per monitorare la loro presenza lo strumento sicuramente più utilizzato è l'atlante, ovvero l'analisi di presenza e distribuzione delle varie specie, a partire da una rete di rilevatori, per lo più volontari. Utilizzato in principio per indagare territori di ampie dimensioni come nazioni e continenti, sempre più spesso viene impiegato per analizzare aree di limitata estensione interessate dallo sviluppo urbano. In Europa il primo atlante urbano pubblicato è quello riguardante l'area di Londra (1977), cui sono seguiti molti altri, soprattutto di città tedesche (Ginevra, 1983; Magonza, 1983; Berlino Ovest, 1984; Bonn, 1984; ecc.). Dal allora la metodologia di ricerca in contesti urbanizzati si è diffusa anche in Italia, con la pubblicazione di numerosi atlanti (Milano, 1988; Firenze, 1990; Marcon, 1990, Trento,

1991; Cremona, 1992; Livorno, 1994; ecc.). I risultati ottenuti dai vari atlanti, oltre a produrre un'informazione accessibile a tutti utilizzabile per esempio in ambito didattico, hanno fornito strumenti di pianificazione territoriale urbana a vario livello di complessità (nel comune di Napoli i suoi risultati sono stati inclusi nel Piano Regolatore Generale). Importanti anche i contributi offerti nel campo della gestione faunistica, soprattutto per i problemi riguardanti l'esplosione demografica di alcune popolazioni come il piccione (*Columba livia* forma *domestica*), oppure i dormitori invernali dello storno (*Sturnus vulgaris*), e tutti i problemi, sanitari e sociali, che ne derivano.

I vantaggi di questo approccio risiedono principalmente nel basso costo, essendo basati su una rete di volontari e appassionati, e nella facile interpretabilità dei risultati, che sono generalmente presentati come mappe di distribuzione. D'altra parte, l'impianto soffre di carenze strutturali, in quanto il campionamento è necessariamente disomogeneo e non risponde a criteri di rappresentatività spaziale e statistica; i volontari tendono infatti a campionare più intensivamente alcuni ambienti e alcune specie rispetto ad altre, considerate meno attraenti. Un'analisi più fine, che permetta di costruire modelli di vocazione ambientale, richiede invece un salto di qualità, impostando campionamenti randomizzati e stratificati. La messa a punto di metodi di campionamento che siano nel contempo rigorosi e compatibili con le esigenze e preferenze dei volontari, rappresenta un'area di grande interesse per la ricerca applicata.

3.2.2 Atlanti ornitologici italiani

Fra gli atlanti ornitologici italiani, possiamo citare:

- Napoli (A.S.O.I.M. 1995)
- Pavia (Bernini et al. 1998)
- La Spezia (Biagioni et al. 1996)
- Valsesia, Piemonte (Bordignon 1993)
- Cossato, Piemonte (Bordignon 1997)
- Monte Fenera, Piemonte (Bordignon 1999)
- Biella (Bordignon 1999)
- Monte Calisio, Trentino (Caldonazzi & Fasola 1989)
- Roma (Cignini B. & Zapparoli M. 1996)
- Livorno (Dinetti M. 1994)
- Firenze (Dinetti M. & Ascani P. 1990)

- Grosseto (Giovacchini P. 2001)
- Cremona (Groppali R. 1994)
- Reggio Emilia (Gustin M. 2002)
- Trento (LIPU 1998)
- Torino (Maffei G., Pulcher C., Rolando A. & Carisio L. 2001)
- San Donà e Musile di Piave (Marcolin C. & Zanetti M. 1999)
- Parco Regionale dei Colli Euganei (Mezzavilla F. 2001)
- Marcon (VE) (Stival E. 1990)
- Val di Cecina (PI) (Tellini Florenzano G. 1996)
- Brescia (Ballerio G. & Bricchetti P. 2003)

Notevoli sono anche le esperienze che riguardano la collocazione di cassette nido, destinate a favorire la nidificazione di specie ornitiche che necessitano di cavità all'interno di alberi e che altrimenti non trovano sufficiente ospitalità in boschi di recente impianto. Questo tipo di intervento permette, durante il periodo primaverile ed estivo, di avere popolazioni tipiche di ambienti di bosco maturo anche all'interno dell'area urbana, arricchendo il patrimonio faunistico generale e, inoltre, generando un interesse didattico/culturale elevato dovuta anche alla loro facile osservabilità. L'utilizzo di cassette nido può essere sfruttata anche per favorire l'insediamento di varie specie di roditori e chiroterri, spesso considerati elementi di repulsione ma che invece possono svolgere un ruolo ecologico importante. Durante i mesi invernali, la disposizione di mangiatoie facilita l'osservazione di specie stanziali e svernanti. Il loro rifornimento, che può essere delegato ad appassionati e scuole, avvicina alla conoscenza dei problemi ecologici legati alle singole specie e determina la migliore conoscenza di specie talvolta comuni ma praticamente sconosciute ai più. In questi settori sono attivi una molteplicità di soggetti, a partire da associazioni ambientaliste, che operano a livello volontario, sino a produttori specializzati in grado di fornire prodotti finiti di varia tipologia.

3.2.3 Mammalofauna

La presenza di mammiferi in aree urbane ha conosciuto negli ultimi decenni un notevole incremento, reso popolare soprattutto dal caso delle volpi in alcune città inglesi (Londra, Oxford e Bristol soprattutto; Harris 1981, Macdonald and Newdick 1982). Altre specie comuni sono il riccio (Micol et al. 1994) e alcune specie di cervidi. La presenza di queste specie, oltre a interessare una notevole

parte dell'opinione pubblica, solleva una serie di problemi, anche di carattere sanitario, in quanto le popolazioni urbane, potenziali serbatoi di importanti patologie, pericolose anche per l'uomo, quali l'echinococcosi e la rabbia (Threwella and Harris 1988), sono sempre in contatto più o meno stretto con le popolazioni selvatiche circostanti all'ambiente urbano (Broadfoot, et al. 2001). L'analisi di queste popolazioni è molto più difficile, per una serie di ragioni sia tecniche (difficoltà di rilevamento) che sociali (minore attrazione dei cittadini verso il rilevamento di animali notturni e scarsamente osservabili, Baker et al. 2004).

3.2.4 Artropodofauna

Tutte le iniziative che sono previste per migliorare le condizioni ambientali mediante la realizzazione di spazi verdi ad uso molteplice e inquadrare nella giusta collocazione di un contesto naturalistico consentono la permanenza o la stabilizzazione di artropodi antagonisti di altri fitofagi dannosi, e pertanto con la loro azione consentono un sempre minore impiego di sostanze chimiche di sintesi, spesso assai persistenti e ad azione polivalente, nella protezione delle piante (Solinas, 1993; Altieri, 1995). Si ricordano a tal proposito i buoni risultati conseguiti in esperienze condotte nell'ambito di un progetto di naturalizzazione definito per aree degradate nel Lazio con l'impiego di determinate specie arboree o l'adozione di equilibrate pratiche di gestione per favorire il recupero potenziale di specie animali ormai in rarefazione in quanto poco tolleranti nei confronti di sostanze di sintesi immesse nell'ambiente per sostenere lo sviluppo di piante coltivate e/o nella loro difesa (Tiberi et al., 2001). Gli effetti delle sostanze inquinanti immesse nell'ambiente sia sulle composizioni specifiche della componente animale e sia sulla qualità dell'ambiente, vengono evidenziati in senso positivo o negativo dalle dinamiche di popolazione di alcuni fitofagi come conseguenza delle modificazioni indotte alla pianta, e dall'ostacolo che gli stessi inquinanti rappresentano per gli antagonisti di specie dannose, in quanto mascherano le vittime stesse (Battisti e Tiberi, 1999). La mancata regolazione biologica può causare di conseguenza degli scompensi nella composizione specifica delle relazioni trofiche e quindi alterazioni spesso profonde nell'intero sistema. Gli studi sulle comunità di acari presenti nelle aree verdi urbane e periurbane sono rari e per lo più a valenza faunistica, con limitate informazioni ecologiche (Ehler and Frankie, 1978; Moryama and Mori, 1997). Di ben altro valore scientifico sono le informazioni sulla qualità dell'ambiente che si possono ottenere considerando altri artropodi quali ad esempio i coleotteri carabidi, considerati a livello internazionale uno dei più affidabili gruppi di bioindicatori dell'ambiente che ne ospita le comunità. Esaminando le

caratteristiche biologiche ed adattative di ogni specie campionata è possibile trasformarle in valori di leggibilità che possono essere inseriti e, pertanto, integrati nella cartografia ambientale. Si viene in tal modo a mettere in evidenza i processi di trasformazione che avvengono a livello di ambiente e più in generale dell'ecosistema, nonché di interi paesaggi.

Anche i ditteri sirfidi sono da ritenersi un gruppo molto studiato nelle analisi ambientali e ciò avviene soprattutto in molte regioni dell'Europa centrale e settentrionale, mentre molte sono ancora le carenze riguardo le conoscenze di questi insetti in Italia. L'importanza accordata ai sirfidi come indicatori della qualità dell'ambiente è da ricondurre alla loro notevole sensibilità ai cambiamenti, naturali o indotti, che si registrano nella composizione dell'aria e nella complessità delle biocenosi. Analoghe considerazioni si possono avanzare per gli odonati, più conosciuti come libellule, allorché si debba procedere a verificare la qualità delle acque e quindi a determinare le situazioni in cui si sono registrati fenomeni di inquinamento chimico, oppure i casi di eccessiva presenza di materiale in decomposizione e quindi ridotta quantità di ossigeno libero indispensabile per tutti i processi di respirazione degli organismi acquatici.

Negli ambienti terrestri indicatori molto studiati e affidabili sono le specie impollinatrici, in quanto trovano nelle tecniche di coltivazione o di allevamento delle piante, come anche nelle strategie adottate per incrementare la produzione e/o l'accrescimento delle piante, ostacoli che ne riducono drasticamente la presenza e quindi la loro funzione ecologica. In questa ottica si possono inquadrare anche le difficoltà che molti insetti entomofagi incontrano nella localizzazione e anche nell'aggressione delle vittime, quando queste sono in attività in ambienti che hanno perduto parte della loro naturalità a seguito dell'eccessiva antropizzazione.

3.2.5 Gestione del verde

La gestione della vegetazione, arborea, arbustiva ed erbacea, finalizzata all'incremento delle presenze faunistiche desiderabili, e all'eventuale controllo di quelle indesiderabili, è fondamentale per ottenere risultati in tal senso. Nei parchi storici, dove le finalità principali sono quelle di mantenere un impianto conforme all'originario per motivi di testimonianza storica, le possibilità sono più limitate. Spesso, però, la presenza di alberi monumentali o di vegetazione arborea di impianto antico, se ben mantenuta, permette la presenza di specie particolari e rare: rapaci notturni, picidi, chiroterri, mammiferi arboricoli. I parchi di recente o di futura costituzione sono quelli che permettono una pianificazione finalizzata all'incremento della biodiversità, anche tramite un'analisi *a priori* delle

possibilità di colonizzazione dell'area a partire dalla matrice di popolazioni presenti e dalla permeabilità degli ambienti circostanti; questo può essere realizzato con grande accuratezza tramite gli strumenti dell'analisi territoriale (come, ad esempio, i Sistemi Informativi Territoriali/*Geographic Information Systems*). Da un punto di vista gestionale, inoltre, è possibile differenziare all'interno dell'area varie tipologie ambientali (bosco, prato, area umida) in modo tale da massimizzare gli habitat disponibili alla fauna ed alla flora spontanea. Addirittura è possibile diversificare, all'interno della stessa tipologia ambientale, i metodi di gestione che possono corrispondere anche a tipologie di fruizione diversa. Per esempio, possiamo avere aree a prato periodicamente sfalciate nelle zone maggiormente fruibili per gli aspetti ricreativi e di gioco, aree a prato incolto nelle zone marginali o che comunque si prestano meglio ad attività di tipo didattico, percorsi fitness, ecc. La tipologia della vegetazione da scegliere in caso di nuovo impianto acquisisce un'importanza fondamentale. In primo luogo, laddove non sussistano vincoli di tipo storico, la scelta preferenziale dovrebbe riguardare essenze autoctone in modo da favorire la costituzione di ambienti che si possano integrare con la realtà territoriale e che vadano ad interrompere la frammentazione dovuta allo sviluppo urbanistico. In seconda istanza, in base anche alle esigenze di fruizione e compatibilmente alle esigenze di sviluppo temporale della fisionomia del parco, sono da preferire essenze capaci di costituire una valida attrattiva per la fauna. In base a questo principio dovranno essere privilegiate specie capaci di produrre, nei vari momenti dell'anno, frutti, bacche o altro, appetibili dagli uccelli e dai mammiferi; andranno disposte in modo tale da differenziare questa offerta all'interno dell'intera superficie interessata. Sarà, inoltre, necessario fornire anche gradi diversi di copertura vegetale in modo da favorire il rifugio/nidificazione.

3.3 ATTIVITÀ SVOLTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RICERCA

L'attività svolta dagli afferenti all'Unità Operativa P3 ha riguardato il censimento dello stato vegetativo e fitopatologico delle piante che costituiscono, essenzialmente, le alberature stradali nel comprensorio fiorentino. Inoltre è stata verificata l'incidenza degli inquinanti sulle funzioni ornamentali delle piante e verificata l'influenza delle diverse condizioni stagionali sulla presenza e diffusione di acari e di insetti su piante che vegetano in spazi urbani, periurbani ed extraurbani.

3.3.1 Risultati del censimento

Il censimento effettuato nel corso del 2005 ha riguardato un tratto del viale dei Colli comprendente circa 600 piante, fra cui platani, tigli, cipressi, bagolari, lecci, ippocastani, pini, oltre a qualche esemplare di ginkgo e di sofora. Lo stato generale di questo tratto di alberatura, rapportabile comunque alla maggior parte degli alberi dei viali di circonvallazione di Firenze, è di generale sofferenza, come si vede dall'alterazione del colore della chioma, dalla forma delle foglie, che spesso sono di ridotte dimensioni, da necrosi diffuse su varie porzioni di chioma e tronco di alcune specie.

Si tratta di viali le cui alberature sono costituite dal susseguirsi di frammenti monospecifici di piante appartenenti a specie diverse. Il problema che si è riscontrato con una certa frequenza (numero/specie) è rappresentato dalle ferite che queste piante presentano sul tronco e alla base (zona del colletto). In molti casi, non essendo stato applicato alcun tipo di protezione antifungina sulla ferita, si sono sviluppati fenomeni di carie a volte anche gravi, soprattutto nelle piante più vecchie che al contrario dovrebbero essere tutelate come alberi di particolare valore storico.

Quasi tutte le piante censite presentano vistosi tagli di potatura, che se in alcune piante come i bagolari, non hanno dato conseguenze gravi, in molte altre sono state la causa dell'insediamento di patogeni di aggressività secondaria o comunque di parassiti di debolezza, cioè non in grado da soli di aggredire piante in buono stato vegetativo, ma non per questo meno pericolosi.

Il colletto delle piante censite si trova libero di solito su due lati per una striscia larga circa un metro. Evidentemente non ci si rende conto dell'importanza di un adeguato apporto idrico per i singoli alberi, soprattutto per quelli in una fase di attiva crescita e che non hanno ancora un apparato radicale abbastanza profondo.

La carenza idrica innesca tutta una serie di meccanismi che tendono ad indebolire la pianta, permettendo quindi l'ingresso di agenti patogeni secondari, sia funghi che insetti, che avrebbero difficoltà a colonizzare la stessa pianta in normali condizioni di salute.

I pochi esemplari di ippocastani presenti si trovano in condizioni disastrose ormai da qualche anno per l'attacco subito dalla *Cameraria ohridella* e dell'antracnosi e per le conseguenze di un intervento di potatura eccessiva, particolarmente esiziale per una specie, quale quella in questione, ha capacità molto limitate di compartimentalizzazione..

I lecci presenti risultano anch' essi in condizioni precarie, e ciò vale sia per gli esemplari più vecchi sia per quelli di recente impianto. Oltre a presentare patologie come conseguenza di danni meccanici,

si trovano in una condizione di deperimento dovuto ai ripetuti attacchi di agenti patogeni a cui la pianta non è in grado di reagire in modo adeguato.

Bisogna chiedersi quindi se è opportuno perseverare nella piantagione di questa specie, che non riesce ad avere uno sviluppo vegetativo regolare per il continuo attacco di patogeni e per la non adatta stazione vegetazionale, o se è preferibile sostituirla, almeno per il momento, con altre più resistenti che non presentano patologie di una certa gravità.

3.3.2 Risultati su monitoraggio degli insetti e degli acari.

Le indagini sono state svolte in tre aree: una urbana, una periurbana ed un'altra extra urbana, tutte ubicate nel comprensorio fiorentino. All'interno delle tre aree sono state considerate le specie arboree più frequenti e tra esse quelle comuni ai tre contesti (leccio e tiglio).

Dall'esame dei campioni di organi verdi e lignificati è stata accertata la presenza di individui afferenti a 29 specie, con prevalenza relativa nella stazione localizza in ambiente naturale e a seguire in quella periurbana e quindi in quella urbana. Stesso andamento decrescente, a livello di diversità specifica, si è registrato riguardo la presenza di predatori e parassitoidi degli stessi acari.

Nel caso degli insetti, nelle tre stazioni oggetto di studio sono stati riscontrati individui afferenti a diversi ordini: tisanotteri, emitteri (omotteri ed eterotteri), lepidotteri, ditteri ed imenotteri, a diversa specializzazione trofica, vale a dire fitofagi ed entomofagi (predatori e parassitoidi). Le entità afferenti al primo ordine hanno manifestato preferenze diverse per le tre aree; infatti le cocciniglie e le cicaline sono state più frequenti e numerose nell'area urbana e più sporadiche in quella extra urbana. Gli afidi, invece hanno manifestato chiara preferenza per l'area periurbana. Comportamento decisamente opposto hanno mostrato gli insetti defogliatori (per lo più lepidotteri) e i ditteri, in quanto sono stati campionati soprattutto nell'area più naturale; andamento analogo è risultato quello degli entomofagi di questi fitofagi.

I risultati di questa indagine sembrano evidenziare una maggiore presenza e ricorrenza delle cocciniglie e delle cicaline in situazioni più antropizzate; gli afidi e i tisanotteri per le aree di transizione, cioè quelle periurbane, mentre i defogliatori e gli entomofagi sono più distribuiti e numerosi nelle aree con chiare caratteristiche di naturalità.

3.3.3 Risultati delle indagini sulle problematiche riconducibili agli inquinanti.

I principali inquinanti legati all'ambiente urbano derivano dai processi di combustione, ossidi di azoto (NO e NO₂, collettivamente indicati con NO_x) e composti organici volatili (idrocarburi, in primo luogo), dai quali si genera – sotto l'azione della radiazione solare, nell'ambito del complesso fenomeno denominato “fotosmog” – l'ozono (O₃), universalmente riconosciuto come il principale (più diffuso, ma anche più nocivo) agente tossico nell'atmosfera. Non sono, poi, da trascurare gli ossidi di carbonio e di zolfo (in particolare il biossido, SO₂, in passato assai più importante che non oggi), gli elementi in tracce e le polveri sospese.

Nelle piante l'O₃ segue il medesimo percorso di altri gas, penetrando nelle foglie attraverso gli stomi aperti; in soluzione acquosa (nell'apoplasto), rapidamente degradata in diversi derivati attivi dell'O₂ ritenuti i veri responsabili degli effetti tossici. Le conseguenze visibili indotte dall'O₃ sulla foglia consistono inizialmente in una clorosi diffusa che, successivamente, si evolve in bronzatura o nella comparsa di *stippling* (necrosi puntiformi) o *flecking* (necrosi localizzate di pochi millimetri), per lo più limitate al tessuto a palizzata delle regioni internervali. L'esposizione all'inquinante può portare la pianta anche ad un fenomeno di senescenza precoce e filloptosi anticipata.

Il metano ristagnante può causare asfissia radicale e la proliferazione di batteri anaerobi dovuto allo stato asfittico del terreno. Tali batteri ossidano il metano liberando anidride carbonica e acqua e trasformano altre sostanze in componenti tossici per le piante. Ciò provoca arrossamenti e ingiallimenti delle foglie con successive necrosi dei tessuti colpiti. Le radici subiscono un'alterazione del colore, necrotizzano e spesso degenerano in marciumi. In questi casi è necessario intervenire con operazioni dirette a far uscire tutto il metano stagnante e favorire l'entrata di ossigeno nel terreno.

Anche l'atmosfera nei centri urbani, ormai profondamente modificata sotto l'aspetto qualitativo per la presenza di una molteplicità di agenti inquinanti, è causa di danni soprattutto all'apparato fogliare che mostra vari sintomi di sofferenza, i quali nonostante spesso siano aspecifici, evidenziano comunque uno stato di malessere. Il clima nelle città è più mite rispetto a quello delle zone limitrofe a causa anche dell'emissione dei gas di scarico degli autoveicoli e dei processi di combustione degli impianti di riscaldamento domestico. L'aria delle città si riscalda quindi rapidamente, mentre i processi di raffreddamento sono molto rallentati. In pratica si assiste ad un abbassamento di temperatura e ad un aumento di umidità in prossimità delle aree verdi, dovuti anche all'effetto ombreggiante che riduce l'incidenza della radiazione solare sul terreno.

L'impatto ambientale degli inquinanti è molto complesso poiché, oltre a causare danni diretti sulle piante, è responsabile anche dell'acidificazione dell'acqua piovana e di conseguenza anche del suolo. In generale è stato osservato che l'inquinamento atmosferico, unito alle condizioni totalmente inadatte in cui si trova a vegetare la maggior parte delle alberature cittadine, provoca una generale alterazione del colore fogliare, spesso un arrossamento e un accartocciamento e di conseguenza una minore efficienza fotosintetica con una riduzione dell' accrescimento generale.

3.4 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

3.4.1 Monitoraggio

Quando sono presenti, i dati riguardano quasi sempre esclusivamente gli uccelli e spesso sono riferiti a singole realtà anche di limitata estensione territoriale. Risulta perciò prioritario:

- a) raccogliere i dati presenti, sia pubblicati sia presenti sotto forma di *report* o informazioni non pubblicate, verificando la copertura da realizzare ex-novo o da aggiornare;
- b) allargare il campo di interesse anche ad altri gruppi: mammiferi (insettivori, roditori, chiroteri, predatori), pesci, anfibi (tritoni, rane, rospi), insetti (coleotteri, lepidotteri);
- c) impostare protocolli di monitoraggio uniformi e coordinati, per ottenere dati comparabili e facilmente replicabili in periodi successivi, prevedendo la realizzazione in fasi diverse in base alla complessità di specializzazione richiesta.

3.4.2 Gestione

- a) Integrazione delle pratiche silvo-colturali di gestione del verde urbano con le indicazioni di finalità faunistica. Realizzazione a vari livelli in base alla complessità ambientale (parchi di grandi estensioni, giardini, viali alberati, argini fluviali e lacustri, verde pubblico marginale).
- b) Installazione e monitoraggio di sussidi come cassette nido (per uccelli, roditori, chiroteri), mangiatoie (per uccelli, roditori, eventualmente predatori), zone di frega e strutture di risalita da eventuali sbarramenti per pesci, serre per la schiusa dei lepidotteri, ecc.
- c) Controllo di specie indesiderate (p. es. ratto, insetti) adottando misure di sicurezza sia per il pubblico sia per la componente di fauna selvatica da preservare.
- d) Monitoraggio della presenza/apparizione di specie alloctone invasive (scoiattolo grigio, nutria, *Trachemys*, ecc.) e realizzazione di eventuali interventi di controllo per impedire la colonizzazione.

3.4.3 Educazione

a) Realizzazione di percorsi guidati (servizio di accompagnamento, pannelli autoesplicativi) per mostrare le presenze floro/faunistiche più caratteristiche, gli interventi gestionali realizzati, gli aspetti ecologici e conservazionistici.

b) Coinvolgimento di scuole e realizzazione di eventi pubblici per la “riscoperta” delle aree verdi.

Attività informativa sulla “pericolosità” delle specie alloctone, sulle conseguenze della liberazione di esemplari domestici in natura, problematiche legati al commercio di specie esotiche.

3.5 CONCLUSIONI

Una moderna progettazione delle aree verdi non può prescindere da una valutazione *a priori* delle valenze, positive e negative, che tali aree possono avere per la diversità biologica. Analogamente, la gestione e manutenzione delle aree esistenti hanno un notevole impatto, che non deve essere trascurato, sulla componente biotica. Inoltre, la componente animale è un notevolissimo fattore di arricchimento dell'esperienza percettiva che il cittadino ha delle aree verdi.

In estrema sintesi, linee guida per una progettazione che tenga conto delle componenti biotiche sono:

- incrementare la connettività ecologica di tali aree, sia al loro interno (in particolare per le aree più grandi), sia soprattutto rispetto ad habitat adeguati presenti all'esterno;
- prevedere opere e strutture atte a favorire la sosta di specie desiderabili (ad es. impiantando essenze appetite, fornendo disponibilità idriche);
- evitare, ove sia prevedibile un rischio, la presenza di fattori che favoriscano specie indesiderate (ad es. aree di rifugio per ratti, siti di svernamento per storni o di nidificazione per piccioni).

La manutenzione dovrà ispirarsi agli stessi principi, in particolare evitando interventi troppo drastici nei periodi più cruciali per alcune specie (ad es., sfalci o potature durante la nidificazione o lo svernamento, escavazioni di pozze durante l'interramento degli anfibi). Inoltre è opportuno prevedere un monitoraggio biologico delle aree; questo può essere realizzato coinvolgendo il pubblico stesso, abbassando i costi, e con l'effetto collaterale di fornire una rilevante opportunità educativa, e di stimolare l'apprezzamento della zona. Restano da sperimentare le tecniche per dare maggiore affidabilità statistica a tali rilievi.

3.6 BIBLIOGRAFIA

- Altieri M.A. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Intermediate Technology Publications Ltd, London, UK Ed. 2, 433 pp.
- Associazione Studi Ornitologici Italia Meridionale (A.S.O.I.M.) (1995). *Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti nella Città di Napoli*. Electa, Napoli: 264 pp.
- Baker, Philip J and Harris, Stephen and Robertson, Charles P.J. and Saunders, G and White, Piran C.L. (2004). Is it possible to monitor mammal population changes from counts of road traffic casualties? An analysis using Bristol's red foxes *Vulpes vulpes* as an example. *Mammal Review* 34(1-2): 115-115.
- Ballerio G. & Brichetti P. (2003). *Atlante degli uccelli nidificanti nella Città di Brescia 1994-1998*. *Natura Bresciana* 33: 133-167.
- Battisti A. Tiberi R. (1999). Effetti dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici sulle popolazioni di insetti forestali. *Linea Ecologica* 31 (2): 33-35.
- Bernini F. Dinetti M., Gariboldi A., Matessi . e Rognoni G. (1998). *Atlante degli uccelli nidificanti a Pavia*. Comune di Pavia - LIPU: 192 pp.
- Biagioni M. Coppo S., Dinetti M. & Rossi E. (1996). *La conservazione della biodiversità nel Comune della Spezia*. Comune della Spezia: 302 pp.
- Bordignon L. (1993). *Gli uccelli della Valsesia*. C.A.I. Varallo: 190 pp.
- Bordignon L. (1997). *Atlante degli uccelli nidificanti a Cossato. Anno 1989-Anno 1995*. Quaderni di Educazione Ambientale. Comune di Cossato (VC): 102 pp.
- Bordignon L. (1999). *Gli uccelli del Parco del Monte Fenera*. Parco Naturale del Monte Fenera - Regione Piemonte: 127 pp.
- Bordignon L. (1999). *Gli uccelli della Città di Biella*. Comune di Biella: 86 pp.
- Broadfoot, J. D., Rosatte, R. C. and O'Leary, D. T. (2001). Raccoon and skunk population model for urban disease control planning in Ontario, Canada. *Ecological Applications* 11: 295-303.
- Caldonazzi M. & Fasola M. (1989). *La comunità di uccelli nidificanti nell'altopiano del Monte Calisio (Trentino)*. *Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica* 65: 177-202.
- Cignini B. & Zapparoli M. (a cura di) (1996). *Atlante degli Uccelli Nidificanti a Roma*. Fratelli Palombi Editori, Roma: 128 pp.
- Clergeau, P. and Jokimaki, J. and Savard, J. P. (2001). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology* 38(5): 1122-1134.
- Dinetti M. & Ascani P. (1990). *Atlante degli uccelli nidificanti nel Comune di Firenze*. Studio GE9, Firenze: 128 pp.
- Dinetti M. (1994). *Atlante degli uccelli nidificanti a Livorno*. Quaderni dell'ambiente, n. 5, Comune di Livorno e Coop. ARDEA: 174 pp.
- Ehler L. E., Frankie G.W. (1978) - Mites associated with live oak foliage. *Ann. Rev. Entomol.* 23: 367-387.

- Giovacchini P. (2001). Atlante degli uccelli nidificanti a Grosseto. Suppl. n. 17. Atti Museo Storia Naturale Maremma: 221 pp.
- Groppali R. (1994). Gli uccelli nidificanti e svernanti nella Città di Cremona (1990- 1993). Azienda Energetica Municipalizzata e Museo Civico di Storia Naturale, Cremona: 176 pp.
- Gustin M. (2002). Atlante degli uccelli nidificanti a Reggio Emilia. Comune di Reggio Emilia: 136 pp.
- Harris, S. (1981). An estimation of the number of foxes (*Vulpes vulpes*) in the city of Bristol, and some possible factors affecting their distribution. *Journal of Applied Ecology* 18: 455-465.
- Kleijn, D and Sutherland, W. (2003). How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J Appl. Ecology* 40(6): 947-947.
- LIPU (1998). Atlante degli uccelli nidificanti nel comune di Trento. *Natura Alpina* 48 (1- 2):1-207.
- Macdonald, D. W. and Newdick, M. T. 1982. The distribution and ecology of foxes, *Vulpes vulpes* (L.), in urban areas. In: Bornkamm, R and Lee, J A and Seaward, M R D, Eds.: 123-135. *Urban Ecology. The second European Ecological Symposium*. Berlin: Blackwell Scientific Publications.
- Maffei G., Pulcher C., Rolando A. & Carisio L. (2001). L'avifauna della città di Torino: analisi ecologica e faunistica. *Monografie XXXI Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino: 255 pp.
- Marcolin C. & Zanetti M. (1999). Uccelli in città. Atlante degli uccelli nidificanti nell'area urbana di San Donà e Musile di Piave. Edizioni Associazione Naturalistica Sandonatese: 136 pp.
- Mezzavilla F. (red.) (2001). Uccelli del Parco dei Colli Euganei. Atlante di distribuzione e preferenze ambientali. Parco Regionale dei Colli Euganei: 136 pp.
- Micol, T Doncaster, C P and MacKinley, L. A. (1994). Correlates of local variation in abundance of hedgehogs *Erinaceus europaeus*. *Journal of Animal Ecology* 63: 851- 860.
- Moryama S., Mori H. (1997) - Ecosystem analysis of the sub-alpine coniferous forest of the Strigayama IBP area, Central Japan. In: Y. Kituzawa (ed) *mites japanese international biological programme, synthesis* 15:54-61.
- Solinas M. (1993). Verso sistemi più naturali di controllo degli insetti fitofagi. *Atti Acc. Georg. XXXIX (Ser. Settima): 3-27.*
- Stival E. (1990). Avifauna e ambienti naturali del Comune di Marcon (VE). Club Marcon, Marcon (VE): 184 pp.
- Tellini Florenzano G. (1996). Gli Uccelli della Val di Cecina. Regione Toscana - Comunità Montana Val di Cecina: 151 pp.
- Trewhella, W.J. and Harris, S. (1988). A simulation model of the pattern of dispersal in urban fox (*Vulpes vulpes*) populations and its application for rabies control. *Journal of Applied Ecology* 25: 435-450.
- Tiberi R., Casanova P., Memoli A. (2001). Zoocenosi e rimboschimenti: interazioni e biodiversità. In: *I rimboschimenti della tenuta di Castel di Guido*. Corona P. Ed.: 93- 110.

4 L'ASSORBIMENTO E LA RIDUZIONE DEL RUMORE

Coordinatore scientifico: Prof. Rizio Tiberi. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DiBA)

Testo redatto in collaborazione con: Giacomo Lorenzini, Cristina Nali. Università di Pisa, Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose “Giovanni Scaramuzzi”

4.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Tra i differenti agenti di inquinamento presenti nel mondo moderno, tutti con influenza negativa sulla vita umana, il rumore (suono non desiderato e non armonico) è forse uno dei più subdoli (Grossoni, 1994). Gli agenti inquinanti “tradizionali”, quali i gas presenti nell’atmosfera e le sostanze tossiche disperse nel terreno e nell’acqua, provocano una serie di danni con un preciso quadro sintomatico sugli organismi vegetali, i quali possono così funzionare da campanello di allarme. Gli effetti provocati dal rumore, invece, si manifestano principalmente sull’uomo e sugli animali. La fisiologia acustica individua malattie, che vanno dal livello psichico a quello uditivo (Cosa, 1980, 1992; Lenzi *et al.*, 1988), quando i livelli di rumorosità variano fra 66 e 85 dB. Considerando che i rumori registrati nei centri urbani, in prossimità di aeroporti o delle grandi arterie stradali e ferroviarie sono uguali o superiori a quanto indicato, si comprende la gravità della situazione e l’urgenza di mettere a punto sistemi di intervento; fermo restando che il livello di rumorosità non è di per sé l’aspetto più rappresentativo del disagio, che va valutato, invece, in base alla durata dell’esposizione ad un determinato rumore.

Esiste una ampia letteratura di riferimento riguardante il rumore, la sua propagazione ed i mezzi di intervento per il suo abbattimento; la sua riduzione avviene per attenuazione “normale”, a seguito dell’attrito tra le molecole dell’atmosfera durante l’avanzamento dell’onda sonora, e questo fenomeno è il cosiddetto “effetto distanza”; inoltre, l’impatto con ostacoli e barriere di qualsiasi natura (e dimensione) determina riflessione, rifrazione, dispersione ed assorbimento e, quindi, in ultima analisi, comporta una ulteriore attenuazione definita “in eccesso” o “aggiuntiva”.

Da tempo viene proposto l’impiego della vegetazione (siepi, alberate, piccoli boschi, etc.) come elemento naturale per l’attenuazione dei rumori in campo aperto, in grado di interrompere il collegamento diretto fra la fonte di emissione del suono ed il luogo di ricezione dello stesso. Infatti,

la crescente sensibilità nei confronti dell'ambiente da parte sia della popolazione sia del mondo dei ricercatori, ha portato, negli ultimi anni, ad un'attenzione via via maggiore verso quei sistemi di minimizzazione degli impatti ambientali che contemplano un contenuto di "naturalità" sempre più prevalente. Così, la protezione dal suono e dai suoi effetti indesiderati è oggi oggetto di studio in molti settori tecnici ed anche in quelli di ricerca e applicazione della paesaggistica. Le barriere vegetali sono strutture lineari che in ambiente urbano e stradale possono svolgere funzione di protezione nei confronti del rumore ed assumono importanza strategica all'interno di una logica di corretta gestione del territorio. La conoscenza delle loro proprietà fonoisolanti è fondamentale in fase di progettazione urbanistica, autostradale, ferroviaria e/o di impianti industriali. L'utilizzo di questo tipo di barriere ha sicuramente anche un ruolo ornamentale, ma ha anche altri effetti positivi collaterali quali l'abbattimento delle polveri, l'azione climatizzante (su temperatura e umidità) e frangivento, che concorrono alla creazione di un microclima più salubre.

4.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

La scelta delle specie vegetali da impiegare comporta la conoscenza preventiva delle loro capacità di attenuare il rumore, le quali dipendono, a loro volta, dalle caratteristiche fonoisolanti delle singole piante, cioè dalla loro attitudine ad ostacolare e riflettere la propagazione del rumore e dalle caratteristiche fonoassorbenti dei tessuti vegetali. Questi ultimi, infatti, assorbono l'energia sonora e successivamente la trasformano in calore in seguito al movimento dell'energia stessa sulle superfici delle foglie, dei rami, dei fusti ed ai conseguenti moti oscillatori smorzati. L'assorbimento e la dissipazione dell'energia, sotto forma di calore, dipende dalla consistenza dei tessuti fogliari (Gervasio, 1998). Specialmente ad alte frequenze, l'azione di riduzione del rumore avviene anche mediante la deviazione dell'energia sonora.

Il contributo dato alla riduzione del rumore da parte delle foglie è più facilmente quantificabile con prove di laboratorio, lontano da interferenze ambientali (umidità, temperatura, vento, etc.) e territoriali. In questa direzione si sono effettuati numerosi studi per la determinazione della reale capacità di abbattimento delle piante nel loro insieme e scomposte nelle diverse parti quali tronco, rami e foglie. Diverse esperienze in camera anecoica hanno identificato nelle foglie lunghe una decina di centimetri la parte della pianta più attenuante alle frequenze con lunghezza d'onda tra 8-16 cm (2000-4000 Hz). Le latifoglie decidue, soprattutto quelle di grandi dimensioni, coriacee e con

lungo picciolo, hanno normalmente maggiore efficacia nei confronti della riduzione del rumore; questa combinazione, infatti, permette un maggior grado di vibrazione e di flessibilità. Il fogliame, tuttavia, costituisce un'efficace barriera acustica solo per le frequenze superiori a 1000-2000 Hz. Le latifoglie decidue, però, non essendo dotate di un fogliame persistente, hanno una efficacia limitata al solo periodo di attività vegetativa. L'azione di riduzione del rumore avviene in parte anche ad opera del terreno, sede "ospitante" della barriera, mediante l'assorbimento di onde dirette radenti ad esso o la riflessione dell'onda sul suolo con conseguente perdita di energia. È importante, quindi, conoscere la morfologia del terreno, se pianeggiante, rilevata o in trincea. Un buon risultato si ottiene con suoli coperti da erbe o comunque morbidi; al contrario, terreni pietrosi, sabbiosi o ghiacciati anziché assorbenti risultano riflettenti. Ruolo fondamentale è quello svolto dalle radici che, insidiandosi tra le particelle del terreno, mantengono il contenuto in aria ottimale e impediscono la compattazione della massa di terreno, garantendo la giusta porosità del substrato, sia in termini di assorbimento acustico sia di ritenzione idrica. Quest'ultima risulta uno dei fattori a cui deve essere dedicata grande attenzione per la nutrizione e, quindi, la sopravvivenza delle piante.

Nella progettazione di una barriera verde si dovrà tenere conto sia delle condizioni ecologiche in cui si deve operare, sia della disponibilità di materiale vegetale. La scelta delle piante deve essere condotta in primo luogo in base alla loro rusticità e adattabilità all'ambiente, ma è anche necessario tenere presente le condizioni in cui si agisce. Per buona parte del territorio italiano sono interessanti specie xerofitiche del clima mediterraneo. Tuttavia, dal momento che la maggior parte degli studi sulle barriere verdi sono stati effettuati nel Nord Europa e negli Stati Uniti, dati su queste specie sono molto rari. Ricerche svolte presso l'Università del Nebraska, hanno fornito dati sperimentali circa il potenziale impiego di alcuni alberi e arbusti come riduttori del suono. Valori di attenuazione di 5-8 dB sino a 10 dB sono stati riscontrati per cinture di alberi ad alto fusto e ad elevata densità di impianto. Inoltre, impiegando combinazioni di alberi, arbusti e tappeti erbosi, sono stati raggiunti valori di attenuazione 8-12 dB (Cook & Haverbeke, 1974).

La maggior parte degli studi preliminari sulla riduzione del rumore da parte delle barriere vegetali, tratta, tuttavia, l'effetto operato da latifoglie decidue e conifere (Embleton, 1963; Aylor, 1972; Cook & Haverbeke, op.cit.; Kragh, 1979, 1981). In realtà le potenzialità maggiori potrebbero essere fornite da siepi costituite da sempreverdi, caratterizzate quindi da un fogliame persistente. Assai scarsi risultano i lavori che descrivono in termini scientifici il ruolo delle singole specie, dell'altezza, densità, larghezza e lunghezza dei popolamenti vegetali. Degno di particolare attenzione appare un

dettagliato studio condotto da Fang e Ling (2003), sull'efficacia nella riduzione del rumore da parte di 35 specie a foglia larga, di cui 19 sempreverdi. Di questo studio vengono riassunte le conclusioni, riferite a rumori di media frequenza, cioè quelli meglio percepibili dall'orecchio umano. Il problema del disturbo da rumore, infatti, presenta elementi di soggettività relazionati alla frequenza e risulta, perciò, necessario tradurre le quantità fisiche misurate in accordo alla sensibilità percettiva dell'orecchio umano. A parità di pressione sonora, i suoni alle più alte frequenze tendono ad essere percepiti come più forti di quelli alle basse frequenze. A questo scopo l'intensità del rumore viene misurata utilizzando il cosiddetto metodo "A-filtering", che consiste in una procedura con la quale si dà meno peso alle basse frequenze, rispetto a quelle alte. Quando le misure di pressione sono misurate ed elaborate con tale metodo, l'unità di misura utilizzata corrisponde al dBA.

L'altezza delle piante che costituiscono la barriera è un fattore irrilevante al di sopra dei 4 m; l'effetto diventa stabile – rispetto ad un singolo recettore – quando la lunghezza della siepe supera i 50 m; le varie essenze non si comportano alla stessa maniera, ma molto rilevante è il ruolo della densità e della larghezza (profondità) del popolamento vegetale.

In passato già altri Autori avevano evidenziato che bassi valori di visibilità ed elevati valori di larghezza della siepe permettono una maggiore riduzione dell'energia sonora da parte di foglie e branche, grazie ad una maggiore dispersione dell'effetto (Aylor, 1972; Cook & Haverbeke, op. cit.). Nello studio di Fang e Ling (2003), il parametro visibilità è risultato essere quello principale nella riduzione del rumore, e mostrava una correlazione negativa altamente significativa ($R^2 = 0,82$) con l'attenuazione "aggiuntiva" (o "in eccesso"), calcolata come media dei valori di attenuazione relativa – rispetto all'aria – per 20 m, ed espresso in dBA/20 m (Fig. 4.1).

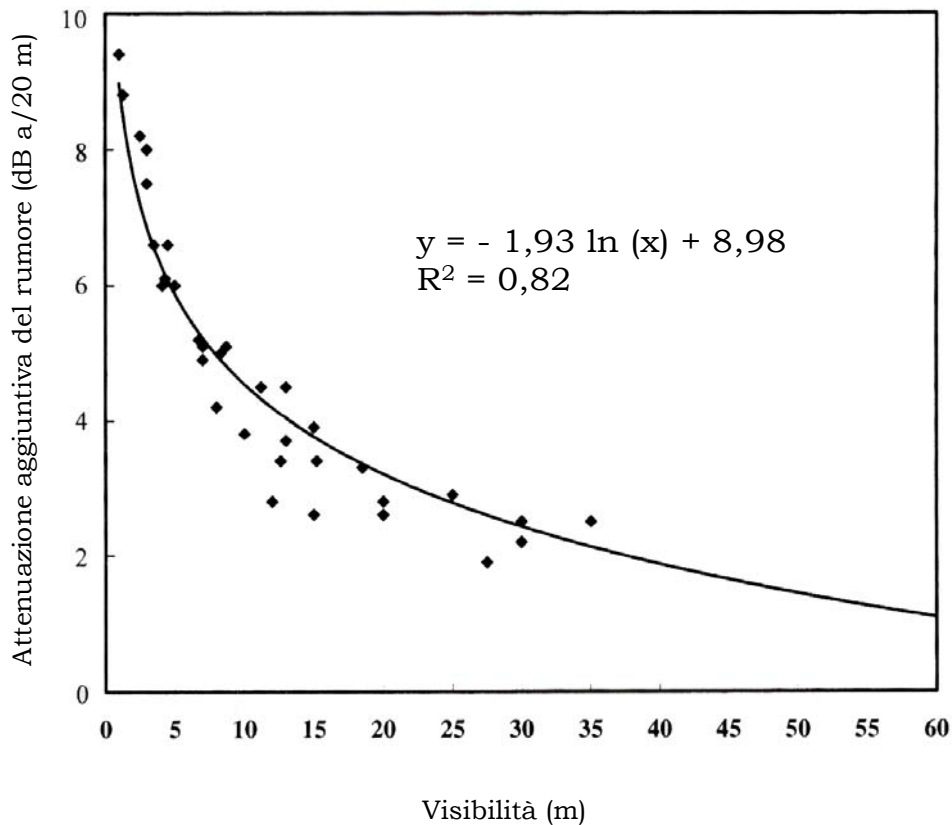


Fig. 4.1 – Regressione tra visibilità ed attenuazione aggiuntiva del rumore, rispetto a quella dell'aria, considerata come valore medio per 20 m (dBA/20) (da dati di Fang e Ling, op. cit.).

La larghezza delle siepi è l'altro fattore significativo che ha un ruolo fondamentale nella riduzione del rumore: con siepi più larghe il cammino acustico all'interno del popolamento vegetale viene allungato e ciò determina, in ultima analisi, un maggiore assorbimento e una maggiore diffusione (Cook & Haverbeke, 1974). Barriere vegetali di ampiezza di almeno 30 m sono più efficaci nella riduzione del rumore (Reethof, 1973; Cook & Haverbeke, op. cit.). Anche l'altezza è un importante fattore da tenere in considerazione: siepi più alte forniscono superfici maggiori e, quindi, più capacità di diffondere o assorbire l'energia sonora (Cook & Haverbeke, op. cit.). Infine, nel caso di barriere vegetali più lunghe, la dispersione dell'onda sonora aumenta, producendo fenomeni di diffrazione maggiori e determinando un positivo effetto sulla riduzione del rumore. Secondo studi condotti da Reethof e Heisler (1976), il popolamento vegetale dovrebbe avere una lunghezza di almeno 60 m per assicurare la massima riduzione del rumore.

Fra tutte le essenze vegetali analizzate da Fang e Ling (op. cit.), quelle di tipo arbustivo risultavano le più efficaci nella riduzione del rumore, grazie ad una maggiore dispersione operata dal loro denso fogliame e dai rami. Fra queste, quelle che fornivano la massima riduzione erano quelle che presentavano un'altezza maggiore del ricevente. Le barriere vegetali caratterizzate da una certa altezza, infatti, permettevano una più alta diffusione e un maggiore assorbimento del rumore.

Una barriera polispecifica risulta, nella maggior parte delle situazioni, più versatile di una monospecifica e nello studio di Fang e Ling viene messo in evidenza come le barriere pluristratificate forniscano i migliori effetti: negli strati più bassi sono preferibili specie a chioma raccolta, di tipo arbustivo, posizionate al di sotto di altre essenze arboree più alte.

Gi Autori hanno potuto dedurre una serie di relazioni tra l'attenuazione relativa, la visibilità e la larghezza, riassunte in parte in Fig. 4.2. Il parametro visibilità è da intendersi inversamente proporzionale alla densità e viene valutato semplicemente analizzando, in una serie di *transect*, la distanza alla quale un essere umano all'interno della siepe diventa invisibile ad un osservatore esterno (risultati analoghi si ottengono determinando la caduta di intensità luminosa di un fascio di luce artificiale proiettato all'interno). La Fig. 4.2 individua 4 regioni:

- D, corrispondente ad un abbattimento pari al massimo a 3 dB A; si tratta delle condizioni meno favorevoli, dominate da siepi relativamente poco profonde (sino a circa 10 m);
- C, con campo di abbattimento tra 3 e 6 dB A: la larghezza raggiunge anche 25 m, in corrispondenza dei maggiori valori di visibilità (e quindi minore densità);
- B, tra 6 e 10 dB A: con siepi larghe 3 m; si consideri che un abbattimento di 6 dBA equivale a raddoppiare la distanza tra sorgente e recettore;
- A, con livelli di attenuazione pari o superiori a 10dB A: in queste condizioni il ruolo della visibilità è marginale e prevale la larghezza, che comunque non è inferiore a 10 m.

È quindi possibile correlare i parametri indagati, così che, ad esempio, si ottengano risultati analoghi con una barriera larga 5 m e con visibilità di 1 m (cioè molto fitta), oppure 10 m di visibilità e 18 m di profondità, e così via. Una barriera vegetale deve comunque presentare requisiti di continuità, cioè assenza di finestrate. D'altra parte, densità elevate garantiscono una continuità rapida da ottenere, ma difficile da difendere nel tempo. Infatti l'ombreggiamento dovuto a densità troppo elevate e/o a potature sbagliate, può indurre in molte specie lo svuotamento della parte bassa della chioma e la formazione di finestre molto ampie, soprattutto con specie non pollonifere (cioè

non in grado di ricacciare germogli dal ceppo o dalle radici e quindi di ricostituire la continuità). La scelta di una densità ottimale e di una corretta potatura riveste, quindi, un ruolo non solo estetico, ma anche di efficienza della barriera stessa.

4.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Lo stato dell'arte delle conoscenze è elevato e pertanto dal punto di vista teorico esiste un elevato tasso di trasferibilità delle ricerche. Mentre in molti Paesi si è verificato uno sviluppo tecnico regolare e parallelo per la popolazione lungo strade di grande traffico, ferrovie ed aeroporti, in Italia si tende ad ignorare, quasi del tutto, il problema dell'isolamento acustico a livello paesaggistico. Lo studio di Fang e Ling (op. cit.), invece, mostrando chiaramente come si possano ottenere riduzioni del rumore attraverso idonee barriere vegetali, fornisce dati molto importanti che possono essere utilizzati nel campo della progettazione ambientale.

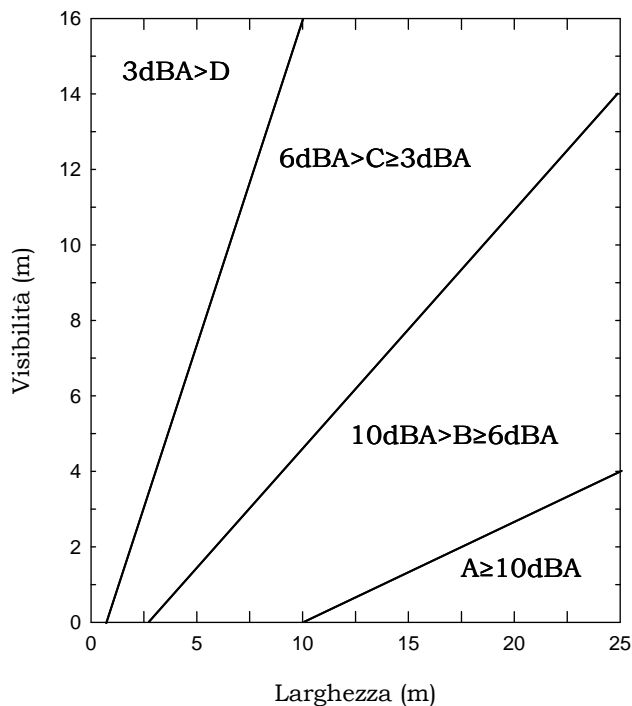


Fig. 4.2 – Ruolo della visibilità (e cioè della densità) e della larghezza di siepi monospecifiche sulla attenuazione del rumore, rispetto all'aria (da dati di Fang e Ling, op. cit.).

4.4 CONCLUSIONI

In sintesi, l'effetto di abbattimento del rumore da parte di barriere vegetali è ben dimostrato, ma le condizioni necessarie per il conseguimento di risultati particolarmente significativi sembrano non facilmente realizzabili in ambito urbano, in considerazione delle specifiche richieste in termini di larghezza e densità delle siepi. Le piante e i sistemi piante-terreno (terrapieni, muri verdi, etc.) possono essere una valida soluzione nel contenimento dell'inquinamento sonoro solo in particolari contesti. Le barriere vegetali, infatti, se costituiscono indubbiamente la soluzione più corretta, sotto il profilo ambientale, per il problema dell'inquinamento acustico, non sono però applicabili ovunque: la loro effettiva convenienza ed efficacia risulta limitata alla protezione di insediamenti che si trovano immediatamente a ridosso della strada, oltre che ai casi limite dei viadotti autostradali. Inoltre, la ricostituzione della vegetazione richiede sia spazi adeguati sia l'esistenza di condizioni tali che ne assicurino la sopravvivenza

Le esperienze italiane riguardanti installazioni di barriere verdi, seppur sporadiche rispetto alla rete infrastrutturale di trasporto presente sul territorio, testimoniano un crescente interesse verso questo tipo di protezione antirumore. È evidente, tuttavia, l'ampio margine di sviluppo di tali tecniche e la conseguente necessità di iniziative tese a colmare le carenze conoscitive in materia.

La consapevolezza che tali sistemi sono preferibili nella riduzione degli specifici impatti ambientali dovrà determinare indirizzi per ulteriori approfondimenti relativi non solo alle tecniche di realizzazione delle opere, ma anche, e soprattutto, alla loro contestualizzazione nell'ambito territoriale. In particolar modo occorre indagare sulle modalità pianificatorie degli interventi che devono tenere in debito conto il corretto inserimento nel contesto naturale ed antropico del sito in cui si viene ad operare. Per far questo bisogna mettere a punto un approccio metodologico interdisciplinare teso ad includere ogni aspetto naturalistico, ingegneristico e socio-economico, connesso a progetti di bonifica acustica. Solo così, ciò che oggi viene ancora considerato un problema tecnico da risolvere - il rumore - potrà rappresentare un'occasione di sviluppo sostenibile e di effettivo miglioramento ambientale.

4.5 BIBLIOGRAFIA

- Aylor D.E. (1972) – Noise reduction by vegetation. *Journal of Acoustical Society of America* 51: 197-205.
- Cook D.I., Haverbeke D.F.V. (1974) - Trees and shrubs for noise abatement. University of Nebraska, College of Agricultural Experiment Station Bulletin, RB246.
- Cosa M. (1980) – Il rumore urbano e industriale. Istituto Italiano di Medicina Sociale, Roma.
- Cosa M. (1992) – L'inquinamento da rumore. NIS, Roma.
- Embleton T.F.W. (1963) – Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods. *Journal of Acoustical Society of America* 35: 1119-1125.
- Fang C.F., Ling D.L. (2003) – Investigation of the noise reduction provided by tree belts. *Landscape and Urban Planning* 63: 187-195.
- Gervasio S. (1998) – Alberi e vegetazione: un'efficace soluzione ai problemi di inquinamento acustico? FIMIT, Atti del Congresso Nazionale dell'A.I.A., Milano.
- Grossoni P. (1994) – Effetti della vegetazione sul rumore. In: Atti del Convegno “Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale”, Accademia dei Georgofili, Firenze.
- Kragh J. (1979) – Pilot study on railway noise attenuation by belts of trees. *Journal of Sound Vibration* 66: 407-415.
- Kragh J. (1981) – Road traffic noise attenuation by belts of trees. *Journal of Sound Vibration* 74: 235-241.
- Lenzi P., Lenzi A., De Bernardi G. (1988) – Il danno uditivo da rumore in rapporto ai fattori di rischio. Atti del Congresso Nazionale dell'A.I.A., Milano.
- Reethof G. (1973) – Effect of plantings on radiation of highway noise. *Journal of Air Pollution and Control Association* 23: 185-189.
- Reethof G. & Heisler GM. (1976) – Trees and forest for noise abatement and visual screening. USDA Forest Service General Technical Report, NE-22, pp. 39-48.

5 LA FITORIMEDIAZIONE DEI SUOLI INQUINATI E LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

Coordinatore scientifico: Prof. Francesco Paolo Nicese. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura (DOFI)

Testo redatto in collaborazione con: Stefano Mancuso, Elisa Azzarello

5.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Il ripristino di zone degradate o contaminate ha assunto negli ultimi anni un'importanza crescente. La presenza di inquinanti organici od inorganici in elevate concentrazioni nei suoli di aree periurbane, o limitrofe a zone ad alta densità produttiva, rappresenta uno dei problemi ambientali più attuali. L'accumulo di rifiuti urbani, il traffico motorizzato, gli inceneritori, le centrali termoelettriche, le emissioni industriali nocive, lo sfruttamento e la dismissione di miniere e di ex aree industriali rappresentano alcuni fra i maggiori problemi dei paesi industrializzati soprattutto a causa delle potenziali gravi conseguenze per la salute umana. Il recupero di siti contaminati è perciò una delle più importanti problematiche ambientali attuali e richiede competenze multidisciplinari per gli aspetti estremamente differenziati e complessi che la contraddistinguono.

L'urgente necessità di decontaminare vaste porzioni di territorio è però rallentata e contrastata dal costo elevatissimo delle tecniche attualmente disponibili, normalmente di tipo chimico-ingegneristico, che, oltre ad esser poco convenienti dal punto di vista economico, risultano essere invasive e fonte di profonde alterazioni chimiche, fisiche e biologiche per i substrati oggetto di bonifica. Tali tecniche possono prevedere o la stabilizzazione degli inquinanti all'interno della matrice senza ridurne la quantità presente ma rendendoli innocui tramite l'utilizzo di speciali ammendanti (processo *in situ*) o la rimozione della porzione di suolo contaminata trasferendola altrove per la decontaminazione definitiva (processo *ex situ*). In ogni caso i costi da sostenere per queste tecniche sono molto elevati, così che un'operazione di disinquinamento può diventare spesso insostenibile dal punto di vista economico.

Per ovviare a queste problematiche, la ricerca si è indirizzata verso lo sviluppo di alternative più economiche e rispettose dell'ambiente; un esempio è dato dalla biorimediazione microbica, la quale pur vantando alcuni successi nella degradazione di contaminanti organici non fornisce alcuna

soluzione per la decontaminazione dei metalli pesanti. Viceversa, una tecnologia ecosostenibile ed applicabile su larga scala è rappresentata dalla fitorimediazione, che prevede l'utilizzo di specie vegetali per la decontaminazione di suoli inquinati da metalli pesanti e/o sostanze organiche. Questa può essere, a ragione, definita come una "tecnologia verde" e "*environmental-friendly*" basandosi sul fatto che una pianta può essere paragonata ad una "pompa a energia solare" capace di assorbire inquinanti dal suolo e dall'acqua attraverso le radici, per concentrarli nei tessuti della parte aerea o per degradarli rendendoli così innocui sia per l'ambiente che per l'uomo (Raskin, 2000).

Il termine fitorimediazione è relativamente nuovo: coniato nel 1991, raggruppa al suo interno una serie di tecniche che utilizzano la capacità di cui sono dotate alcune piante per assorbire, rimuovere, degradare o rendere innocui alcuni inquinanti (Cunningharn e Berti, 1993; U.S. Environmental Protection Agency, 2000). È evidente l'interesse che suscita questa tecnica ed i suoi campi di applicazione, anche in contesti apparentemente lontani quali le tematiche del progetto RISVEM, dove peraltro, parlando di verde multifunzionale, è certamente possibile immaginare una area verde (urbana o periurbana) allestita su un terreno degradato per il quale si sarebbe dovuto pensare ad un intervento di recupero oneroso e molto impegnativo.

5.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Il concetto di impiegare specie vegetali per depurare l'ambiente non è certo di nuova introduzione. Già circa 300 anni fa, infatti, fu proposto di utilizzare le piante per il trattamento di acque contaminate (Hartman, 1975), mentre all'inizio del XIX secolo iniziarono i primi studi sull'accumulo di metalli pesanti nelle foglie di varie piante (Baumann, 1985).

L'idea di utilizzare le piante in tecniche di bonifica e decontaminazione ambientale nasce a seguito di numerose applicazioni nella prospezione mineraria. In natura infatti esistono sia specie vegetali particolarmente sensibili a determinati inquinanti sia specie endemiche di aree minerarie che vivono quasi esclusivamente in suoli ricchi di metalli pesanti. Queste ultime, dette indicatrici, con la loro presenza o con determinati cambiamenti morfofisiologici, forniscono informazioni sull'ambiente in cui vivono (Tyler, 1990; Baudo et al., 1995).

Una ulteriore classificazione basata sulla tolleranza prende in considerazione la capacità di accumulo dei contaminanti nei tessuti vegetali. Il termine accumulatrice, si riferisce a quella specie vegetale che, pur non avendo una distribuzione vincolata all'abbondanza di uno o più elementi, né

presentando necessariamente particolari sintomatologie legate a stress, riesce ad accumulare nei propri tessuti una quantità di metalli pesanti superiore ai contenuti medi della vegetazione circostante. Particolarmente interessanti sono poi quelle specie dette iperaccumulatrici, che mostrano una straordinaria capacità nell'accumulo di metalli pesanti (fino a quantità 100 volte superiori rispetto alle specie non-accumulatrici), i quali diventano così tra i principali costituenti inorganici dei tessuti della pianta stessa (Turner, 1997; Brown et al., 1995).

L'estrema tolleranza è dovuta alla elevata capacità di detossificazione mediante compartimentazione vacuolare in forma di complessi con acidi organici oppure alla formazione di precipitati insolubili nel citosol (Lasat, 2002). Fino ad oggi sono stati individuati circa 400 *taxa* vegetali in grado di crescere ed accumulare diversi generi di inquinanti (Baker et al., 1989a; 1989b), la maggior parte di questi sono di tipo erbaceo e provengono da zone caratterizzate da climi tropicali e subtropicali, essendo così limitante nella diffusione in areali con climi diversi da quelli di origine. Le piante iperaccumulatrici sono spesso di piccole dimensioni e con un limitato tasso di crescita. Parte della ricerca nell'ambito della fitorimediazione sta perciò indirizzandosi verso l'individuazione di nuove specie con un elevato tasso di assorbimento di inquinanti ed una capacità di sviluppo superiore a quella delle specie attualmente utilizzate.

A differenza di altre tecniche che prevedono la rimozione dei suoli inquinati e il trattamento *ex-situ* degli stessi, la fitorimediazione viene eseguita *in situ* senza bisogno di rimuovere e trasportare porzioni di suolo; inoltre, la presenza sul posto di specie vegetali accresce e migliora le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del terreno con vantaggi sia di tipo ecologico che economico. A seconda del tipo di inquinante e della modalità di decontaminazione, le tecniche di fitorimediazione possono venire classificate in dirette oppure indirette. Nelle tecniche dirette, la specie vegetale può agire direttamente sul metallo pesante o sul composto organico estraendolo, immagazzinandolo e trasportandolo nella parte aerea della pianta. Nelle tecniche indirette, invece, si assiste ad un'azione simultanea dell'apparato radicale e dei microrganismi del suolo. Infatti, i microrganismi che si trovano a contatto con l'apparato radicale della pianta, possono aumentare e ottimizzare l'interazione col metallo e aumentare la capacità della stessa pianta di allontanare il metallo dal suolo.

5.2.1 Le tecniche

Come accennato in precedenza, la fitorimediazione è in realtà un insieme di specifiche tecniche che si differenziano fra loro in funzione dell'azione decontaminante svolta.

Tra queste possiamo individuarne alcune tra le più importanti:

- fitoestrazione
- fitodegradazione
- rizofiltrazione
- rizodegradazione
- fitostabilizzazione
- fitovolatilizzazione

5.2.1.1 Fitoestrazione

È una delle tecniche maggiormente utilizzate per la rimozione dei metalli pesanti. Essa utilizza specie capaci di assorbire gli inquinanti dal suolo per accumularli e concentrarli nella pianta, anche grazie all'azione di specifiche metalloriduttasi emesse dalle radici che incrementano l'assorbimento degli ioni metallici; la rimozione del contaminante dall'ambiente avviene asportando l'intera pianta. Si riduce così la quantità di biomassa da trattare con una concentrazione del metallo molto più elevata rispetto a quella del suolo. Questa tecnica può essere utilizzata anche per il trattamento di fanghi e di acque reflue. Alcune ricerche hanno evidenziato come la biomassa ottenuta possa arrivare ad essere una risorsa: piante con elevata concentrazione di selenio, elemento essenziale nella nutrizione, possono essere trasportate in aree dove questo elemento è deficitario, e utilizzate per il foraggiamento degli animali (Banuelos, 1997).

I principali svantaggi della fitoestrazione sono:

- le iperaccumulatrici sono generalmente piante di piccole dimensioni, a lenta crescita e con un apparato radicale superficiale;
- la biomassa della pianta deve essere asportata, stoccata come rifiuto speciale ed infine trattata per il recupero del metallo; il problema quindi viene trasferito e non risolto (anche se le ceneri ottenute possiedono un volume di stoccaggio contenuto);

- i metalli possono avere effetti fitotossici (Nanda Kumar et al., 1995); i coefficienti di fitoestrazione ottenuti in laboratorio sono spesso superiori a quelli ottenibili in prove di pieno campo (Nanda Kumar et al., l.c.).

5.2.1.2 *Fitodegradazione*

È una tecnica di bonifica basata sulla degradazione dei contaminanti all'interno della pianta, grazie a processi metabolici. Le tappe fondamentali del processo prevedono l'assorbimento radicale, la traslocazione, la degradazione del composto, ed infine, la formazione di sottoprodotti. Affinché ci sia un buon assorbimento radicale i composti, inevitabilmente di natura organica, devono essere molto solubili. Al momento sono state identificate numerose molecole organiche trattabili con questo processo, tra cui l'atrazina (Burken e Schnoor 1997), il TCE (Newman et al. 1997) il DDT (Komossa et al. 1995). La fitodegradazione è utilizzata per il trattamento di suoli contaminati, o anche di fanghi. Uno dei suoi aspetti negativi è la possibilità di formazione di composti intermedi tossici alla pianta stessa (Komossa et al., l.c.). A differenza della rizodegradazione, risulta efficiente anche in suoli contaminati con concentrazioni tali da rendere impossibile la vita di microrganismi.

5.2.1.3 *Rizofiltrazione*

Sfrutta le radici delle piante per assorbire e/o adsorbire inquinanti, principalmente metalli, da acque inquinate; il contaminante può poi essere traslocato all'interno di altri organi della pianta, a seconda del tipo di molecola. Si può avere anche una immobilizzazione esterna alle radici, che ha tuttavia lo stesso effetto di sequestro del contaminante per impedirne un suo dilavamento. Anche in questo caso l'asportazione dell'inquinante avviene con la rimozione dell'intera pianta. La rizofiltrazione è particolarmente indicata per il trattamento di acque superficiali, acque di falda, acque reflue e fanghi; non funziona invece molto bene nei suoli perché i contaminanti devono essere in soluzione acquosa. Tra i principali vantaggi che offre ricordiamo la possibilità di essere utilizzata ex-situ con una semplice coltura idroponica. Per un funzionamento ottimale tuttavia richiede un costante controllo della soluzione circolante, specialmente in termini di pH, con forti effetti sulla disponibilità del metallo in soluzione. I metalli rimuovibili grazie a questa tecnica risultano per ora essere: Pb, Cd, Cu, Ni, Zn e Cr (EPA 2000).

5.2.1.4 Rizodegradazione

È l'azione sinergica di apparato radicale e microrganismi della rizosfera per la degradazione di contaminanti organici in molecole non nocive. La concentrazione e l'attività dei microrganismi che operano tale azione è influenzata dalla presenza degli essudati radicali (zuccheri, aminoacidi, acidi organici, enzimi ecc.) che agiscono sulle condizioni del suolo in termini di O₂, CO₂, pH, RH, ecc. Questa tecnica consente di lavorare *in-situ* mentre la degradazione avviene esternamente alla pianta. Per essere efficienti, le piante devono avere un apparato radicale esteso e profondo, e devono essere ben fertilizzate a causa della competizione per i nutrienti coi microrganismi.

Con tale tecnica si sono ottenuti buoni risultati per il trattamento di suoli inquinati da idrocarburi TPH, idrocarburi policiclici aromatici PAI-Is, benzene, ecc. (Schwab, 1998; Ferro et al 1994; Jordahl et al. 1997; Anderson et al. 1994).

5.2.1.5 Fitostabilizzazione

È definita come l'immobilizzazione di un contaminante presente nel suolo, attraverso:

- l'assorbimento e l'accumulo nelle radici;
- l'adsorbimento sulle radici grazie all'azione di chelanti organici prodotti da queste (fitosiderofori);
- la precipitazione nella zona circostante ad esse grazie all'azione di altri chelanti.

In ogni caso si ha una riduzione della biodisponibilità degli inquinanti nell'ambiente, prevenendo così la dispersione del contaminante per erosione, lisciviazione, ecc. Il trattamento avviene inevitabilmente *in-situ*. Studi effettuati già una decina di anni fa dimostrano che alcuni alberi, ad esempio i pioppi, sono in grado di immobilizzare l'arsenico bloccandolo nel terreno senza traslocarlo nelle foglie, arginando di conseguenza la contaminazione del suolo (Pierzynski et al. 1994).

5.2.1.6 Fitovolatilizzazione

Consiste nell'assorbimento dell'inquinante organico e nella sua degradazione all'interno della pianta, in composti innocui e volatili che vengono rilasciati nell'atmosfera durante il processo traspirativo. Tale tecnica è utilizzata non solo per il trattamento di acque ma anche di fanghi e di suoli inquinati. Il suo punto di forza consiste nel fatto che il problema viene risolto in maniera definitiva, in quanto si ha la completa degradazione della molecola in forme volatili, e meno tossiche. I nuovi metaboliti

rilasciati in atmosfera sono così esposti agli agenti meteorici che operano la totale degradazione (es. fotodegradazione). Tuttavia, nel caso in cui le molecole intermedie risultassero essere tossiche potrebbero verificarsi altri problemi ambientali. È opportuno quindi conoscere esattamente l'intero processo degradativo per poter garantire un sicuro ed efficace utilizzo di questa tecnica. Uno degli esempi più significativi dell'impiego di fitovolatilizzazione consiste nell'utilizzo degli ibridi di pioppo per la decontaminazione da TCE (Newman et al. l.c.).

5.2.2 Selezione, progetto e sviluppo di un sistema di fitorimediazione

Esistono tutta una serie di informazioni che dobbiamo prendere in considerazione se decidiamo di rendere operativo un sistema di fitorimediazione; infatti questa tecnica deve essere basata su una attenta e rigorosa valutazione di diversi parametri, quali:

- considerazioni sul tipo di inquinanti presenti nel sito da bonificare e loro relative concentrazioni,
- specie di piante da utilizzare e loro caratteristiche,
- considerazioni sul sito sul quale vogliamo agire e parametri ambientali della zona.

L'applicabilità della fitorimediazione è stata studiata per alcune delle più significative e diffuse classi di inquinanti: gli organici, gli inorganici e le miscele di più contaminanti. La maggior parte della ricerca ha focalizzato l'interesse su classi individuali di contaminanti e non su miscele di questi. Sebbene ci siano alcune prove che le piante possano tollerare miscele di contaminanti organici e non, non è stato approfondito se una specie possa, con successo, rimediare siti in tal modo inquinati.

L'uso di differenti specie, ciascuna delle quali usata per rimediare un diverso contaminante, potrebbe essere richiesta sia contemporaneamente che in sequenza. La fitorimediazione è più appropriata per aree molto vaste, con una concentrazione di inquinanti non troppo elevata; questo perché si potrebbero venire a creare problemi di tossicità sulla pianta o danni allo sviluppo e alla crescita. La concentrazione di contaminante limite per il successo della fitorimediazione deve essere determinata in paragone con quella che può essere rimediata da altre tecnologie di bonifica. Tuttavia le zone a più alta densità di contaminazione potrebbero venir trattate con altre tecniche più invasive come l'escavazione o altri trattamenti. Il terreno contaminato deve essere a contatto dell'apparato radicale, in modo tale che ci possa essere un impatto diretto radice-inquinante. Talvolta si può verificare che i composti inquinanti invecchiati nel suolo possono diventare meno disponibili per la pianta. Questo fenomeno può, da una parte, diminuire la loro fitotossicità, ma dall'altra ridurre l'efficienza delle tecnologie di fitorimediazione basate sull'assorbimento dei contaminanti da parte delle specie vegetali. Quindi, per giudicare le effettive potenzialità di un sistema di fitorimediazione, è necessario che le prove siano fatte su suoli contaminati provenienti dal sito da bonificare e non su terreni puliti contaminati solo in seguito. Il tipo di contaminante, il suo pH, la sua forma fisica, la densità e la miscela con altri contaminanti hanno un ruolo fondamentale sui movimenti dell'acqua e dell'aria e sull'assorbimento dei nutrienti necessari per la crescita della pianta (EPA, 2000).

L'obiettivo del processo di scelta delle specie vegetali è quello di utilizzare piante che:

- siano dimostrate adatte o promettenti per la fitorimediazione;
- siano specie capaci di crescere ed adattarsi alle condizioni locali;
- siano piante con caratteristiche simili a quelle locali, selezionate attraverso ricerche, studi in laboratorio o serra.

Per quanto riguarda l'apparato radicale quello che meglio si presta per la bonifica è di tipo fibroso, esteso, che presenta numerose fini radichette a stretto contatto col suolo. La profondità delle radici può variare molto tra specie e specie, ma ci possono essere anche differenze all'interno della stessa specie dovute alle condizioni locali, quali la quantità di acqua e la sua profondità nel suolo, la struttura, la densità e la fertilità del terreno, la pressione della massa vegetale ed altri fattori.

La maggior parte della massa delle radici si trova nella zona superficiale del terreno, mentre una parte meno consistente si spinge più in profondità. La zona di suolo da bonificare generalmente non dovrebbe superare la profondità delle radici; un'eccezione può essere fatta se si verifica che i contaminanti subiscano un movimento verso l'alto e che gli essudati radicali possano essere trasportati più in profondità. L'effettiva profondità di fitorimediazione della maggior parte di piante erbacee sembra essere solo di 30-60 centimetri, mentre per quanto riguarda specie legnose si arriva anche fino a 3-6 metri.

L'andamento della crescita di una pianta è direttamente connesso con le sue capacità di rimediazione e varia a seconda della tecnica di fitorimediazione che si intende utilizzare. Per la rizodegradazione, rizofiltrazione e fitostabilizzazione, per esempio, è auspicabile avere una crescita veloce in termini di profondità radicale, densità, volume ed estensione laterale. Per la fitoestrazione, invece, si preferisce avere una veloce espansione della parte aerea. Un grande sviluppo radicale ed un'ampia biomassa sono desiderabili per aumentare l'assimilazione, l'accumulo e l'eventuale metabolizzazione dei contaminanti, per avere una più abbondante traspirazione e per la produzione di quantità più consistenti di essudati ed enzimi. Una crescita veloce, inoltre, diminuisce il tempo richiesto per ottenere un ampio sviluppo della biomassa della pianta e quindi una più veloce rimediazione del suolo. Le piante iperaccumulatrici di metalli sono capaci di accumularne alte concentrazioni; tuttavia la loro normalmente ridotta biomassa e la crescita piuttosto lenta, hanno il risultato di rimuovere in definitiva solo basse quantità di inquinanti.

Nella fitoestrazione è quindi importante considerare sia la quantità di metalli accumulati nella pianta, sia la quantità di biomassa prodotta in un determinato intervallo di tempo. Una pianta che estrae

basse concentrazioni di metalli ma che è dotata di una biomassa superiore a quella di molte iperaccumulatrici è da preferire in quanto, alla fine, la quantità totale di metalli rimossi è più alta nel secondo caso. Infatti per la fitorimediazione le scelte sulle piante da utilizzare si stanno sempre più orientando verso specie legnose quali, per esempio, il pioppo che cresce piuttosto velocemente arrivando anche fino a 2,5-5 metri l'anno.

Da valutare anche il “fattore di accumulazione” (BAF, biological adsorption factor) che indica la quantità di metallo contenuta nei tessuti della pianta in relazione a quella del suolo. La quota di traspirazione della vegetazione è anch'esso un parametro importante, che deve essere preso in considerazione soprattutto per quelle tecniche di fitorimediazione che implicano l'assorbimento di sostanze inquinanti. La traspirazione dipende da fattori quali la specie, l'età, la massa, le dimensioni, l'area fogliare, la copertura e tutti i fattori legati alle condizioni ambientali. È importante fare una stima accurata della quantità di acqua traspirata dalle piante; un metodo può essere quello di calcolare la dose di acqua consumata in una data area di vegetazione.

Un altro fattore da considerare durante la selezione delle piante o dei semi utilizzati è la loro fonte di provenienza. È importante che questi abbiano un'origine geografica piuttosto ampia ed è consigliabile utilizzare semi o piante (e varietà) che siano locali o provenienti dalle regioni da bonificare, in modo tale che siano già ben adattate alle particolari condizioni climatiche. Inoltre il materiale utilizzato deve essere di alta qualità e certificato. Tra le specie considerate si possono verificare fenomeni di allelopatia. Questo fenomeno si riferisce all'inibizione della crescita di una pianta, dovuta alla presenza di composti chimici prodotti dalle differenti specie di piante. Gli effetti dell'allelopatia devono essere investigati quando abbiamo la convivenza di molte specie diverse, per garantire che una non impedisca la crescita dell'altra. Gli effetti dell'allelopatia possono anche essere dovuti a residui di piante, incorporati nel terreno, in attesa di aumentare la fertilità del suolo. Il fenomeno dell'allelopatia serve inoltre per avere indizi utili su particolari specie di piante. I composti chimici prodotti dalle piante sono studiati per determinare se idonei al substrato chimico per i metaboliti microbici dei suoli contaminati.

La zona che ospita un progetto di fitorimediazione deve essere sufficientemente spaziosa e non devono essere presenti su questa strutture o altre costruzioni, che potrebbero interferire con la vegetazione. In caso contrario dovremmo provvedere ad eliminare materiale e detriti non desiderati. Tutto intorno al perimetro dovrà essere eretta una struttura di protezione, in modo tale che eventuali animali non possano danneggiare suolo e vegetazione.

È molto importante, prima di avviare un progetto, conoscere quale sarà la destinazione del sito rimediato e quali devono essere i tempi di esecuzione. Se l'utilizzo del terreno deve essere a breve termine utilizzeremo piante a crescita veloce e che possano esplicare le loro doti di accumulatrici nel minor tempo possibile. Sul sito vengono applicati diversi criteri di rimediazione e diversi tipi di controllo a seconda che il terreno sia destinato ad uso industriale, residenziale, oppure agricolo. Infatti nel secondo caso bisogna prestare maggiore attenzione alla completa rimediazione, in modo tale che non permangano residui di contaminanti, che potrebbero facilmente entrare nella catena alimentare. I fattori climatici non possono essere previsti e quindi, di conseguenza, nemmeno controllati completamente. Come un complesso sistema biologico anche un sistema di fitorimediazione può essere duramente colpito da agenti climatici estremi; questa possibilità deve essere considerata durante il progetto delle attività di bonifica.

Precipitazioni: la quantità e la frequenza di pioggia e neve influiscono sulla preparazione del suolo, sul periodo di piantagione e sulla necessità o meno dell'irrigazione.

Temperatura dell'aria: la media, gli estremi e le fluttuazioni della temperatura dell'aria possono interferire con la crescita della pianta.

Luce solare: la quantità di luce è un fattore fondamentale per la crescita delle piante, la temperatura dell'aria e l'evapotraspirazione. Condizioni di ridotta luminosità possono influire sui processi di crescita (si pensi alla presenza di ombra in prossimità di fabbricati o di altra vegetazione)

Ombra: la quantità di ombra dovuta alla presenza di fabbricati vicini o altra vegetazione può influire sulla crescita.

Lunghezza del periodo vegetativo: il processo di fitorimediazione è più attivo durante il periodo di crescita della pianta, quindi la lunghezza del periodo vegetativo è un fattore determinante per la scelta della zona.

Vento: la quantità di vento influisce sull'evaporazione, può danneggiare le piante e disperdere sostanze volatili o detriti. In caso di vento molto forte devono essere installati dei frangivento.

Il drenaggio dell'acqua superficiale ed i suoi movimenti influiscono sul periodo delle lavorazioni, sulla temperatura del suolo e sulla stabilità di piante, suolo e semi. Lo smaltimento delle acque sotterranee invece è determinante per la temperatura del suolo e per le riserve idriche dell'appezzamento. Un drenaggio artificiale potrebbe rendersi necessario per il successo delle

tecniche di fitorimediazione. Anche l'irrigazione è spesso necessaria durante la bonifica, per cui il volume, il costo, la qualità e la quantità dell'acqua sono tutti fattori che devono essere considerati. Tutti i parametri che normalmente vengono presi in considerazione per la corretta riuscita di un sistema agricolo, devono essere considerati anche per la fitorimediazione. Nel secondo caso, inoltre, bisogna considerare anche la presenza delle sostanze inquinanti che rendono sicuramente più difficile e critico il controllo di questi fattori.

Prima di fare la selezione delle piante dobbiamo considerare:

- il suolo deve avere un pH idoneo alla crescita delle piante; se così non fosse dobbiamo modificarlo con l'utilizzo di ammendanti chimici;
- il suolo deve essere fertile ed avere un contenuto di nutrienti elevato;
- la struttura del terreno, lo strato di suolo coltivabile, la salinità, il contenuto in acqua e la porosità, che influenza l'aerazione;
- la tessitura del suolo, che determina il contenuto di vapore acqueo e il drenaggio;
- la temperatura del suolo, che è strettamente collegata con la germinazione dei semi.

La quantità di massa vegetale da asportare dipende dal tipo di fitorimediazione utilizzato. Per un sistema che prevede una lunga permanenza delle specie vegetali sul sito (per esempio l'uso di specie arboree) non è necessario stilare un piano annuale di rimozione del materiale. Tuttavia in ogni sistema di fitorimediazione è necessario rimuovere occasionalmente piante morte o malate, foglie, rami caduti e materiali di potatura, in modo da mantenere alta l'operatività del sistema.

Il materiale contaminato ha bisogno di essere raccolto, accumulato e stoccato se necessario. Questo è importante per confermare che i residui vegetali non contengano nessuna sostanza pericolosa. In seguito vengono compostati o lavorati possibilmente sul posto; se questo non fosse possibile vengono trasportati altrove. L'efficienza di alcune tra le tecniche di fitorimediazione, come la fitoestrazione e la rizofiltrazione, dipende dalla periodica rimozione di materiale vegetale. In questi casi una corretta raccolta, lo stoccaggio e lo smaltimento della biomassa contaminata saranno necessari per prevenire potenziali rischi, quali l'entrata di sostanze tossiche nella catena alimentare.

La fitorimediazione potrebbe anche essere considerata come una parte della sequenza di trattamenti che vengono fatti su un sito contaminato. Pretrattamenti di suoli ed acque potrebbero essere necessari prima dell'applicazione di questa innovativa forma di bonifica. Potrebbe anche essere usata come lo scalino finale per diminuire le concentrazioni di contaminanti preventivamente ridotte da altre

tecniche di rimediazione quali, per esempio, l'escavazione di suoli altamente inquinati. Inoltre sarebbe necessario disporre di altre tecniche alternative alla fitorimediazione da poter prontamente utilizzare ogni volta che questa non possa essere garantita come, per esempio, nel corso dell'inverno, quando la crescita delle piante è rallentata o nel caso di danni dovuti a malattie o animali. In generale, tuttavia, per adesso la fitorimediazione è stata studiata come una tecnica a se stante, che ancora si integra poco o per niente con altri metodi di rimediazione (EPA., 2000).

5.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Fra i trattamenti di bonifica *in situ* si distingue la fitorimediazione che, come già detto, fa ricorso all'utilizzo di specie vegetali per decontaminare suoli, sedimenti ed acque inquinanti (Chaney *et al.*, 1997) da sostanze di natura organica ed inorganica (Salt *et al.*, 1995a). Molti lavori hanno dimostrato che specie selezionate di piante hanno la capacità di rimuovere, degradare, metabolizzare o immobilizzare una vasta gamma di contaminanti rendendole potenzialmente applicabili al risanamento di siti inquinati (Bresciani *et al.*, 2004).

La scelta delle specie vegetali da impiegare nella fitorimediazione è subordinata a diversi fattori che includono l'efficacia decontaminante e il buon adattamento alle condizioni del sito su cui si interviene. Per questo motivo, avere a disposizione una vasta gamma di specie adatte a questo scopo è fondamentale per la fitorimediazione che si sta sempre più diffondendo grazie anche ai costi vantaggiosi rispetto alle altre tecnologie disponibili.

Ultimamente un forte interesse è stato rivolto allo studio di piante legnose (alberi ed arbusti) con sviluppo elevato, grande produzione di biomassa ed un apparato radicale sviluppato e profondo con maggiori capacità di entrare in contatto con i contaminanti del terreno, soprattutto anche in vista di un ritorno economico con lo sfruttamento della biomassa prodotta (Kumar *et al.*, 1995; Raskin *et al.*, 1997; Bridgewater *et al.*, 1999; Blaylock e Huang, 2000; Garbisu e Alkorta, 2001; Iyer *et al.*, 2002; Singh e Ghosh, 2003).

Le ricerche portate avanti nell'ambito del progetto RISVEM, oltre a soffermarsi sullo studio di nuove specie adatte alla fitorimediazione, hanno cercato di prendere in considerazione piante che bene si adattano alle condizioni pedo-climatiche del nostro ambiente.

La prima sperimentazione ha avuto lo scopo di esaminare l'efficacia di due specie aromatiche (*Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L.), diffuse nell'ambiente mediterraneo, nella rimozione

di zinco e cadmio in terreni contaminati da questi metalli pesanti. Ricerche sul contenuto di inquinanti nelle piante ad uso alimentare hanno infatti evidenziato come le erbe aromatiche presentino spesso livelli di metalli pesanti superiori a quelli di altre piante (Sovljanski *et al.*, 1992; Dwivedi e Dey, 2002). In più, qualcuna di queste specie ha mostrato buoni gradi di tolleranza crescendo in suoli contaminati, suggerendo la possibilità di un loro utilizzo nella fitorimediazione (Scora e Chang, 1997; Jeliaskova e Craker, 2002; Zheljazkov e Barman, 2003; Zheljazkov *et al.*, 2005). Attualmente non esistono studi sulla potenzialità di impiego delle aromatiche nella fitorimediazione, ma la buona resistenza alle avversità ambientali che caratterizza queste specie potrebbe comprendere la capacità di tollerare i metalli pesanti.

Partendo da queste considerazioni, la sperimentazione è stata sviluppata per valutare l'accumulo di zinco e cadmio in piante di *Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L., a concentrazioni diverse dei due metalli pesanti, iniziando ad esplorare la possibilità di impiegare queste due specie mediterranee per scopi fitorimediativi anche utilizzando chelanti organici come l'acido citrico.

Dai risultati ottenuti si può affermare che le due specie non hanno mostrato sintomi particolari di tossicità o diminuzioni di crescita. La misura della biomassa prodotta dalle piante è infatti un valido strumento per valutare lo stato di salute delle piante quando crescono in presenza di metalli pesanti rispetto al controllo. Questo primo risultato è già interessante, in quanto mostra un'elevata tolleranza delle due specie ai contaminanti e quindi la possibilità di utilizzarle in ambienti inquinati o comunque soggetti a difficili condizioni ambientali.

Inoltre, issopo e santoreggia, hanno mostrato una capacità di assorbimento ed accumulo, in quantità interessanti, sia di zinco che di cadmio, senza attuare quei meccanismi di esclusione degli inquinanti, tipici invece di numerose specie vegetali.

I risultati hanno permesso di ricavare informazioni utili sia in vista di sperimentazioni future, sia per possibili applicazioni su scala reale. Il processo di accumulo è risultato relativamente lento, mentre l'aggiunta di acido citrico al substrato ha incrementato notevolmente l'assorbimento del metallo, soprattutto ad alte concentrazioni di cadmio nel substrato, confermando i dati ottenuti da diversi studi condotti su piante aromatiche e medicinali (Al-Saleh e Chudasoma, 1994; Scora e Chang, 1997; Zheljazkov *et al.*, 2005; Mamani *et al.*, 2005) che mostravano alte concentrazioni di metalli tossici se cresciute spontaneamente in suoli contaminati.

Il calcolo del Coefficiente di Assorbimento Biologico (concentrazione totale dell'elemento nella pianta in rapporto alla quantità dello stesso nel suolo (Kovalevsky, 1969)) ha poi fornito un'idea

sulla capacità di assorbimento delle due specie testate. I valori del BAC indicano che issopo e santoreggia hanno un assorbimento di tipo intermedio verso zinco e cadmio. La presenza di citrato ha fatto quasi raddoppiare il valore del Coefficiente di Assorbimento Biologico confermando l'effetto positivo dell'acido nel rendere disponibile il metallo all'assorbimento da parte delle piante.

Se la prima sperimentazione ha preso in considerazione specie perenni tipiche dell'ambiente mediterraneo, con basso fabbisogno idrico e poco esigenti in cure colturali, il lavoro è proseguito con la ricerca di specie vegetali che più si avvicinassero alle caratteristiche necessarie per un impiego nella fitorimediazione. Per questo motivo sono state condotte prove di accumulo e traslocazione di zinco in piante appartenenti alla specie *Paulownia tomentosa* Steud.

In Italia *P. tomentosa* è prevalentemente coltivata con finalità ornamentali, anche se negli ultimissimi anni si sta espandendo la coltivazione orientata alla produzione di legno di pregio (Mezzalana e Brocchi Colonna, 2002). Sebbene non sia disponibile per questa specie la vastità di ricerche in ambito fitorimediativo propria di altre piante, *P. tomentosa* risulta comunque molto promettente per l'impiego in siti contaminati da metalli pesanti: alla capacità di tollerarli ed assorbirli unisce infatti tassi molto elevati di crescita (in 5 anni raggiunge i 2 – 3 m, in 20 – 25 anni i 10 – 12 m); non si tratta di un iperaccumulatore, ma la grande produzione di biomassa in breve tempo rende possibile un'asportazione degli inquinanti non trascurabile. L'ampio sviluppo del sistema radicale consente di raggiungere i contaminanti in profondità, e l'elevata traspirazione dalla chioma rende la pianta un'efficiente "pompa" capace di trasportare al suo interno grandi quantitativi di acqua, e di depurarla.

Le prove sono state condotte presso il dipartimento di Ortoflorofruitticoltura dell'Università di Firenze, a Sesto Fiorentino (FI). Piantine di *Paulownia tomentosa* sono state allevate in idroponica in vasche a differenti concentrazioni di zinco. Dalle analisi di crescita è stato riscontrato che le piante cresciute nella soluzione contenente zinco non hanno mostrato differenze significative rispetto al controllo fino a concentrazioni di zinco pari a 1000 μM . Lo stesso per quanto riguarda area fogliare, lunghezza degli internodi e scambi gassosi.

Dai risultati ottenuti con le analisi chimiche dei tessuti vegetali possiamo affermare che la *Paulownia* mostra una spiccata tolleranza verso la presenza dello zinco in soluzione, evidenziando anche una buona capacità di assorbimento del metallo nell'apparato radicale e una buona attività di traslocazione dello stesso nella parte area della pianta. Analizzando, infine, i valori del Coefficiente

di Assorbimento Biologico tutte le piante di *Paulownia*, cresciute alle diverse concentrazioni di zinco, hanno indicato un assorbimento di tipo forte.

Al termine della ricerca, i risultati hanno mostrato come *Paulownia tomentosa* possa considerarsi una specie utilizzabile in siti contaminati da metalli pesanti. Inoltre, risponde in maniera soddisfacente ai requisiti principali delle specie vegetali adatte alla fitorimediazione: efficacia nella decontaminazione e buon adattamento alle condizioni climatiche e pedologiche del suolo. La capacità estrattiva e l'accumulo nei tessuti vegetali della pianta di metalli pesanti sono direttamente collegati al tasso di crescita della pianta che nel caso della *Paulownia* risulta molto alto.

In conclusione i risultati ottenuti hanno aperto nuove prospettive nell'utilizzo sia di piante aromatiche di origine mediterranea che di una specie arborea come *Paulownia tomentosa* nella fitorimediazione, in particolare per due tecniche specifiche, la fitoestrazione e la fitostabilizzazione.

In ogni caso, per confermare la prospettiva di un'applicazione di queste specie ai fini di bonifica del terreno, occorrono ulteriori studi che prevedano l'uso di un terreno realmente inquinato come substrato: infatti la coltura idroponica, utilizzata nella sperimentazione con *Paulownia*, offre alle piante i metalli in soluzione acquosa direttamente biodisponibile, semplificando la sperimentazione e depurandola dall'influenza delle caratteristiche dello specifico suolo utilizzato e dalle molteplici interferenze create dall'interazione tra suolo e metalli pesanti; si può così valutare la capacità potenziale delle piante di assorbire l'elemento, ma non la loro reazione a situazioni concrete di contaminazione del suolo. Future ricerche dovrebbero anche trasferire le prove di fitorimediazione tramite *Satureja montana*, *Hyssopus officinalis* e *Paulownia tomentosa* da condizioni ambientali controllate al pieno campo, saggiando le capacità di adattamento e la resa in condizioni assimilabili a quelle operative. Sarebbe anche importante valutare le capacità rimediative di queste essenze nei confronti di altri metalli pesanti ed eventualmente di inquinanti organici, per capire le potenzialità globali ed in considerazione del fatto che, in casi concreti di inquinamento del suolo, questo risulta frequentemente contaminato da diversi agenti inquinanti associati tra di loro.

5.4 CONCLUSIONI

L'impellente bisogno di bonificare suoli contaminati con alte concentrazioni di metalli pesanti ha generato un forte interesse verso quelle tecnologie cosiddette “*envioronmental friendly*”. I sistemi di ripristino applicabili ai suoli contaminati da metalli pesanti sono, infatti, solitamente costosi, invasivi

da un punto di vista ambientale e alterano drasticamente la struttura del suolo. La fitorimediazione invece è ormai considerata una tecnologia a basso costo e un'alternativa ecologicamente responsabile ai metodi chimico-fisici correntemente praticati. A dispetto del grande potenziale di questa tecnologia e dei molti esperimenti già condotti per mettere a punto le metodologie, l'utilizzo delle piante per depurare i suoli è ancora in fase di sviluppo. In particolare, per quanto riguarda la fitoestrazione, ci sono diverse limitazioni da superare come la produzione di poca biomassa delle piante iperaccumulatrici e le radici poco profonde e quindi incapaci di esplorare in profondità il terreno, delle stesse. La ricerca sperimentale sta provvedendo a superare questi svantaggi scegliendo e selezionando specie a portamento arboreo che siano in grado di abbinare all'ampia produzione di biomassa anche la capacità di profonda esplorazione del suolo.

L'applicazione della fitorimediazione richiede poi la disponibilità di materiali vegetali che possano adattarsi alle caratteristiche fisico-chimiche del suolo e alle condizioni ambientali del sito da bonificare. Pertanto, un pre-requisito di cui tenere conto nella scelta della specie da utilizzare è, senza dubbio, quello dell'adattabilità delle piante al clima e alle altre condizioni specifiche del sito da bonificare. Lo studio di nuove specie da utilizzare nella fitorimediazione diventa quindi, insieme agli approfondimenti sulle metodologie e sui processi di accumulo e di assimilazione degli inquinanti da parte delle piante, un importante obiettivo della ricerca su questo argomento.

Le sperimentazioni condotte nell'ambito del progetto RISVEM hanno permesso di indagare le capacità fitorimediatrici di due specie aromatiche, *Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L. e di una specie arborea *Paulownia tomentosa* Steud.. Queste specie, pur essendo note per la loro resistenza a situazioni di stress e, in particolare per *Paulownia*, possedendo quelle caratteristiche adatte ad una specie fitorimediatrice (alti tassi di crescita, buona produzione di biomassa, apparato radicale profondo e ramificato), non erano ancora state prese in considerazione per un possibile utilizzo in impianti di bonifica. I buoni risultati ottenuti devono tuttavia essere considerati preliminari, in quanto ulteriori studi sono necessari, sia prendendo in considerazione altri tipi di inquinanti, sia trasferendo le prove in pieno campo o in situazioni il più possibile reali.

5.5 BIBLIOGRAFIA

Al-Saleh F.S., Chudasoma S., (1994). *Trace metal concentrations in the medicinal plants of the flora of Bahrain*. Toxicol. Environ. Chem., 46: 1-9.

- Anderson T.A., Kruger E.L., Coats J.R., (1994). *Biological degradation of pesticide wastes in the root zone of soil collected at an agrochemical dealership*. pp. 199-209. In T. A. Anderson and J.R. Coats (eds.), *Bioremediation through rhizosphere technology*, ACS Symposium Series, vol.563. American Chemical Society, Washington, DC.
- Baker A.J.M., Brooks R.R., (1989a). *Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements – A review of their distribution, ecology and phytochemistry*. *Biorecovery* .1:81-126.
- Baker A.J.M., Walker P.L, (1989b). *Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants*. In: Shaw A.J. (ed.), *Heavy Metal Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects*. CRC Press, Boca Raton, pp.155-177.
- Banuelos G.S., Ajwa H.A., Terry N., Downey S., (1997). *Phytoremediation of Selenium-Laden Effluent*. Fourth International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium, April 28 -May 1, 1997, New Orleans, LA. 3:303.
- Baudo R., Rossi D., Quevauviller Ph., (1995). *Validation of the use of aquatic bioindicators by means of Reference Materials*. In: *Bioindicators of Environmental Health*. Munawar M., Hanninen O., Roy S., Munawar N., Karenlampi L. And Brown D. (ed), SBA Academic Publishing bv, Amsterdam, 211-225.
- Baumann A., (1885). *Das Verhalten von Zinksaten gegen Pflanzen und im Broden*. *Landwirtsch. Vers.-Stantn* 31: 1-53.4.
- Blaylock M.J., Huang J.W., (2000). *Phytoextraction of metals*. In: *Raskin, I, Ensley B.D. (Eds), Phytoremediation of Toxic Metals: using plants to clean up the environment*. John Wiley and Sons, New York; 53-70.
- Bresciani L., Cerioli C., Vaccai M., Volponi P., (2004). *Il trattamento di terreni contaminati da metalli pesanti mediante fitoestrazione*.
- Bridgewater A.V., Meier D., Radlein D., (1999). *An overview of fast pyrolysis of biomass*. *Org. Geochem.*, 30:1479-1493.
- Burken J.G., Schnoor j. L., (1997). *Uptake and metabolism of atrazine by poplar trees*. *Environ. Sci. Technol.*31 :1399-1406.
- Chaney R.L., Malik K.M., Li Y.M., Brown S.L., Brewer E.P., Angle J.S., (1997). *Phytoremediation of soil metals*. *Curr. Opin Biotech.*, 8, 279-284.
- Cunningham S. D., Berti W.R., (1993). *Phytoremediation of contaminated soils: Progress and Promise* - In: *Symposium on bioremediation and bioprocessing*. 38(2) 265-268 American Chemical Society, Division of Petroleum Chemistry. Washington, D.C.
- Dwivedi S.K., Dey S., (2002). *Medicinal herbs: a potential source of toxic metal exposure for men and animals in India*. *Arch Environ Health.*, 57: 229-231.
- EPA, (2000). *Introduction to phytoremediation*. Washington: U.S. Environmental Protection Agency; EPA/600/R-99/107.
- Ferro A.M., Sims R.C., Bugbee B., (1994). *Hycrest crested wheatgrass accelerates the degradation of pentachlorophenol*. *j. Environ. Qual.*, 23, 272-279.
- Ficco P., Rifichi R., Santoloci M., (1999). *La nuova tutela delle acque*. Ed Ambiente, Milano.

- Garbisu C., Alkorta I., (2001). *Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment*. Biores. Technol., 77: 229-236.
- Hartman W.J. jr., (1975). *An evaluation of land treatment of municipal wastewater and physical siting of facility installations*. Washington DC; US Department of Army.
- Iyer P.V.R., Rao T.R., Grover P.D., (2002). *Biomass Thermochemical characterization*. Third edition.
- Jeliazkova E.A., Craker L.E., (2002). *Seed germination of some medicinal and aromatic plants in a heavy metal environment*. J. Herbs Spices Med. Plants, 10: 105-112.
- Jordahl J., Foster L., Alvarez Pj. Shnoor j., (1997). *Effect of hybrid poplar trees on microbial populations important to hazardous waste bioremediation*. Environmental Toxicology and Chemistry 16, 1318-1381.
- Komossa D., Langebartels C., Sandermann H., (1995). *Metabolic process for organic chemicals in plants*. In S Trapp and J.C. McFarlane (eds.), Plant contamination: modeling and simulation of organic chemical processes. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Kovalevsky A.L., (1969). *Adsorption of natural radioactive elements by plants*, Trudy Buryay Inst. Yestvestvenn, Nauk. 2:195.
- Kumar P.B.A.N., Dushenkov V., Motto H., Raskin I., (1995). *Phytoextraction: the use of plants to remove heavy metals from soils*. Environ. Sci. Technol., 29: 1232-1238.
- Lasat M.M., 2002. *Phytoremediation of toxic metals: a review of biological mechanism*. Journal Environmental Qual. 31:109-120.
- Mamani M.C.V., Aleixo L.M., Ferreira de Abreu M., Rath S., (2005). *Simultaneous determination of cadmium and lead in medicinal plants by anodic stripping voltammetry*. J. Pharm. Biomed. Anal., 37: 709-713.
- Mezzalira G., Brocchi Colonna M., (2002). *Paulownia, un'arboricoltura da legno multifunzionale*. L'Informatore Agrario, 1: 65-73.
- Misiti A., (1994). *Fondamenti di ingegneria ambientale*, Ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Raskin I., Smith R.D., Salt D.E., (1997). *Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment*. Current Opinion in Biotechnology, 8(2): 221-226.
- Nanda Kumar P.B.A., Dushenkov V., Motto H., Raskin I., (1995). *Phytoextraction: the use of plants to remove heavy metals from soils*. Environmental Science Technology 29(5): 1232-1238.
- Newman L.A., Strand S.E., Choc N., Duffy J., Ekuan G., Ruszaj M., Shurdeff B.B., Wilmoth J., Heilman P., Gordon M.P., (1997). *Uptake and biotransformation of trichloroethylene by hybrid poplar*. Environmental Toxicology and Chemistry. 16, 1062-1067.
- Pierzynski G.M., Schnoor M.K., Banks., Tracy., Licht L.A., Erickson L.E., (1994). *Vegetative remediation of superfund sites . Mining and its environmental impact*. Royal Soc. Chem. Issues in Environ. Sci. Technol. 1, pp.49-69.
- Raskin I., (2000). <http://www.aspb.org/pubhcaffairs/briefing/phytoremediation.cfm>

- Salt D.E., Blaylock M., Nanda Kumar P.B. A., Dushenkov V., Ensley B.D., Chet I., Raskin I., (1995). *Phytoremediation: A Novel Strategy for the Removal of Toxic Metals from the Environment Using Plants*. Biotechnol., 13: 468-474.
- Schwab A.P., (1998). Phytoremediation of soil contaminated with PAHS and other petroleum compounds. Presented at: Beneficial effects of vegetation in contaminated soils workshop, Kansas State University, Manhattan, KS, jan 7-9, 1998.
- Scora, R.W., Chang, A.C., (1997). Essential oil quality and heavy metal concentrations of peppermint grown on a municipal sludge-amended soils. J. Environ. Qual., 26: 975-979.
- Singh S.P., Ghosh M., (2003). A comparative study on effect of cadmium, chromium and lead on seed germination of weed and accumulator plant species. Indian Journal of Environmental Protection, 23 (5): 513-518.
- Šovljanski R., Lazic S., Macko V., Obradovic S., (1992). *Heavy metal content in medicinal and spice plants cultivated in Yugoslavia*. Acta Hort., 306: 155-160.
- Susmel L., (1988). *Principi di Ecologia: Fattori ecologici, Ecosistemica, Applicazioni*. Ed CLEUP, Padova.
- Turner M.A., (1997). Effect of cadmium treatment on cadmium and zinc uptake by selected vegetable species. J. Environ. Qual. 2:118-119.
- Tyler G., (1990). *Bryophytes and heavy metals: a literature review*. Botanical Journal of the Linnean Society. 104:231-253.
- Zheljazkov V.D., Craker L.E., Xing B., (2006). *Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint, and basil*. Environ. Exp. Bot., 58 (1-3): 9-16.
- Zheljazkov V.D., Warman P.R., (2003). *Application of high Cu compost to Swiss chard and basil*. Sci. Total Environ., 302: 13-26.

6 LA SCELTA DELLE SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE, TECNICHE DI MESSA A DIMORA E CULTURALI

Coordinatore scientifico: Prof. Francesco Ferrini. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura (DOFI)

Testo redatto in collaborazione con: Prof. Francesco Nicese, Laura Pennati

6.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

L'impinto di un'area verde in ambienti antropizzati presuppone delle scelte oculate riguardo al tipo di materiale da piantare (alberi o arbusti), alla tipologia di produzione vivaistica, alla disposizione delle piante ed alle tecniche di messa a dimora delle stesse, nonché alla selezione delle specie e/o varietà. Ognuno di questi fattori ha un'importanza elevata, che è direttamente correlata alle condizioni del sito d'impianto.

L'approvvigionamento del materiale vivaistico è sicuramente uno dei problemi più sentiti dagli operatori del verde pubblico e privato e, a questo riguardo, è da sottolineare che, al contrario di ciò che accade in altri paesi, non esiste oggi in Italia una vera e propria programmazione del verde per i futuri impianti, ma vi è piuttosto un adeguamento del verde alla produzione. Il produttore italiano viene infatti interpellato, nella maggior parte dei casi, solo dopo che le opere sono state assegnate, con un sistema che, peraltro, incoraggia più il ribasso dei prezzi che non la qualità dell'impresa e del lavoro. È anche da rilevare che, in passato, raramente le cause della scarsa sopravvivenza e dei modesti sviluppi delle piante sono state attribuite allo scarso potenziale di performance del materiale d'impianto e, storicamente, la valutazione della qualità delle piante è stata basata sull'apparenza e raramente è stata espressa tramite caratteristiche quantitative.

Appare quindi fondamentale mettere a punto una procedura standardizzata di selezione da adottare nell'acquisto di materiale di elevata qualità e, soprattutto, rispondente agli obiettivi per cui viene impiegata che, è bene ricordarlo, non sono solo quelli estetico-ornamentali, ma interessano l'intero ambiente fisico e socio-economico nel quale un impianto viene realizzato. A questo proposito non è mai sufficientemente tenuto in considerazione il fatto che l'impianto in ambiente urbano è il complesso risultato dell'azione cumulativa ed equilibrata di una serie di fattori sia intrinseci, sia estrinseci al luogo d'impianto che, insieme alla scelta del materiale di piantagione, concorrono ad

assicurare l'attecchimento e la successiva crescita delle piante. La riconosciuta importanza dei suddetti fattori e la conoscenza degli stretti rapporti di interdipendenza e di complementarietà che li legano implica, quindi, l'evidente necessità, non solo della scelta di piante di qualità elevata, ma anche di tutte quelle tecniche colturali che influiscono sul miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno, e che concorrono, quindi, a stabilire complessivamente le premesse tecnico-agronomiche indispensabili per assicurare la riuscita dell'impianto.

6.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

6.2.1 Qualità della produzione vivaistica e tecniche d'impianto delle piante ornamentali

La riuscita di un impianto vegetale è talmente condizionata dai rapporti che si instaurano tra pianta e terreno che è prioritario fornire una visione generale, anche se sintetica, della complessità di tali rapporti a partire dalle più recenti esperienze in corso. Se è vera la concezione unitaria che unisce materiali di piantagione-substrati-tecniche d'impianto nel quadro della fertilità agronomica e se le complesse esigenze del terreno e delle piante saranno ben intese e valutate nella loro essenza agronomica e biologica, i tecnici del settore potranno, con intelligente intuizione, trarre dalle direttive generali che saranno fornite dai risultati del progetto RISVEM progetto, quelle ulteriori deduzioni particolari che consentiranno loro di adeguare, ambiente per ambiente, la tecnica colturale al livello di una sempre maggiore razionalità.

6.2.1.1 Sistemi di qualità e standard delle produzioni vivaistiche

Oggi appare inaccettabile l'impiego di piante disformi, scarsamente vigorose, incapaci di sopravvivere a lungo in un ambiente già di per sé poco adatto allo sviluppo della vegetazione, soprattutto se tale utilizzo viene rapportato ai servizi che vengono richiesti alla vegetazione stessa e al notevole investimento che il verde ornamentale comporta, sia in termini economici che di uso del territorio.

Il problema qualità si presenta nel momento in cui si trovano a confronto le figure economiche del compratore-utilizzatore e del venditore-produttore. Tale scambio prevede sempre una valutazione di tipo qualitativa e quantitativa, effettuata però con ottiche diverse: chi compra, infatti, guarda ai bisogni, mentre chi vende bada ai propri obiettivi di produzione e, conseguentemente, di redditività.

Nel linguaggio comune si associa alla parola qualità un significato diverso in funzione del contesto di utilizzo e dell'oggetto al quale si riferisce. Due sono, comunque, i significati preponderanti:

- qualità come *caratteristica*;
- qualità come *valore*.

Il primo termine (qualità espressa) fa riferimento alla conformità del prodotto a specifiche tecniche, ossia all'utilizzo di regole precise nelle diverse fasi della lavorazione del prodotto. Il secondo (qualità implicita) interpreta il concetto di qualità come funzionalità e capacità del prodotto di rispondere alle esigenze del fruitore. Il prodotto deve avere un valore, deve cioè essere valutabile inequivocabilmente.

Per la definizione della qualità espressa delle piante ornamentali, di norma si prende in esame una serie di fattori, che, nel loro insieme, dovrebbero guidarci nella scelta delle piante (Ferretti, 2001b). È facile rilevare che questa "lista" di caratteristiche assomiglia in parte ad una prima, certo incompleta, bozza di "standard di produzione" così come verrà meglio illustrato successivamente.

- *Parametri biometrici*: in particolare altezza della pianta e circonferenza del fusto; l'altezza, rilevata tra il colletto e l'apice della pianta costituisce un elemento di valutazione rilevante, tanto che il prezzo di molte specie arboree viene stabilito per classi di altezza (es. 2,00-2,50 m; 3,50-4,00 m). Anche la circonferenza del fusto, rilevata solitamente a 1 m dal colletto, rientra tra gli elementi di valutazione di una specie arborea (es. 18-20 cm; 20-22 cm). Risulta comunque evidente che, a parità di misure, le piante possono presentare caratteristiche di forma, di ramificazione, di densità di chioma molto diverse, tanto da determinare differenti valutazioni.
- *Conformazione e densità di ramificazione*: la conformazione fa riferimento alla struttura scheletrica più o meno aderente alla pianta tipo e ad una certa simmetria generale; la densità di ramificazione è un parametro che esprime la quantità di rami e branche che caratterizza la pianta. A parità di altri elementi di valutazione, una elevata densità di ramificazione incrementa notevolmente il pregio ornamentale, soprattutto nelle specie arbustive.
- *Colore e lucentezza del fogliame*: rientrano negli elementi di immediata valutazione e fanno parte di quel modo di valutazione sintetica delle piante ("colpo d'occhio") ancora molto usato in particolare dagli esperti di settore.

- *Caratteristiche dell'apparato radicale*: è questo, probabilmente, il fattore di qualità più importante ma anche di più difficile trattazione a causa della difficoltà di osservare e monitorarne lo sviluppo in campo (Erez, 1999).

Appare difficile definire univocamente la qualità di una pianta, caratteristica che possiamo sinteticamente enunciare come “il grado di risposta agli obiettivi per cui viene impiegata; dove i principali obiettivi sono da considerarsi la sopravvivenza e la crescita” (International Union of Forest Research Organizations, 1979, in Ciccarese, 1997). Questa definizione non tiene, tuttavia, conto di un altro obiettivo da perseguire in ambiente urbano: quello estetico-ornamentale. Infatti, mentre esistono dei mezzi e dei parametri noti per valutare la qualità sanitaria e genetica – quest’ultima grazie anche alle nuove tecnologie d’indagine a livello molecolare – non si può affermare altrettanto per la qualità agronomica (o morfofunzionale) delle piante che, storicamente basata sull’apparenza, considera raramente le caratteristiche quantitative.

A tale osservazione si aggiunge il fatto che, come riportato da Vavassori (1998), fino alla fine degli anni ‘80, la mancanza di un regolamento di produzione valido a livello nazionale – associato ad una domanda interna di prodotto poco specializzata e poco esigente in termini di standard tecnici qualitativi – ha indotto le aziende vivaistiche ad attuare una produzione generica, rispondente alla necessità della clientela locale. Al contrario, da qualche anno a questa parte, i tecnici e i ricercatori del settore riconoscono alla qualità agronomica delle piante un ruolo determinante nel successo degli impianti in aree urbane, come dimostra la lunga serie di ricerche e di studi svolti su questo argomento, soprattutto all'estero.

Diventa, perciò, indispensabile arrivare anche in Italia, il paese più interessato in questo momento a livello europeo allo sviluppo di questo particolare settore, ad una definizione di “standards” produttivi che siano di riferimento per gli addetti ai lavori di diversa formazione e consentano di semplificare la valutazione ed il commercio delle specie legnose. La creazione di standards di prodotto costituisce il presupposto fondamentale per una loro utilizzazione sia a livello di prodotto che di sistema, elementi attualmente considerati come la “nuova frontiera” della qualità di ogni comparto produttivo.

Oggi esistono diversi standards di prodotto messi a punto in differenti Paesi, a partire da condizioni colturali e ambientali altrettanto diversificate. È evidente che il concetto di standard di produzione non risulta intrinsecamente connesso al concetto di qualità di produzione, ma è altrettanto evidente che la definizione (e l’adozione) di tali standards rappresenta un importante prerequisito per

il mantenimento di produzioni di elevata qualità. Dal 1997 è, inoltre, disponibile il risultato di un lungo lavoro, svolto in sede di coordinamento europeo tra Associazioni nazionali dei produttori florovivaisti, riguardante l'individuazione di standard per le piante ornamentali da vivaio. Tutti questi standard sono sufficientemente articolati e definiti e permettono un raffronto che conduce, da una parte ad una sempre maggiore integrazione e, dall'altra fa tesoro delle esperienze maturate nei diversi Paesi con l'obiettivo di rendere sempre più efficiente il sistema.

È possibile, perciò, individuare nell'ambito del processo che porta alla definizione di uno standard, alcuni punti fondamentali che possono essere così riassunti:

- individuazione e condivisione tra gli interessati delle motivazioni che fanno riconoscere la necessità di creare uno standard;
- individuazione, definizione e accettazione delle norme tecniche da inserire nello standard;
- applicazione e rispetto dello standard.

È evidente, soprattutto in caso di applicazione volontaria, che la condivisione delle finalità, degli obiettivi e delle modalità tecnico-applicative tra tutti gli operatori interessati, rappresenta lo snodo fondamentale per la creazione di uno standard.

Gli standard produttivi ai quali fare riferimento sono quello americano e quello europeo. Il sistema americano, sviluppato dall'Associazione dei vivaisti americani (fondata nel 1875), ha visto la luce nel 1923 ad opera di un comitato tecnico insediato nel 1921 e da allora attivo allo scopo di effettuare periodiche revisioni e aggiornamenti dei criteri adottati. Il sistema europeo è molto più recente ed articolato, in quanto sta cercando di armonizzare norme di paesi diversi (Francia, Germania e Olanda, in particolare); tra i due sistemi si nota una sostanziale differenza:

1. Il sistema americano tende a risolvere i problemi nella maniera più diretta e semplice possibile, correndo anche il rischio di essere a volte troppo schematico.
2. Il sistema europeo, al contrario, risente della necessità di armonizzare articolate esperienze precedenti in quadri di sintesi spesso troppo dettagliati per essere efficacemente applicabili.

In ogni caso, l'adozione diffusa di un sistema di standard produttivo, sia esso il modello europeo o una sua forma semplificata, porterebbe sicuramente benefici alla qualità del materiale prodotto, dato che per ogni categoria di piante identificata sono definiti una serie di requisiti tecnici minimi di rilevante portata. Ad esempio nell'ambito del gruppo "piante arboree", gli standard tecnici europei, indicano con chiarezza il numero di trapianti che devono essere effettuati durante la coltivazione in

vivaio (almeno uno ogni 3 anni) vincolando il vivaista che aderisce volontariamente a questi standard ad una gestione buona, se non ottimale, del materiale in produzione.

La creazione e l'impiego di uno standard tecnico di prodotto è a sua volta un presupposto fondamentale per l'adozione di standard di sistema produttivo, cioè i "sistemi qualità". Tra questi uno dei più conosciuti e applicati è la certificazione UNI EN ISO 9002, certificazione di qualità a norme europee, che garantisce il rispetto di tutte le norme di qualità e la conformità dei prodotti ai requisiti definiti aiutando il consumatore nell'acquisto. Essa rappresenta il riconoscimento formale di una serie di scelte fatte dall'azienda, soprattutto relative alla qualità del *prodotto*, del *processo produttivo* e della stessa *certificazione aziendale*. Il produttore può essere spinto a certificare la propria azienda sia per aumentarne la competitività sul mercato, sia per specifiche esigenze di contratto di vendita, laddove l'acquirente stabilisce il tipo di sistema di qualità da adottare (es.: grandi committenze per lavori di opere a verde).

In generale tutte le norme della serie ISO 9000 si riferiscono alla capacità dell'azienda di rispettare precise prescrizioni (interne ed esterne, comprese quelle dettate dalle norme tecniche e dalla prescrizioni di legge) in tutte le fasi produttive:

- controllo delle materie prime
- controllo di ogni fase del processo di produzione
- controllo del prodotto finito
- logistica delle operazioni
- ricerca responsabili di ogni operazione (anche imballaggi, spedizioni e installazione).

La corretta applicazione delle norme della serie ISO 9000 dà diritto all'azienda di ottenere da un ente accreditato la certificazione della qualità dell'azienda. Con questo atto l'ente certificatore dichiara che un determinato processo, servizio o sistema di qualità aziendale è conforme alle norme od alle regole ad esso applicabili.

Avremo tre tipi di certificazione:

1. ***certificazione di prodotto***: attuata per mezzo di uno più laboratori che effettuano le prove di conformità e di un organismo che controlla la permanenza nel tempo della conformità, prelevando campioni dalla produzione o sul mercato o sottoponendoli a prove di laboratorio;

2. **certificazione del personale:** attuata per mezzo di un organismo che controlla le caratteristiche del personale impiegato nell'attività aziendale, e quindi si richiede istruzione, addestramento, esperienza e professionalità;
3. **certificazione del sistema qualità:** attuata per mezzo di un organismo che valuta l'idoneità e la permanenza nel tempo delle caratteristiche del sistema di qualità dell'azienda, applicando lo schema adatto al settore produttivo considerato.

In definitiva per ottenere la certificazione serve un lavoro complesso di analisi di tutto quello che fa parte dell'azienda, a cominciare dal materiale per produrre la pianta fino all'analisi dei costi e dei benefici che possono toccare l'azienda. Per il vivaista il primo importante effetto di una certificazione ISO è quindi una conoscenza profonda e dettagliata della propria azienda, della quale è pertanto in grado di vederne i limiti e le potenzialità; questo aspetto è molto importante e, al momento, prioritario anche al fatto di avere un ritorno economico diretto derivante dalla certificazione. Le prime aziende vivaistiche certificate ISO 9002 sono comparse nel 1998, ed al momento ce ne sono diverse un po' in tutta Italia, mentre molte risultano attualmente in fase di certificazione, a testimoniare un reale interesse dei produttori nei riguardi di questo strumento di qualità.

Lo sviluppo del settore vivaistico in un mercato sempre più internazionale (= globale) e sempre più libero da vincoli e restrizioni di carattere amministrativo, ha inevitabilmente messo in luce la necessità di disporre di punti di riferimento (lo "standard" appunto) condivisi e accettati da tutti, per la chiara identificazione delle categorie e delle caratteristiche di prodotto, delle modalità di produzione e di commercializzazione.

6.2.2 Metodi di valutazione delle piante

Appare importante definire metodi di valutazione della qualità morfo-funzionale che tengano conto, oltreché delle caratteristiche che contraddistinguono la pianta, anche del luogo di coltivazione, delle tecniche di propagazione e di allevamento nonché, della preparazione tecnica dei produttori.

A questo proposito alcuni anni fa furono descritti 5 metodi¹:

- metodo visivo;
- metodo per indici;

¹Cfr. De Zottis (1997)

- metodo analitico;
- metodo per profili di riferimento;
- metodo integrato.

A tutt'oggi si deve peraltro sottolineare il fatto che la valutazione delle piante resta affidata al solo metodo visivo, nel quale il tecnico usa dare una valutazione sommaria al prodotto – la pianta – controllandone l'altezza, la circonferenza del fusto, ipotizzando una futura zollatura o un trapianto e distinguendo le principali fitopatie. È del tutto evidente che il problema principale di tale metodo risiede in una valutazione della pianta molto discrezionale, personale e, quindi, potenzialmente imparziale.

6.2.3 Metodi di produzione

Dal punto di vista pratico i due metodi di produzione più diffusi, in zolla e in contenitore, presentano aspetti diversi che possono far preferire l'una o l'altra tipologia di produzione in funzione dello spazio verde da realizzare. In questa sede si farà anche accenno alla produzione di piante a radice nuda, seppure la rilevanza di questa tecnica di produzione nella nostra industria vivaistica sia del tutto trascurabile per la commercializzazione di piante destinate alla realizzazione di aree verdi e limitate allo scambio di materiale vivaistico di limitata dimensione fra i vivaisti.

Per quanto riguarda il materiale d'impianto, tuttavia, ci sono molti altri parametri che rivestono notevole importanza. Ad esempio, le dimensioni e l'età fisiologica della pianta svolgono un ruolo determinante nella risposta al trapianto, indipendentemente dai citati fattori, poiché le piante più giovani presentano, in linea generale, una risposta più rapida nel ristabilire il sistema ipogeo e, quindi, riprendono la crescita in modo più vigoroso rispetto a quelle di maggiori dimensioni (Watson e Himelick, 1998).

Secondo alcuni autori il tempo richiesto agli alberi per raggiungere il tasso di crescita pre-trapianto varia da 3 a 12 mesi per ogni 2,5 cm di diametro del fusto, in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche del sito (ad esempio, nelle zone fredde e/o con scarsa insolazione e/o limitata disponibilità idrica è più lungo rispetto a zone più favorevoli).

6.2.3.1 *Piante in zolla*

I vantaggi più importanti di questa tecnica (che è tuttora la più diffusa nel nostro Paese) riguardano la possibilità di produrre piante cosiddette “esemplari” e che il substrato di coltivazione è sostanzialmente simile a quello di destinazione, fattore che riduce le problematiche legate al movimento dell’acqua fra il pane di terra ed il terreno circostante (Powell, 1997).

Per contro, soprattutto quando le piante non sono state “trapiantate” durante la permanenza in vivaio, al momento dello spiantamento si può verificare la perdita fino al 95% del sistema radicale; fattore che determina uno shock per gli alberi in grado di ridurre la crescita e il vigore nelle fasi susseguenti alla messa a dimora. A causa del ridotto sistema radicale la mancata o errata applicazione di tecniche agronomiche in grado di stimolare la produzione di radici (irrigazione, fertilizzazione, apporto di ammendanti e biostimolanti, ecc.) rappresenta, perciò, un elemento critico per l’attecchimento di questi vegetali (Powell, 1997; Ferrini e Nicese, 2002).

La pesantezza dell’insieme pianta-zolla, inoltre, rende necessario l’uso di attrezzature specifiche che aumentando i costi di trasporto e determina l’esclusione dal potenziale dei clienti della piccola utenza privata.

6.2.3.2 *Piante in contenitore*

L’allevamento in contenitore costituisce un sistema di produzione di piante fuori suolo con uso di recipienti specifici per le differenti fasi di allevamento. Il successo che questo riscontra ha motivazioni logistiche, economiche e fisiologiche:

- l’ubicazione della struttura non è correlata al tipo di suolo, poiché per il riempimento dei contenitori si usano substrati preparati appositamente (secondo le esigenze delle piante);
- i vasi possono essere spostati per permettere l’ottimizzazione dello spazio;
- le piante sono più leggere e maneggevoli;
- la piantagione (che, peraltro, risulta svincolata dalla stagionalità tipica delle piante in zolla) non danneggia le radici e lo shock da trapianto dovrebbe essere meno evidente.

Non sono tuttavia rari i casi in cui le piante allevate in contenitore hanno manifestato uno stress da trapianto superiore alle piante in zolla. Questa tecnica richiede, infatti, una maggiore attenzione, dovuta alla necessità di rinvasare frequentemente (la dimensione del vaso deve essere proporzionata

alla grandezza della pianta) per evitare la formazione di radici spiralate e rallentamenti nella crescita delle piante che possano influenzare le capacità di crescita a dimora.

Per cercare di evitare, o per lo meno di limitare, questo tipo di inconveniente sono state messe a punto diverse tipologie di contenitori, anche molto diverse da quelle tradizionali. I risultati finora ottenuti, seppur promettenti, non consentono tuttavia di formulare precise indicazioni, né a livello vivaistico, né sulle prestazioni degli alberi una volta posti a dimora (Ferrini et al., 2000; Ferrini e Nicese, 2002/a; Ferrini e Nicese, 2003; Ferrini e Nicese, 2005).

6.2.3.3 *Piante a radice nuda*

La produzione di piante a radice nuda ha, come detto, un'importanza molto limitata nel nostro Paese e l'uso di questo materiale è ristretto agli scambi fra i vivaisti di piante giovani che saranno sottoposte a ulteriore coltivazione e/o destinate alla vendita solo successivamente. Tuttavia recentemente sono state proposte alcune soluzioni che prevedono il miglioramento delle tecniche di conservazione, l'uso di idrogel² e l'individuazione delle specie più adatte che sembrano prospettare la possibilità di estenderne l'utilizzo, seppur con le dovute precauzioni, anche ad ambienti diversi da quelli in cui questo sistema è già stato adottato con successo (vedi Ferrini, 2000).

6.2.4 **Tecniche e substrati nella messa a dimora degli alberi in ambiente urbano**

6.2.4.1 *Messa a dimora delle piante*

È meglio spendere 100\$ in un albero e 200\$ nella buca d'impianto, anziché l'inverso (International Society of Arboriculture, 1995). Questa affermazione evidenzia l'importanza dell'operazione di messa a dimora e la preferenza che si dovrebbe accordare a piante di calibro non eccessivo (<20 cm); errori anche banali, durante questa fase, possono pregiudicare l'esito dell'impianto. Sia le caratteristiche chimico-fisiche del substrato sia le dimensioni della buca hanno una rilevante importanza. Le dimensioni delle buche devono essere adeguate a quelle del pane di terra radicale e alla natura del terreno. In terreni di buona struttura la buca può essere profonda anche solo quanto il

² Gli idrogel sono gel sintetici capaci di assorbire quantità di acqua fino a 400 volte il loro peso per poi cederla gradualmente alle radici. In questo modo è possibile prolungare il periodo fra estirpazione dal vivaio e trapianto a dimora.

pane di terra della pianta; per quanto riguarda il diametro, si può accettare un valore pari al doppio del diametro della zolla o del contenitore – in certe specie caratterizzate da un apparato radicale espanso superficialmente e dove si temano ristagni idrici negli strati più profondi, si può arrivare anche a tre volte il valore dell'altezza – in modo da poter manovrare agevolmente la terra di riempimento attorno alla pianta.

Diverse ricerche hanno evidenziato che le piante beneficiano di buche d'impianto larghe. Una buca d'impianto più larga significa, *in primis*, un volume più grande di suolo smosso e aerato – ed eventualmente appositamente fertilizzato – che consente una crescita iniziale più rapida. Anche la forma della buca ha un effetto elevato sull'attecchimento e sulla crescita delle piante; poiché la crescita delle radici più vigorose avviene soprattutto nei primi strati di suolo, è sempre preferibile avere buche più larghe a sezione trapezoidale piuttosto che a sezione rettangolare. Watson e Himelick (1997) sostengono che una buca di piantagione con un diametro più grande solo del 25% rispetto alla zolla con lati verticali, può ostacolare la crescita delle radici e quindi ridurre la probabilità di attecchimento delle piante. Il sistema radicale neoformato incontrerà, infatti, il suolo di qualità inferiore (rispetto a quello della buca d'impianto), dopo aver raggiunto una crescita di solo il 10% superiore al suo volume originale. Una buca con un diametro superiore tre volte a quello della zolla, con lati pendenti permette all'apparato radicale di crescere rapidamente fino al 25% del suo volume originale prima di raggiungere il suolo di scarsa qualità, in misura, quindi, sufficiente per evitare stress. Alcuni autori sostengono che la buca con i lati pendenti potrebbe favorire l'incanalamento e l'accumulo di acqua nella buca di piantagione. Mentre è probabile che questo timore sia giustificato nelle situazioni estreme di piovosità, cattivo drenaggio sotterraneo e superficiale e terreno "pesante" e/o compattato, è altrettanto vero che per creare problemi alle piante, l'acqua nella buca d'impianto dovrebbe arrivare quasi agli strati superficiali del terreno, dove è localizzato il 75% dell'apparato radicale.

Nei casi in cui, comunque, si voglia evitare che le radici vadano incontro a problemi di anaerobiosi è consigliabile porre la zolla su una specie di piedistallo formato con attrezzi a mano in modo che, anche in casi di subsidenza, le radici non arrivino mai a contatto con l'acqua. Qualora lo spazio a disposizione delle piante non sia ritenuto sufficiente, è possibile (ma non è detto che lo sia) disporre gli alberi, anziché in buche singole, in trincee (con posa di pavimentazioni pervie fra un individuo e l'altro).

Al momento della messa a dimora ha una certa importanza l'orientamento della pianta. La parte più delicata del punto di innesto (se esiste) deve essere rivolta in modo da non rischiare scottature per la forte insolazione (Harris et al., 2004). Se la chioma presenta una parte con maggiore ramificazione (o rastremazione), conviene esporla in direzione opposta alla massima radiazione incidente, in modo da favorire il riequilibrio e ridurre la necessità di future potature. La parte con maggior ramificazione dovrebbe anche essere posta contro i venti dominanti; più di questo, comunque, sembra avere importanza la robustezza dell'apparato radicale. Le radici di maggior diametro dovrebbero trovarsi nella parte sottovento, in modo da opporsi al ribaltamento dell'albero sotto l'effetto delle correnti d'aria.

6.2.4.2 *Modifica del sito d'impianto*

È noto che l'attecchimento e la crescita di un albero sono direttamente correlati all'estensione, alle condizioni e alla capacità di crescita del suo sistema radicale (Tattar, 1997). Nell'ambiente urbano le radici degli alberi si trovano a vivere, in linea generale, in un ambiente inospitale che, nel caso inneschi un anello di retroazione negativa, può ridurre, talvolta fortemente, le potenzialità vegetative delle radici stesse e, conseguentemente, della parte aerea della pianta.

La creazione di un ambiente favorevole alla crescita radicale è, perciò, la *conditio sine qua non* per il buon esito di un impianto in ambiente antropizzato. Gli interventi per migliorare le caratteristiche del terreno d'impianto possono essere molti e, talvolta, non economicamente o tecnicamente proponibili: i più comuni sono l'apporto di terreno alloctono (topsoil), l'uso di ammendanti e di prodotti organici capaci di stimolare la crescita radicale e la creazione di mix artificiali. Qui di seguito sono illustrate, in sintesi, le caratteristiche peculiari di questi materiali (Ferrini, 2002).

Topsoil

“Topsoil” è la definizione che viene data allo strato di terreno apportato nella zona d'impianto al fine di migliorarne le caratteristiche chimico-fisiche. Spesso, tuttavia, questo suolo aggiunto non è di qualità tale da giustificare l'uso in situazioni non eccessivamente avverse. Il *topsoil* è, infatti, molto costoso (valore intrinseco + trasporto); inoltre, il terreno del luogo d'impianto potrebbe raggiungere le caratteristiche di un *topsoil* solo con l'aggiunta di ammendanti o con la semplice rimozione dello strato superficiale ed una lavorazione che ne migliori le caratteristiche fisiche. Infine, non è infrequente che il *topsoil* aggiunto provenga da scavi compiuti per i lavori di costruzione di edifici o

per l'apertura di cave e sia, quindi, per la maggior parte un sottosuolo, con tutte le caratteristiche sfavorevoli che questo tipo di substrato può presentare, non ultima la necessità di aggiungere elevate quantità di ammendanti per consentire una crescita adeguata alle piante.

Qualora il substrato originale sia fortemente compromesso, tuttavia, l'aggiunta di terreno di riporto, anche se di qualità scarsa, può rendersi necessaria per evitare insuccessi delle piantagioni dovuti alle avversità chimico-fisiche del substrato. Il *topsoil* ideale dovrebbe essere prelevato dal luogo d'origine ed immediatamente utilizzato; nel caso questo non fosse possibile, esso dovrebbe essere conservato in cumuli alti meno di 2 metri e, qualora il periodo di sosta sia lungo, seminato con un mix appropriato di specie che riduca l'erosione e la lisciviazione, mantenga la struttura e stimoli l'attività biotica (Bradshaw et al., 1995). Questa pratica può essere utile anche per ridurre la flora infestante potenzialmente presente nei topsoil e che, soprattutto in aree urbane, può creare problemi negli anni successivi.

Ammendanti organici per il suolo

Con il termine ammendante si indica qualsiasi sostanza in grado di migliorare la struttura del terreno. L'aggiunta di materiali organici nelle buche d'impianto di arbusti e alberi ornamentali è una pratica vecchia di centinaia di anni, basata sull'evidente scopo di creare un ambiente favorevole alle radici in quanto viene migliorata la struttura del terreno, l'aerazione e la ritenzione idrica, così da diminuire lo stress da trapianto e facilitare la crescita delle piante.

I siti disturbati delle città sono, perciò, i luoghi tipici dove gli ammendanti del suolo possono essere usati, in quanto possono migliorare le proprietà chimiche (fertilità e pH), fisiche (struttura, porosità, capacità di trattenere acqua) e biologiche (microflora e microfauna) del suolo (Rose, 1997). C'è un crescente interesse nell'uso di materiale organico come fertilizzante o ammendante del suolo, attribuibile alla volontà di ridurre l'impiego di sostanze chimiche, con l'obiettivo di diminuire il potenziale inquinamento dell'ambiente e la necessità di conservare energia. Tuttavia, negli ultimi anni, alcuni Autori hanno messo in discussione il valore dell'aggiunta dell'ammendante organico al terreno di riempimento della buca d'impianto, sostenendo che, alla luce delle ricerche condotte negli ultimi 20 anni, i problemi derivanti dall'uso degli ammendanti organici (minor crescita di chioma e radici, aumento subsidenza della zolla, maggior spiralizzazione delle radici, ecc.) siano tali da sconsigliarne l'uso (Bergeman, 1997). In accordo con Watson e Himelick (1997) è, invece, a nostro parere, da ritenere che l'aggiunta di materiali organici ben decomposti e omogeneamente miscelati

nella buca d'impianto o, in casi particolari interrati su tutta la superficie destinata alla piantagione, eserciti effetti positivi sulla struttura, sul drenaggio e sulla fertilità chimica del substrato, con riflessi sulla fisiologia della pianta, soprattutto in terreni le cui caratteristiche di base sono scadenti. Questi positivi effetti possono, tuttavia, non essere sempre evidenti nel breve termine poiché gli ammendanti agiscono migliorando la fertilità fisica del suolo e la loro azione può essere rallentata dalle concimazioni d'impianto o dal fatto che le piante messe a dimora impiegano 1-2 anni per completare l'attecchimento e riprendere un adeguato tasso di crescita (Ferrini et al., 2000, 2005).

Riguardo alla quantità di ammendanti da aggiungere esistono alcuni riferimenti in letteratura che indicano una percentuale variabile in funzione del substrato di origine, ma comunque non inferiore al 35% per volume di suolo, relativamente all'aggiunta di compost (5-10% in peso) e 50-60% (o anche più) nel caso di aggiunta di sabbia. Se la quantità di ammendante, soprattutto sabbia, è limitata, il risultato ottenuto potrebbe essere anche peggiore del substrato originale (Spomer, 1983; Watson e Himelick, 1997; Harris et al., 2004). Nei casi in cui la percentuale di argilla sia superiore al 35%, anche l'aggiunta di elevate quantità di ammendante potrebbe rivelarsi inefficace.

Esistono diversi tipi di ammendanti variabili per composizione e per gli effetti che essi determinano sul substrato di piantagione.

Compost

Per quanto riguarda l'uso di compost in ambiente urbano, i riferimenti bibliografici indicano una risposta ai vari tipi di compost non sempre significativamente positiva, perché questi sembrano essere un fattore di minore importanza rispetto alla preparazione della buca d'impianto e alle cure post-trapianto. È tuttavia da sottolineare che i risultati positivi ottenuti sono soprattutto relativi a piantagioni in zone degradate, dove questo gruppo di sostanze ha mostrato una certa efficacia, per lo meno nel breve termine³ (Ferrini et al., 2005). Da ricerche in corso in Italia è emerso che l'aggiunta di compost alla buca d'impianto ha determinato effetti positivi soprattutto nella stagione seguente l'impianto, probabilmente dovuti alla maggior capacità di trattenuta dell'acqua che consente di mitigare gli stress idrici particolarmente esiziali nelle prime fasi di crescita a dimora.

³ Un'ottima e sintetica disamina sull'argomento, con numerosi riferimenti bibliografici è presente in Watson e Himelick (1997).

Acidi umici e leonardite

Verso la fine degli anni '90 una certa attenzione è stata rivolta agli acidi umici e ai loro derivati naturali e sintetici come ad esempio la leonardite. La leonardite è una forma ossidata di carbone lignitico: un vecchio lavoro sulla sua composizione chimica ha evidenziato che è composta principalmente – 80% circa – da acidi umici.

Secondo alcune teorie, sembra che questi prodotti, entrando nella pianta in stadi precoci di sviluppo, rappresentino una fonte supplementare di polifenoli, i quali, funzionando come catalizzatori della respirazione, stimolano l'attività enzimatica, per cui la divisione cellulare è accelerata ed i processi metabolici aumentano di velocità. È stata inoltre verificata nelle piante una maggiore resistenza alla siccità, al gelo e un maggior accumulo di sostanza secca. Le ricerche sugli effetti determinati da questi prodotti sono, tuttavia, relative soprattutto a specie ortive ed erbacee, mentre resta ancora da provare la loro efficacia in ambiente urbano. Alcuni dati relativi ad una sperimentazione in corso non hanno finora evidenziato differenze significative sulla fisiologia dell'albero derivanti dall'uso di questi prodotti (Ferrini et al., 2005).

Inoculi micorrizici e biostimolanti

In suoli naturali o scarsamente antropizzati sono presenti una enorme quantità di microrganismi, alcuni dei quali sono agenti patogeni, altri sono indifferenti, altri ancora benefici per i vegetali che occupano il medesimo areale. Tra questi ultimi, le micorrize sono funghi in grado di instaurare con la piante rapporti di simbiosi mutualistica. Secondo alcuni autori, l'associazione simbiotica pianta – micorriza è uno dei principali successi della natura in oltre 460 milioni di anni di storia e di evoluzione. Ciascuna specie arborea presenta, in ambienti naturali, associazioni mutualistiche con una o più specie di micorrize specifiche, con cui il vegetale si è co-evoluto. È ormai risaputo come la simbiosi con le micorrize incrementi, per effetto delle ife fungine, la superficie assorbente radicale e come questo, a sua volta, migliori la tolleranza della pianta allo stress idrico. La simbiosi modifica profondamente la morfologia degli apparati radicali e la fisiologia dell'assorbimento di acqua e minerali, inducendo anche alcune positive alterazioni funzionali della rizosfera, ovvero la zona di suolo direttamente influenzata dall'attività della radice. Gli effetti della micorrizzazione sull'assorbimento minerale sono, in parte, già abbondantemente studiati: di primaria importanza è il miglioramento della nutrizione fosfatica a causa dell'aumento del fosforo disponibile per la pianta. Questo elemento, fondamentale per il metabolismo energetico, è spesso presente nei nostri suoli, ma

si trova, in larga parte, in forma non disponibile per la pianta a causa di fenomeni di insolubilizzazione dovuti in larga parte al pH. Numerosi studi evidenziano come le piante micorrizzate possono utilizzare forme di fosforo, che, in assenza di simbiosi risultano non disponibili. Oltre al fosforo, le ife fungine svolgono un importante ruolo nell'incrementare l'assorbimento di macro- e microelementi, come NH_4^+ , NO_3^- , Ca^{2+} , K^+ , SO_4^- , Fe, Zn, Cu. Il migliore assorbimento di acqua e minerali genera, secondo alcuni autori, effetti positivi anche a livello degli scambi gassosi fogliari e della produzione di biomassa. Di non secondaria importanza è l'aumento della tolleranza delle piante micorrizzate a stress osmotici: giovani alberi di olivo si sono dimostrate molto più tolleranti alla salinità nel terreno in seguito alla micorrizzazione con *Glomus mossae*, che ha determinato un aumento del tono osmotico cellulare in seguito a miglior assorbimento di calcio e potassio.

Le modificazioni fisiologiche che avvengono nella rizosfera in seguito all'infezione micorrizica, quale, per esempio, una differente produzione di essudati radicali, generano cambiamenti nelle popolazioni microbiche della rizosfera stimolando, generalmente, quei componenti della microflora batterica che sono antagonisti ai patogeni radicali e riducendo, così, in modo naturale, l'insorgenza di fitopatie.

A fronte di quanto detto sembra che le micorrize siano un prezioso alleato naturale in grado di migliorare alcuni aspetti fisiologici fondamentali per gli organismi vegetali. In suoli fortemente antropizzati, come quello urbano, o artificiali, come i substrati alleggeriti comunemente utilizzati in florovivaismo, esse, però, non sono presenti o lo sono in quantità estremamente scarsa. La pianta, non potendo beneficiare della simbiosi, vede alcune sue performance fisiologiche ridotte. Per mantenere una buona vigoria e un soddisfacente stato di salute, è necessario ricorrere, in vivaio, a composti chimici (fertilizzanti, anticrittogamici) con conseguente run-off di prodotti di sintesi e problemi ambientali che essi determinano. L'inoculo artificiale di micorrize in vivaio, sia di piante allevate in pieno campo, sia in contenitore potrebbe ripristinare la naturale simbiosi ed incrementare lo stato di salute delle piante, riducendo nel contempo l'input di sostanze chimiche e di acqua richiesto per l'ottenimento di un prodotto vendibile. Inoltre, la pianta conserva le micorrize anche dopo il trapianto e queste costituiscono un valido aiuto per un migliore attecchimento ed una veloce ripresa dopo l'impianto in ambienti difficili. In letteratura, tuttavia, si ritrovano pareri discordanti a proposito. In particolare, l'uso di prodotti commerciali e di cocktail contenenti micorrize generiche, fertilizzanti e biostimolanti, fornisce risultati generalmente poco soddisfacenti. Altri autori,

utilizzando sia micorrize commerciali, sia micorrize specifiche, hanno ottenuto un elevato tasso di infezione e misurato incrementi di crescita, di area fogliare e di scambi gassosi rispetto alle piante non micorrizzate. La “specificità” di un inoculo micorrizico si riferisce al fatto di inoculare, in vivaio, una data specie vegetale utilizzando funghi ottenuti dalla medesima specie cresciuta in un ambiente naturale con condizioni ambientali e pedologiche simili a quelle in cui è situato il vivaio. I prodotti commerciali, al contrario, non si basano sulla specificità del rapporto pianta – fungo, ma utilizzano ceppi fungini ad alta infettività, a prescindere dalla specie da inoculare. Agendo così, però, non viene considerata la specificità del rapporto co-evolutivo tra specie vegetale e specie fungina e, in molti casi, si assiste ad una ridotta infezione del fungo nelle cellule radicali ed a benefici del tutto trascurabili. Sebbene l’esame di risultati ottenuti in letteratura indichi la necessità di ulteriore ricerca, questa va indirizzata verso l’uso di inoculi specie - specifici, piuttosto che verso preparati commerciali generici.

Sull’uso di inoculi micorrizici sono in corso alcune sperimentazioni volte a verificare la loro reale efficacia in ambiente urbano i cui risultati saranno disponibili nel giro di qualche anno.

Per quanto riguarda l’uso dei cosiddetti biostimolanti, è da sottolineare che esistono in commercio formulati di vario tipo – batterici o micorrizici o batterici e micorrizici – ai quali sono aggiunti acidi umici, aminoacidi, zuccheri naturali, estratti di alghe e di *Yucca* solubili, ecc. Tali prodotti sono, in genere, “specie-specifici”, cioè adatti a determinate piante ospiti e a determinate situazioni ed appaiono in grado di migliorare la crescita dell'albero. In particolare, alcuni incrementano la capacità di ripresa dell’apparato radicale soggetto a trapianto o danneggiato, favorendone l'aumento della massa e la resistenza a vari fattori, come gli stress – idrico e da temperature elevate – e il freddo. Essi, inoltre, aumentano anche la disponibilità degli elementi nutritivi, con un minore rischio di fallimento dell’impianto di alberi adulti, cosa piuttosto frequente nell’ambiente urbano. Risultati preliminari di ricerche condotte nel nostro Paese hanno evidenziato un’influenza positiva di questi prodotti sul superamento dello stress da trapianto, sulla crescita e sulle caratteristiche ecofisiologiche delle piante soprattutto in aree particolarmente sfavorite, dove la loro azione può esplicarsi in un aumento degli scambi gassosi delle foglie con riflessi positivi sulla crescita vegetativa di alberi di *Quercus robur* L. (Ferrini e Nicese, 2002), mentre la loro applicazione su altre specie non ha fornito risultati soddisfacenti (Ferrini, 2006).

Substrati artificiali (*soil mixes*)

La compattazione del suolo, necessaria per creare un sufficiente supporto alle pavimentazioni stradali ed ai marciapiedi, è un fattore che, come ampiamente dimostrato, deprime la crescita degli alberi fino a comprometterne, in casi estremi, la vitalità. Per questa ragione alcuni studiosi hanno messo a punto dei substrati artificiali che, pur mantenendo una elevata capacità di carico, consentano allo stesso tempo la crescita delle radici.

Già alla fine degli anni 50, l'Università di California pubblicò un manuale in cui venivano forniti alcuni suggerimenti sulla composizione dei substrati artificiali che, tuttavia, consistevano essenzialmente di una combinazione di sabbia grossolana (0,5-1 mm) e materiale organico (50:50 o 75:25) con l'aggiunta di piccole percentuali di argilla o limo (max 5%). In Francia, venti anni fa, fu realizzato un substrato fatto di un miscuglio di terra, per il 50%, e di ghiaia, per l'altro 50%: tra la terra fine e la ghiaia si verifica "rottura di granulometria", che è il primo modo di ridurre la compattazione. Attualmente la ricerca si è orientata verso altri tipi di "mixes" che, oltre a creare un buon substrato per le piante, costituiscono una solida base per pavimentazioni e per marciapiedi. Questi "mixes" sono, in linea generale, costituiti da una matrice sassosa, da suolo che si insinua fra i pori della matrice e da un legante artificiale costituito da un idrogel artificiale. I risultati ottenuti confermano che a parità o, addirittura, con densità del terreno maggiori, si riesce ad ottenere uno sviluppo radicale notevolmente maggiore, il che ha, chiaramente, riflessi positivi sulla crescita delle piante (Grabosky e Bassuk, 1995; Randrup, 1997; Kristoffersen, 1998).

I substrati artificiali hanno, infine, dimostrato che, qualora si provveda un adeguato rifornimento idrico, non si ha alcun effetto deprimente sull'attività delle piante, dovuto a problemi di siccità causati da un eccesso di percolazione delle acque. In ambienti fortemente urbanizzati è applicata una tecnica interessante, cioè la costituzione di un piano radicale; a tale scopo viene eseguito uno sbancamento del marciapiede per 2 m di larghezza e per 60-80 cm di profondità; la fossa viene riempita con una miscela di terra e pietre, viene passato sopra il rullo compressore ed il piano viene strutturato a norma di legge per sopportare carichi in transito. Fatto questo, si scava una fossa di un metro cubo nella quale si posiziona l'albero, poi si riempie con terra normale. In questo modo, l'apparato radicale in 2-3 anni avrà colonizzato il metro cubo e comincerà ad accrescersi sotto tutta la superficie del marciapiede. Quando avrà colonizzato anche questo volume, all'età di 8-10 anni, si arrangerà da sola: raggiungerà le condotte di acqua pluviale, quelle fognarie, le altre condutture della

luce, del gas, ecc. A questo punto l'albero avrà "preso confidenza" con il suo ambiente e potrà svilupparsi equilibratamente (Raimbault, 1996).

Negli Stati Uniti sono stati condotti degli studi al fine di creare un nuovo suolo per gli alberi urbani – tale da aumentare il volume di diffusione delle radici delle piante – pur restando un compatto e sicuro supporto di marciapiedi e pavimentazioni. Ciò è stato compiuto modellando una matrice di roccia e trattenendo il suolo all'interno dei pori della matrice con l'aiuto di un agente collante fatto di polimeri idrofili cristallizzati.

Usando tre tipi di pietra e diverse proporzioni tra pietra e suolo il substrato suolo-pietra compatto – con densità maggiore di $1,7 \text{ g/cm}^3$ – faceva aumentare la crescita delle radici fino al 320% rispetto al controllo di argilla sabbiosa compatta, con densità di circa $1,3 \text{ g/cm}^3$ (Grabosky e Bassuk, 1995).

6.2.5 Quadro sinottico

L'analisi dello stato dell'arte del settore ha messo in evidenza la grande complessità del tema, per cui occorre delimitarne i contorni agli aspetti che paiono più significativi e urgenti, anche con riferimento alla realtà toscana caratterizzata da una più acuta sensibilità verso i citati problemi.

Appare quindi necessario mettere a punto e/o ampliare le ricerche e le sperimentazioni relative a:

- chiarire quanto sopra espresso a livello teorico con riferimento alle condizioni ambientali dei contesti urbani toscani;
- verificare le condizioni di vita e conseguentemente i fattori del successo – e dell'insuccesso – delle alberature ornamentali urbane;
- mettere a punto un protocollo sperimentale per l'accertamento delle migliori tecniche di estirpazione, preparazione, trasporto, impianto e cura post-impianto di alberi ornamentali in condizioni urbane ordinarie, facendo tesoro delle esperienze pregresse e/o verificando l'adattabilità alle nostre condizioni di quanto accertato in altri ambienti e in altre condizioni tecnico-organizzative delle imprese del settore;
- elaborare linee guida cui attenersi per la gestione integrata dell'impianto – dall'estirpazione alla cura post-impianto – di alberi ornamentali in ambienti urbani.

6.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Nella fase di stesura della proposta del progetto RISVEM furono individuate alcune linee prioritarie di sperimentazione che per le problematiche legate alla selezione del materiale vivaistico ed all'impianto di aree verdi sottolinearono la necessità non solo di standardizzare la qualità del materiale vegetale, ma anche quello di fornire informazioni riguardo all'aumento della percentuale di sopravvivenza delle piante e del tasso di crescita delle stesse.

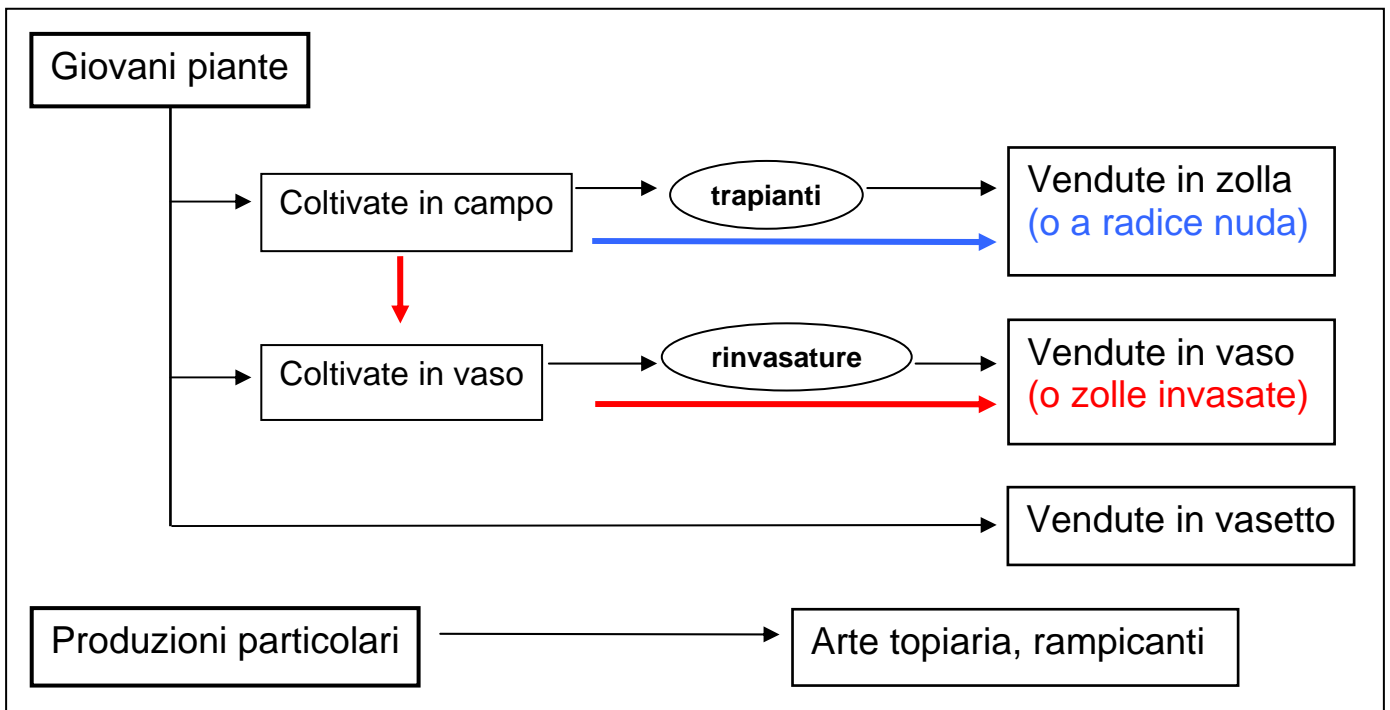
Durante il triennio sono state condotte ricerche i cui risultati, seppur parziali, possono costituire un'adeguata base d'informazione per gli operatori di settore.

Per quanto riguarda la qualità del materiale vegetale è stata svolta una indagine sulle caratteristiche salienti del distretto vivaistico pistoiese, con particolare riferimento alle categorie commerciali della produzione di piante.

Tra le linee prioritarie di ricerca, un ruolo importante lo assumono anche quelle riguardanti la riduzione degli inputs energetici (soprattutto non rinnovabili) che vengono immessi sia nel processo di produzione in vivaio, sia una volta che gli alberi sono stati messi a dimora. Per tali ragioni sono state condotte alcune sperimentazioni volte alla riduzione dei consumi idrici e sulla individuazione di tecniche di coltivazione a ridotto impatto ambientale (riduzione uso erbicidi e fertilizzanti).

6.3.1 Ricerche svolte all'interno del progetto

Standard di produzione nel distretto vivaistico pistoiese



Lo schema sopra riportato vuole essere una rappresentazione visiva, molto sintetica, delle principali tipologie produttive all'interno del distretto vivaistico pistoiese. Come si può notare la distinzione prevalente risulta essere quella tra piante prodotte in contenitore e piante prodotte in terra (a radice nuda o in zolla), anche se è abbastanza frequente il caso di piante prodotte in terra e collocate in grandi vasi solo al momento della commercializzazione (linea rossa – zolle invasate).

Caratteristiche merceologiche e tipicità del materiale vivaistico

Le piante, come è noto, richiedono di essere maneggiate e trasportate con cura, cosa che implica, evidentemente, l'applicazione di specifiche tecniche di **confezione ed imballaggio**. Secondo le dimensioni e le caratteristiche delle varie essenze i rami vengono "acciuffati", cioè raccolti e legati in modo da non subire danni quando le piante vengono accatastate, anche avvolgendo la chioma con apposite reti di plastica o strisce di juta. Con quest'ultima in certi casi vengono fasciati anche i tronchi affinché non si verifichino danni alla corteccia. Per le piante in zolla, di particolare importanza risulta essere l'individuazione della forma e delle dimensioni più adeguate della zolla di una determinata pianta.

Circa il **dimensionamento del pane di terra**, generalmente si può considerare che il suo diametro deve essere 2,5 - 3 volte la circonferenza del fusto (che, come di regola, viene misurato a 1 metro di

altezza dal colletto). Inoltre la zolla dovrebbe essere alta circa $2/3$ del suo diametro, se non vi sono specifiche esigenze, come ad esempio per le conifere che necessitano di una zolla più profonda, a causa della radice fittonante. Le misure medie delle zolle, per fare qualche esempio, dovrebbero essere all'incirca le seguenti:

Circonferenza del tronco	Diametro della zolla	Altezza della zolla
14-16	40-45	25-30
16-18	45-50	30-35
18-20	50-55	35-40
20-25	55-70	40-45
25-30	70-80	45-55

Una volta con la zollatura a mano era possibile realizzare la forma più idonea per ciascuna tipologia di piante, ed in generale le zolle avevano tutte una forma più allungata. Attualmente, vengono usate prevalentemente le zollatrici meccaniche, con lame intercambiabili secondo il diametro della zolla, che le conferiscono una forma da emisferica a ellissoidale. In ogni modo, operando sempre i trapianti e le zollature utilizzando queste macchine si condizionano gli apparati radicali a rimanere contenuti in quel volume, pertanto il loro impiego non reca pregiudizio alla futura crescita.

Il confezionamento della zolla può essere eseguito con vari materiali: dalla tradizionale paglia di cereali (ormai non più usata), alla più moderna juta, ai cascami di stoffa biodegradabile, alla rete di ferro, al film plastico termo-restringente. La loro funzione è quella di non far disgregare la zolla mantenendola raccolta e compatta, affinché non si rovinino le radici in essa contenute. Pertanto la resistenza meccanica necessaria è crescente man mano che aumentano le dimensioni del pane di terra. La semplice stoffa, con una serie di legature di spago o filo di ferro, può essere sufficiente per le zolle di arbusti medio-piccoli o alberi delle misure inferiori. Per piante che superano certe dimensioni (arbusti di 150-200 cm di altezza o alberi di 10-12 cm di circonferenza) con zolle molto grosse, vengono richiesti rivestimenti più robusti. Spesso in questi casi vengono utilizzati più materiali: tela di juta e rete metallica, rete metallica e film plastico, oppure tutti e tre assieme. Sono disponibili anche appositi cestelli di filo di ferro già pronti in diverse misure standard per le zolle più comuni. La cosa fondamentale è che l'involucro della zolla sia ben stretto attorno ad essa e non si allenti durante la manipolazione ed il trasporto: se il pane di terra si rompe o si frattura, l'attecchimento della pianta può essere compromesso.

È molto importante anche che il tessuto (il “cencio” o “straccio” come viene chiamato in gergo) sia di fibre naturali biodegradabili, come pure che la rete metallica non sia zincata ed a maglie larghe affinché entrambi dopo l’impianto si degradino nel terreno in tempo utile per impedire lo strozzamento delle radici.

Principali standard di produzione del vivaismo pistoiese

La produzione vivaistica può essere distinta in alberi e arbusti, con l’aggiunta di alcune categorie particolari come i rampicanti, le tappezzanti, le piante esemplari e le piante dell’arte topiaria.

Si definiscono **astoni** i giovani alberi con la parte aerea di 1-2 anni (Tab. 6.1). Sono costituiti da un buon apparato radicale e da un fusto dritto che può avere delle ramificazioni inserite sull’asse principale. Nel caso di alberi a portamento arbustivo, possono essere costituiti anche da più assi. In genere vengono classificati per età (1 o 2 anni) o secondo l’accrescimento caratteristico di ogni specie in scelta normale e scelta speciale.

Tab. 6.1 - Standard commerciali per astoni

Classi di altezza (cm)	Scaglioni (cm)
< 100	20
da 100 a 200	25
> 200	50
Classi di circonferenza fusto (cm)	Scaglioni (cm)
> 6	2

Per le essenze più pregiate anche in base alla misura dell’altezza, fino a 100 cm di altezza in scaglioni di 20 cm, da 100 a 200 cm di altezza in scaglioni di 25 cm, oltre i 200 cm di altezza in scaglioni di 50 cm. (es. 20/40 40/60 60/80 80/100 100/125 125/150 150/175 175/200 200/250 250/300 ...). Per astoni di specie a rapido accrescimento (es. Paulonia, Catalpa, Melia ...), con circonferenza del fusto che raggiunge i 6 cm (misurata ad 1 metro dal colletto o a metà dell’altezza) si utilizzano scaglioni di 2 cm (es. 6/8 8/10 10/12 ...)

Sono definite **alberi** le piante con una parte aerea di almeno due o più stagioni vegetative, costituita da rami inseriti su un fusto dritto. Possono essere allevati a “forma libera” cioè con le ramificazioni liberamente inserite sull’asse fino dal colletto o dall’altezza caratteristica della specie, oppure “impalcati” cioè con un fusto nudo privo di ramificazioni fino alla prima impalcatura.

Tab. 6.2 - Standard commerciali per alberi a forma libera

Classi di altezza (cm)	Scaglioni (cm)
< 100 (conifere)	20
da 100 a 200	25
> 200	50

Gli **alberi a forma libera** vengono classificati in base all'altezza, che viene misurata dal colletto fino al punto più alto della chioma (Tab. 6.2). Le categorie merceologiche variano in scaglioni di 25 cm da 100 cm fino a 200 cm di altezza (100/125 125/150 150/175 175/200), in scaglioni di 50 cm oltre i 200 cm di altezza (200/250 250/300 300/350, 350/400 ...). Per quanto riguarda le conifere, che hanno accrescimenti minori, vengono classificate anche le piante di misura inferiore ad 100 cm di altezza in scaglioni di 20 cm (40/60, 60/80, 80/100). Ci possono essere anche alcune eccezioni. Una volta le misure superiori a 500 cm venivano classificate in scaglioni di 100 cm. Come pure alcune essenze a crescita molto rapida venivano classificate in scaglioni di 100 cm anche nelle misure più basse. Tuttavia adesso questa consuetudine di fare delle eccezioni si è un po' persa e si adotta lo standard.

Per gli **alberi impalcati**, oltre all'altezza, viene presa in considerazione prevalentemente la circonferenza del fusto misurata a 1 metro dal colletto (Tab. 6.3). Le categorie vengono distinte in scaglioni di 2 cm dalla circonferenza di 6/8 cm a 18/20 cm (es. 6/8 8/10 10/12 12/14 14/16 16/18 18/20), poi di 5 cm dalla circonferenza di 20/25 cm a 45/50 cm (es. 20/25 25/30 30/35 35/40 40/45 45/50), e di 10 cm oltre i 50 cm di circonferenza (es. 50/60 60/70 ...). L'altezza dell'impalcatura, misurata dal colletto all'inserzione sul fusto della branca più bassa, potrà essere variabile da un minimo di 180 cm fino ai 210 cm (salvo casi particolari o richieste specifiche). Per il *Pinus pinea* ed altre conifere simili, gli scaglioni della circonferenza del fusto sono lievemente diversi a causa dei minori accrescimenti. Vanno in scaglioni di 2 cm fino al 20/22, oltre i 22 cm si riduce in scaglioni di 4 cm e abbiamo il 22/26 ed il 26/30, quindi oltre i 30 cm prosegue a scaglioni di 5 cm (30/35 35/40 ...). In questo caso la misura della circonferenza del fusto viene combinata con quella dell'altezza della pianta, misurata dal colletto fino al punto più alto della chioma, poiché vi sono prodotti con la stessa dimensione del tronco ma altezze diverse. Per alcune essenze particolari viene inoltre

specificato anche il diametro della chioma stessa. Questo viene misurato in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere e a 2/3 dell'altezza totale per gli altri alberi.

Vi sono alcuni **alberi** con portamento arbustivo (come le Betulle, o certi Aceri) che possono essere allevati anche in **ceppaie con più tronchi** (Tab. 6.4).

Tab. 6.3 - Standard commerciali per alberi impalcati a fusto

Classi di circonferenza fusto (cm)	Scaglioni (cm)
da 6 a 20	2
da 20 a 50	5
> 50	10

Tab. 6.4 - Standard commerciali per alberi a ceppaia

Numero di assi (tronchi):	
Classi di altezza (cm)	Scaglioni (cm)
< 100	20
da 100 a 200	25
>200	50

In questo caso vengono indicati il numero di assi (1 ben ramificato fino dal basso, 2, 3, 4, 5 o più tronchi) e la misura dell'altezza complessiva dal colletto fino al punto più alto della chioma. Come per gli altri alberi le classi di altezza inferiore a 100 cm variano in scaglioni di 20 cm (40/60, 60/80, 80 ...), da 100 cm a 200 cm in scaglioni di 25 cm (100/125, 125/150 ...), in scaglioni di 50 cm oltre i 200 cm (200/250, 250/300 ...).

Gli **arbusti** veri e propri sono individui di sviluppo ridotto rispetto agli alberi, senza un fusto guida, ma ramificati fino dalla base o che possiedono più fusti generati dalla stessa ceppaia (Tab. 6.5). Anche in questo caso dovrebbero avere non meno di due stagioni vegetative, una chioma densa e compatta ed un minimo di tre fusti o ramificazioni alla base (secondo le caratteristiche della specie).

Tab. 6.5 - Standard commerciali per arbusti

Classi di altezza (cm)	Scaglioni (cm)
< 100	20 (10 essenze pregiate)
da 100 a 200	25
> 200	50

Gli arbusti ed i cespugli vengono classificati in base all'altezza complessiva, dal colletto fino al punto più alto della chioma, che similmente a quanto abbiamo già visto negli alberi, varia in scaglioni di 20 cm per le piante inferiori ad 100 cm (40/60, 60/80 ...), in scaglioni di 25 cm da 100 cm a 200 cm (100/125, 125/150 ...), e in scaglioni di 50 cm oltre i 200 cm (200/250, 250/300 ...).

Per alcuni arbusti pregiati, come eriche ed azalee, o conifere ad accrescimento più lento, le altezze inferiori ad 100 cm sono scaglionate di 10 cm invece di 20. In certi casi viene specificato anche il diametro della chioma che deve essere misurato però alla sua massima ampiezza. Mentre, nei casi in cui sia presente un fusto, può essere misurata la sua circonferenza a metà tra il colletto e la prima impalcatura. In questi ultimi casi si possono individuare anche delle forme di allevamento particolari chiamate "alberetti".

Tab. 6.6 - Standard commerciali per alberetti

mini fusto (fusto di 40-50 cm)	
mezzo fusto (fusto di 70-80-90 cm)	
Classi di diametro chioma (cm)	Scaglioni (cm)
< 60	5
>60	10
Classi di circonferenza fusto (cm)	Scaglioni (cm)
da 6 a 20	2
da 20 a 50	5

Vi sono infatti alcuni **arbusti** che vengono allevati **ad alberetto**, con un fusto nudo sormontato da una chioma (Tab. 6.6). In questo caso invece dell'altezza, si specifica il diametro della chioma, ed in certi casi viene indicata pure la circonferenza del fusto (misurata a metà tra il colletto e la prima impalcatura) impiegando comunque sempre la scalatura degli alberi (4/6, 6/8 fino a 18/20). Di

recente sono state introdotte diverse tipologie di questi alberetti definiti “mini fusto” (mini standard) con un fusto di 40-50 cm, “mezzo fusto” (“*half standards*”) con un fusto di 80-90 cm ed altri tipi ancora con determinate altezze del fusto specificate. In genere viene anche indicata la forma della testa quando ne ha una particolare (palla, cubo, ombrello). Tra gli arbusti vi sono poi delle tipologie con portamenti ed impieghi particolari.

Le piante **tappezzanti**, sono piante erbacee o arbustive, con portamento basso e strisciante, impiegate per ricoprire il terreno. Devono avere una sufficiente ramificazione in modo da garantire una buona capacità di copertura. Generalmente non sono fornite di grandi dimensioni poiché è meglio che si sviluppino sulla superficie da tappezzare. Pertanto vengono commercializzate in contenitore e classificate in base al suo volume.

Tab. 6.7 - Standard commerciali per rampicanti e sarmentose

Classi di altezza (cm) medio accrescimento	Scaglioni (cm)
< 100	20
da 100 a 150-200	25
> 150-200	50
Classi di altezza (cm) forte accrescimento	Scaglioni (cm)
> 100	50

Le piante **rampicanti** richiedono dei supporti a cui aggrapparsi con particolari organi vegetali (viticci, radici avventizie) per sostenere la loro notevole crescita, spesso molto veloce (*Bignonia spp.*, *Parthenocissus spp.*, *Passiflora spp.*) (Tab. 6.7). In assenza di supporti talvolta possono crescere sul terreno, ed essere impiegate come piante coprisuolo (*Hedera spp.*). Le piante **sarmentose** invece sono arbustive caratterizzate da lunghi rami flessibili e ricadenti, che possono essere coltivate come fossero rampicanti, legandole su appositi sostegni a cui si avvolgono con i loro fusti volubili (*Bougainvillea spp.*, *Lonicera spp.*, *Wisteria spp.*).

Possono essere fornite in contenitore o in zolla e vengono classificate secondo l'altezza misurata dal colletto alla sommità dei fusti principali. Gli scaglioni delle misure sono diversificati secondo la loro velocità di accrescimento. Per le essenze a medio accrescimento (*Hedera spp.*, *Jasminum spp.*, *Trachelospermum jasminoides*) le classi di altezza inferiore ad 100 cm variano in scaglioni di 20 cm (60/80, 80/100), da 100 cm fino a 150 o 200 cm in scaglioni di 25 cm (100/125, 125/150 ... possiamo avere il 150/175 e 175/200 oppure solo il 150/200 secondo le essenze), quindi in scaglioni di 50 cm oltre i 150 o 200 cm (200/250, 250/300 ...). Invece per le essenze a forte accrescimento (*Actinidia spp.*, *Lonicera spp.*, *Wisteria spp.*) le classi di altezza generalmente iniziano da 100 cm in scaglioni di 50 cm (100/150, 150/200 ...). Le piante vengono allevate in vivaio con l'ausilio di tutori, ma possono essere commercializzate anche senza di essi. In genere si richiede che abbiano almeno due/tre getti forti che raggiungano la misura stabilita, ma questo dipende molto dalle caratteristiche delle diverse essenze: se è accettabile per una clematide avere solo due fusti, un'edera è meglio che se ne abbiano almeno tre o quattro.

Tab. 6.8 - Standard commerciali per alberi esemplari

Classi di altezza (cm)	Scaglioni (cm)
< 500	50
> 500	100
Classi di circonferenza fusto (cm)	Scaglioni (cm)
< 50	5
> 50	10

Tra le altre categorie di materiali vegetali che possono assumere una grande importanza per il mercato vivaistico citiamo infine le **piante esemplari**, che come dice il nome, sono alberi o arbusti di notevoli età o dimensioni che rivestono un particolare valore ornamentale (Tab. 6.8). In questo caso è molto importante che siano stati adeguatamente preparati per la messa a dimora, cioè aver subito diversi trapianti. Sempre difficile dare una valutazione di queste piante molto particolari che raramente si trovano sui listini. Ad ogni modo la loro classificazione merceologica può essere fatta con il criterio impiegato per gli alberi delle misure più grandi.

Infine le piante a forma dell'**arte topiaria** che vanno oltre gli arbusti potati in forme geometriche che abbiamo visto sopra (alberetti, con, piramidi, palle, cubi, spirali, ecc.). Si tratta di piante foggiate ad assumere le forme più varie (forme astratte, animali, oggetti, persone) mediante particolari tecniche di potatura ed anche con l'ausilio di tutori e telai metallici. Vengono realizzate in contenitore, ma possono essere poi messe a dimora anche in terra. In genere, oltre al nome della rappresentazione, viene indicata l'essenza vegetale con cui è stata realizzata e la sua altezza complessiva (comprensiva o meno del contenitore). In certi casi possono essere indicati anche la misura del vaso e l'altezza dell'eventuale fusto.

Risposta di alcune specie di *Tilia* e alcune varietà di *Acer platanoides* sottoposte a diversi regimi irrigui.

Per quanto riguarda la sperimentazione di pieno campo, come già accennato, sono state condotte alcune ricerche volte alla limitazione dell'uso di risorse primarie come l'acqua ed alla riduzione dell'impiego di fertilizzanti e di erbicidi.

Le recenti annate siccitose hanno, in certe situazioni, drammaticamente confermato che il problema della scarsa disponibilità idrica è divenuto un'emergenza primaria e a tutti gli utenti è richiesto uno

sforzo per cercare di ridurre l'uso di questa risorsa limitata. Come sottolineato da Zipoli *et al.* (2000), non si tratta soltanto di aumentare l'efficienza degli impianti esistenti (alcuni vivai hanno aumentato fino al 50% la superficie irrigata semplicemente ottimizzando le connessioni fra i tubi, cambiando gli ugelli ed adottando un sistema per evitare il gocciolamento degli stessi a fine erogazione)(Parris, 1995) ed eventualmente sostenere la diffusione di tecniche che consentano il risparmio idrico, ma anche di approfondire le conoscenze, introducendo elementi innovativi che consentano un reale risparmio idrico ed un significativo ritorno economico, garantendo, allo stesso tempo, una soddisfacente gestione dei problemi fitosanitari.

L'irrigazione deve essere perciò vista nell'ottica di una futura regolamentazione che, probabilmente, porrà delle limitazioni all'uso dell'acqua per questo scopo e determinerà (come peraltro già annunciato) un aumento del prezzo unitario e un diverso concetto d'uso dell'acqua stessa.

Appare perciò rilevante la stima delle esigenze idriche della coltura che, tuttavia, nel settore vivaistico è fortemente complicata dall'amplissima gamma di specie e/o dalle varietà coltivate, nonché dalla disetaneità degli impianti. Risulta, quindi, difficile per l'operatore vivaista conoscere gli effettivi fabbisogni irrigui delle diverse specie in coltura ed il momento preciso in cui irrigare, in modo da ottimizzare l'uso degli impianti. È, inoltre, da sottolineare che la più o meno recente messa a punto di sistemi computerizzati basati sull'elaborazione di grandezze meteorologiche e di alcuni parametri vegetali, può costituire uno strumento valido per la gestione ottimale dell'irrigazione (Leib e Elliott, 2001). La sperimentazione condotta su due specie di larga diffusione, preceduta da una ricerca condotta su piante in contenitore, ha, finora, messo in evidenza che è possibile ridurre gli apporti idrici senza ridurre il tasso di crescita degli alberi anche se le risposte possono essere variabili in funzione sia delle diverse specie (*Tilia*), sia delle diverse cultivar (*Acer platanoides*).

Effetti della tecnica di gestione dell'area d'impianto su alcuni parametri di crescita e fisiologici in *Tilia x europaea* e *Aesculus hippocastanum*

L'obiettivo primario della maggior parte dei vivaisti è quello di eliminare la competizione idrico-nutritiva associata alla presenza di infestanti. Occorre tuttavia considerare che la gestione del suolo ha influenza sulla produttività del sistema vivaio sia nel breve che nel lungo termine. La tecnica di gestione del suolo tradizionale prevede, in linea generale, periodiche lavorazioni superficiali nell'interfilare ed il diserbo sull'interfila. In questo modo è anche possibile effettuare potature radicali, zollature e trapianti che, pur penalizzando a breve termine lo sviluppo della parte aerea,

determinano modifiche strutturali dell'apparato radicale che viene "richiamato" in prossimità del colletto, limitando le perdite di radici conseguenti all'estirpazione delle piante che, in casi estremi, possono raggiungere il 95% del totale (Watson e Himelick, 1997).

Dalle considerazioni riportate su questa tipologia di intervento è stata condotta una sperimentazione per valutare l'effetto di diversi materiali pacciamanti sulla crescita e sulla fisiologia di due specie arboree ornamentali (*Tilia x europaea* D.C., *Aesculus x carnea* Hayne) allevate in pieno campo. Nella primavera del 2004 sono state messe a dimora 144 piante, 72 per ognuna delle specie considerate, di 8-10 cm di circonferenza. Il sesto d'impianto utilizzato è stato di 3 m sulla fila x 3,5 m tra le file. Sono state messe a confronto diverse modalità di gestione del suolo: pacciamatura con corteccia di conifere, pacciamatura con residui del processo di vagliatura fine di compost verde, mantenimento del suolo nudo con eliminazione della flora infestante tramite diserbo con glufosinate-ammonium sulla fila. I materiali pacciamanti sono stati distribuiti sulla fila con uno spessore di circa 10 cm. La concimazione è stata effettuata all'impianto, interrando nella buca 375 g di concime ternario (8-24-24). Tutte le piante sono state irrigate mediante ali gocciolanti durante il periodo estivo. Il disegno sperimentale ha previsto 6 blocchi randomizzati per tesi per specie, ciascuno dei quali formato da quattro esemplari.

Il primo anno (2004) è servito alle piante per superare lo stress da trapianto e per acclimatarsi alle nuove condizioni di crescita. In questo periodo sono stati, comunque, misurati l'accrescimento diametrico del fusto (a 1 m) e l'altezza. Nei due anni successivi (2005 e 2006), oltre ai rilievi biometrici, sono state effettuate misurazioni degli scambi gassosi e della fluorescenza della clorofilla. I risultati ottenuti hanno mostrato che, nel caso del tiglio, il compost, nel 2005, ha incrementato in modo significativo, rispetto al diserbo e alla pacciamatura con corteccia, l'assimilazione del carbonio atmosferico e la conduttanza stomatica. Nel 2006 l'influenza della tecnica colturale sulla fotosintesi netta è stata meno significativa: solo a settembre sono emerse differenze significative tra le tesi e, ancora, la tesi compost ha fornito i migliori risultati. In nessuno dei due anni di prova sono emerse differenze tra le tesi per quanto riguarda la quantità di acqua traspirata. La pacciamatura con compost ha determinato un maggior accrescimento dei germogli, sia nel 2005 che nel 2006, e maggiori incrementi di altezza e di diametro del fusto rispetto ai tigli cresciuti su suolo nudo e diserbato. La pacciamatura con corteccia ha fornito risultati intermedi rispetto alle due tesi prima descritte per quanto riguarda l'accrescimento dei germogli, l'incremento in altezza e quello diametrico.

In conclusione, l'utilizzo di pacciamanti organici deve essere considerato una valida alternativa al diserbo per la coltivazione in pieno campo di specie ornamentali. In modo particolare, la pacciamatura con compost si è rivelata un eccellente metodo per favorire gli scambi gassosi fogliari ed aumentare l'accrescimento delle specie arboree ornamentali.

Effetto delle caratteristiche del substrato e dell'ampiezza dell'area non pavimentata sulla crescita e sugli scambi gassosi di piante di *Acer platanoides* L.

La ricerca è stata condotta in una zona ex industriale su esemplari di *Acer platanoides*, con caratteristiche omogenee (4-4.5 metri di altezza e 14-16 cm di calibro). messi a dimora in uno spazio destinato a parco di quartiere nel quale, a seguito della trasformazione d'uso dell'area, era stato riportato terreno alloctono.

Le dimensioni della buca di piantagione erano, approssimativamente, due volte la larghezza e circa la medesima altezza della zolla. Il riempimento della buca è stato effettuato con:

- I. Terreno di riporto + 25% di compost verde di elevata qualità
- II. Terreno di riporto + 50% di compost verde di elevata qualità
- III. Terreno di riporto + 75% di compost verde di elevata qualità
- IV. Controllo (solo terreno di riporto)

Le piante sono state, quindi, suddivise in due gruppi:

- 1) Piantagione con area d'impianto senza pavimentazione di 1 m² con copertura del terreno effettuata con una griglia metallica.
- 2) Piantagione con area d'impianto senza pavimentazione di 6,25 m² con copertura del terreno con arbusto tappezzante (*Viburnum davidii*), per evitare lo sviluppo di infestanti.

I risultati della ricerca hanno evidenziato che, a prescindere dal substrato adottato, il fattore più importante è rappresentato dalle dimensioni dell'area non pavimentata che, soprattutto nel secondo e terzo anno, ha determinato valori di clorofilla totale e scambi gassosi superiori nei soggetti che hanno beneficiato di aree d'impianto più ampie. Il substrato di piantagione utilizzato ha dato, diversamente,

risultati spesso discordanti, in funzione del parametro considerato e della quantità di compost utilizzato. L'aggiunta di compost misto in quantità elevate ha, infatti, determinato una tendenziale riduzione degli scambi gassosi delle foglie, che ha raggiunto livelli di significatività statistica al terzo anno dall'impianto.

Per quanto riguarda l'uso di prodotti compostati in ambiente urbano, le indicazioni presenti in letteratura indicano una risposta ai vari tipi di compost non sempre significativamente positiva (soprattutto con prodotti misti o da RSU), perché questi sembrano essere un fattore di minore importanza rispetto alla preparazione della buca d'impianto e alle cure post-trapianto. È, inoltre, da sottolineare che i risultati positivi ottenuti sono soprattutto relativi a piantagioni in zone degradate, dove questo gruppo di sostanze ha mostrato una certa efficacia, per lo meno nel breve termine.

Le indicazioni emerse dalla presente sperimentazione, suggeriscono che l'aggiunta di compost può non essere necessaria quando il terreno presente in loco o di riporto presenta sufficienti caratteristiche di fertilità. La quantità necessaria, inoltre, non deve eccedere il 40-50%.

I dati ottenuti, seppure limitati ad una sola specie e ad un solo ambiente, permettono tuttavia di porre una base solida per il proseguimento della sperimentazione, in modo da definire meglio gli effetti congiunti della diversa estensione dell'area non pavimentata e del substrato di riempimento della buca d'impianto sia sulle piante, sia sulle caratteristiche fisico-chimiche del terreno che, nel lungo periodo, potrebbero risultare positivamente modificate e produrre differenze nella crescita e nella fisiologia delle piante, che potrebbero non essere emerse nei primi tre anni successivi all'impianto.

La necessità di ottenere informazioni applicabili praticamente è sottolineata dal fatto che esistono fondati motivi per prevedere nel futuro della nostra arboricoltura urbana una crescente esigenza di costituire impianti gestibili con moderne tecniche colturali, che consentano una efficiente difesa sanitaria ed un'elevata crescita delle piante. Il conseguimento di questi obiettivi richiede un complesso di conoscenze, derivate dalla ricerca sperimentale e dall'esperienza pratica che, purtroppo, al momento attuale, risultano piuttosto carenti e, per alcuni aspetti, completamente mancanti.

È d'altra parte indubbio, e documentato da un'ampia bibliografia scientifica e tecnica, che la ricerca su questo argomento di primario interesse, è stata condotta soprattutto all'estero, mentre essa risulta essere alquanto carente nel nostro Paese dove gli impianti arborei in ambiente urbano vengono ancora, in gran parte, realizzati e gestiti in maniera empirica.

Effetti della fertilizzazione su alcuni parametri fisiologici e sulla crescita di piante di *Liquidambar styraciflua* L. in strada cittadina

Oggetto dello studio sono stati 30 esemplari di *Liquidambar styraciflua* L, di cinque anni di età, con omogenee caratteristiche (4-4.5 metri di altezza e 12-14 cm di calibro).

Le piante sono state messe in un viale ad elevato transito veicolare con gli spazi fra una pianta e l'altra utilizzati come parcheggio per le auto. Le dimensioni della buca di piantagione erano, approssimativamente, una volta e mezza la larghezza della zolla e circa la medesima altezza. Per il riempimento delle buche è stato utilizzato il suolo di riporto e il suolo urbano presente, senza l'aggiunta di alcun fertilizzante. Le piante sono state trattate con un numero diverso di applicazioni fertilizzanti, utilizzando Nitrophoska blu Gold®, secondo il criterio della randomizzazione totale, con la seguente modalità:

- una concimazione in pre-germogliamento (10 esemplari)
- una concimazione in pre-germogliamento e una concimazione di copertura in estate (10 esemplari)
- un controllo non trattato (10 esemplari)

Ad ogni trattamento è stato interrato nella zona di massimo sviluppo radicale 1 kg di prodotto Nitrophoska blu Gold® secondo le dosi consigliate.

I risultati ottenuti, riferiti al triennio 2002-2004, mettono in evidenza come le piante trattate con Nitrophoska® hanno reagito molto bene al trattamento mostrando potenzialità vegetative superiori alle altre solo in determinate circostanze climatiche favorevoli.

Il positivo effetto sulle attività fisiologiche delle piante oggetto di questa sperimentazione è determinato soprattutto dall'utilizzo della concimazione azotata (Nitrophoska®) ed è riscontrabile nei parametri clorofilla, fotosintesi netta e efficienza d'uso dell'acqua nel primo anno di sperimentazione.

Il secondo anno caratterizzato da un eccezionale stagione estiva ha messo in evidenza come la disponibilità idrica è elemento essenziale perché la pianta possa sfruttare al meglio la concimazione. Nessun beneficio infatti è stato ricavato dalle piante maggiormente concimate e valori riscontrati in campo sono parsi per la maggior parte simili alle piante non trattate. Nel terzo anno di sperimentazione, è stato riscontrato un effetto negativo dovuto all'eccessiva concimazione. Le piante che hanno avuto la doppia dose di fertilizzante hanno dato valori significativamente inferiori a quelle non trattate. Si può ipotizzare che dopo 3 anni di trattamenti vi è stato un effetto accumulo di sali fertilizzanti che sono andati a influire negativamente sulle capacità fisiologiche della pianta.

Effetti della concimazione e dei trattamenti con prodotti biostimolanti sulla crescita post-trapianto e su alcuni parametri morfo-fisiologici di piante di *Fraxinus excelsior* L. e *Styphnolobium japonicum* Schott ex Endl. (*Sophora japonica* L.) in un parcheggio urbano

Oggetto dello studio sono stati esemplari di *Fraxinus excelsior* L e di *Styphnolobium japonicum* Schott ex Endl. (*Sophora japonica* L.), di cinque anni di età, aventi caratteristiche omogenee (4-4.5 metri di altezza e 14-18 cm di diametro) ed una zolla di circa 40 cm.

Le piante sono state messe a dimora in aiuole inerbite in un'area adibita a parcheggio. Le dimensioni della buca di piantagione erano, approssimativamente, una volta e mezzo la larghezza e circa la stessa altezza della zolla. Per il riempimento delle buche è stato utilizzato il suolo di riporto senza l'aggiunta di alcun fertilizzante.

Gli alberi sono stati in seguito irrigati ed è stato aggiunto del suolo dove necessario. Durante i primi due anni post trapianto, le piante sono state irrigate solo in assenza di precipitazioni in periodi di alto stress idrico.

Gli alberi di entrambe le specie sono stati posti a dimora secondo il criterio della randomizzazione totale, con la seguente modalità:

- una concimazione in pre-germogliamento

I due anni di sperimentazione hanno evidenziato che le piante di *Styphnolobium japonicum* L. e di *Fraxinus excelsior* L. hanno risposto ai trattamenti in maniera diversa con la sofora che è apparsa più sensibile all'aggiunta di fertilizzante rispetto al frassino, anche se limitatamente al primo anno. Lo

stress idrico ha sicuramente avuto un ruolo rilevante e l'effetto positivo del fertilizzante è andato decrescendo nel corso della sperimentazione.

6.3.2 Benefici al comparto produttivo

La distinzione tra produttori di piante ornamentali e impiantisti di verde in Italia è assai labile: per lo più i produttori realizzano anche gli impianti, salvo qualche grande impiantista che non produce piante e qualche grande produttore che non realizza impianti; entrambe le figure però devono conoscere il processo perché ciascuno ne svolge almeno una parte, sempre determinante:

- i produttori di piante ornamentali destinate agli ambienti urbani trarranno vantaggi dalla conoscenza più approfondita delle tecniche di preparazione e trapianto;
- coloro i quali, oltre a produrre piante svolgono anche attività di impianto di verde acquisiranno ulteriori conoscenze in grado di rendere meno aleatori i risultati del proprio lavoro: maggiori possibilità di successo degli impianti, migliore qualità del prodotto nel breve, medio e lungo periodo, maggiore soddisfazione nei committenti.

6.3.3 Destinatari dei risultati

Oltre a quanto sopra vi sono altri destinatari dei risultati non meno importanti, anche se si collocano a valle del settore della produzione:

- i committenti, soprattutto se pubblici;
- i tecnici dei committenti pubblici;
- i tecnici consulenti e progettisti esterni ai committenti.

L'interesse dei committenti, dei tecnici e dei progettisti è, infatti, riconducibile all'interesse pubblico nel caso in cui essi intervengano per la realizzazione di opere a verde e del paesaggio a carattere pubblico. Questo si esplica tramite i benefici che un'attività più consapevole può apportare in termini di qualità dei risultati e quindi, più in generale, a livello di ambiente e di sfera sociale, con grandi risparmi in risorse pubbliche, incluse le risorse economiche. L'interesse, in realtà, deve considerarsi molto forte anche per tutti coloro che operano in ambito privato o in ambiti extraurbani, sia perché i temi tecnico-scientifici posti alla base della ricerca e sperimentazione sono gli stessi – anche se non così enfatizzati –, sia per le ricadute positive sull'ambiente che derivano da un agire “di qualità” indipendentemente dal contesto pubblico-privato ed urbano-extraurbano.

6.3.4 Benefici

I benefici sono evidenti, oltre che facilmente quantificabili, se si miglioreranno le conoscenze e si applicheranno alla pratica lavorativa:

- scelte progettuali, tecniche operative capaci di fare risparmiare risorse;
- risultati duraturi nel tempo (→ economie di gestione);
- soddisfazione reciproca di produttori impiantisti, professionisti, committenti.

6.4 CONCLUSIONI

All'interno del progetto RISVEM sono state trattate le problematiche relative alla produzione e qualificazione del materiale vivaistico ed alle connessioni tra queste fasi ed il successivo impiego delle piante, in un'ottica quindi di "filiera".

Da quanto detto precedentemente appare evidente che il comparto vivaistico ornamentale sia chiamato oggi ad un "balzo in avanti", frutto di una serie di componenti:

- una migliore definizione dei parametri tecnici per la qualificazione delle produzioni vivaistiche;
- la applicazione di standard di produzione che diano "visibilità" alle nostre produzioni sui vari mercati tutelando al tempo stesso i "clienti", cioè gli utilizzatori dei prodotti vegetali;
- il miglioramento degli interventi di messa a dimora e delle tecniche colturali delle specie arboree ed arbustive impiegate nel settore ornamentale.

Come già evidenziato, uno dei problemi più sentiti dagli operatori del verde pubblico e privato è quello che riguarda l'approvvigionamento del materiale vivaistico. Per questo appare fondamentale mettere a punto una procedura di selezione da adottare nell'acquisto di materiale di elevata qualità e soprattutto rispondente agli obiettivi per cui viene impiegato che, è bene ricordarlo, non sono solo quelli estetico-ornamentali, ma che interessano l'intero ambiente fisico e socio-economico nel quale un impianto viene realizzato. È a tale scopo che nel corso del progetto RISVEM si è posta l'attenzione alla problematica degli standard di produzione. Contemporaneamente è stata effettuata una indagine sulla produzione vivaistica ornamentale del distretto vivaistico Pistoiese, con particolare riferimento alle tipologie produttive tipiche di tale comparto, allo scopo di individuare le categorie produttive (e quindi di commercializzazione) per le quali definire poi degli standard di

produzione. Da questa indagine è emersa una varietà di tipologie produttive davvero unica e per le tipologie più comuni si è provveduto a individuare e riportare gli scaglioni commerciali attualmente utilizzati nella commercializzazione di questa vastissima produzione in Italia e all'estero, in modo tale da rappresentare una prima traccia per la definizione di standard produttivi per il nostro verde ornamentale. Un altro aspetto importante riguarda gli interventi per migliorare le caratteristiche del terreno d'impianto (apporto di terreno alloctono, uso di ammendanti e di prodotti organici capaci di stimolare la crescita radicale, la creazione di mix artificiali), le tecniche di messa a dimora delle piante e la loro successiva coltivazione.

Dalle ricerche effettuate all'interno del progetto RISVEM è stato possibile evidenziare che l'obiettivo primario della maggior parte dei vivaisti è quello di eliminare la competizione idrico-nutritiva associata alla presenza di infestanti. Infatti il costo delle lavorazioni periodiche e le preoccupazioni ambientali legate all'uso di diserbanti in modo continuativo sullo stesso terreno ha stimolato l'interesse del mondo della ricerca e degli stessi vivaisti a valutare tecniche di gestione del suolo a più basso impatto ambientale ed economicamente più convenienti. A questo proposito sono state effettuate ricerche sull'inerbimento nell'interfila e pacciamatura nel sottofilare, che risultano essere delle tecniche di gestione del suolo meno impattanti sull'ambiente. Come già precedentemente detto, dal punto di vista agronomico l'inerbimento influisce positivamente su importanti caratteristiche fisico-meccaniche, chimiche e biologiche del terreno per una serie di effetti fra di loro interagenti; infatti risultano molto importanti le influenze positive sulla struttura del terreno dovute, oltre che al minore effetto dell'azione battente della pioggia, alla mancanza di lavorazioni e, soprattutto, agli effetti favorevoli esercitati dal continuo apporto di sostanza organica, derivante dal periodico sfalcio della vegetazione erbacea e dai resti radicali. Questo apporto migliora lo stato di aggregazione del suolo, contribuisce ad aumentare la porosità e permette una migliore utilizzazione di piogge brevi ed intense, consentendo un maggior ricambio di aria ed un più facile smaltimento degli eccessi idrici. La sperimentazione su questo argomento è tuttora in corso ed i risultati sono in fase di elaborazione. Dalle ricerche effettuate su due specie arboree ornamentali, *Tilia x europaea* D.C., *Aesculus x carnea* Hayne, risulta molto vantaggioso l'utilizzo della pacciamatura, per la gestione del sottofilare, specialmente nei primi anni d'impianto, soprattutto se effettuata con materiali naturali o biodegradabili. Dai risultati ottenuti è possibile affermare che l'utilizzo di pacciamanti organici, specialmente compost, si è rilevato un eccellente metodo per favorire gli scambi gassosi fogliari ed aumentare l'accrescimento delle specie arboree ornamentali.

Concludendo è opportuno riflettere su un aspetto spesso poco dibattuto: lo sviluppo qualitativo del comparto non si realizza solo attraverso investimenti in tecnologia o con l'adozione di un corpo normativo adeguato, ma anche attraverso investimenti nella professionalità delle persone che lavorano nelle aziende, un fattore di crescita fondamentale per l'intero comparto produttivo, in modo tale che esso rappresenti il primo fattore per un verde ornamentale di qualità.

6.5 BIBLIOGRAFIA

AA.VV. *Aree Verdi*, numero speciale de "Il Divulgatore", anno XX (4).

AAVV, (1990) - *Capitolato speciale tipo per le opere a verde e del paesaggio. Allegati tecnici*. Ente Fiera di Padova, 20 pp.

AAVV, (1998). *Confronto tra le norme volontarie per i produttori dell'Unione Europea e degli Stati Uniti*. Centro MIRT della Fondazione Minoprio, 24 pp.

AA.VV, (1998). *Municipal waste compost production and utilization for horticultural crops*, 93rd ASHS Annual Conference Lexington Kentucky, 8 Ottobre 1996. Special insert in Hort Science, vol. 33 (6), Ottobre 1998.

AAVV, (2000). *Indagine sul vivaismo italiano nel settore ortofrutticolo ed agrumicolo (1997-99)*. Prog. Naz. di attuazione nel settore dei prodotti ortofrutticoli, 194 pp.

American Association of Nurserymen, (1996). *American Standard for nursery stock*. Approved American National Standards Institute, 57pp.

Andrews M.W., (1995). *Irrigation tailwater regulations in 1990's*. Comb. Proc. International Plant Propagator Society, 45: 574-576.

Appleton B.L., (1993). *Questioning tradition*. Amer. Nurs. Sept 1st: 52-55.

Appleton B.L., (1994). *Elimination of circling tree roots during nursery production*. The Landscape below ground, International Society of Arboriculture. 93-97.

Appleton B.L., (1998). *Tree root improvements by the nursery industry*. The Landscape below ground II, International Society of Arboriculture, 181-188.

Arnold M.A., (1993). *Transplanting experiments: what worked and what did not*. Pg. 34-45. In: Proc. The landscape below ground. D. Neely and G.W. Watson (ed.). Intern. Soc. Arboric.

ARPAT, (1998). *Le nuove norme comunitarie per la commercializzazione delle piante ornamentali, da orto e da frutto*. A cura di Agnese Tonola e Carlo Milano, 20 pp.

Barbariol G., (1995). *Indicazioni per uno standard italiano di qualità per gli alberi da vivaio*. Atti Convegno Internazionale "L'albero in città", Merano 1995.

Barney D.L., (1997). *Alberi in città. Nuove tecniche di piantagione*. In Clamer informa, 1/98.

Bergemann J., (1997). *Miti da sfatare*. Tradotto dall'Amer. Nurs. 1st Nov. In Floritecnica, 1999, 1-2 XV-XVIII.

- Biran I., A. Eliasaf, (1980). *The effect of container shape on the development of roots and canopy of woody plants*. Scientia Horticulturae, 12:183-193.
- Bradshaw A., B. Hunt, T. Walmsley, (1995). *Trees in the urban landscape*. E & FN SPON, London, pp. 272.
- Briggs J., T. Whitwell, (1997). *Minimize the pesticide exodus*. American Nurseryman, June: 58-67.
- Buscaroli C., U. Lunati, I. Minghetti, (1994). *Situazione attuale e recenti innovazioni nel programma di certificazione genetico-sanitaria dell'Emilia-Romagna*. Frutticoltura, 56 (3): 9-19.
- Caira E., (1993). *Passaporto verde*. Centro Sperimentale per il vivaismo, Quaderno 1, 36 pp.
- Calkins B., B.T. Swanson, (1996). *Comparison of Conventional and alternative nursery field management systems; tree growth and performance*. J. Environ. Hort. 14(3):142-149.
- Calkins B., B.T. Swanson, (1997). *Susceptibility of "Skyline" honeylocust to cankers caused by Nectria cinnabarina influenced by nursery field management system*. J. Environ. Hort. 15(1):6-11.
- Calkins B., B.T. Swanson, (1998). *Comparison of Conventional and alternative nursery field management systems: soil physical properties*. J. Environ. Hort. 16(2):90-97
- Ciccarese, L., (1997). *La valutazione delle qualità del materiale vivaistico forestale*. Monti e Boschi, anno XLVIII, n°6.
- Cole J.C., D.L. Hensley, 1994. *Field-grown fabric container do not affect transplant survival and establishment of gree ash*. J. Arboric., 20(2):120-123.
- Craul P.J., (1994). *Soil compaction on heavily used sites*. J. Arboric., 20(2):69-73.
- Cresswell G.C., (1995). *Improving nutrient and water management in nurseries*. Comb. Proc. International Plant Propagator Society, 45: 112-116.
- Criswell J., (2001). *Pesticides and water. Water quality handbook for nurseries*. E-951, Oklahoma Cooperative Extension Service:21-26.
- Davidson H., R. Mecklenburg, C. Peterson, (2000). *Nursery Management - Administration and Culture*. IV Edition, Prentice Hall, N.J., 07458, 530 pp. ISBN 0-13-8577996-2.
- Day S.D., N.L. Bassuk, (1994). *A review of the effects of soil compaction and amelioration treatments on landscape trees*. J. Arboric., 20(1):9-17.
- Day S.D., N. L. Bassuk, H. van Es, (1995). *Effects of Four Compaction Remediation Methods for Landscape Trees on Soil Aeration, Mechanical Impedance and Tree Establishment*, J. Environ. Hort. 13(2): 64-71.
- De Zottis V., (1997). *Standard di qualità nel mercato vivaistico-ornamentale: situazione attuale e prospettive future*. Tesi di Laurea in Scienze Agrarie – Facoltà di Agraria di Padova, A.A. 1996-97.
- Duval J.R., F.J. Dainello, V.A. Haby, D.R. Earhart, (1998). *Evaluating Leonardite as a crop growth enhancer for turnip and mustard greens*. Hort Technology, vol.8, (4): 564-567.
- Erez A., (1999). *Sviluppo delle radici in giovani piante nell'alta densità di piantagione; considerazioni relative a vivai e frutteti: l'esperienza in Israele*. Atti Convegno "Miglioramento qualitativo del vivaismo frutticolo", Cesena, 7 maggio.

- Esau R., B. Kruger, (2000). *Weed management in tree nurseries*. Agri-facts. Agdex 275/641-1. February 2000.
- Fernandez-Escobar R., M. Benlloch, D. Barranco et al., (1996). *Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite*. Scientia Horticulture, vol. 66(3-4): 191-199.
- Ferretti R., (2001a). *Quali mercati per il florovivaismo italiano?* Lineaverde, 27 (3): 8-12.
- Ferretti R., (2001b). *La qualità delle produzioni ornamentali*. Lineaverde, 27 (4): 26-34.
- Ferrini F., (2000). *Piante a radice nuda: tecnica di produzione e prospettive di utilizzo*, Linea Verde, 3-4.
- Ferrini F., (2001). *Qualità agronomica dei prodotti vivaistici per la piantagione in ambiente urbano* L'Informatore Agrario, VOL. LVII (39):55-58.
- Ferrini F., (2001). *Scelta del materiale vegetale*, Convegno "La progettazione delle aree verdi" Milano, 27 giugno 2001.
- Ferrini F., (2002). *Materiali, tecniche e substrati nella messa a dimora degli alberi in ambiente urbano*. Arbor, Settembre. 8-13
- Ferrini F., (2004). *Qualità delle produzioni vivaistiche e tecniche d'impianto delle piante ornamentali*. In "Il verde in città - La progettazione del verde negli spazi urbani". Il Sole 24 ore – Ed agricole. Pp. 265-277
- Ferrini F., (2006). *I fattori abiotici nel deperimento degli alberi 1^a parte*. Acer n° 4.
- Ferrini F., (2006). *I fattori abiotici nel deperimento degli alberi 2^a parte*. Acer n° 5.
- Ferrini F., (2006). *I fattori abiotici nel deperimento degli alberi 3^a parte*. Acer n° 6.
- Ferrini F., F.P. Nicese, S. Mancuso, A. Giuntoli, (2000). *Effect of nursery production method and planting techniques on tree establishment in urban sites: preliminary results*. J. Arboric. 5:281-284.
- Ferrini F., F.P. Nicese, (2001a). *Allevamento in contenitore: linee evolutive*. Linea Verde 2, 10-20 (Prima parte).
- Ferrini F., F.P. Nicese, (2001b). *Allevamento in contenitore: linee evolutive*. Linea Verde 3, 50-58 (Seconda parte).
- Ferrini F., F.P. Nicese, (2002a). *Effetto del sistema di coltivazione in vivaio sulla crescita e su alcune caratteristiche ecofisiologiche di Quercus robur in ambiente urbano*. Acer, 6.
- Ferrini F., F.P. Nicese, (2002b). *Response of English oak (Quercus robur L.) trees to biostimulants application in the urban environment*. Journal of Arboriculture, 28(2):67-72.
- Ferrini F., F.P. Nicese, (2005). *Effect of nursery production method on tree establishment in urban sites*. Proc. "The 50th Annual SNA Research Conference", 527-530.
- Ferrini F., A. Giuntoli, F.P. Nicese, S. Pellegrini, N. Vignozzi, (2005). *Influence of fertilization and backfill amendments on soil characteristics, growth and leaf gas exchange of English Oak (Quercus robur L.)*. Journ. Of Arboriculture, vol. 31 (4): 182-190.
- Fiorino P., F.P. Nicese, (1995). Convegno: "Alberi da strada, Arbusti di città", Pistoia il 29 settembre 1995.

- Fiorino P., F.P. Nicese, (1995). *Le più recenti tecniche di allevamento in vivaio*. Atti da "L'albero in città: prime giornate internazionali meranesi". 4-6 aprile.
- Garber M.P., (1993). *Predicting plant needs*. Amer. Nurs., June 1st:53-57.
- Gilman E.F., (1993). *Establishing trees in the landscape*. Pg. 69-77. In: Proc. The landscape below ground. D. Neely and G.W. Watson (ed). Intern. Soc. Arboric. Savoy, IL.
- Gilman, E.F., R.C. Beeson Jr., (1996). *Production method affects tree establishment in the landscape*. J. Environ. Hort. 14(2): 81-86.
- Gori R., F. Ferrini, C. Lubello, F.P. Nicese, (2000). *Effect of reclaimed wastewater on the growth and nutrient content of three landscape shrubs*. Jou. Environ. Hort. 18(2):108-114.
- Gori R., F. Ferrini, F.P. Nicese, C. Lubello, (2002). *Use delle acque reflue per l'irrigazione in vivaio di specie ornamentali*. Spoleto, VI Giornate scientifiche SOI, 361-362.
- Grabosky J., N. Bassuk, (1995). *A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks*, J. Arboric. 21(4).
- Harris R.J., J. Fanelli, (1998). *Root pruning red maple and washington hawthorn liners does not affect harvested root length after two years of field production*. J. Environ. Hort 16(3):127-129.
- Harris R.W, J.R. Clark, N.P. Matheny, (2004). *Arboriculture*, 4th Ed. Prentice Hall Inc., New Jersey 07632.
- Hart S., (2001). *Weed management in ornamental plantings*. Rutgers Cooperative Extension E272.
- Himelick E.B., *Transplanting Manual for Trees and Shrubs*, Intl. Soc. Arboriculture, Urbana, Ill., (1981). <http://Ohioline.ag.ohio-state.edu>.
- International Society of Arboriculture, (1995). *New tree planting*. www.ag.uiuc.edu.
- Kormanik P.P., R.C. Schultz, W.C. Bryan, (1982). *The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on the growth and development of eight hardwood species*. For. Sci., 28: 531-539.
- Kristoffersen P., (1998). *Designing urban pavement sub-bases to support trees*. J. Arboric., 24(3):121-126.
- Lauderdale D.M., C.H. Gilliam, D.J., Eakes, G.J. Keever, A.H. Chappelka, (1995). *Tree transplant size influences post-transplant growth, gas exchange, and leaf water potential of "October Glory" red maple*. J. Environ. Hort. 13 (4):178-181.
- Leib G.B., T.V. Elliott, (2002). *Washington irrigation scheduling expert (WISE) software*. <http://wise.prosser.wsu.edu/wise-asae.pdf>.
- Liu C., R.J. Cooper, D.C. Bowman, (1998). *Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass*. Hort Science, vol.33(6): 1023-1025.
- Loreti F., F. Lalatta, (1974). *Aspetti genetici sanitari e normativi della selezione del materiale viticolo "di base"*. Ann. Acc. Naz. Agric., Bologna, pag.127-135.
- Lubello C., R. Gori, F. P. Nicese, F. Ferrini, (2001). *Acque reflue depurate come risorsa alternativa per l'irrigazione*. Ingegneria Ambientale., Vol. XXX, 5:235-242.
- Lugli S., (2000). *La certificazione vivaistica in Italia: sintesi delle rassegne regionali*. Frutticoltura, 62 (2): 27-33.

- Macdonald L., (1993). *Go native or exotic?* Urban Forests, Oct/Nov.:9-13.
- Nambiar E.K.S., (1980). *Root configuration and root regeneration in Pinus radiata seedlings*. N.Z. For. Sci., 10: 249-263.
- Newman S.E., L.P Baldrige, (1994). *Row cover management of field grown Cercis canadensis and Lagerstroemia (indica x fauriei) "Muskgee"*. J. Environ. Hort. 12(2)
- Nicese F.P., (1999). *Controllo dell'inquinamento negli indirizzi florovivaistici*. <http://www.cespevi.it/art/inquinam.htm>.
- Norcini J.G., (2001). *Weed management in ornamentals*. University of Florida Cooperative Extension Service.
- O'Donnell R.W., (1973). *The auxin-like effects of humic preparation from leonardite*. Soil science, vol. 116(2): 106-112.
- Pardossi A., (2002). *Relazione introduttiva al Progetto "Razionalizzazione dell'Impiego delle Risorse Idriche e dei Fertilizzanti nel Florovivaismo (IDRI), finanziato dall'ARSIA-Regione Toscana*.
- Parris J.K., (1995). *Application of Israeli low-volume irrigation technology*. Comb. Proc. International Plant Propagator Society, 45: 582-584.
- Parsons, L.R. and T.A. Wheaton, (1994). *Compost utilization/water conservation test demonstration with citrus*. pp. 4-6.In:W.H Smith (ed.). Summary report for the Florida Composting Conf. Florida Dept. Agr. Consumer Serv.
- Pellet J., (1971). *Effect of soil amendments on growth of landscape plants*. Amer. Nurs. 134(12):130-106.
- Perry T.O., (1993). *Size, design, and management of tree planting sites*. In "The Landscape below ground" ISA publ.:3-15.
- Powell M.A., (1997). *Planting techniques for trees and shrubs*; leaflet No:601. www.ces.ncs.edu
- Raimbault P., (1996). *Atti del seminario la gestione dell'albero in città, giornate di Verbena (Verde Bene Amministrato), Scuola Agraria del Parco di Monza, Comune di Sanremo, 15 e 16 novembre*.
- Rakow D.A., (1992). *Soil Amendments in Landscape Plantings*, Home and Grounds, Cornell Cooperative Extension, Page: 700.30.
- Rampinini G., (1997). *La qualità quale strategia di sviluppo del settore floricolo italiano: azioni e suggerimenti per la realizzazione di un sistema efficace e competitivo*. Convegno Flormart 19-21 settembre, Padova.
- Randrup T.B., (1997). *Soil compaction on construction sites*. J. Arboric., 16: 25-39.
- Ronco R., (1999). *Adattamenti alle nuove tendenze del mercato vivaistico*. Agribusiness, Paesaggio & Ambiente, 3 (4): 278-295.
- Rose M.A., (1997). *Saving the soil*. American Nurseyman, April 1, 87-89.
- Rose M.A., E. Smith. *Preparation and planting of landscape plants*. <http://Ohioline.ag.ohio-state.edu>.
- Rose M.A., H. Wang, (1996). *An evaluation of composts for landscape soil amendments*. Bulletin the Ohio State University, special circular 152.

- Sansavini S., (2000). *Un nuovo assetto organizzativo del vivaismo italiano*. Frutticoltura, 62 (2): 5.
- Scaramuzzi F., (1966). *Problemi della produzione vivaistica italiana*. Conferenza nazionale per l'Ortoflorofrutticoltura, Verona 14-16 dicembre.
- Schnelle M., C.J. White, (2001). *Nutritional management in nurseries*. *Water quality handbook for nurseries*. E-951, Oklahoma Cooperative Extension Service:6-10.
- Senn T.L., A.R. Kingman, (1973). *A review of humus and humic acids*. Horticulture Department Research Series No.165. The South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson University.
- Smalley T.J., C.B. Wood, (1995). *Effect of backfill amendments on growth of red maple*. J. Arboric., 21(5):247-249.
- Smith D.J., (1977). *Root:shoot relations in establishing transplanted trees*. Wye Coll, University of London, Ph.D. Thesis.
- Spomer L.A., (1983). *Physical amendment of landscape soils*. J. Environ. Hort., 1(3):77-80.
- Sydnor T.D., J. Favorite, (1997). *Nursery production practices influence landscape function*. Arborist news, December pg. 13-17.
- Tattar T., (1997). *Influenza dell'ambiente urbano sulle radici degli alberi, sherwood* - Foreste ed Alberi Oggi n.22, aprile.
- Valdrighi M., A. Pera, S. Scatena, M. Agnolucci, G. Vallini, (1995). *Effects of humic acids extracted from mined lignite or composted vegetable residues on plant growth and soil microbial populations*. Compost science and utilization, vol. 3(1): 30-38.
- Vavassori A., (1998). *Piante perfette*. Acer, 5 :73-77.
- Vettori G., (1999). *Il diserbo chimico nel vivaio*. Notiziario Cespevi-Pistoia.
- Vezzosi C., (1998). *Vivaistica ornamentale – Coltivazione di piante per parchi, giardini e altre opere a verde e del paesaggio*. Edagricole Bologna, 652 pp.
- Watson G.W., (1993). *Influence of backfill soil amendments on establishment of container-grown shrubs*. HortTechnology, 3(2):188-189.
- Watson G.W., (1994). *Root development after trasplanting*. The landscape below ground, 54-68.
- Watson G. W., P. Kelsey, K. Woodtli, (1996). *Replacing soil in the root zone of mature trees for better growth*, J. Arboric. 22(4).
- Watson G.W., E.B. Himelick, (1997). *Planting trees and shrubs*. Pub. By International Society of Arboriculture, 200 pp.
- Watson, G., E.B. Himelick, (1998). *The planting basics*. Amer. Nurs., May 15:40-44.
- Whitcomb C.E., (1975). *Effect of soil amendments on growth of silver maple trees in the landscape*. Proc. SNA Res. Conf. 20: 49-51.
- Wilson C., R. Bandary, T. Whitwell, M. Riley, (1993). *Movement, dissipation and impacts of Isoxaben (Snapshot TG) in nursery runoff water*. Comb. Proc. International Plant Propagator Society, 43: 408-412.

Zipoli G., P. Marzialetti, L. Bacci, P. Battista, B. Rapi, F. Sabatini, (2000). *Ottimizzazione delle risorse e idriche*. Notiziario Cespevi.

www.canr.uconn.edu *Trees for urban sites*, (1997). Department of Plant Science, University of Connecticut.

www.ces.ncsu.edu *Trees in the urban landscape*, (1998). NC State University, A & T State University Cooperative Extension.

7 LA PROTEZIONE FITOSANITARIA

Coordinatore scientifico: Prof. Riziero Tiberi. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DiBA)

Testo redatto in collaborazione con: Prof. Alessandro Ragazzi

7.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

L'indagine è stata intrapresa per acquisire nuove conoscenze o per procedere a un graduale aggiornamento di quelle già in nostro possesso sulla diffusione, biologia, ecologia e dinamica di popolazione dei parassiti animali e vegetali che determinano i maggiori problemi alle piante arboree che costituiscono l'arredo nell'ambiente urbano ed extraurbano fiorentino. Al tempo stesso si è inteso procedere alla messa a punto di tecniche innovative da adottare nel monitoraggio delle specie che via via si presentano ad elevati livelli di popolazione e alla definizione delle soglie di danno, in modo da non cadere nella tentazione di intervenire al primo manifestarsi del problema, spinti dalla radicata intolleranza nei confronti dei parassiti che minacciano la funzione estetica e ricreativa delle piante nei nostri spazi verdi.

In altri paesi europei e nordamericani già da tempo si sono avviati studi, coinvolgendo ricercatori di diversa estrazione culturale, per identificare e definire i danni prodotti dai "parassiti" nel settore urbano o in spazi aperti ricreativi e per la messa a punto di tecniche di intervento dirette a contenere i danni o, nella migliore delle aspettative, a prevenirli. Inoltre, nei casi di particolare gravità, si è cercato una via alternativa al verde preesistente procedendo a una progressiva o, nelle situazioni più disperate, alla radicale sostituzione delle piante con altre più idonee alle caratteristiche della stazione o più tolleranti agli effetti delle sostanze inquinanti presenti nell'aria e/o nel suolo, oppure, più pronte ad adeguarsi alle nuove situazioni che vengono a determinarsi per effetto delle variazioni climatiche in atto (cfr. Alford, 1991; Robinson, 1996; cfr. Matheny e Clark, 1994).

In Italia invece gli aspetti di cui sopra sono stati affrontati, e quasi sempre, a livello locale e con specifiche conoscenze, solo in questi ultimi decenni. A motivare questo nuovo interesse ai problemi fitopatologici del verde urbano, in generale, un contributo senza dubbio rilevante è da attribuire:

- 1) alle continue e crescenti infestazioni che colpiscono, molto spesso in modo irreversibile, il nostro patrimonio arboreo;

- 2) all'invecchiamento del patrimonio verde cittadino (basti ricordare infatti che buona parte delle piante, che costituiscono i viali cittadini, sono state messe a dimora nella seconda metà dell'800, in occasione dei grandi lavori di ristrutturazione della città, voluti dal Poggi), in conseguenza del quale, sulle piante, si sono instaurati lenti, ma inarrestabili, fenomeni di carie che richiedono, alla luce delle conoscenze acquisite, l'applicazione di precoci metodi diagnostici;
- 3) all'alterazione delle condizioni atmosferiche cittadine, a seguito del persistere e delle aumentate concentrazioni di alcuni inquinanti;
- 4) alle nuove acquisite conoscenze sugli effetti che alcuni inquinanti hanno direttamente sul potenziale "parassita", la cui attività viene ad essere talvolta esaltata;
- 5) all'azione di molti microrganismi fungini e insetti fitofagi, alcuni dei quali nuovi per l'ambiente urbano, caratterizzati da una notevole aggressività, oltre ad altri definiti invece "di debolezza", ma che, in funzione dello stato sanitario sempre più precario delle piante ornamentali, si comportano da opportunisti, contribuendo, comunque, a determinare la morte della pianta stessa.

Inoltre le sempre più frequenti segnalazioni di disturbi alle persone, fino ai casi di grave pericolo per le stesse in conseguenza della caduta di piante o parti di esse minate da non pochi fitofagi e patogeni legati alle parti durevoli, ha indotto molti ricercatori italiani ad occuparsi delle problematiche in atto sul verde urbano e in questo campo la scuola fiorentina può a buon diritto ritenersi tra le più qualificate, come dimostrano i numerosi contributi pubblicati nell'ultimo ventennio (Covassi, 1985; Tiberi e Roversi, 1991; Tiberi e Niccoli, 1991; Ragazzi e Tiberi, 1998; Ragazzi, 1998; Tiberi, 2000 a; Tiberi e Roversi, 2002; Ragazzi et al., 2003).

Altro aspetto di primaria rilevanza è quello che riguarda la massiccia produzione di scorie, spesso dotate di un notevole impatto ambientale; ma anche rifiuti solidi e liquidi, rumore, inquinamento chimico, hanno reso l'ambiente urbano fortemente degradato. Del resto, questa condizione non è strettamente legata all'era moderna e contemporanea, anche se oggi, sicuramente, i problemi sono più diffusi. Del resto, già autori classici riportano come l'atmosfera dell'antica Roma fosse greve di caligine e di densi e malsani vapori. Pessime condizioni della qualità dell'aria (maleodorante) sono anche riportate nell'epoca medievale. Ed oggi, ancor più di allora, è proprio la qualità dell'aria il tratto caratteristico (in negativo) dell'ambiente urbano: anzi questo è il parametro che più lo differenzia da quello di riferimento. Le prime iniziative legislative tendenti a ridurre il carico degli

inquinanti risultano connesse alla dimostrazione degli effetti negativi degli stessi sulle piante. Dunque, il tema della fitotossicità dei contaminanti aerodispersi gioca un ruolo di primo piano non solo per la salubrità del verde urbano, ma anche nelle scelte operate in tema di politica ambientale e di gestione del territorio antropizzato.

7.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Quando si parla di progetti di difesa del verde in ambiente urbano dagli attacchi di insetti e di agenti patogeni, fungini e in parte batterici, sarebbe opportuno considerare che il patrimonio arboreo delle nostre città, soprattutto di quelle storiche, è il risultato di cambiamenti che nei secoli, sulla base di spinte, esigenze e indirizzi socio-culturali, hanno trasformato profondamente l'ambiente imbrigliando e deviando in gran parte la spinta dinamica della natura. Le trasformazioni avviate nel secolo scorso si sono sovrapposte con una progressione geometrica a quanto era andato sedimentando nel passato, introducendo non tanto una nuova visione della natura nel tessuto urbano, quanto riversando sulle piante delle città parte del costo biologico dei cambiamenti legati alle modalità di trasporto in particolare e più in generale alle necessità dell'attuale società cittadina, con il suo crescente utilizzo oltre che dello spazio aereo anche del sottosuolo. Le piante sono state progressivamente private anche degli apporti connessi all'attività della pedofauna e degli organismi demolitori in genere, la cui presenza è di norma fortemente limitata soprattutto nei viali, nei quali le alberature sono strette tra il manto bituminoso e gli edifici.

Non molto diversamente si manifesta la problematica per i gruppi di piante o singoli esemplari, talvolta di dimensioni monumentali, situati al centro di piazze e di aiuole, sui quali influisce inoltre la periodica rimozione dei residui organici che giungono al suolo. Viene in tal modo ad essere contrastato l'avvio di qualsiasi processo di riconversione della sostanza organica di naturale reintegrazione della fertilità del suolo.

Il clima, nettamente modificato rispetto a quello degli spazi aperti limitrofi, soprattutto per quanto riguarda la temperatura e l'umidità, ha contribuito ad accentuare l'artificialità del sistema urbano, ed ha indotto in molte circostanze le piante ad un ritmo vegetativo particolare (Crovetti e Santini, 1985; Tiberi, 2000 b). L'*homo faber* delle nostre città chiede oggi al verde urbano di filtrare le polveri inquinanti, di mitigare le anomalie del clima cittadino, di riequilibrare il contenuto di ossigeno dei centri intasati dal traffico, di ridare una nota di armonia e creare momenti di aggregazione nelle

troppe periferie rese anonime ed invivibili dal dilagare di una cementificazione omologata a schemi costruttivi spersonalizzanti, la cui applicazione ha determinato non di rado un diffuso malessere legato alla sensazione di anonimato che spesso domina nei quartieri realizzati nell'ultimo dopoguerra. In tale quadro dinamico le piante arboree, organismi longevi per loro natura, si sono spesso trovate a vegetare in ambienti dove quasi mai si è tenuto conto dell'idoneità della stazione alle loro esigenze, dove per consentire la loro convivenza con gli edifici si è passati dal mantenimento di forme libere a forme obbligate, ottenute con drastici interventi di potatura delle chiome. Le condizioni ambientali venutesi a determinare nelle città, e in parte anche negli impianti realizzati per scopi turistico-ricreativi e paesaggistici, hanno contribuito in maniera determinante a favorire l'insediamento e lo sviluppo numerico di non pochi "parassiti" indigeni e anche di altri introdotti da altri areali. Non di rado sono proprio questi ultimi a crearci i maggiori problemi per la mancata coevoluzione con le piante ospiti indigene o per la uniformità genetica del materiale di propagazione impiegato come verificatosi nel caso del binomio Cimice americana – *Apiognomonina platanii*. Per altro spesso le specie di nuova introduzione sono poco conosciute sotto l'assetto bioecologico, perché, quasi sempre, non dannose nei Paesi di origine.

7.2.1 Prospetto dei principali insetti fitofagi del verde urbano

Specie e gruppo sistematico di appartenenza		Piante ospiti e organi danneggiati
Tingide americana	Rincoti, fam. Tingidi	Platani, foglie
Metcalfa	Rincoti, fam. Flatidi	Latifoglie, foglie e rami
Afidi viviovipari	Rincoti, fam. Afididi	Latifoglie e Coni fere
Afidi ovipari	Rincoti, fam. Adelgidi	Abete rosso, galle sui germogli
	fam. Fillosseridi	Querce, foglie
Cocciniglie varie	Rincoti, fam. Kermesidi	Querce, rametti, rami e tronco
fam. Diaspididi		Pini, foglie
Acari (specie vari e)	Acariformi, fam. Tetranychidi	Tiglio e Conifere, foglie
fam. Eriofidi		Bagolaro, gemme
Processionarie	Lepidotteri, fam. Taumetopeidi	Pini e Querce, foglie
Euproctis	Lepidotteri, fam. Limantriide	Latifoglie, foglie
Ifantria americana	Lepidotteri, fam. Arctiidi	Latifoglie, foglie
Minatori	Lepidotteri, fam. Gracillariidi	Robinia, foglie
Lepidotteri, fam. Litocollettiide		Ippocastano, foglie
Rodilegno	Lepidotteri, fam. Cossidi	Latifoglie, floema e xilema
Pissode	Coleotteri, fam. Curculionidi	Pini, corteccia e floema
Scolitidi del cipresso	Coleotteri, fam. Scolitidi	Cupressace, germogli e floema
Scolitidi dell'olmo	Coleotteri, fam. Scolitidi	Olmi, rametti e floema
Blastofagi	Coleotteri, fam. Scolitidi	Pini, germogli e floema

Corebo fasciato	Coleotteri, fam. Buprestidi	Querce, floema e xilema
Cerambice delle querce	Coleotteri, fam. Cerambicidi	Querce, floema e xilema

Si riferiscono le notizie essenziali riguardo la bioecologia delle specie fitofaghe attualmente più diffuse e dannose negli spazi urbani e periurbani del comprensorio fiorentino, distinguendole a seconda della loro specializzazione trofica.

7.2.2 Fitomizi

I fitomizi legati alle piante arboree ornamentali sono rappresentati per lo più da rincoti eterotteri ed omotteri, ma si ricordano tra essi anche alcune specie di acari. Questi artropodi per nutrirsi pungono gli organi vegetali e succhiano i contenuti cellulari o le sostanze circolanti a livello del floema e talora dello xilema.

Alcune entità possono causare forti deperimenti delle piante attaccate, che si manifestano attraverso visibili malformazioni a carico delle foglie o dei germogli, diffuse decolorazioni della chioma e, nei casi più gravi, estesi disseccamenti. Tutto ciò si verifica non solo in seguito all'attività di suzione, ma anche per l'immissione della saliva contenente sostanze che determinano tossiemie o che inducono deformazioni negli organi attaccati, come nel caso di *Haematoloma dorsatum* (Ahrens) (Covassi et al., 1989). Molte specie, inoltre, emettono melata, che depositandosi sulla vegetazione interferisce con i normali processi di fotosintesi e di respirazione e costituisce il substrato ideale per lo sviluppo delle fumaggini, le quali concorrono a ridurre notevolmente la funzione estetica delle piante. La melata, ancora, crea non pochi disagi alle persone, in quanto, colando, imbratta tutto ciò che sosta sotto la chioma delle piante attaccate.

I fitomizi presenti negli ambienti urbani, al pari di quelli che attaccano le piante negli spazi aperti, vivono a spese di organi verdi, foglie, gemme e germogli, oppure delle parti lignificate (rametti, rami, tronco e radici). Nel primo caso si tratta, in genere, di specie che utilizzano i contenuti cellulari e che per alimentarsi debbono effettuare una vera attività di suzione (alimentazione attiva): sono considerati degli economizzatori, in quanto prelevano la quantità di alimento sufficiente alle loro esigenze, pertanto molti di essi producono scarsa melata o addirittura non ne producono affatto.

In questo gruppo sono compresi importanti fitomizi di latifoglie come la Tingide americana (*Corythucha ciliata* Say), la Fillossera della quercia, gli acari e anche alcune specie galligene, quali ad esempio gli adelgidi. Ancor più degli altri i galligeni sono strettamente dipendenti dalle

condizioni fisiologiche della pianta ospite, perché sono obbligati ad approfittare del suo stato vegetativo non solo per alimentarsi, ma anche per evocare la formazione di ipertrofie (galle) a carico dell'organo attaccato, entro le quali si insediano per svilupparsi e riprodursi.

I fitomizi che vivono, invece, a spese delle parti lignificate di norma si alimentano sfruttando la pressione dei liquidi floematici e in alcuni casi anche xilematici. La loro nutrizione può ritenersi di tipo "passivo", e porta all'ingestione di quantità di linfa assai superiore al necessario per cui si verifica l'emissione di abbondante melata; è il caso della *Metcalfa* e di molti afidi (lacnidi, callafididi, telaxidi ecc.).

Lo sviluppo delle popolazioni dei fitomizi, è per lo più favorito dalle precarie condizioni vegetative delle piante. Infatti su alberi sottoposti a stress fisiologici, da ricollegare alle difficoltà imposte dalla stagione, come la compattazione, il ristagno idrico, la siccità, l'influenza di inquinanti vari, si trovano sedi ottimali per lo sviluppo di molti omotteri afidoidei e coccoidei (Binazzi, 1978). Tra questi ultimi si ricordano, per i danni che spesso producono, sulle querce *Kermes vermilio* (Planchon) e sui pini le *Leucaspis* spp. (Raspi e Antonelli, 1987; Belcari 1991).

7.2.3 Defogliatori

Appartengono a questo gruppo gli animali che si nutrono degli organi verdi assimilanti delle piante. La sottrazione di foglie, di giovani cortecce e di germogli altera le condizioni fisiologiche del soggetto attaccato e causa varie anomalie, quali una riduzione dell'attività di fotosintesi, interferenze con i processi di traspirazione, modificazioni nel trasferimento della sostanza elaborata e degli ormoni, squilibri nella termoregolazione a livello della chioma, a causa della ridotta presenza o della mancanza delle foglie (Tiberi, 1991).

Tra i defogliatori sono incluse anche le specie che scavano gallerie nelle foglie, nei germogli o nella corteccia di rametti non lignificati; i così detti "minatori"; infatti anch'essi sono utilizzatori della materia verde e quindi degli organi necessari alle piante per le importanti funzioni prima ricordate.

A differenza di quanto si verifica negli ambienti di foresta, dove i defogliatori rivestono un ruolo determinante nella trasformazione della sostanza vegetale in animale e quindi nel trasferimento dell'energia attraverso i successivi livelli della catena alimentare, in ambienti urbani sono da considerarsi quasi sempre dannosi. Infatti, anche parziali defogliazioni deturpano la chioma delle piante e ne alterano la funzione estetico-ricreativa. Inoltre la caduta di escrementi, di esuvie e di

individui morti, insieme alla presenza di larve al suolo o sugli oggetti sottostanti, acuisce il senso di repulsione che gran parte delle persone nutre nei confronti degli insetti.

Le latifoglie, soprattutto quelle decidue, sopportano assai meglio delle conifere le defogliazioni, anche intense, in quanto dispongono di maggiori quantità di sostanze di riserva che, tra l'altro, vengono immagazzinate nel tronco e nelle radici, cioè in sedi inaccessibili ai fillofagi. Le conifere, con poche eccezioni, dispongono di minor quantità di riserve, che sono per lo più localizzate nelle parti verdi e quindi negli organi attaccati dai defogliatori (Tiberi et al., 1993).

Nell'ambiente urbano gravi conseguenze alle persone e agli animali domestici possono ricollegarsi alla presenza di peli urticanti, di cui sono provviste le larve di alcuni lepidotteri defogliatori di conifere e di latifoglie. I taumetopeidi *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) e *T. processionea* (L.) insieme al limantriide *Euproctis chrysorrhoea* (L.) rappresentano le specie più temibili. Le larve di *T. pityocampa* possono svilupparsi, oltre che sui pini, anche a carico di aghi dei cedri, mentre quelle di *T. processionea* e *E. chrysorrhoea* sono legate a latifoglie; la prima attacca solo le querce, la seconda è polifaga. A partire alla terza età, le larve di questi lepidotteri presentano sui segmenti addominali minuti peli riuniti in apposite tasche tegumentali. Detti peli, di forma lanceolata, sono provvisti di barbule laterali che agevolano l'ancoraggio alla superficie con la quale vengono in contatto e possono penetrare negli strati sottostanti. Essi si distaccano dalle larve con estrema facilità e si diffondono rapidamente nell'ambiente, dove possono rimanere per lungo tempo e conservare inalterate le loro proprietà irritanti. Se penetrano nella pelle dell'uomo, danno luogo a dermatiti per azione meccanica e chimica; se invece il contatto avviene a livello di mucose respiratorie o degli occhi, le conseguenze sono più gravi. Nel primo caso si possono avere forti infiammazioni e alcuni casi reazioni allergiche anche gravi fino a episodi di soffocamento, soprattutto a danno di animali che sostano in prossimità delle piante infestate. Invece, il contatto con gli occhi, può dare origine fenomeni di riduzione della capacità visiva a vario livello. (Niccoli e Tiberi, 1985)

Da ciò deriva la necessità di prestare la massima attenzione alla presenza dei tre lepidotteri negli ambienti urbani, nelle aree allestite per fini turistico-ricreativi, nelle aziende faunistiche e venatorie e nei centri agricoli, compresi quelli che svolgono attività silvo-pastorali. Occorre, pertanto, esercitare una continua sorveglianza, anche nelle fasi di latenza delle popolazioni, dei tre lepidotteri per poter intervenire tempestivamente al momento opportuno (Covassi, 1985).

Piuttosto che considerare il comportamento dei defogliatori indigeni presenti in ambienti urbani, sembra più opportuno soffermarsi, pur se brevemente, su alcune specie di recente introduzione nel nostro Paese e che già si sono rese responsabili di gravi danni, in questo favorite anche dalla scarsa concorrenza per la nicchia ecologica da parte di entità indigene. È il caso di ricordare le pesanti defogliazioni prodotte in ambienti urbani e periurbani di molte regioni centro-settentrionali dall'Ifantria americana (*Hyphantria cunea* Drury), specie polifaga a spese di svariate latifoglie, ma che trova negli aceri e nei gelsi gli ospiti preferenziali. Come pure da non sottovalutare sono i minatori delle foglie della robinia, vale a dire due piccoli lepidotteri: *Parectopa robiniella* (Clemens) e *Phyllonorycter robiniellus* (Clemens). I due gracillarididi comparsi di recente in Italia settentrionale, in pochi anni si sono diffusi in molte altre regioni causando notevoli deturpazioni alla chioma della pianta ospite con le gallerie che le larve scavano nel mesofillo fogliare.

Un altro fillominatore di recente introduzione è la *Cameraria ohridella* (Deshka e Dimic), si tratta di un microlepidottero monofago dell'ippocastano. Le larve, minatrici, si sviluppano a spese delle foglie scavando ampie gallerie di forma irregolare, generalmente comprese tra due nervature. Il danno arrecato consiste nella progressiva distruzione del mesofillo e nella conseguente riduzione dell'attività fotosintetica svolta dalle foglie. Non sono inoltre da trascurare le ripercussioni di natura estetico-ricreativa: aspetto quest'ultimo particolarmente importante nell'ambiente urbano. Infatti le larve del fillominatore, con la loro attività trofica, deturpano l'estetica degli ippocastani e in presenza di forti infestazioni sono capaci di causare, entro la fine del periodo estivo, una defogliazione, anche totale, della chioma.

Dall'andamento delle catture delle trappole a feromoni si può rilevare che a Firenze *C. ohridella* svolge quattro generazioni all'anno con le crisalidi dell'ultima che sostengono lo svernamento. Sono stati infatti registrati tre picchi degli sfarfallamenti, il primo in giugno, il secondo, il più consistente, in luglio, mentre meno evidente risulta il terzo picco che si è verificato in agosto. Nel corso dell'indagine è stata osservata anche una 5^a generazione, ma nella maggior parte dei casi le larve sono destinate a non completare lo sviluppo.

Gli adulti della generazione svernante compaiono tra fine marzo e aprile e di conseguenza le larve della 1^o generazione si alimentano a spese delle foglie nei mesi di aprile e maggio; gli adulti compaiono in giugno. La seconda generazione si sviluppa tra giugno e luglio, con una presenza massima di larve delle prime età alla fine di giugno, e si completa con lo sfarfallamento degli adulti in estate. Le larve della terza generazione si osservano dai primi di agosto fino a metà settembre; la

maggior presenza di individui delle prime età si è registrato prima decade di agosto; lo sfarfallamento degli adulti avviene entro la fine di settembre. La 4° e ultima generazione dell'anno si sviluppa da metà settembre a fine ottobre e sono le crisalidi a svernare. Le osservazioni condotte fino a dopo la metà di novembre hanno evidenziato ancora la presenza di alcune larve in attività. Quasi tutte le larve di questa generazione, probabilmente la quinta nell'arco dell'anno, sono destinate a morire prima di completare lo sviluppo per effetto delle basse temperature, che normalmente si registrano a Firenze nella 2ª metà dell'autunno.

Tramite l'osservazione delle crisalidi raccolte è stato messo in evidenza che la *sex-ratio* varia in relazione alle diverse stazioni considerate e in media, comunque, questo rapporto è risultato 1,1.

7.2.4 Xilofagi

Gli animali, che basano la loro alimentazione sulle sostanze presenti nelle strutture durevoli delle piante, sono considerati xilofagi s.l. A questo gruppo appartengono generalmente gli insetti che, in base alla sede che colonizzano nel corso dell'intero ciclo vitale o di una parte di esso, vengono distinti in corticicoli, lignicoli e cortico-lignicoli. Le specie corticicole utilizzano le zone sottocorticali vive (floema) dei rami, dei tronchi e delle radici e interessano il legno solo a livello superficiale, tranne quando si insediano nei rami più sottili o nei fusti di giovani piante. I loro attacchi risultano quasi sempre esiziali per la pianta, che riesce ad opporre una efficace reazione solo in condizioni particolarmente favorevoli.

Le specie lignicole vivono a spese del legno e attaccano piante vive, deperienti o morte scavando gallerie di lunghezza e sezione variabili; alcune di queste specie possono insediarsi anche nel legname in opera. Le gallerie producono nelle piante disturbi fisiologici di varia natura e, nel contempo, contribuiscono a diminuire la stabilità delle parti colpite; ciò, soprattutto nell'ambiente urbano, costituisce un serio pericolo. Difatti, le parti attaccate, sotto l'azione di agenti atmosferici, possono staccarsi e cadere al suolo con grave minaccia per le persone che si trovano nelle vicinanze.

Le specie cortico-lignicole hanno un comportamento intermedio: sfruttano i tessuti floematici nelle prime fasi dello sviluppo larvale, successivamente scavano nel legno gallerie a diversa profondità. Anche in questo caso le conseguenze interessano i processi fisiologici della pianta e la stabilità delle parti attaccate.

La gran parte degli xilofagi legati alle piante forestali e agrarie si ritrova anche nei centri abitati. In ambienti naturali essi svolgono un'azione insostituibile nel recupero della sostanza organica fissata

nelle strutture durevoli delle piante, purché le popolazioni non superino i limiti consentiti dal sistema. Invece l'artificialità che caratterizza il verde urbano non consente loro di rivestire quel ruolo determinante nel riciclaggio della sostanza organica, pertanto gli xilofagi sono ritenuti quasi sempre dannosi in quanto la loro attività contrasta con le funzioni estetiche delle piante e con la sicurezza delle persone che frequentano gli spazi verdi ricreativi.

Tra le specie a insediamento corticicolo più vincolate agli alberi ornamentali, meritano di essere ricordati i coleotteri scolitidi del genere *Phloeosinus*, che vivono a spese di cupressacee, quelli del genere *Tomicus* (= *Blastophagus*), che attaccano i pini e gli *Scolytus* legati agli olmi. Meritano attenzione particolare anche i due rodilegno i lepidotteri *Cossus cossus* (L.) e *Zeuzera pyrina* (L.), il corebo fasciato (*Coroebus florentinus* Herbst), per i vistosi disseccamenti che causa sulla chioma delle querce, lecci in primo luogo e i cercambicidi del genere *Cerambyx*, responsabili di gravi danni con le loro lunghe e tortuose gallerie scavate dalle larve nel tronco e nei grossi rami delle querce. Alcune specie di questo gruppo (*Phloeosinus* e *Scolytus*) risultano particolarmente temibili in quanto anche potenziali vettori di funghi patogeni, quali l'agente del Cancro del cipresso.

7.2.5 *Prospetto dei principali microrganismi patogeni del verde urbano*

(le entità trattate sono presenti in molte città della Toscana e comunque sono diffuse sul territorio italiano; dalla trattazione sono state escluse alcune entità che interessano le città dell'arco alpino)

Agenti di marciume radicale

Armillaria spp. Latifoglie, Conifere, agente di marciume radicale fibroso

Rosellinia necatrix Latifoglie, agente di marciume radicale lanoso

Agenti di cancro

Seiridium cardinale Cipresso, agente di cancro su fusto e rami

Nectria spp. Latifoglie varie, agente di cancro su fusto e rami

Diplodia mutila Quercia, agente di cancro su rami e rametti

Biscogniauxia mediterranea Quercia, agente di cancro carbonioso

Agenti di tracheomicosi

Ceratocystis fimbriata f. sp. platani Platano, agente di tracheomicosi e cancro

Ophiostoma ulmi Olmo, agente di tracheomicosi

Verticillium spp. Latifoglie varie, agente di tracheomicosi

Agenti di carie

Ganoderma spp, *Trametes* spp., Latifoglie, Conifere, agenti di carie

Inonotus spp., *Phellinus* spp. ed altri Latifoglie, Conifere, agenti di carie

Agenti di malattie fogliari

Microsphaera alphytoides Quercia, agente di oidio

Microsphaera platani Platano, agente di oidio

Guignardia aesculi Ippocastano, agente di necrosi fogliari

Apiognomonina quercina Quercia, agente di necrosi fogliari e

(con la anamorfa *Discula quercina*) di cancro su rametti (la forma anamorfa)

Apiognomonina platani Platano, agente di necrosi fogliari

Agenti di marciume radicale (vedi capitolo 9.2.2)

Agenti di cancro (vedi capitolo 9.2.3)

Agenti di tracheomicosi (vedi capitolo 9.2.4)

Agenti di carie (vedi capitolo 9.2.5)

Agenti di malattie fogliari

Microsphaera alphytoides

Agente del mal bianco (oidio) delle querce, infetta anche castagno e faggio. I sintomi, estremamente gravi in vivaio, interessano le parti verdi, sulle quali si differenzia, già in febbraio/marzo, una efflorescenza bianca, costituita dal micelio, conidiofori e conidi. La fotosintesi viene quasi completamente bloccata. Le parti infette sono destinate a necrotizzare completamente.

In vivaio si eseguono trattamenti con zolfo.

Microsphaera platani

Agente del mal bianco del platano. I sintomi compaiono sulle foglie e sull'asse dei getti, ambedue sono destinati a disseccare. In autunno sono particolarmente colpite le parti basali della chioma.

Guignardia aesculi

Agente di necrosi fogliari su ippocastano. Sulle foglie, in tarda primavera/inizio estate, specialmente con andamenti piovosi, compaiono macchie di color rosso mattone, inizialmente rotondeggianti, destinate a divenire irregolari.

La trasmissione è legata alle infestazione di *Cameraria ohridella*, verso il quale si indirizza la lotta; occorre però eliminare le foglie a terra sulle quali il parassita si conserva.

Apiognomonina quercina

La forma teleomorfa (*A. quercina*) è agente di necrosi fogliari (antracnosi) su specie quercine; la anamorfa *D. quercina* determina la formazione di cancri sui rametti delle stesse specie. Le infezioni sono favorite, in primavera, da un andamento fresco e piovoso. Il fungo si conserva sulle foglie e sui rametti a terra.

Apiognomonina platani

Agente di necrosi fogliari (antracnosi) su platano. All'inizio della primavera, sui rametti di un anno, si manifestano leggere necrosi corticali, con formazione di piccoli cancri; sulle foglie compaiono ampie aree necrotiche che portano al disseccamento della intera lamina fogliare. I giovani getti sono anch'essi destinati a morire. L'infezione è favorita da decorsi freschi e piovosi. Il parassita è trasmesso dall'insetto *Corythuca ciliata* e si conserva sulle foglie a terra. La lotta è indirizzata verso l'insetto, oltre alla raccolta ed eliminazione delle foglie cadute.

7.2.6 Soglie di danno

Molti insetti e agenti patogeni presenti sulle piante arboree che vegetano in ambienti antropizzati possono essere tollerati in quanto anch'essi sono componenti della biocenosi, però rimane difficile determinare il limite oltre il quale la loro presenza e le conseguenze delle loro attività può essere

consentita, sia per gli effetti sulle piante e sia per il disturbo arrecato alle persone. La difficoltà di poter individuare una soglia è da ricollegare a vari fattori dal momento che, per non oltrepassare questo limite di tolleranza, è necessario stabilire preventivamente, la natura degli interventi, e cioè prima che si verifichi il danno effettivo.

Per procedere ad una efficace programmazione delle misure da intraprendere bisogna operare attraverso varie fasi che potrebbero essere riassunte in: a) conoscenza del “parassita” e della sua bioecologia; b) individuazione di affidabili metodologie di monitoraggio; c) accertamento delle modalità e dell’intensità degli interventi; d) reale possibilità di applicazione; e) autorizzazione da parte degli organi vigilanti per l’esecuzione pratica. In ogni caso è bene tenere nella giusta considerazione che la maggior parte dei “parassiti” dannosi alle piante “ornamentali” si ritrova anche nelle cenosi arboree degli spazi aperti, ma la natura del danno e la semplificazione delle catene trofiche richiede scelte operative e tempi d’intervento peculiari. A differenza degli ambienti forestali, dove l’azione nociva di patogeni e fitofagi viene valutata sulla base delle perdite di accrescimento e della produzione legnosa, nell’ambiente urbano e periurbano bisogna innanzitutto tenere presenti le molteplici funzioni delle piante. Quanto sopra porta ad un notevole abbassamento della soglia di dannosità di vari “parassiti”, anche in considerazione dei danni che possono essere arrecati ai cittadini (Tiberi, 2000 a).

7.2.7 Rapporti uomo-“parassiti” nel contesto urbano

Il confronto riguarda essenzialmente l’innata avversione (entomofobia) che l’uomo manifesta verso gli insetti, compresi quelli che sono legati strettamente alle piante, ma che arrecano disturbi per mezzo dei loro escreti (melata soprattutto), caduta di esuvie e di individui morti o, ancora, di frammenti vegetali; in questa difficile convivenza non vengono esclusi neppure specie notoriamente innocue (Olkowski e Olkowski, in Robinson, 1996). Indubbiamente, però, il rapporto raggiunge il massimo di incompatibilità quando si considerano gli insetti che trasmettono malattie (fenomeno che oggi, almeno nelle nostre regioni, è sempre meno frequente), che pungono o che determinano reazioni allergiche nell’uomo (Coulson e Witter, 1984). Senza entrare in una disamina approfondita su questo importante argomento valga al riguardo l’esempio delle infestazioni della Processionaria del pino, che in pinete naturali o anche artificiali, realizzate non per finalità produttive o ricreative, possono oscillare, senza causare danni di rilievo, intorno a livelli che nei centri abitati sono decisamente intollerabili, non solo per le deturpazioni prodotte dalle larve alla chioma dei pini ma,

soprattutto, per i disturbi che possono verificarsi a spese dell'uomo e degli animali domestici, quando vengono a contatto con i peli urticanti (Tiberi, 1989). Gli effetti sull'uomo dei peli urticanti (erucismo), rivestono un notevole interesse medicosanitario, sia per le reazioni epidermiche più o meno persistenti provocate sulla generalità delle persone e sia per le conseguenze che a volte si registrano a carico di soggetti particolarmente sensibili o già sensibilizzati a seguito di reiterati contatti. Reazioni allergiche sono state infatti da tempo segnalate per persone che operavano in ambienti fortemente infestati dal ricordato lepidottero. Tra gli effetti vanno anche ricordati quelli a carico di mucose e organi di senso, occhi in primo luogo. Riguardo agli occhi, va tenuto presente che i peli urticanti, in ragione della loro morfologia, hanno un'elevata capacità di penetrazione e, dopo un iniziale ancoraggio superficiale, possono migrare in profondità e permanere anche a distanza di anni. In vari casi sono stati infatti ritrovati peli incapsulati a riprova di questo tipo di azione. A livello delle vie respiratorie superiori, le reazioni infiammatorie sono particolarmente gravi in occasione di inalazioni massive quantitativamente importanti, che non di rado si verificano tra il personale addetto a lavori forestali, o ancora negli addetti dei servizi fitosanitari non adeguatamente protetti. Date le loro minuscole dimensioni i peli urticanti sono infatti facilmente veicolati dalle correnti d'aria per cui, in caso di diffuse infestazioni, si possono avere inconvenienti gravi non solo all'interno o in prossimità delle aree colpite ma, anche, a distanze ragguardevoli. Da alcuni anni con riferimento alla diffusione di queste ed altre strutture o parti di artropodi si parla di "Animal Atmospheric Pollution" e, nell'ambito delle operazioni di monitoraggio di pollini ed altre particelle allergeniche veicolate nell'aria, si provvede anche ad effettuare controlli su questo tipo di materiale (Roversi, 1997).

7.2.8 Problematiche legate alla caduta di piante o loro parti

Insetti xilofagi e funghi fitopatogeni, sono componenti importanti degli ecosistemi forestali, e, in condizioni di equilibrio con le piante ospiti, contribuiscono al mantenimento di condizioni di vigore del sistema assicurando il dinamismo della biocenosi (Roversi e Pennacchio, 2000). Al contrario di quanto detto per i boschi, l'attacco di insetti che vivono a carico di corteccia e legno e le infezioni da parte di funghi agenti di marciumi radicali e di carie, rappresentano un evento problematico in ambienti antropizzati, quali le città, con rilevanti implicazioni per la conservazione del patrimonio arboreo, in quanto possono, a lungo andare, ridurre la stabilità delle piante o di loro parti, e favorirne la rottura sotto l'azione degli agenti atmosferici con conseguenze anche gravi per persone e mezzi.

Gli agenti fungini di carie costituiscono un problema che incide fortemente sui costi di gestione del patrimonio verde cittadino. Le piante senescenti, o compromesse nelle loro funzioni metaboliche dalle condizioni dell'ambiente urbano, vanno soggette a fenomeni cariogeni spesso inarrestabili, dovuti all'azione di specie fungine afferenti a più generi. Disorganizzata la massa legnosa, la pianta va incontro ad alti rischi di caduta. L'impegno dei ricercatori è volto attualmente a mettere a punto metodi diagnostici precoci, basati sull'analisi del DNA.

Contestualmente è stato affrontato il problema connesso con la stabilità della pianta compromessa da carie o da marciumi radicali, realizzando una serie di metodi valutativi: VTA, Martello ad impulsi, Resistograph, Frattometro.

Negli ambienti antropizzati, e non solo nei centri abitati, gli insetti e i microrganismi patogeni crittogamici, singolarmente o in combinazione, hanno sempre comportato danno e richiesto attenzione; un ulteriore aspetto deve essere considerato alla luce di nuove conoscenze che hanno portato a verificare l'ipotesi di strette simbiosi tra insetti e funghi patogeni che dai primi vengono veicolati innescando deperimenti vegetativi, o contribuendo alla morte della pianta. Negli ambienti urbani anche singole piante rivestono un'importanza notevole, in particolare qualora risultino inserite in contesti paesaggistici di particolare pregio. Diventa imperativo individuare tempestivamente le strategie più idonee da adottare nella protezione delle piante (cfr. Tiberi *et al.*, 2002).

7.2.9 Modalità di controllo

Esiste, quindi, da un lato la necessità di intervenire, sovente dietro sollecitazione dell'opinione pubblica, dall'altro la difficoltà di operare in aree dove i problemi di carattere tossicologico, connessi con vari sistemi di lotta, sono da evitare più che in altri ambienti. Da ciò deriva che sarebbe opportuna la messa in atto di dispositivi permanenti di rilievo dei livelli di popolazione dei fitofagi chiave e diffusione dei principali patogeni fungini, per realizzare un continuo ed efficace monitoraggio finalizzato ad individuare tempestivamente i focolai d'attacco delle specie nocive e consentire agli organi predisposti alla difesa del verde urbano di predisporre per tempo eventuali interventi di controllo diretto. A questo si aggiunga che i dati che verranno acquisiti realizzando reti permanenti di monitoraggio permetteranno di costruire banche dati il cui esame consentirà di calibrare le scelte future sulle indicazioni emerse in ciascuna specifica area urbana.

Pertanto le linee di difesa vanno definite in un contesto integrato cercando di stabilire un soddisfacente compromesso, tra le misure a carattere preventivo e quelle di tipo soppressivo o di

controllo diretto. Per quanto riguarda la prevenzione è indispensabile, nell'allestimento di nuove aree verdi, una oculata scelta del vegetale in rapporto alle caratteristiche della stazione o alla suscettibilità della pianta nei confronti di fitofagi e patogeni presenti nell'ambiente circostante o potenzialmente introducibili. In tale prospettiva possono essere di grande utilità le iniziative intraprese, nel settore della ricerca applicata, che mirano al miglioramento genetico e alla selezione di piante resistenti o tolleranti nei confronti di avversità biotiche e anche abiotiche. Valgono al riguardo i notevoli successi conseguiti dai patologi nella difesa del cipresso dalle infezioni di *Seiridium cardinale* e degli olmi dall'agente della Grafiosi, *Ophiostoma ulmi*; mentre nel caso dei fitofagi buoni risultati si possono conseguire attraverso l'adozione di appropriati interventi gestionali. Ancora tra le misure preventive si ricordano quelle di quarantena su piante o parti di esse allo scopo di evitare l'introduzione di organismi dannosi; aspetto assai importante nel settore urbano in quanto più frequente è la scelta di piante esotiche nell'allestimento di spazi verdi, che favorisce la comparsa e la diffusione di non pochi parassiti ad esse legati. È chiaro che per la corretta gestione del verde urbano da parte degli enti preposti (soprattutto pubblici, ma non solo) è di fondamentale importanza la definizione di linee operative da adottare nella progettazione di nuove aree verdi o nel recupero di zone degradate. In esse deve essere considerato l'aspetto della resistenza (o tolleranza) delle specie vegetali alle avversità derivanti dagli inquinanti dell'aria, nonché quello della capacità di detossificazione degli agenti contaminanti.

I ricercatori afferenti all'Unità P3 sono stati impegnati essenzialmente allo studio delle varie patologie che interessano le piante ornamentali e degli spazi aperti limitrofi alle aree antropizzate, nonché degli effetti delle sostanze inquinanti sulle piante e nell'ambiente urbano nel suo insieme.

Sulla base delle informazioni acquisite nel periodo di studio riguardo l'attuale presenza e diffusione dei principali artropodi e agenti patogeni (essenzialmente di natura fungina), nell'area urbana di Firenze e in quelle che ricadono nel comprensorio fiorentino, a partire dal gennaio 2004, sono state intraprese attività di ricerca mirate a studiare il comportamento delle entità più temibili per procedere alla valutazione dei danni a carico delle piante. In modo particolare è stata considerata la definizione delle soglie di danno sostenibile dalle piante riguardo agli attacchi di insetti e acari fitomizi, insetti defogliatori e xilofagi, oltre che dei funghi patogeni. Inoltre sono stati messi a punto sistemi di monitoraggio per evidenziare la presenza delle varie specie e verificarne l'efficacia in confronto alle già note metodologie utilizzate. Altro aspetto di interesse prioritario è quello riguardante le

associazioni mutualistiche od occasionali che coinvolgono insetti e agenti fungini, come anche il ruolo effettivo rivestito dai primi nella diffusione, nello spazio e nel tempo, dei secondi.

Le osservazioni e le prove sperimentali sono state condotte essenzialmente in aree urbane e periurbane già individuate con gli altri ricercatori afferenti al progetto.

Le attività in corso, relativamente al settore fitopatologico, sono di seguito elencate e per ognuna di esse viene riportato un breve commento sullo stato di avanzamento.

Impiego di trappole di cattura. Oltre alle classiche trappole a feromone, di diversa conformazione in rapporto alla etologia delle specie da censire, sono state utilizzate, per la prima volta in ambienti paesaggistici e ricreativi, sostanze di origine naturale presenti nelle piante e che sono notoriamente utilizzate dagli insetti, fitomizi, defogliatori e soprattutto, xilofagi per localizzare l'ospite vegetale. Queste sostanze potrebbero rappresentare il mezzo più affidabile nei programmi di monitoraggio delle specie xilofaghe per le quali ancora non si dispongono attrattivi efficaci. Le prove sono state avviate essenzialmente nei confronti di adulti di coleotteri scolitidi del cipresso, dei pini e delle querce, durante il volo finalizzato alla ricerca della pianta su cui avviare il ciclo riproduttivo. Altre trappole di cattura, definite generiche, quali le cromotropiche e le adesive, sono state impiegate per controllare l'inizio, la durata oltre che l'intensità della presenza delle forme alate di afidi e delle forme mobili delle cocciniglie. Tali rilievi hanno riguardato soprattutto gli afidi del cipresso, del cedro e del tiglio, mentre tra le cocciniglie sono state considerate soprattutto i diaspidi e i margarodidi.

Impiego di sostanze attrattive o collanti per la cattura di massa. Le prove hanno riguardato l'impiego di monoterpeni prodotti dalle conifere per attivare e quindi catturare adulti di coleotteri scolitidi in trappole già sperimentate in altre esperienze svolte in vari paesi europei e nordamericani. Le stesse sostanze sono state inoltre impiegate utilizzando appositi dispensers, da noi costruiti, su materiale legnoso (tronchetti di circa 1 m di lunghezza e 0,10-0,20 cm di diametro) allestito nelle vicinanze di pini e cipressi attaccati dai *Tomicus*, nel primo caso, o da *Phloeosinus* nell'altro.

I collanti sono stati invece distribuiti su bande di plastica applicate a diverse altezze sul tronco di cipressi e pini per catturare gli individui che nella tarda primavera si spostano dalla chioma al suolo, o dal tronco verso gli organi verdi. Questo sistema oltre che ridurre la densità di popolazione della specie (insetto o acaro) è molto utile nel monitoraggio della specie stessa. I primi risultati lasciano intuire reali possibilità di applicazione pratica, pertanto le prove saranno ripetute anche in futuro.

Indagini sulle relazioni insetti-agenti patogeni. In questa fase iniziale dello studio sono stati considerati gli insetti xilofagi di pini, cipressi e querce, insieme agli agenti fungini dannosi alle stesse piante. A riguardo si è operato procedendo al campionamento di porzioni di rami o di tronco delle piante palesemente attaccate da insetti e/o funghi e quindi sono stati condotti rilievi per verificare l'entità della colonizzazione e l'andamento del ciclo biologico delle specie fitofaghe e/o patogene presenti. Inoltre, dallo stesso materiale sono stati prelevati frammenti legnosi o di corteccia in prossimità dei siti di insediamento degli xilofagi per accertare, attraverso apposite colture in ambiente controllato, la eventuale presenza di patogeni. Inoltre alcuni adulti di scoltidi e di altri coleotteri (ad esempio buprestidi, bostrichidi e cerambicidi) sono stati utilizzati per accertare la presenza sul loro corpo di propaguli fungini e quindi valutare il grado di associazione tra insetti e funghi, nonché la possibilità dei primi di trasportare e perciò diffondere i patogeni.

Individuazione della soglia di danno. Nella definizione di un livello sostenibile di attacco di patogeni delle piante è necessario verificare le conseguenze non solo iniziali, ma soprattutto al momento dell'esaurimento dell'attacco stesso ed accertare, così, se la pianta è in grado di superare e recuperare le perdite subite oppure se è entrata in fase irreversibile di deperimento. Pertanto in questa fase dell'indagine sono state individuate, per ciascuna area, cinque piante, per specie presente, con attacchi iniziali di insetti o funghi e altrettante interessate da elevate colonizzazioni, in modo da seguire nel tempo, attraverso rilievi od esami diretti e campionamenti di materiale da utilizzare nelle colture o allevamenti di laboratorio, lo sviluppo dell'attacco e gli effetti della stesso a carico del vegetale.

Le osservazioni svolte hanno permesso di evidenziare il ruolo determinante del clima sull'insorgenza e sviluppo di non poche "patologie" in ambienti urbani e periurbani del comprensorio fiorentino.

L'estate del 2003, oltre che per le alte temperature, è stata caratterizzata da una marcata siccità estiva che ha messo in crisi numerose specie arboree presenti nei parchi e giardini. In Toscana le manifestazioni più intense si sono osservate molto spesso a spese delle conifere (fra tutte l'abete rosso e il pino nero ma talvolta anche tasso, douglasia, pino domestico) che hanno mostrato vistosi arrossamenti dei cimali o dell'intera chioma. Le latifoglie (in particolare olmo, *prunus* e ciliegi da fiore) sono apparse defogliate soprattutto nella parte alta della chioma, o hanno mostrato foglie piccole, decolorate, spesso pendule o accartocciate.

Il particolare andamento climatico ha offerto l'opportunità di rilevare una serie di elementi per implementare il data base che è in fase di costituzione, sullo stato fitosanitario delle alberate urbane.

I danni maggiori da siccità si sono verificati in impianti giovani, posti in posizione soleggiata o su terreni poco profondi o compatti. Spesso sono state colpite le piante ai margini esterni alla piantagione.

Sulle piante adulte o mature gli arrossamenti non si sono manifestati nel culmine della siccità, ma sono apparsi molto più tardi, persino nella primavera 2004. All'aggravare i danni hanno in parte contribuito funghi e insetti, spesso opportunisti, che hanno invaso con maggiore facilità i tessuti di piante fortemente debilitate dal lungo periodo di siccità.

Fra gli agenti fungini i più attivi in questi casi sono stati rilevati quelli che colonizzano l'apparato radicale, ma anche agenti di cancro corticale e seccume dei rami. Questi patogeni infatti, se già presenti sulle piante in fase latente, sopperiscono alle loro necessità di acqua andando a trovarla nei tessuti degli ospiti.

Sopralluoghi compiuti di recente hanno spesso individuato *Armillaria* sull'apparato radicale di conifere. Piante di pino nero sono state spesso uccise da attacchi di *Sphaeropsis sapinea* che hanno causato disseccamenti di aghi, gemme e rametti; su tasso è stata isolata oltre ad *Armillaria* anche una specie di *Phomopsis*. Questi patogeni fungini hanno spesso causato la morte di rami, già in precedenza parzialmente colonizzati, resi meno reattivi da un periodo di siccità prolungato.

Tra gli agenti di cancro spesso si è rilevato su quercia quello carbonioso da *Biscogniauxia mediterranea*. Un aspetto positivo riguarda invece il rallentamento della diffusione del cancro del cipresso, difatti nelle aree più colpite dalla siccità non si sono rilevate nuove infezioni sulle branche cresciute nella primavera del 2004.

Nel corso dell'indagine sono state accertate varie relazioni di natura mutualistica tra insetti e alcune specie fungine; a tal proposito riportiamo quelle che sono le associazioni, recentemente accertate, tra alcune specie entomatiche ed alcune specie fungine, in ambiente urbano:

Insetti

Cameraria ohridella

Scolytus spp.

Acari

Orsillus maculatus

Agrilus graminis

Funghi

Guignardia aesculi

Diplodia mutila – *Ophiostoma ulmi*

Fitoplasmi

Seiridium cardinale

Verticillium spp.

Scolytus intricatus

Xyleborus dispar

Sinoxylon perforans

Coroebus florentinus

Anthaxia millefolii

Corythucha ciliata

Tomicus spp.

Fusarium solani

F.solani e *V.dahliae*

Diplodia mutila

D.mutila – *Verticillium* spp.

Sporotrix sp.

Apiognomonina platani

Leptographium spp.

Nel triennio di studio sono stati aggiornati o messi a punto, e quindi sperimentati, metodi di monitoraggio degli scolitidi e di lotta contro il fillominatore dell'ippocastano. Per quest'ultimo attualmente gli interventi sono indirizzati all'uso degli insetticidi sistemici mediante l'impiego di tecniche endoterapiche. Questo sistema di lotta ha fornito in passato ottimi risultati anche contro altri insetti dannosi al verde urbano, come ad esempio per *Corythucha ciliata*, e contro la stessa *Cameraria ohridella*, e incoraggianti risultati sono stati ottenuti anche nel corso di questa indagine. Il metodo endoterapico per assorbimento naturale è particolarmente indicato in ambiente urbano, in quanto relativamente veloce nell'esecuzione, non richiede strumentazioni complesse e soprattutto è innocuo nei confronti dei cittadini. Il metodo sperimentato richiede comunque una certa tempestività nell'applicazione (in post-fioritura) e rimane legato alle condizioni atmosferiche e fisiologiche della piante che condizionano l'assorbimento del prodotto insetticida.

7.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Nell'ambiente urbano interagiscono molteplici componenti biotiche e abiotiche sempre, però, sotto l'influenza delle iniziative che l'uomo intraprende allo scopo di ottenere i massimi vantaggi dal punto di vista estetico, ricreativo e per giungere, attraverso le piante, anche ad un miglioramento della qualità dell'aria depurandola dagli inquinanti. Le piante tuttavia risentono notevolmente degli effetti negativi della loro collocazione in un sistema così artificiale; certamente a soffrire, sotto l'aspetto fisiologico, sono quelle impiegate nella costituzione di alberature stradali o nell'arredo ornamentale di piazze o di spazi intensamente frequentati dall'uomo. In questo contesto trovano condizioni ottimali per insediarsi e moltiplicarsi numerosi "parassiti" animali e vegetali che entrano in competizione con le persone sia nello sfruttamento, anche se in modo diverso, del patrimonio arboreo e sia dello spazio fisico. Soprattutto in questi ultimi decenni si è registrato un crescente

conflitto tra il pubblico e i “parassiti” e ciò è dovuto da un lato al bisogno delle persone di aree aperte, dall’altro ad un imprevisto affermarsi di questi nostri antagonisti, sia come livello numerico delle loro popolazioni e sia mediante la comparsa di nuove specie. Si è sviluppata, quindi, una intolleranza dei cittadini verso tutto ciò che minaccia le piante negli spazi urbani e periurbani, ma anche i “parassiti” che utilizzano le piante ornamentali hanno messo in atto forme di adattamento, che in tempi assai brevi sono sfociati in fenomeni di resistenza a vari prodotti impiegati per la loro soppressione.

Appare evidente che nell’impossibilità di affidarsi a sistemi di lotta, diretta o indiretta, preventiva o eradicativa, non più efficaci, occorre escogitare modalità e mezzi più appropriati e idonei a proteggere il verde urbano, tenendo presente costantemente il contesto in cui si è costretti ad operare e i limiti molto ristretti di operatività che lo stesso ambiente urbano impone. Per tutti questi motivi la difesa degli alberi ornamentali deve essere affidata a personale specializzato attraverso corsi di aggiornamento e dimostrazioni pratico-applicative, onde assicurare loro un’adeguata conoscenza delle moderne pratiche fitoiatriche e delle esigenze degli alberi da proteggere che, come è noto, variano notevolmente in relazione alla loro origine, età, tecniche di impianto e soprattutto suscettibilità all’azione dei “parassiti”. Contemporaneamente è indispensabile intraprendere attività ben precise dirette a sensibilizzare il pubblico nei riguardi della difesa del verde ornamentale, e non solo nelle città, ma anche nelle aree che costeggiano i fiumi, le vie di comunicazione e le formazioni extraurbane con destinazione paesaggistica-ricreativa.

Al tempo stesso è indispensabile organizzare corsi d’informazione per far superare alle persone il senso di disgusto e di intolleranza verso i parassiti e tra essi soprattutto gli insetti in quanto da sempre sono parte integrante della vita di una comunità.

7.4 CONCLUSIONI

Nell’ambito del progetto RISVEM l’Unità P3 ha proceduto all’aggiornamento delle segnalazioni di attacchi di parassiti animali e vegetali, come degli effetti degli inquinanti sulle piante che costituiscono il patrimonio arboreo nell’ambiente urbano fiorentino e negli spazi limitrofi utilizzati per scopi ricreativi o per il recupero ambientale di aree degradate o comunque non debitamente considerate sotto l’aspetto estetico-paesaggistico (per esempio le aree adiacenti alle vie di comunicazione). Come più volte è stato rilevato non pochi di questi argomenti sono stati, finora,

affrontati a livello settoriale e quindi senza confrontare e completare le acquisizioni ottenute con quelle di altri ambiti scientifici interessati ai problemi che sempre più frequentemente, e per ragioni diverse, vengono a delinarsi nella gestione del verde urbano e periurbano.

Pertanto riteniamo improcastabile definire, in un contesto interdisciplinare, la pianificazione della difesa del patrimonio arboreo ornamentale, che possa costituire anche un modello di riferimento per altre regioni italiane; individuare le linee guida da adottare nella progettazione di nuove aree destinate al verde urbano, paesaggistico o per il recupero di aree degradate. Per raggiungere questi obiettivi è ovvio che l'attività debba svolgersi in varie fasi successive fino a definire un protocollo di azioni da trasferire agli operatori preposti, nei vari contesti nazionali, alla progettazione, realizzazione e tutela del verde urbano.

7.5 BIBLIOGRAFIA

Aist J.R. (1976) – Papillae and related wound plugs of plant cells, *Annual Review of Phytopathology* 14, 145-163.

Alford D.V., (1991) – Atlas en couleur. Ravageurs des végétaux d'ornement. Arbres, Arbustes, Fleurs. Version Fr., I.N.R.A., Paris, 1994. Pp. 464.

Belcari A., (1991). Ulteriori acquisizioni sulla biologia e sulle possibilità di controllo in Toscana di *Kermes vermilio* (Planch). Rhynchota: Kermesidae. Convegno “Gestione e protezione del verde urbano”, Disinfestazione 91, Firenze 10-12 ottobre 1991. Disinfestazione, Nov.-Dic. 1991: 23-26.

Binazzi A., (1978). Contributi alla conoscenza degli Afidi delle Conifere. I. Le specie dei Genn. *Cinara* Curt., *Schizolachnus* Mordv., *Cedrobium* Remaud. ed *Eulachnus* D. Gu. presenti in Italia (homoptera Aphidoidea Lachnidae). - Redia, LXI: 291-400.

Coulson R.N., Witter J.A., (1984) – Forest Entomology. Ecology and management. Wiley & Sons, New York. X + 669 Pp.

Covassi M., (1971). Osservazioni preliminari sulla presenza in Italia di un Afide nocivo ai Cedri: *Cedrobium laportei* Remaud (Homoptera Aphidoidea Lachnidae). – Redia, LV:331-341.

Covassi M., (1985) – Piante minacciate nelle città e loro destino. Atti Convegno “Entomologia urbana per la qualità della vita”. In: Atti Acc. Naz. Ital. Entomol. Rendiconti, XXX-XXXII (1981-1984): 197-220.

Covassi M., Roversi P.F., Toccafoni P., (1989). Danni da *Haematoloma dorsatum* (Ahrens) su Conifere (Homoptera Cercopidae). I. Alterazioni macroscopiche degli apparati fogliari. – Redia, LXXII, n. 1:259-275.

Crovetti A., Santini L., (1985) Danni da insetti fitofagi alle alberature cittadine. Atti Convegno “Entomologia urbana per la qualità della vita”. In: Atti Acc. Naz. Ital. Entomol. Rendiconti, XXX-XXXII (1981-1984): 221-233.

- Matheny N. P., Clark J. R., (1994) Evaluation of hazard trees in urban areas. International Society of Arboriculture. Urbana, Illinois, Usa. Pp.85.
- Moriondo F., C. Capretti, A. Ragazzi (2006). Malattie delle piante in bosco, in vivaio e delle alberature. Patron Editore, Bologna, 238 pp.
- Niccoli A., Tiberi R., (1985). Impiego di *Bacillus thuringiensis* Berliner nel controllo di insetti dannosi in ambienti agrari e forestali. – Redia LXVIII: 305-322.
- Ragazzi A., (1998) Le specie quercine e l'ambiente urbano: consigli per un corretto impiego e analisi delle problematiche sanitarie. Inf.tore fitopat. 48: 41-44.
- Ragazzi A., S. Moricca, E. Turco, L. Marianelli, I. Dellavalle, (2003) The mycobiota of healthy and declining oaks in an urban setting. Second International Symposium on Plant Ealth in Urban Horticulture. Ed. by H. Balder, K. H. Strauch, G. F. Backhaus. Heft 394. Berlin: 43-47.
- Ragazzi A., Tiberi R., (1998) Ruolo degli insetti fitofagi e dei patogeni fungini nel deperimento delle querce in Italia. Monti e Boschi (6): 25-28.
- Robinson W.H., 1996 – Urban entomology. Insect and mite pests in the human environment. Chapman & Jall, London, XV - 430 Pp.
- Raspi A., Antonelli R., (1987). Alcune note sulla *Leucaspis pusilla* Loew (Homoptera Diaspididae), parlatorino dannoso ai pini in Toscana. – Frust. Entomol. N.S. X (XXIII7: 127-152).
- Roversi P.F., (1997) Problematrice connesse con attacchi in aree urbanizzate di lepidotteri defogliatori provvisti di peli urticanti. Nota Tecnica n°3, Tipografia Coppini, I.S.Z.A., Fi. Pp. 30.
- Roversi P.F., Pennacchio F., (2000) Sistemi esperti e nuovi mezzi informatici nella difesa del verde urbano. In: “L'albero e le aree urbane: convivenza possibile?” – Atti Convegno Fiesole, 20 febbraio 1999. Litografia I.P. Firenze, dicembre: 123.
- Tiberi R., (1989) *Thaumatopoea pityocampa*: convenienza delle iniziative di controllo e possibilità di interventi razionali. In: Atti del Convegno sulle avversità del bosco e delle specie arboree da legno. Firenze, 15-16 ottobre 1987: 313-323.
- Tiberi R., (1991). I Lepidotteri defogliatori delle querce decidue: bioecologia e danni. – In aspetti fitopatologici delle querce, Atti del convegno “Problematrice fitopatologiche del genere Quercus in Italia”, Firenze 19-20 novembre 1990, A. Ragazzi & R. Tiberi Ed., 1991: 239-250.
- Tiberi R., (2000 a) Artropodi dannosi al verde urbano. In: Manuale di Zoologia Agraria. A cura di Baccetti B., Barbagallo S., Süß L., Tremblay E., Antonio Delfino Editore, Roma, IX + 573 Pp.
- Tiberi R., (2000 b) Artropodi dannosi alle piante in ambiente urbano. In: “L'albero e le aree urbane: convivenza possibile?” - Atti Convegno Fiesole, 20 febbraio 1999. Litografia I.P. Firenze, dicembre 2000: 15-30.
- Tiberi R., Niccoli A., (1991) I principali insetti dannosi al cipresso in Italia. - In: "Il cipresso. Proposte di valorizzazione ambientale e produttiva nei paesi mediterranei della CEE", Firenze 12-13 novembre 1991: 178-189.
- Tiberi R., Panconesi A., (1985). Possibilità offerte dal metodo per iniezione nella lotta contro *Corythucha ciliata* (Say) e *Gnomonia platani* (Kleb.) (Nota preventiva). Redia LXVIII: 239-249.

Tiberi R., Ragazzi A., Capretti P., Roversi P.F., Tarasco E., (2002) Associazione insetti fitofagi-microrganismi fitopatogeni e protezione del verde urbano. Redia LXXXV: Appendice: 29-39.

Tiberi R., Roversi P.F., (1991) Gli insetti fitofagi dannosi al verde urbano in Toscana: danni e possibili rimedi. Convegno "Gestione e protezione del verde urbano", Disinfestazione 91, Firenze 10-12 ottobre 1991. Disinfestazione, Nov.-Dic. 1991: 16- 22.

Tiberi R., Roversi P.F., (2002) Linee intervento in ambiente urbano e periurbano nella difesa da insetti fitofagi e da funghi patogeni. Ann. Acc. Ital. Sci. For., LI: 31-39.

8 LA SICUREZZA NELLA GESTIONE E NELLA FRUIBILITA'

Coordinatore scientifico: Prof. Riziero Tiberi. Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DiBA)

Testo redatto in collaborazione con: Prof. Alessandro Ragazzi, Prof. Francesco Ferrini, Prof. Paolo Capretti

8.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

La difesa dell'ambiente è una preoccupazione condivisa dall'opinione pubblica e dalle varie amministrazioni, ed è sempre crescente l'attenzione per l'ambiente in cui si vive quotidianamente nelle città.

Uno degli elementi decisivi per il miglioramento della qualità della vita in ambienti fortemente antropizzati è senza dubbio il verde urbano: parchi, giardini e alberature stradali assumono in questo contesto un ruolo multifunzionale, e rappresentano una risorsa che non sempre riceve le attenzioni che merita.

Tutte le funzioni svolte dal verde urbano ripagherebbero i costi necessari per la sua manutenzione ordinaria e straordinaria. Nonostante ciò le risorse impiegate per manutenzione e incremento del patrimonio verde delle città sono generalmente insufficienti rispetto alle necessità.

È, inoltre, ancora una volta da sottolineare che, in ambiente urbano, le piante si trovano spesso in condizioni non adatte e tali da compromettere il loro normale sviluppo. Il volume di terreno fertile a disposizione di alberi ed arbusti, oltre ad essere fortemente compattato, è limitato dalla presenza di carreggiate stradali, marciapiedi, tubazioni e condutture sotterranee, ecc. In tale ambiente lo sviluppo dell'apparato radicale può essere fortemente limitato. Il danneggiamento delle radici può determinare la perdita di stabilità e un insufficiente approvvigionamento nutrizionale, con crescite stentate o disseccamenti settoriali della chioma.

Le attività antropiche possono, infatti, causare danni rilevanti agli apparati radicali, danni che derivano da scavi a ridosso delle piante, interrimento di tubi, condutture e impianti elettrici, e sono tipici soprattutto degli ambienti urbani, ma possibili anche in giardini.

Un'altra fonte di danni sono i riporti di terra che creano situazioni asfittiche per gli strati superficiali in cui si trovano le radici e, in prossimità del colletto, favoriscono marciumi basali. Da non

sottovalutare inoltre il rischio di introduzione, in un dato contesto, tramite appunto il terreno di riporto, di strutture fungine conservative di entità determinanti marciumi radicali e del colletto.

Urti provocati da mezzi meccanici, con ferite più o meno superficiali, possono generare, soprattutto in piante giovani, rallentamento della crescita e l'ingresso degli agenti di marciume che necessitano di aperture per penetrare la pianta.

La salute degli alberi può venire compromessa dagli inquinanti emessi dalle auto e dagli impianti di riscaldamento o dai cloruri usati per sciogliere il ghiaccio in inverno, o, ancora, dalla percolazione di oli e benzine nell'apparato radicale.

Ai danni diretti ed indiretti causati dalle attività antropiche e dalla presenza di infrastrutture si aggiungono le possibili conseguenze negative derivanti da potature molto drastiche, spesso dovute a gesti d'impianto irrazionali, che, come è noto, sono uno dei principali agenti di danno per le piante.

Tutte queste situazioni sottopongono la pianta ad uno stato di stress che le predispone all'attacco, essenzialmente, di funghi e batteri, e dunque alle malattie. Questo non solo compromette la salute della pianta, ma, soprattutto in ambiente cittadino, potendo influire negativamente sulla stabilità delle piante stesse, mette a rischio l'incolumità di persone e cose.

A causa dell'estremizzazione di certi fenomeni meteorici sono sempre più frequenti casi di alberi che schiantano al suolo, provocando conseguenze che, nel migliore dei casi, interessano sedi stradali e autoveicoli.

Le problematiche connesse all'instabilità di un'essenza arborea assumono particolare interesse non solo per gli ovvi pericoli conseguenti, ma anche nel restauro di popolamenti arborei maturi come vecchie alberature stradali, giardini e parchi storici.

Da tutto ciò deriva la necessità di elaborare metodiche di analisi che coinvolgano la stabilità di strutture naturali che possono mettere a rischio l'incolumità pubblica.

A questo proposito, nel 1994, comincia a diffondersi anche in Italia il metodo VTA (*Visual Tree Assessment*), oggi riconosciuto in tutto il mondo, come tecnica per la valutazione della stabilità dell'albero.

Da allora sono stati sottoposti a questo tipo di indagine migliaia di piante. Numerose sono state in questi anni anche le occasioni di confronto e discussione tra gli addetti ai lavori relativamente alle diverse tecniche da utilizzare e all'individuazione di linee guida per quanto concerne gli aspetti procedurali (si veda, a tal proposito, l'esperienza del gruppo di lavoro sulla stabilità degli alberi della Società Italiana di Arboricoltura).

Occorre però soffermarsi anche sulla frequenza dei controlli da effettuare sugli alberi. Sarebbe infatti errato pensare che un'analisi sia fine a se stessa: gli alberi, soprattutto quelli radicati in ambito urbano, sono continuamente sottoposti a stress di vario genere (lesioni degli apparati radicali per scavi, potature più o meno drastiche, ecc..) che necessitano un controllo costante per il mantenimento della popolazione arborea all'interno di standard di elevata sicurezza, riducendo il rischio di schianti improvvisi.

Inoltre non esistono, al momento, dati riguardanti le cinetiche di avanzamento delle carie causate da patogeni fungini e che sono tra le maggiori cause di schianto di un albero: le variabili in gioco oggi note, cioè la specie arborea, il tipo di fungo parassita, lo stato di salute dell'albero, i fattori microambientali, i danni di origine antropica (come quelli attribuiti a fughe sotterranee di gas, a compattamento del terreno, ad asfaltatura e pavimentazione adiacente al colletto), a ferite accidentali, ad inquinamento atmosferico, a lacerazioni radicali per scavi di varia natura, ad incuria e disattenzione, a potature malfatte, ad angustia di spazi, a carenze alimentari, a stress idrici (e molti altri ancora) sono in numero tale e di tale importanza da non consentire modelli previsionali attendibili circa il tempo necessario ad un processo cariogeno per colonizzare l'ospite in modo da comprometterne la stabilità. Diventa allora di fondamentale importanza prevedere e programmare dei turni di monitoraggio che siano il più oggettivi possibili a cui sottoporre le alberate. Nel corso di questi anni è stata messa a punto e diffusa dal Partner Imprenditoriale n. 1 la *Failure Risk Classification* (FRC), centrata sull'analisi di tempistiche di ricontrollo quantificate sulla base di dati provenienti dall'analisi di migliaia di piante. Attraverso questa classificazione vengono suddivise le piante in 5 classi di rischio predefinite, permettendo di standardizzare le procedure di monitoraggio e messa in sicurezza delle popolazioni arboree radicate all'interno di parchi o lungo viali stradali.

8.2 STATO DELL'ARTE DELLA CONOSCENZA SUL "SISTEMA URBANO" E DELLA RICERCA

Oggi ci è noto che la “foresta urbana” ha in sé i caratteri della “foresta” ed i caratteri della “urbanità” (*Randrup et al.*, 2005). L'espressione “foresta urbana” è comunque ancora oggetto di discussione, tanto è vero che molti non la accettano. Forse, meglio sarebbe parlare di “foresta”, se proprio tal parola si vuole usare, inserita nel tessuto urbano. Infatti, contestualmente all'espandersi in termini di spazio, economici, sociali, politici, ed “ecologici”, molte foreste hanno iniziato ad “urbanizzarsi”, da

cui l'espressione "Town Forestry" (*Koniynendijk*, 1999). Il processo di accettazione dell'espressione "foresta urbana" ha origini lontane nel tempo, infatti già negli anni sessanta, se ne discuteva negli Stati Uniti. Nel 1992 si parla di "struttura verde urbana", concetto che va pertanto ben oltre l'individualità della pianta, del viale, del giardino, del parco, ecc.ecc.

Tuttavia è solamente negli anni 2000-2002 che la FAO e la IUFRO inseriscono l'espressione "urban forest" nel significato, ampliato (*Forest sensu lato*), del sistema foresta, comprendendovi appunto: "woodland, bush, rainforest, plantation, wildness, "urban forestry".

Se negli Stati Uniti già negli anni '60 si era iniziato a concepire il concetto di "foresta urbana", in Europa solamente negli anni '80 viene proposta tale concezione del verde della città.

Attraverso una serie di azioni, conferenze, convegni, si arriva al concetto europeo di "foresta urbana":

"Alberi che crescono in un'area urbana in funzione del loro valore paesaggistico, per ricreazione, includenti alberi di strade, viali, giardini, parchi, aree private e pubbliche a vari usi destinate".

Con le conoscenze dell'oggi sorge spontanea una domanda: possiamo rapportare il concetto di "foresta urbana" a quello di "ecosistema"?

Odum (1971), sintetizzando il suo pensiero, definiva l'ecosistema come un insieme di organismi viventi, in una determinata area, che intrattengono relazioni tra loro stessi e tra loro e l'ambiente fisico ove sono inseriti, comportando flussi di energia e trasferimenti di materia attraverso i vari livelli della catena alimentare.

Dalla comparazione dei due sistemi nasce la considerazione che le attività antropiche determinano artificialità del sistema, stato che si ripercuote sulla presenza, frequenza, assemblaggio, rapporti delle entità viventi potenzialmente patogene (essenzialmente funghi e insetti) delle piante appartenenti al sistema urbano.

Possono, di conseguenza, innescarsi interazioni non sempre confrontabili con quelle di un sistema naturale (ecosistema). D'altra parte l'elemento centrale del sistema urbano è l'uomo: già all'inizio degli anni '70 infatti il 40 % della popolazione mondiale viveva in città, in ragione del 60-70 % in Europa e dell' 80% negli Stati Uniti.

Ne consegue che nel "sistema urbano" predominano situazioni negative per le piante:

- operazioni di scavo, pavimentazione, asfaltature
- perdita della pedofauna e della carica microbica edafica
- assenza di riconversione della sostanza organica

- modifica dei cicli vegetativi delle piante, in funzione del clima proprio della città
- azione degli inquinanti direttamente sulla pianta e sui rapporti parassita/pianta
- non rispetto della idoneità della stazione
- introduzione di piante anche da altri continenti

Pertanto nel sistema urbano sono andati a costituirsi tanti “insiemi” caratterizzati da specificità e funzionamenti propri, che si sono diversificati da quelli dei sistemi naturali di origine delle piante utilizzate.

Le condizioni del sistema urbano hanno favorito l’insediamento e lo sviluppo di numerose crittogame (essenzialmente funghi) e di insetti, già presenti comunque nei sistemi naturali.

Sono i rapporti tra le due entità parassite che cambiano in città, così come la dinamica delle popolazioni, determinando, in molti casi, situazioni ben più gravi, e certamente ben più difficilmente controllabili, rispetto ai sistemi naturali.

Un esempio di quanto sopra considerato sono le relazioni funghi/insetti che, nel sistema urbano, possono assumere il carattere di “simbiosi obbligate” oppure “non mutualistiche”, ma sempre assai pericolose, in quanto la diffusione della crittogama tramite insetto può innescare estese ed irreversibili epidemie.

Problemi nuovi, in quanto conosciuti da poco tempo, nella loro espressione nell'ambito del “sistema urbano”. Ci riferiamo alle associazioni, in parte ipotizzabili, anche se presumibilmente già presenti in Italia; e in parte dovute alla temuta introduzione di entità nuove per il Paese, fra funghi e insetti, che determinano profondi stati di sofferenza nelle piante, contribuendo a portarle a morte.

Problemi “nuovi” che si affiancano alle problematiche di sempre, legate agli agenti di: marciume, carie, cancro, tracheomicosi, in dettaglio trattati; problemi, le associazioni fungo/insetto che possono aggravare fortemente lo stato della pianta, contribuendo esse stesse alla morte o favorendo l'azione delle entità di cui sopra, dato che vengono meno le difese della pianta.

8.2.1 La decomposizione del legno

Le alterazioni del legno su piante vitali sono connesse a funghi parassiti che oltre a danneggiare fisiologicamente la pianta ne alterano le caratteristiche del legno. I danni di maggior importanza sono dovuti all’azione degli agenti di marciume radicale, di cancri, di tracheopatie e di carie.

Allo stato attuale non esistono modelli sicuri che spieghino nel dettaglio il meccanismo di formazione dei corpi fruttiferi sugli alberi. Esistono solo delle teorie suffragate dalle osservazioni dirette. Innanzitutto va detto che la funzione del corpo fruttifero è legata alla produzione delle spore, grazie alle quali il fungo può abbandonare il vecchio ospite per colonizzarne uno nuovo.

Il meccanismo che porta alla differenziazione del corpo fruttifero, di un agente di carie e di marciume, in un determinato punto della pianta, è ancora sconosciuto. Si sa però che dipende dalle condizioni locali del legno e dalla presenza di un'efficace barriera di compartimentazione (Weber e Mattheck, 2001). In quest'ultimo caso il fungo non decompone la parete restante e forma corpi fruttiferi nel punto di ingresso oppure, nell'albero cavo, verso l'interno della cavità.

Questa teoria spiegherebbe il motivo per cui non sempre la presenza di corpi fruttiferi esterni di notevoli dimensioni determina la presenza di cavità interne altrettanto estese.

Inoltre sembra che la formazione di corpi fruttiferi venga stimolata dal contatto con l'aria (Weber e Mattheck, 2001).

Come abbiamo avuto modo di ricordare in precedenza l'unità di propagazione del fungo sono le spore. Esse possono essere formate da basidi presenti nei corpi fruttiferi attraverso un processo sessuale, oppure possono derivare da una disarticolazione delle cellule presenti all'estremità delle ife. I Basidiomiceti si riproducono con entrambi i sistemi: in modo gamico, formando basidiospore nel corpo fruttifero e in modo agamico formando conidi nel corpo fruttifero secondario.

Una volta formate, vengono liberate nell'aria e veicolate dal vento verso i nuovi ospiti. I potenziali punti di ingresso per le spore germinanti sono costituiti da tutti i tipi di lesioni presenti sulle piante.

L'infezione avviene infatti a partire da:

- *ferite di vario genere*: rami rotti o spezzati, ferite e danni alla corteccia (urti di auto o macchine operatrici, tagli di potatura effettuati in modo scorretto, ecc.);
- *danni alle radici*: presenza di radici affioranti decorticate e degenerazione dell'apparato radicale. Non va dimenticato che la parte più sensibile della radice è la zona apicale; non essendo rivestita da alcuna parete protettiva, ma solo da un sottile rizoderma, può essere penetrata facilmente dagli agenti fungini di carie e marciume;
- fattori di stress che causano un indebolimento della pianta: carenza di luce, ristagni idrici, terreno eccessivamente asfittico, siccità, ecc.

Altre modalità di infezione sono le anastomosi radicali tra alberi vicini e la formazione di cordoni miceliali (es. rizomorfe di *Armillaria*).

8.2.2 I marciumi radicali

I marciumi radicali sono malattie che interessano l'apparato ipogeo della pianta, ma che comportano azione indiretta anche sulle parti aeree, dato che alterano la funzionalità dell'apparato assorbente.

Ne consegue spesso una clorosi generalizzata, talvolta seguita da arrossamento, con deperimento della pianta e perdita di stabilità della stessa.

I patogeni (funghi, batteri, nematodi), causa di marciume radicale, vivono nel terreno, ove trovano condizioni ideali per conservarsi vitali, ma soprattutto per esplicare la loro azione infettiva.

La possibilità dei patogeni, determinanti marciume radicale, di esprimere i propri fattori di virulenza è legata ad una serie di fattori/condizioni: 1) la componente microbiologica dei terreni utilizzati per l'impianto di specie arboree è spesso alterata, e di conseguenza non esercita più azione deprimente l'attività dei potenziali patogeni radicali; 2) l'emissione, da parte delle radici delle piante, di sostanze (aminoacidi, zuccheri, sali minerali, acidi organici), nel terreno, può talvolta esaltare e talvolta deprimere l'attività dei patogeni radicali; 3) il pH acido può inibire parte della carica microbica del terreno che a sua volta avrebbe potuto contenere l'azione dei patogeni agenti di marciume radicale; 4) la carenza di ossigeno, quale è spesso tale nei terreni cittadini, comporta sofferenza dei tessuti radicali ed altera la componente microbica, con esaltazione della attività dei patogeni radicali.

Marciume radicale fibroso

Agente: *Armillaria* sp.

Distribuzione: ubiquitario.

Ospiti: conifere e latifoglie. In Italia sono presenti cinque specie contraddistinte fra loro per la morfologia dei corpi fruttiferi e per gli ospiti.

- *Armillaria mellea* (Vahl. Fries) Kummer, patogena soprattutto su colture arboree da frutto, nei soprassuoli forestali e sulle piante del contesto urbano. Debole parassita, presente a basse quote, in tutte le regioni italiane;
- *A. ostoyae* (Romagnesi) Herink, più frequente nei boschi di conifere e nelle faggete. Debole parassita.

- *A. gallica* Marxmuller et Romagnesi (= *A. bulbosa*), attacca conifere e latifoglie. Presente soprattutto sulle Alpi occidentali, poco frequente nelle regioni centro-meridionali.
- *A. cepistipes* Velenovsky, presente nelle regioni settentrionali.
- *A. tabescens* (Scopoli) Emel, frequente in tutto il Paese.

Sintomi: comparsa di sintomi non specifici, quali clorosi generalizzata a tutta la chioma, ridotte dimensioni dei getti, caduta di foglie, abnorme fruttificazione; dopo tali espressioni sintomatiche la pianta è destinata a morire. *Armillaria* spp. comunque mostra un ricco feltro micelico, di color biancastro, sotto la corteccia degli organi aggrediti (radici, fusto) (Fig. 8.1); e tipici aggregati di ife (rizomorfe) neri all'esterno, bianchi in sezione, presenti nel terreno e sul fusto (Fig. 8.2).

Epidemiologia: il patogeno vive nel terreno a spese del materiale legnoso rappresentato da ceppaie non deperite, e tronchi abbattuti. Sulle piante infette, in autunno, differenzia i corpi fruttiferi, dai quali vengono liberate le basidiospore che contribuiscono così a diffondere la malattia nel soprassuolo. La diffusione nel terreno avviene inoltre attraverso le rizomorfe.

Lotta: nel momento dell'impianto di un nuovo parco, urbano o periurbano, è bene scegliere le specie di piante più adattabili all'ambiente di introduzione.

Se viene ad essere aggredita una singola pianta, nel contesto urbano, occorre eliminarla, eradicando anche la ceppaia, facendo attenzione alle rizomorfe che potrebbero essere già protese verso piante vicine, nel qual caso è bene scavare una trincea profonda almeno un metro. Nel sito della pianta morta è bene non impiantare per almeno un anno specie sensibili ad *Armillaria*. Applicazioni di prodotti a base di rame, nel terreno, possono rallentare la eventuale attivazione di residui del patogeno.



Fig. 8.1 – Micelio di *Armillaria mellea*, agente di marciume radicale



Fig. 2 – Rizomorfe di *Armillaria* sp.

Marciume radicale lanoso

Agente: *Rosellinia necatrix* Berlese ex Prillieux

Anamorfa: *Dematophora necatrix* Hart.

Ospiti: latifoglie

Distribuzione: ubiquitaria

Sintomi: comparsa di clorosi e microfillia, segue deperimento e morte della pianta. L'apparato radicale va incontro a marcescenza e viene avvolto da un feltro micelico bianco.

La diffusione del patogeno avviene tramite spore, porzioni di piante infette, anastomosi radicali.

Lotta: eliminazione delle piante infette, disinfezione del terreno in vivaio. Prima di effettuare un nuovo impianto occorre eliminare dal terreno tutto il materiale legnoso.

8.2.3 Cancri e necrosi corticali

I cancri sono lesioni localizzate o aree morte del tessuto corticale (queste ultime meglio definite come "necrosi corticali") del fusto o delle branche o dei rametti di piante arboree che sono, nella loro lunga vita, spesso sottoposte a ferite.

In alcuni casi i tessuti sani, nelle vicinanze dei tessuti cancerosi, possono aumentare in spessore ed apparire prominenti rispetto alla superficie sana dell'organo interessato.

Sono innumerevoli le specie di patogeni che causano cancro, anche se tra le più frequenti troviamo entità afferenti agli Ascomiceti e ai funghi mitosporici. In alcuni casi anche batteri e virus determinano lesioni cancerose.

Il cancro generalmente inizia attorno ad una ferita, punto dal quale si estende in tutte le direzioni, ma principalmente lungo l'asse principale di fusto, branche, rametti.

In determinate condizioni ambientali la pianta può sopravvivere alla malattia producendo callo attorno all'area cancerosa, limitandone l'estensione.

Diversamente, se lo sviluppo dell'entità infettiva è rapido ed il cancro si estende velocemente, la pianta non riesce a differenziare il callo, oppure, se il callo ha iniziato a formarsi, viene anch'esso invaso dal fungo ed il cancro continua ad estendersi.

Nel caso di aggressione di giovani rametti il cancro riesce spesso a circondare l'intera circonferenza e a portare a morte l'organo.

In alcuni casi, determinati da patogeni altamente virulenti, che agiscono in condizioni climatiche ottimali, il cancro circonda la circonferenza anche del fusto; in tali casi inoltre le spore fungine possono determinare ulteriori lesioni cancerose, tanto , infine, da determinare la morte della pianta.

Nell'ambito delle piante arboree forestali ed ornamentali in pochi casi il cancro uccide la pianta : è il caso del castagno, sul quale il micete *Cryphonectria parasitica* determina cancro corticale; del Cipresso che subisce formazioni cancerose ad opera di *Seiridium cardinale*; del platano, sul quale il micete *Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani*, oltre a determinare tracheopatia, comporta la formazione di un cancro definito "colorato". In molti altri casi si ha la morte di organi, ma non della pianta.

Si tratta di entità infettive necrotrofiche, che uccidono i tessuti che invadono, sui quali vivono poi da saprofiti.

NOTA : Nel mondo vegetale "cancro" e "tumore" non sono sinonimi. Con il termine "tumore" si intende una rapida ed abnorme proliferazione cellulare, indotta da parassiti, a livello dei tessuti corticali, con contestuale reazione dei tessuti vivi circostanti, come avviene in alcune malattie batteriche. Si genera allora un anomalo ingrossamento dell'asse colpito denominato appunto "tumore".

Cancro del Cipresso

Agente: *Seiridium (Coryneum) cardinale* (Wag.) Sutton e Gibson. Introdotto in Europa dal Nord America negli anni '40; rinvenuto a Firenze nel 1951.

Ospiti: Cipresso (*Cameciparis*, *Tuia*.)

Le piante del genere *Cupressus* sono le più sensibili, particolarmente *C. sempervirens* , *C. macrocarpa*, *C. arizonica*. Più resistenti si presentano *C. glabra* e *C. bakeri*.

Distribuzione: attualmente è diffuso in tutti i popolamenti di cipresso italiani, ma presenta la più elevata incidenza nelle cipressete toscane. Si calcola che il patrimonio toscano sia diminuito del 45-50%.

Sintomi: l'infezione comporta inizialmente disseccamenti dei getti apicali e necrosi corticali sui rami, ma soprattutto sull' asse principale, segue una abbondante fuoriuscita di resina durante la

stagione vegetativa. I disseccamenti si estendono ad aree sempre più ampie della chioma e, allorché la malattia interessa la base del tronco, le piante muiono (Fig. 8.3).

Ciclo biologico: sulla corteccia morta, in condizioni di elevata umidità atmosferica, si differenziano gli acervuli, sotto forma di pustole nerastre (Fig. 8.4). I conidi, fusiformi, di colore bruno, hanno 5 setti trasversali; vengono disseminati dalle correnti aeree, dalla pioggia e da insetti del genere *Phloeosinus e Orsillus*. Il micelio del fungo, penetrato attraverso ferite, invade i tessuti corticali, estendendosi anche lungo i raggi parenchimatici sino all'alburno. Le piante infette, durante la stagione vegetativa, riescono a creare degli strati di periderma ai margini della necrosi, barriere che, tuttavia, spesso, vengono superate dal parassita. Il parassita può sopravvivere a lungo sulle piante morte allo stato saprofitario.

Epidemiologia: la malattia è favorita da periodi umidi, piovosi e freschi. La disseminazione dei conidi avviene ad opera della pioggia, del vento e tramite insetti del genere *Phloeosinus e Orsillus*.

Lotta: le piante di *Cupressus sempervirens*, attualmente costituenti i nostri popolamenti ornamentali, sono suscettibili a *S. cardinale*. Quindi le loro discendenze, soprattutto in vivaio, devono essere protette, nei periodi umidi o piovosi, con trattamenti a base di benzimidazolici (meglio alternandoli con prodotti di contatto). Le piante dei popolamenti adulti, se infette, devono essere eliminate. Attualmente sono stati realizzati, mediante selezione e incrocio, cloni di *C. sempervirens* geneticamente resistenti alla malattia., da impiegare nelle alberature cittadine, nei parchi urbani e periurbani.

In città, nel caso di piante isolate, occorrerà valutare l'opportunità di effettuare trattamenti.

In ogni caso è essenziale una accurata sorveglianza delle piante, in modo da individuare i primi sintomi, consistenti nel disseccamento dei rametti apicali e intervenire eliminando la parte infetta. La potatura chirurgica non è comunque risolutiva, spesso conviene abbattere la pianta.



Fig. 8.3 – Cipresso affetto da cancro dovuto a *Seiridium cardinale*



Fig. 8.4 – Fruttificazioni (acervuli) di *Seiridium cardinale* su tronco di Cipresso

Cancro colorato del Platano

Agente: *Ceratocystis fimbriata* f.sp. *platani* Walter . Viene trattato tra le "Tracheomicosi", essendo il microrganismo causa, appunto, di malattia vascolare (tracheomicosi) e di cancro.

Cancro dell' Acero, Ippocastano, Olmo, Tiglio

Agente: *Nectria cinnabarina* (Tode: Fries) Fries, anamorfa: *Tubercularia vulgaris* Tode: Fries

Sintomi: consistono in repentini appassimenti e avvizzimenti di parte o della intera chioma, disseccamenti di rami e necrosi della corteccia. Si manifestano soprattutto a tarda primavera/estate. Sulla corteccia morta compaiono le fruttificazioni, di colore rossastro. I conidi, ellittici e cilindrici, sono inseriti su lunghi conidiofori. I periteci, di colore rosso, si differenziano in primavera.

Ciclo biologico: il fungo invade sia la corteccia che il tessuto legnoso corrispondente. Trattandosi di un parassita di debolezza approfitta di piante stressate da altri fattori.

Epidemiologia: la malattia ha un'alta incidenza su giovani piante che hanno sofferto per il freddo o per carenza idrica durante il trapianto.

Lotta: le giovani piante infette devono essere eliminate. Le piante adulte devono essere messe in condizione di vegetare al meglio. Le piante adulte, con cancri, possono essere sottoposte a potatura chirurgica.

Necrosi corticali su Cipresso

Agente: *Phomopsis occulta* (Saccardo) Traverso, teleomorfa: *Diaporthe eres* Nitschke

Sintomi e ciclo biologico: comparsa di disseccamenti sul cimale e sui rametti di piante adulte. Allorchè invece l'infezione interessa giovani piante si sviluppano ampie aree necrotiche sulla corteccia del fusto e dei rametti. Diversamente da *S. cardinale*, *P. occulta* non dà luogo ad emissioni di resina. Le piante, spesso, durante la stagione vegetativa, riescono a fronteggiare la malattia.. Sulla corteccia morta si sviluppano i picnidi.

Epidemiologia: il fungo, generalmente, infetta le piante durante durante l'autunno e l'inverno, approfittando di ferite che possono essersi determinate a seguito dell'azione del freddo.

Lotta: dopo una gelata è consigliabile un trattamento con benzimidazolici.

Cancro rameale del Leccio

Agente: *Epidochium (ilicinum)* Goid. et Camici

Sintomi: comparsa di cancri fusiformi, lunghi anche 25-30 cm, avvolgenti l'intero diametro di rami e branche (Fig.8.5). Non ne consegue morte, ma solamente clorosi, microfillia e rallentamenti della crescita.

Lotta: data la scarsa incidenza non si attua.



Fig. 8.5 – Necrosi xilematica, su fusto di Cerro, dovuta ad infezione di *Diplodia mutila*

Necrosi corticale della Quercia

Agente: *Diplodia mutila* Fr.apud Mont.

Ospiti: Cerro, Farnetto, Farnia, Roverella, Sughera.

Sintomi: sui rametti apicali compaiono estese aree necrotiche, interessanti anche il sottostante tessuto legnoso, ne consegue filloptosi. Cancri, di dimensioni modeste, si formano anche sui rami di 2-4 cm di diametro (Fig. 8.6). Se l'infezione si ripete per più anni si assiste ad un esteso

disseccamento della chioma. Sulle aree cancerose si differenziano i picnidi portanti macroconidi unisetati, olivacei, e microconidi ialini.

Lotta: si consiglia di tagliare e bruciare i rametti infetti.



Fig. 8.6 – Cancro rameale, su Leccio, dovuto ad *Epidochium ilicinum*

Cancro carbonioso delle Querce

Agente: *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze (*Ascomycota, Xylariales*) (sin. *Hypoxylon mediterraneum*)

Sintomi: comparsa di aree necrotiche sulla corteccia, con interessamento del legno sottostante. Il micete, endofitico, forma uno spesso stroma sottocorticale, che tende ad erompere dalla corteccia,

determinando ampie sfaldature della stessa (Fig. 8.7). L'infezione è favorita su piante stressate da lunghi periodi di carenza idrica e temperature elevate. Rami e branche muoiono. L'intera pianta muore anch'essa per la concomitante azione del micete e delle avverse condizioni climatiche

Lotta: occorre eliminare le parti infette onde abbattere la massa di inoculo.



Fig. 8.7 – Cancro carbonioso su ramo di Cerro, dovuto a *Biscogniauxia mediterranea*

8.2.4 Le tracheomicosi

Le tracheopatie, ma soprattutto le tracheomicosi, sono estremamente diffuse, interessano specie erbacee e specie arboree, sia forestali che ornamentali, sono altamente distruttive, rapide nel progredire nella pianta, e tra le piante.

I sintomi che le contraddistinguono consistono in repentina clorosi, appassimento (reversibile), avvizzimento (irreversibile) della chioma (talvolta in parte, spesso nella sua interezza), imbrunimento dei tessuti legnosi, morte delle foglie e dei germogli, morte della intera pianta.

L'appassimento e l'avvizzimento sono la conseguenza della presenza e della attività dei patogeni fungini nei vasi dello xilema della pianta.

I patogeni entrano attraverso ferite alle radici o al colletto e invadono direttamente il sistema vascolare; il pH e i valori pressori pressione dello stesso consentono l'affermazione del patogeno, che trova idonee condizioni per moltiplicarsi, sì che nel vaso si ritrovano micelio e spore/conidi. L'attività enzimatica di questi comporta la lisi delle pareti vasali interne il cui materiale si riversa nel vaso. La viscosità della linfa aumenta e contestualmente diminuisce la velocità del flusso linfatico all'interno del vaso, sì che le parti della pianta più estreme cominciano a non ricevere nutrimento. Il fungo passa da un vaso all'altro attraverso i setti trasversali, che vengono ad essere attraversati dalle ife prodotte dalle spore/conidi all'interno di un vaso.

Nel contempo la pianta reagisce attraverso tillosi, formazione cioè di strutture, appunto dette "tille", derivanti da processi iperplastici a carico delle cellule parenchimatiche perivasali. Le tille occludono il vaso, assieme a contestuali depositi di gomma. Ovviamente le parti soprastanti disseccano.

L'intera pianta, anche di un metro di diametro a m. 1,30 da terra, può morire nell'ambito di poche settimane; talvolta invece la progressione verso la morte è lenta e può durare anche alcuni anni.

Finchè la pianta sopravvive il patogeno resta confinato al sistema vasale, allorchè invece la pianta muore il patogeno vascolare si muove attraverso altri tessuti e sporula nella pianta per poi evadere; oppure sporula direttamente sulla superficie esterna della pianta.

Cancro colorato del Platano

Agente: *Ceratocystis fimbriata* f.sp. *platani* Walter

Ospiti: *Platano orientale*, *P. acerifolia*, *P. occidentale*

Distribuzione: regioni settentrionali degli Stati Uniti d'America, Europa. In Italia la malattia è apparsa negli anni '60-'70 ed ora è presente in tutte le regioni salvo il Trentino Alto Adige e la Sardegna.

Sintomi: comparsa di repentino avvizzimento e disseccamento, durante la stagione vegetativa, di rami e branche, disseccamento che si diffonde a tutta la chioma. La corteccia inizialmente presenta ampie aree necrotiche e fessurazioni che vanno ad stendersi longitudinalmente (Fig. 8.8). Al di sotto di tali aree il tessuto legnoso appare imbrunito in senso longitudinale. Facendo una sezione trasversale dell'organo infetto (ramo, branca, fusto) si possono osservare macchie necrotiche fusiformi, estendentisi in senso radiale.

Ciclo biologico: la penetrazione avviene attraverso lesioni corticali, il legno viene invaso rapidamente e il patogeno si muove attraverso i raggi parenchimatici. Il legno infetto imbrunisce a seguito della reazione della pianta, ma anche per la presenza e diffusione del fungo che ha forme conidiche di colore scuro. Nei vasi dell'alburno il fungo differenzia una delle sue forme conidiche, la forma endoconidica, che rapidamente invade la pianta attraverso il sistema vascolare, dando luogo ai sintomi tipici di una tracheomicosi. Sulla corteccia delle piante infette il fungo manifesta le sue fruttificazioni e in particolare quelle dell'ulteriore forma conidica e quelle della forma ascofora.

Epidemiologia: la malattia viene trasmessa attraverso 1) gli strumenti di taglio allorchè si effettuano potature senza disinfettare gli strumenti; 2) la segatura; 3) insetti e roditori; 4) contatti radicali.

Lotta: nelle zone ove ci sono state, o sono in atto, infezioni è bene evitare di fare potature, se si eseguono occorre disinfettare gli strumenti ogni qualvolta si passa da una pianta all'altra. Sulle superfici di taglio è bene applicare un mastice addizionato con fungicidi (benzimidazolici). Se si deve procedere all'abbattimento di piante infette occorrerà tagliare anche alcune piante sane poste in continuità con quelle malate, per creare una zona "franca"; ovviamente il materiale di taglio e la segatura andranno eliminati, mentre gli strumenti di taglio andranno disinfettati. In data 17 Aprile 1998 è stato emanato un decreto di lotta obbligatoria, da attuarsi su tutto il territorio della Repubblica italiana.



Fig. 8.8 – Fusto di Platano con corteccia morta per infezione da *Ceratocystis f.sp. platani*

Grafiosi dell'Olmo

Agente: *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf., *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier

Ospiti: Olmo.

Distribuzione: Si tratta di una malattia introdotta in Europa. E' diffusa ovunque siano presenti le specie di olmo sensibili, in Europa e in Nord America.

Sintomi: comparsa, durante il periodo vegetativo, di un improvviso appassimento, seguito da avvizzimento di alcune branche; o dell'intera pianta, se il ceppo del parassita è il più virulento (Fig. 8.9).

Ciclo biologico: il patogeno invade il sistema vascolare del legno dove si diffonde con una forma conidica e con il micelio. Nel flusso linfatico viene secreta una tossina (ceratoulmina) ed enzimi che determinano lisi delle pareti vasali, con conseguente rallentamento del flusso linfatico stesso. La pianta reagisce con la formazione di tulle e depositi di gomma, nonché con la attivazione di fitoalessine, ma la virulenza dei ceppi del patogeno fa sì che tali difese vengano ad essere superate. Le piante infette vengono colonizzate da specie del genere *Scolytus*, vettori del parassita. Nelle

gallerie scavate nella corteccia si formano le fruttificazioni conidiche ed ascofore del fungo anche dopo la morte della pianta.. Il fungo ha tre forme conidiche. Le infezioni si verificano più facilmente dopo lo sfarfallamento primaverile degli scolitidi, per la grande suscettibilità delle piante di olmo in quel periodo stagionale. Il patogeno si diffonde da pianta a pianta anche attraverso le anastomosi radicali.

Effettuando una sezione trasversale di un ramo infetto si possono osservare imbrunimenti delle ultime cerchie dell'alburno dove più facilmente il parassita si sviluppa (Fig. 8.10).

Le specie di olmo più suscettibili sono quelle indigene europee: l'Olmo campestre (*U. carpinifolia*), l'Olmo montano (*U. glabra*) e l'Olmo ciliato (*U. laevis*), anche se quest'ultimo non risulta soggetto alla malattia non essendo recettivo agli scolitidi. Le specie di olmo asiatiche risultano più o meno resistenti al patogeno.

Epidemiologia: il patogeno si mantiene vitale come saprofita nei tessuti delle piante morte, dalle quali gli scolitidi, muovendosi, diffondono spore e conidi. Generalmente gli scolitidi, rispetto alla pianta malata, dalla quale si sono mossi, coprono uno spazio di circa 300 m., in assenza di vento; se le correnti aeree sono invece più forti la distanza coperta è maggiore.

Lotta: il miglioramento genetico, incrociando olmi europei con quelli asiatici, è, quasi esclusivamente, l'unica forma di lotta atta a contenere la malattia.

Attualmente in Italia sono disponibili due cloni di Olmo resistenti al patogeno. Per le piantagioni ornamentali può essere utilizzato anche l'Olmo ciliato, unico presente nelle vecchie piantagioni.



Fig. 8.9 – Olmo con sintomi di infezione (avvizzimento) da *Ophiostoma ulmi*



Fig. 8.10 – Sezione di rametto di Olmo con cerchie legnose imbrunite per presenza di *Ophiostoma ulmi*

Verticilliosi

Agenti: *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth.; *Verticillium dahliae* Kleb

Ospiti: Acero, Castagno, Catalpa, Quercia, Robinia e latifoglie in genere.

Distribuzione: vivai e alberature ornamentali

Sintomi: appassimento ed avvizzimento dei getti, seguiti da disseccamento, che può estendersi all'intera chioma con morte della pianta; attraverso una sezione trasversale è possibile osservare ampi imbrunimenti del legno.

Ciclo biologico: i due patogeni si conservano nel terreno attraverso aggregati di ife (sclerozi), rimanendo vitali per lunghi anni. La penetrazione avviene, tramite ferita, sulle radici, al colletto, ma anche sulle parti aeree. La progressione nella pianta è estremamente rapida se la penetrazione è ipogea, diversamente, se il fungo penetra attraverso organi aerei la diffusione nella pianta, rallentata dal flusso ascendente della linfa, è più lenta.

Lotta: occorre evitare che la pianta subisca ferite; si possono eseguire trattamenti preventivi con benzimidazolici; se un terreno è colonizzato dagli sclerozi è opportuno non eseguire impianti.

8.2.5 Le associazioni funghi/insetti in ambito urbano

Le particolari condizioni ecologiche dell'ambiente urbano hanno favorito l'insediamento e lo sviluppo di numerose crittogame (essenzialmente funghi) e di insetti, comunque ambedue, spesso, presenti anche nei sistemi naturali.

Nel sistema urbano tuttavia alcune associazioni funghi/insetti hanno mostrato incidenze maggiori rispetto ai sistemi naturali.

Interazioni accertate

Pianta	Fungo	Insetto
Olmo	<i>Ceratocystis ulmi</i>	<i>Scolytus</i> spp.
Olmo	<i>Guignardia aesculi</i>	<i>Cameraria</i> sp.
Cipresso	<i>Seiridium cardinale</i>	<i>Phloesinus aubei</i> – <i>Orsillus</i>

		maculatus
Querce	Verticillium spp.	Agrilus graminis
Querce	Verticillium spp. – Fusarium eumartii	Scolytus intricatus – Xyleborus dispar

Interazioni ipotizzabili

Pianta	Fungo	Insetto
Querce	Diplodia corticola	Sinoxylon perforans
Querce	Verticillium spp.	Platypus cylindrus
Cipresso	Seiridium cardinale	Pseudococcyx tessulatana
Platano	Apiognomonina platani	Corythuca ciliata

Possibili nuove interazioni

Pianta	Fungo	Insetto
Querce	Ceratocystis fagacearum	Scolytus spp. – Agrilus spp

8.2.6 Le carie

La carie è un processo che interessa la parete delle cellule costituenti il tessuto legnoso, il processo è lento (lunghi anni), ma devastante. Gli agenti causali, essenzialmente basidiomiceti, aggrediscono con il proprio corredo enzimatico gli elementi formanti la parete delle cellule legnose: cellulosa, emicellulosa, pectina, lignina, comportando la perdita delle caratteristiche chimiche e fisiche del legno, con conseguente disfacimento dello stesso, che va a ad assumere un aspetto spugnoso o polverulento.

Il processo di cui sopra altera pesantemente la struttura meccanica della pianta con conseguente perdita della stabilità e rischio di caduta.

I funghi agenti di carie sono da considerarsi deboli parassiti che approfittano di situazioni di sofferenza delle piante, nelle quali entrano solamente attraverso ferite.

La sofferenza della pianta può anche essere semplicemente dovuta all'età, anzi è proprio questa la situazione della quale più si approfittano gli agenti di carie.

Un altro elemento da considerare è il contenuto acqueo dei tessuti, infatti valori al di sotto del 20% o superiori al 60% ostacolano l'azione degli agenti fungini cariogeni.

E' da evidenziare come nel contesto urbano le piante sono sofferenti sia per le precarie condizioni ambientali (pedologiche ed atmosferiche), sia per le drastiche potature, se non addirittura capitozzature. Le ferite che ne derivano, ampie, sono lente ad essere riparate da parte della pianta stessa, e pertanto si offrono come via di ingresso; ma non solo, infatti i processi atti alla riparazione impegnano energia che viene quindi distolta da altre funzioni, abbattendo di conseguenza le difese della pianta, facilitando così l'insediamento e la colonizzazione dei funghi agenti di carie.

Funghi capaci di secernere enzimi in grado di attaccare le pareti lignificate e la cellulosa. Queste degradazioni comportano una riduzione della consistenza del legno rendendolo polverulento e spugnoso.

Le carie causano danni di notevole entità alle piante poste in ambiti differenti (alberature stradali, parchi e giardini) incidendo negativamente sulla loro funzione ornamentale ma soprattutto riducendo la stabilità e la resistenza meccanica (Anselmi, 1998).

Nel processo di formazione della carie soffice e carie bianca i costituenti del legno sono degradati da enzimi rilasciati dalle ife fungine. Questi enzimi sono tipicamente tre (www.helios.bto.ed.ac.uk):

- cellobioidrolasi: che attaccano la parte finale delle molecole formando un disaccaride (cellobiasi);
- endo-beta-1,4-gluconasi: che attacca l'interno della catena portando alla formazione di piccole unità;
- beta-glicosidasi: che scinde i cellobiosi in due unità di glucosio;

Il peso molecolare di questi enzimi varia dai 15000 ai 40000 Daltons, così non possono diffondersi facilmente dalla zona di produzione. Perciò i processi di carie bianca e di carie molle causano, generalmente, decadimenti del legno localizzati attorno alle ife fungine.

Solo gli agenti della carie bianca sono in grado di degradare la lignina, attraverso un processo chiamato "*combustione enzimatica*", del tutto simile ad altri processi di combustione. Questo processo è mediato da enzimi ossidativi che catalizzano una reazione di trasferimento di elettroni

verso la lignina. Successivamente questi elettroni passano ad altre parti della molecola attraverso reazioni incontrollate che determinano la rottura del polimero.

Gli agenti della carie bianca producono diversi enzimi: alcuni sono coinvolti nel processo di produzione di H₂O₂, altri invece deputati al trasferimento di elettroni. Essi sono:

- *lignin- perossidasi*: che accetta due elettroni dall'idrogeno perossidasi e li trasferisce –uno alla volta- alla lignina;
- *magnese-perossidasi*: è un intermedio del processo di trasferimento degli elettroni;
- *laccasi*: un fenolo ossidasi che ossida direttamente la lignina.

I funghi che determinano la carie sono in genere appartenenti alla sottodivisione *Basidiomycotina*, classe *Himenomycetes*.

L'infezione ha inizio a seguito di ferite di varia natura al colletto, sul fusto o sulle branche. Il fungo cariogeno penetra la corteccia attraverso queste lesioni provocando alterazioni del colore e di consistenza. Si possono distinguere tre diversi tipi di carie: *bianca*, *bruna* e *molle*, in funzione della composizione chimica del tessuto degradato e del conseguente aspetto del legno.

Carie bianca o distruttiva

Può assumere denominazioni diverse in funzione dell'aspetto che va ad assumere il legno: "fibrosa", "spugnosa", "tubolare", "marmorizzata", "alveolare". E' causata da funghi che aggrediscono tutti i componenti della parete cellulare, compresa la lignina e gli estrattivi colorati, da cui deriva l'espressione "carie bianca". I residui legnosi sono anch'essi di colore biancastro.

Nel caso di degradazione totale del tessuto legnoso, processo che impiega lunghi anni, può formarsi, nel tronco attaccato, una profonda cavità interna, che destabilizza la pianta, senza manifestazione di sintomi all'esterno.

Non si ha un'improvvisa riduzione della resistenza alla tensione come nel caso della carie bruna, ma il legno - diventando via più molle - perde lentamente rigidità.

Spesso l'azione dei miceti causa di carie bianca ha una accelerazione in vicinanza di tessuti ricchi da un punto di vista nutritivo (alburno) e in corrispondenza del legno primaverile. Si distinguono due tipologie di delignificazione:

- Carie simultanea. In questo caso vengono decomposte contemporaneamente cellulosa, emicellulosa e lignina. (*Fomes fomentarius*, *Phellinus pini*) (Fig. 8.11, Fig. 8.12).
- Carie selettiva. All'inizio vengono decomposte soprattutto lignina ed emicellulosa, mentre la cellulosa rimane intatta.

I due processi di delignificazione selettiva e simultanea possono avvenire contemporaneamente e in parti diverse della stessa pianta.

Tra gli agenti di carie bianca si ricordano: *Armillaria* spp. (carie bianca fibrosa); *Collybia* spp. e *Daedalea* spp. (carie bianca spugnosa); *Trichaptum* spp. (carie bianca tubolare); *Ganoderma* spp. e *Polyporus* spp. (carie bianca marmorizzata); *Phellinus pini*, *P. punctatus* e *Stereum hirsutum* e *S. purpureum* (carie bianca alveolare).

Tra i più diffusi *Armillaria* spp. è stata trattata tra i marciumi, di seguito viene descritto *Ganoderma* spp. (*University of Edinburg*: www.helios.bto.ed.ac.uk)



Fig. 8.11 – Corpo fruttifero di *Fomes fomentarius* su pianta di Platano (Moriondo et al., 2006)



Fig. 8.12 – Corpo fruttifero di *Phellinus pini* su Pino d'Aleppo (Moriondo et al., 2006)

Specie afferenti al genere *Ganoderma* colonizzano nuovi ospiti, essenzialmente latifoglie, per mezzo delle spore che penetrano nei tessuti attraverso ferite di varia natura. I caratteristici corpi fruttiferi rilasciano un gran numero di basidiospore dai ristretti pori. I corpi fruttiferi sono perenni e i margini biancastri rappresentano l'espansione durante la stagione corrente.

- *Ganoderma applanatum*. Saprofita e parassita agente della carie bianca. Il corpo fruttifero è a mensola con un orlo sottile bianco. Può portare alla rottura delle radici e a cedimenti causati dal vento.
- *Ganoderma adpersum*. Corpo fruttifero pluriennale. Superficie superiore liscia tubercolata, solcata, zonata dura e di colore bruno. Cresce alla base e su tronchi di latifoglie viventi.
- *Ganoderma lucidum*. Corpo fruttifero generalmente annuale, solcato, zonato e circolare. Cresce spesso come saprofita su latifoglie e più raramente su conifere. E' agente della carie bianca
- *Ganoderma resinaceum*. Corpi fruttiferi annuali o pluriennali, sessili talvolta provvisti di un rudimentale gambo. Cresce alla base delle latifoglie, spesso su ferite. E' responsabile della carie bianca (Fig. 8.13).



Fig. 8.13 – Corpo fruttifero di *Ganoderma resinaceum* su Acero (Moriondo et al., 2006)

Carie bruna

Altresì denominata "carie cubica". E' causata da funghi che determinano la demolizione di cellulosa ed emicellulosa, lasciando intatta la lignina, da cui deriva il colore "bruno" che assume il tessuto disorganizzato.

Nello stato iniziale della decomposizione vengono attaccati i polisaccaridi della parete cellulare, provocando una riduzione della resistenza alla tensione.

Nell'ultimo stadio il legno si decompone fino a diventare polverulento poiché è stata demolita anche la lamella mediana. Questo tipo di alterazione è anche detta "carie cubica" dal fatto che il legno ha la tendenza a rompersi in piccoli parallelepipedi.

Il legno friabile diviene inconsistente e tende a fratturarsi in piani ortogonali tra loro, da cui deriva il termine "cubica".

Tra gli agenti carie bruna si ricordano: *Daedalea quercina*, *Fistulina hepatica* (Fig. 8.14) , *Fomitopsis quercina*, *Fomes officinalis*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus ignarius*

Carie molle

Gli agenti di questa carie attaccano la zona superficiale delle strutture legnose morte mediante le ife che penetrano nella parte legnosa. Queste ife per mezzo di enzimi sintetizzati demoliscono le cellulose e le emicellulose causando cavità di piccole dimensioni. In condizioni di bassa umidità si possono invece formare delle reticolature trasversali della massa del legno. Nello stadio finale rimane solo lo scheletro costituito dalla lamella mediana intaccata. La carie molle genera quindi rotture friabili e solo raramente si espande nel legno di riparazione di nuova formazione. Si possono infine distinguere due tipi di carie:

- *di primo tipo*, in cui le ife fungine producono “canali nei cavi di cellulosa”
- *di secondo tipo*, in cui le ife fungine erodono dall’interno dei cavi di cellulosa la parete cellulare inoltrandosi fino alla lignina.



Fig. 8.14 – Corpo fruttifero di *Fistulina hepatica* su Farnia (Moriondo et al., 2006)

8.2.7 Meccanismi di difesa della pianta

La pianta, immobile nel suo habitat, subisce l'aggressione, come visto, da parte di fattori abiotici e da parte di elementi infettivi, entrambi, negli ultimi venti anni, estremamente variabili, a causa dei cambiamenti climatici (global change), nel loro porsi verso la pianta da un lato, verso il popolamento, se non addirittura verso un intero ecosistema. Ne consegue che la pianta deve avere una capacità di adattamento estremamente plastica: la germinazione dal seme, le varie fasi fenologiche, la crescita stessa quindi della pianta, non dipendono solamente dall'impronta genetica, ma molto anche dalle condizioni dei due ambienti dai quali la pianta dipende: terreno ed atmosfera.

Alcuni geni di alcune piante, la cui espressione è regolata in certe fasi di crescita, si esprimono anche in altri momenti del ciclo vitale della pianta, come risposta a sollecitazioni ambientali; così come alcuni composti implicati nei meccanismi di difesa della pianta vengono emessi in tessuti ed in momenti diversi, rispetto a quanto codificato dal genoma (BOWLES, 1990).

Ne deriva che la "resistenza" di una pianta, la capacità cioè di contrastare l'azione di un parassita, dipende da fattori genetici ed ambientali, ai quali, la pianta si può anche adattare, ma di generazione in generazione, in tempi quindi non facilmente quantificabili.

La resistenza può essere: 1) "preinfettiva", sussiste a prescindere dalla presenza del patogeno ed è legata a fattori costituzionali della pianta, in funzione dei quali la pianta può anche evitare l'infezione; 2) "postinfettiva": si innesca nel momento in cui un patogeno, superate le difese della pianta, inizia a contrarre rapporti con la stessa, determinando alterazioni di carattere fisiologico; 3) "generale", espressa dalla pianta verso tutti i patogeni; 4) "specificata", espressa solamente verso i propri patogeni.

I processi che si innescano, a livello cellulare, e che determinano resistenza o suscettibilità, interessano spesso poche cellule, mentre sono particolarmente attivi nella zona di attività del patogeno ("fronte di avanzamento", individuabile nella linea che separa il tessuto necrosato dal tessuto sano).

8.2.8 Meccanismi di difesa nei confronti degli agenti di carie

La resistenza alle infezioni nella pianta è il risultato di diversi meccanismi di difesa che operano in modo coordinato. Infatti, una pianta aggredita da un fungo cariogeno è in grado di attivare una serie di processi di difesa (resistenza postinfettiva) con l'obiettivo di ostacolare la diffusione dell'infezione.

Nelle prime fasi di infezione viene attivato un meccanismo attraverso il quale si producono sostanze antimicrobiche (composti fenolici, stilbeni, diterpeni). Questa prima risposta è di estrema importanza perché è in grado di inibire la crescita fungina nei tessuti corticali fino a che non si verifica la formazione di barriere strutturali. Nei tessuti corticali si ha la produzione di enzimi ad azione antifungina (ad es. l'enzima chitinasi, un enzima capace di dissolvere la parete cellulare del fungo) o la sintesi di composti come la lignina e la suberina che invece bloccano fisicamente, saturando la parete cellulare, la diffusione del patogeno.

Al momento dell'infezione il fungo libera nell'organismo ospite dei messaggi chimici (elicitori) che la pianta è in grado di captare (recettori) e che gli permettono di attivare i suddetti sistemi di difesa.

La trasduzione del segnale coinvolge un sistema costituito dalle g-protein (proteine g-trimeriche)(Mona -C. Mehdy, 1994), i canali del calcio e il NADPH ossidasi. Tale sistema è in grado di attivare la sintesi dell' H_2O_2 .

Il perossido di idrogeno può essere utilizzato direttamente contro il patogeno estraneo o può attivare geni che inducono resistenza alla pianta o reprimere altri. Inoltre in caso di infezione duratura l' H_2O_2 può attivare il meccanismo dell'apoptosi (morte programmata delle cellule).

Tra i sistemi di difesa post-infettivi vi è l'accumulo di fitoalessine: studi condotti sul *Tilia x europaea* aggredito da *Ganoderma applanatum* hanno confermato la presenza di fitoalessine nell'alburno (Burden e Kemp, 1983).

La suberificazione indotta dall'infezione nell'alburno è altamente resistente alla degradazione da parte dei funghi agenti di carie e può garantire un'efficace barriera contro la penetrazione fungina.

Nella pianta vengono quindi indotte risposte fisiologiche e biochimiche immediate (che si verificano nell'arco di pochi secondi) e risposte lente (che si verificano nell'arco di ore o giorni).

Attualmente esistono due teorie per spiegare l'evoluzione delle carie nei tessuti interni:

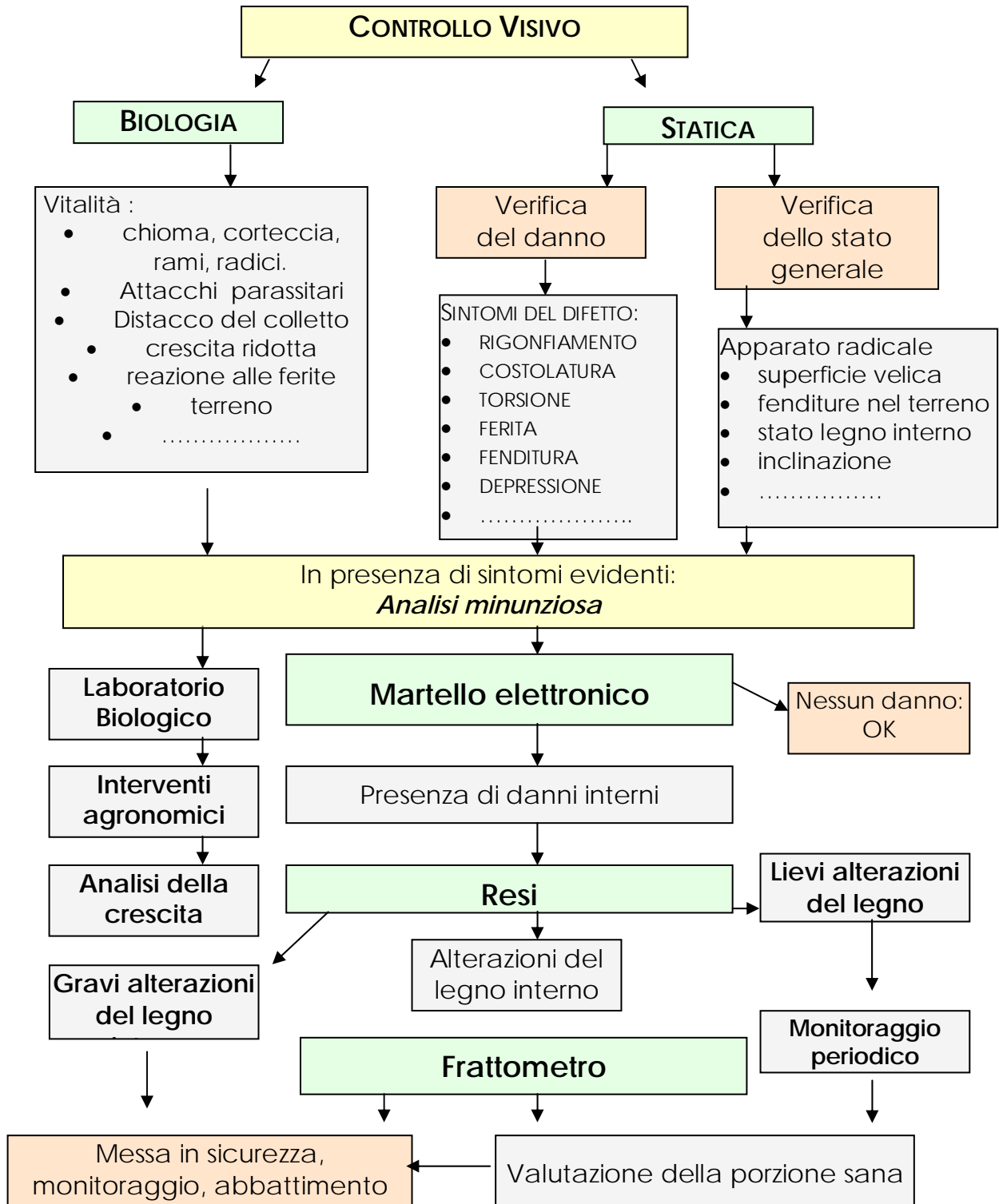
- il CODIT (*Compartmentalisation of decay in tree*). Tale teoria si basa sul principio secondo il quale “lo sviluppo della carie è condizionato dalle risposte di difesa attiva della pianta” (Shigo A. L., M.G. Marx, 1977).
- il CM (*condizionamento microambientale*). Quest'altra teoria fonda i suoi principi sul fatto che la crescita del fungo nell'organismo ospite, e quindi la dinamica della carie, dipendono in modo aspecifico da fattori nutrizionali e fisici (Body e Rayner, 1983) :
 - pH. Il pH ottimale di crescita dei funghi varia tra 4 e 6. Nel legno delle piante i valori di pH possono variare da un minimo di 3 (*Quercus spp.*) a un massimo di 7 nell'*Ulmus spp.*;
 - le sostanze assimilabili. Le sostanze facilmente assimilabili dai funghi sono poche e sono per lo più fissate alle cellule parenchimatiche dell'alburno. Inoltre le fonti di carbonio sono inglobate in polimeri difficilmente accessibili ai funghi;
 - le sostanze azotate. I composti dell'N sono ridottissimi; nel durame il rapporto C/N è di 500:1.

8.2.9 Il CODIT (*Compartmentalisation of decay in trees*)

L'alburno, con le cellule ancora vive, si oppone all'avanzata della degradazione mediante la formazione di una barriera di reazione.

Il modello della barriera di reazione sviluppato da A.L. Shigo e M.G.Marx nel 1977 prende il nome di CODIT (*Compartmentalisation of decay in trees*).

Schema dell'indagine V.T.A.



Tale modello si fonda sul fatto che l'albero (più precisamente l'alburno) è in grado di compartimentare la degradazione interna attraverso la formazione di quattro barriere (Shigo, 1990).

La prima barriera. Dopo essere stato ferito, l'albero risponde in modo dinamico all'avanzare dell'infezione saturando il tessuto vascolare sopra e sotto la ferita. La saturazione avviene mediante la formazione di tulle (formazione, nel lume del vaso, di strutture derivanti dalle cellule parenchimatiche perivasali), materiali gommosi o, nelle conifere, mediante sistemi di chiusura nelle tracheidi. La prima barriera è però piuttosto debole. La prima parete limita la colonizzazione in direzione assiale

La seconda barriera. Le ultime cellule dell'anello di crescita vanno a costituire la parete tangenziale del compartimento. Infatti le cellule del legno tardivo dell'anno precedente sono più resistenti alla penetrazione delle ife fungine. E' una barriera continua attorno ad ogni anello di crescita.

La terza barriera. Le cellule dei raggi parenchimatici frenano l'infezione in direzione tangenziale. E' una barriera discontinua perché varia notevolmente in lunghezza, spessore e altezza. Ai microrganismi, nel loro processo di colonizzazione, la terza parete rappresenta un labirinto di ostacoli. Le cellule parenchimatiche nell'alburno contengono composti chimici che possono subire delle modificazioni al momento dell'infezione del fungo. Questi composti modificati possono essere tossici verso alcuni microrganismi.

La quarta barriera. Dopo l'infezione il cambio comincia a formare una nuova parete protettiva. Essa garantisce sia una protezione anatomica che chimica (per la presenza di cellule parenchimatiche metabolicamente attive che producono sostanze inibitrici le crescita del fungo) e separa il tessuto sano da quello cariato. E' la più forte di tutte le precedenti. Quando i funghi non penetrano nel tronco attraverso il cambio ma, per esempio, attraverso radici o rami feriti, la pianta non è in grado di generare la IV barriera.

Ognuna delle quattro barriere ha un proprio grado di efficienza nel contenimento della carie. Il grado di efficienza segue un ordine decrescente a partire dalla quarta barriera. Pertanto l'infezione fungina procede a velocità massima in direzione verticale, a velocità minima in senso radiale centrifugo e a velocità intermedia tangenzialmente ai raggi midollari (Minardi, 1996).

8.2.10 Strumenti e tecniche di diagnosi

8.2.10.1 V.T.A. (*Visual Tree Assessment*)

Il VTA è un sistema di diagnosi dello stato sanitario delle piante e di valutazione della stabilità, elaborato da Claus Mattek (direttore del Reparto di Biomeccanica presso il Centro di Ricerca di Karlsruhe) nel 1994.

Questo sistema raccoglie in modo chiaro e logico diversi metodi per l'osservazione delle piante, permettendo all'osservatore di identificare con minore difficoltà i soggetti arborei per i quali occorrono esami più particolareggiati.

Il metodo trae origine dall'*Assioma della tensione costante*, valido per tutte le strutture biologiche. Ciò significa che le strutture biologiche si sviluppano in modo da garantire una regolare e uniforme distribuzione delle tensioni sulla loro superficie. Fintantoché tale distribuzione rimane costante gli alberi mantengono un portamento e un aspetto esterno normale. Infatti, la distribuzione ottimale dei carichi e quindi delle forze, dell'intera struttura della pianta, permette alla stessa di vegetare senza rischi di rottura.

Quando subiscono una sollecitazione di vario genere (una carie o una rottura che possono agire aumentando localmente la pressione sulla struttura), i tessuti vivi reagiscono formando più legno nel punto danneggiato, ristabilizzando lo stato di "*stress costante*". La pianta si trova quindi di fronte alla necessità di ricostruire il precedente equilibrio con un dispendio energetico tale da compromettere, in molti casi, la stessa vitalità.

Questa formazione di materiale di riparazione è un segnale o un sintomo della presenza di difetti meccanici e fisici all'interno dell'albero.

Ad esempio, in prossimità di cavità, si possono avere rigonfiamenti o depressioni, mentre in corrispondenza di fenditure si possono formare delle costolature.

Il metodo VTA consta di tre fasi principali:

- 1) *Analisi visiva dei difetti esteriori*. Per le piante che manifestano segnali di anomalie interne si passa alla fase successiva: l'analisi strumentale.
- 2) *Analisi strumentale*: esame più approfondito delle anomalie interne con apparecchi di vario tipo.
- 3) *Determinazione della categoria di rischio predefinita (Failure Risk Classification)*.

L'analisi visiva

E' la prima fase del metodo VTA e consiste nell'individuazione di tutti i punti deboli della pianta nonché nella misurazione di tutti i parametri vitali.

Attraverso un'attenta osservazione vengono annotati i principali difetti che possono interessare le varie parti della pianta (colletto, fusto, chioma, e branche).

Tra le tante anomalie che possono essere osservate (rigonfiamento, costolature longitudinali), carie, carpofori, cavità al castello, cordone di reazione, essudati, ferite, inclusioni, necrosi corticali, screpolature di vernici, riscoppi, ecc.) le due più comuni sono il *rigonfiamento* e le *costolature longitudinali* e meritano una trattazione a parte.

1) I rigonfiamenti

La presenza di carie quasi simmetrica rispetto all'asse del tronco si manifesta esternamente con un rigonfiamento anulare. Nel caso di cavità provocate da carie il rigonfiamento si dilata anche nella direzione longitudinale.

Quando invece a seguito di una ferita superficiale si origina una carie vicino al bordo, il sintomo esterno sarà un rigonfiamento simile ad un'ammaccatura.

Infine i rigonfiamenti esterni possono anche essere causati da un piegamento localizzato delle fibre.

La formazione di cavità interne, come enunciato dall'*Assioma della tensione costante*, provoca un aumento delle sollecitazioni sulla superficie dell'albero. Tali sollecitazioni diventeranno rilevanti solo quando il difetto interesserà il 50-60% del diametro. A questo punto si formeranno i rigonfiamenti sulla superficie dell'albero.

2) Le costolature longitudinali

Sono la conseguenza di fenditure longitudinali. Nel caso di fessure completamente cicatrizzate, si avranno costolature arrotondate, nel caso invece di fessure non ben cicatrizzate le fenditure avranno una forma più appuntita.

Dopo aver rilevato visivamente un sintomo, si dovrà passare ad una diagnosi più approfondita attraverso l'analisi strumentale.

Di seguito viene riportato, a titolo informativo, uno stralcio relativo all'analisi visiva tratto dal:

“Protocollo della Società Italiana di Arboricoltura - Italian Chapter della International Society of Arboriculture (ISA) –sulla Valutazione della Stabilità degli Alberi ©“

Procedure di massima per l'indagine visiva

- ❑ L'albero deve essere chiaramente ed inequivocabilmente identificabile con sistemi diversi (cartellinatura, posizionamento planimetrico...etc)
- ❑ Le analisi visive prendono in considerazione l'albero nei suoi diversi apparati. Si farà riferimento ad un Glossario (V. Allegati) che definisca in maniera univoca il significato di termini come *colletto*, *castello* etc...
- ❑ E' opportuno descrivere le caratteristiche dell'area di insidenza e delle caratteristiche ambientali in cui l'albero si trova a vivere.
- ❑ Anche dati storici su situazioni pregresse, se disponibili ed oggettivi, possono dare completamento al quadro.
- ❑ Sulla popolazione oggetto di verifica, l'indagine visiva ha lo scopo di individuare (screening visivo) quali piante necessitino di indagini più approfondite di tipo strumentale.
- ❑ Nell'indagine visiva sul singolo esemplare si ricercano, si descrivono e si valutano sintomi, danni, anomalie per individuare quei “punti critici” che abbiano ripercussioni dirette o indirette sulla stabilità dell'albero o di una sua parte. Tale procedura, che può essere attuata con l'ausilio di attrezzi come martello in gomma, sgorbie, aste graduate, binocolo etc., concorre all'individuazione dei punti su cui effettuare i sondaggi.

L'analisi strumentale

Le piante con evidenti sintomi esterni sono soggette ad analisi più approfondite, mediante utilizzo di strumentazione di vario tipo, allo scopo di sondare le parti interne della pianta.

Di seguito viene riportato uno stralcio relativo all'analisi strumentale tratto dal: “Protocollo ISA sulla Valutazione della Stabilità degli Alberi ©“

Procedure di massima per l'indagine strumentale.

- Sugli alberi su cui sono stati individuati “punti critici” si effettuano approfondimenti strumentali con lo scopo di descrivere, a livello quantitativo, i danni o le lesioni presenti.
- Le analisi si effettuano a discrezione del rilevatore, in numero necessario e sufficiente ad ottenere una diagnosi esauriente e documentata, relativamente a quanto concerne la stabilità dell'albero. Il criterio dovrà seguire quello del minimo danno per l'albero
- Gli strumenti dovranno fornire dati ripetibili e direttamente o indirettamente correlabili alle caratteristiche fisico-meccaniche delle porzioni anatomiche prese in considerazione.

Citando i parametri di misurazione più in uso:

- Individuazione di discontinuità nei tessuti lignei mediante sistemi sonici o ultrasonici
- Misurazione della densità del legno attraverso sistemi penetrometrici
- Valutazione delle caratteristiche meccaniche del legno attraverso prove distruttive di campioni lignei misurando forza ed angolo di rottura in condizioni operative note.

L'ultima fase del VTA è la determinazione della categoria di rischio predefinita (FRC: Failure Risk Classification) delle piante sottoposte ad analisi. In questo modo è possibile da un lato programmare gli interventi di manutenzione e dall'altro effettuare un monitoraggio periodico adeguato.

Con la classificazione FRC le piante vengono raggruppate in quattro classi sulla base dei risultati delle analisi precedenti.

FRC – Failure Risk Classification

A	Vengono inseriti in questo gruppo tutti i soggetti che non manifestano né difetti di forma, degni di nota, riscontrabili con il V.T.A., né significative anomalie rilevabili strumentalmente. I rischi di schianto e caduta sono legati ad eventi statisticamente non prevedibili.
B	Su queste piante l'osservazione visiva (V.T.A) e l'indagine strumentale hanno rilevato lievi difetti di forma e piccole anomalie strutturali. I rischi di schianto e caduta sono riconducibili a quelli del gruppo A, tenendo presente che i lievi processi degenerativi e le anomalie morfologiche possono aggravarsi nel tempo.

C	In questi soggetti si sono rilevati significativi difetti di forma e/o strutturali verificabili strumentalmente. Si prevede un ulteriore aggravamento delle anomalie riscontrate nel breve periodo. Questi alberi potranno passare in una categoria di rischio statico più elevata.
C-D	In questa categoria vengono inserite le piante che presentano gravi difetti a livello morfologico e/o strutturale. L'abbattimento di questi soggetti può essere evitato intervenendo con opportune operazioni finalizzate alla messa in sicurezza degli stessi (riduzione della chioma, consolidamento, etc...).In mancanza degli interventi sopra citati la pianta è da ascrivere tra i soggetti di classe D.
D	Fanno parte di questa classe tutte le piante che per difetti morfologici e strutturali riscontrati devono ascrivere alla categoria statisticamente ad alto rischio di caduta e schianto. Per questi soggetti, la cui prospettiva di vita è gravemente compromessa, ogni intervento di risanamento risulterebbe vano. Le piante appartenenti a questo gruppo devono essere sostituite.

8.2.11 Strumenti di diagnosi

Numerosi sono gli strumenti che possono essere utilizzati per un'indagine accurata delle anomalie interne del legno; la scelta dell'apparecchio più idoneo dipende dai casi specifici ed è a discrezione dell'esecutore delle indagini.

Resistograph

Il Resistograph è stato ideato con lo scopo di creare uno strumento di facile utilizzo che potesse misurare con precisione i difetti interni del legno. Il metodo è basato sulla misura della resistenza alla perforazione di un ago sottile, che ruota alla velocità costante di 1500 r.p.m, quando è inserito nel legno sottoposto ad analisi. Le misurazioni sono immediatamente immagazzinate in una memoria interna dello strumento (Rinn et al., 1996) consentendo una rielaborazione dei dati in una fase successiva. Dai tracciati grafici prodotti dallo strumento (vedi in seguito) si possono trarre numerose informazioni riguardanti sia gli elementi di stabilità che la crescita dei soggetti analizzati.

L'ago ha un diametro di 3 mm ed una lunghezza variabile da 30 a 150 cm. Il foro che si viene a formare è quindi di piccole dimensioni, inoltre la punta dell'ago, durante la penetrazione, non estrae il truciolo e la segatura compattata all'interno ostruisce completamente il foro. Approfondendosi nel

legno l'ago raggiunge temperature molto alte (fino a 300°C), alle quali i funghi della carie non possono sopravvivere.

La velocità dell'ago va adattata alle specifiche caratteristiche di densità del legno da esaminare: 50 mm/ min. per legni con densità elevata, 700 mm/ min. per legni molto teneri come quello, ad esempio, di *Populus nigra*.

Sulla base di queste premesse, lo scorso anno è stato condotto uno studio per stimare i parametri genetici correlati con la densità del legno. Sono stati infatti comparati diversi profili resistografici di piante a legno duro e piante a legno tenero. Questo lavoro ha permesso di dimostrare come il Resistograph possa essere utilizzato anche nei test genetici per un'indiretta selezione degli alberi in funzione della densità del legno richiesta (Gantz, 2002).

Il legno decomposto o in via di decomposizione, a causa di un attacco di funghi cariogeni, viene evidenziato dai profili di densità dal momento che il decadimento causa una riduzione della resistenza meccanica alla perforazione. Valori estremamente alti di densità sono stati trovati nelle zone limitrofe di aree di decadimento. Questi picchi sono correlabili con la presenza di zone di compartimentazione intorno a zone di decadimento fungino.

Il Resistograph consente inoltre di calcolare la quantità di tessuto sano (grandezza t), attraverso la quale è possibile valutare la stabilità della pianta.

Se il rapporto tra il valore t e il raggio della pianta (r) è maggiore o uguale ad $1/3$ l'albero può essere considerato stabile. Negli ultimi tempi questo parametro, seppur considerato valido, è stato sottoposto ad alcune critiche per la sua eccessiva rigidità che, talvolta, non può essere applicata *tout court* ad un individuo vivo e dinamico come un albero.

Studi di comparazione hanno dimostrato l'alta attendibilità delle misurazioni condotte con il Resistograph. Winistofer (1995) e Rinn (1996) lavorando con campioni di legno a densità variabile scoprirono una buona relazione tra i profili di densità ottenute con il resistograph e le misure densitometriche condotte con i raggi x.

Martello ad impulsi

Il martello a impulsi è in grado di misurare la velocità di propagazione del suono all'interno di una sezione dell'albero. L'impulso inviato all'interno dell'albero dal martello si espande e raggiunge il sensore posizionato dalla parte opposta. Viene misurato il tempo che il segnale impiega a percorrere tale distanza.

Per la maggior parte delle specie di alberi esiste una velocità caratteristica del suono che si riduce nel caso di presenza di difetti. Nelle latifoglie la velocità di propagazione del suono oscilla normalmente tra 1400-1200 m/sec.

Il martello ad impulsi funziona molto bene per diagnosticare il decadimento nel tronco. Non si riesce però a dimensionare il danno interno o lo spessore della porzione sana residua. Viene quindi indicato come mezzo valido per un monitoraggio generalizzato dei viali alberati al fine di ridurre l'utilizzo di penetrometri. Inoltre, poiché la velocità del suono è da correlare al modulo di elasticità e di densità del legno, gli effetti della carie che lo rendono più fragile non possono essere indagati col martello a impulsi, almeno relativamente ai primi stadi del processo cariogeno (Rinn, 1996).

Frattonmetro

È un piccolo strumento tascabile che può essere utilizzato nella valutazione della stabilità meccanica degli alberi.

Nello strumento viene inserita una carota prelevata con il succhiello di Pressler e su di essa viene esercitata una forza pari alla sollecitazione cui sarebbe sottoposto l'albero se fosse esposto al vento. Il frattometro è costituito da due parti: una parte fissa superiore e una parte mobile inferiore. Tra queste due parti si trova una molla meccanica a spirale che attraverso i movimenti rotatori viene caricata fino alla rottura; la misura della resistenza del legno può essere letta da una scala posta all'esterno dell'involucro del frattometro. Questo strumento è in grado di misurare il momento e l'angolo di flessione. Entrambe le misurazioni consentono di effettuare una valutazione delle proprietà meccaniche delle fibre degli alberi.

Il frattometro è in grado di determinare la presenza di marciumi, e dà importanti informazioni riguardanti la presenza di legno di reazione. Casi difficili da valutare sono quelli di commistione tra marciume secco e marciume bruno. In talune zone il legno, pur degradato mostra ancora le strutture degli anelli, segno che non vi è stato ancora un danneggiamento totale.

Shigometro

Serve a misurare, attraverso l'impiego di due diverse sonde che misurano la conducibilità elettrica, i livelli di attività del cambio, e lo stato dei tessuti legnosi. Questo apparecchio, è utilizzato sia per determinare i livelli dell'attività cambiale, sia per conoscere le condizioni interne del legno fino ad una profondità di 30 cm dalla corteccia. Si tratta di un metodo di indagine non invasivo basato

sull'utilizzo di due differenti sonde. Per la sua praticità d'uso, ha avuto una certa diffusione, tuttavia, alcune ricerche hanno posto in evidenza che la percentuale di errore dello Shigometro è alquanto elevata, oscillante tra il 20 ed il 30%.

Termografia

È un metodo di analisi che registra le radiazioni dell'infrarosso fotografico e termico emesso da un corpo. Applicato ad un tronco si possono avere informazioni sulla temperatura interna, rilevando le eventuali differenze in funzione della sua densità.

Tomografia assiale computerizzata (TAC)

Con questo metodo viene misurata l'attenuazione che subisce un fascio di raggi X quando attraversano un corpo. Applicato alle piante consente di ottenere una mappatura della densità del legno e della distribuzione dell'acqua, evidenziando la presenza di qualsiasi cavità o degradazione del legno. Il vincolo principale di questo metodo è l'utilizzo di una sorgente radioattiva.

Tomografia sonica ed ultrasonica

Il principio della tomografia è basato sull'ottenimento di sezioni (tomos) del corpo in esame. Nella fattispecie la tomografia sonica ed ultrasonica utilizza onde sonore che si diffondono nei tessuti della pianta, dando così indicazioni sulla morfologia del tessuto, ma non sulla sua densità. Il livello di precisione del sistema dipende dalla posizione (distanza) che viene data ai trasmettitori e ai ricevitori.

Tomografia densitometrica

Si basa sullo stesso principio di cui sopra, ma impiega raggi "γ".

Tomografia elettrica

Si basa sui principi di cui sopra, ma utilizza onde elettriche. La capacità diffusiva dell'onda elettrica misura la diversa umidità di un tessuto, rilevando il flusso della linfa dei fasci vascolari.

Radar

Il radar, utilizzato prevalentemente in campo geofisico per lo studio degli strati superficiali del terreno, trova applicazione anche nel campo dell'arboricoltura. L'ecografia fornisce infatti "pseudoimmagini" costituite da linee di riflessione relative alle parti sane e degradate del legno interno.

Statics Integrated Assessment - SIA

Il SIA e il SIM sono tecniche che valutano la stabilità di un albero sulla base di alcuni parametri quali la specie botanica, l'altezza, l'effetto vela della chioma, il diametro del tronco e l'esposizione al vento.

La base teorica di questo metodo si rifà agli studi sulle strutture murarie e, quindi, al cosiddetto triangolo della statica in base al quale carico, materiale e geometria, devono essere in reciproco equilibrio affinché l'oggetto considerato possa dirsi stabile.

Il metodo è stato teorizzato da Wessolly che, valutando sperimentalmente più di 3.000 piante, cresciute in diversi contesti ambientali, ha determinato un coefficiente di turbolenza aerodinamica (aerodynamic drag factor = C_w), il modulo di elasticità del legno di ciascuna specie, il carico di rottura alla compressione assiale, radiale e tangenziale.

Senza entrare in dettagli particolari, per i quali si rimanda alle pubblicazioni citate (Wessolly, 1996; Lobi set a., 2002; Kolařík, 2003), secondo questo metodo il carico che agisce sull'albero dipende principalmente dalla spinta del vento e dall'altezza della pianta. L'esposizione dell'albero al vento è differenziata in tre categorie a seconda dell'ambiente in cui esso può essere collocato: i) completamente esposto al vento, ii) parzialmente esposto, iii) protetto dal vento. Per il calcolo del carico di rottura a compressione il metodo considera un albero dalla chioma fitta e sana e un carico massimo corrispondente a un uragano, con velocità di 32,5 m/s (grado 12 della scala anemometrica di Beaufort).

La geometria è intesa come dimensioni e forma della chioma, del fusto e delle radici. I dati sperimentali raccolti da Wessolly hanno evidenziato come allo stesso diametro del fusto possano essere associate dimensioni di chioma assai diverse e, pertanto, il carico subito in una tempesta può variare moltissimo tra alberi cresciuti in aperta campagna (completamente esposti) e mai potati e altri che vivono in zone urbane e sono quindi protetti dal vento e con chiome non libere.

Sulla base dei parametri considerati e considerata la loro elevata variabilità, la presenza di carie o di cavità nel tronco assume decisamente minore importanza nel metodo SIA rispetto al ruolo centrale che le viene riconosciuto nel VTA.

Statics Integrated Method - SIM

Il SIM, conosciuto anche come metodo elasto-inclinometrico, valuta la resistenza alla rottura e allo sradicamento di un albero sottoposto a trazione. Il metodo, non distruttivo, misura le risposte delle fibre legnose superficiali quando esse vengono sottoposte a un carico controllato.

Con un paranco manuale, collegato a una fune fissata sulla parte alta del fusto o sui singoli rami della chioma, viene applicata una trazione, il cui valore è registrato da un dinamometro, utilizzando un elastometro sul tronco e un inclinometro sul colletto, vengono misurati i movimenti del tronco e della zolla radicale alle sollecitazioni applicate. I valori ottenuti sono confrontati mediante appositi programmi informatici con quelli standard di resistenza alla compressione.

Poiché il carico applicato nella trazione è sempre molto inferiore a quello teorico di rottura del legno considerato, non vi è, secondo quanto affermato dagli autori, il rischio di danneggiare le fibre sollecitate.

8.2.12 Considerazioni conclusive inerenti le carie, la stabilità delle piante, gli strumenti di diagnosi

Il limite che accomuna tutti gli strumenti precedentemente descritti è dato dall'impossibilità di una verifica diretta dell'apparato radicale dell'albero (sviluppo, condizioni, ecc...), se non previo scalzamento dello stesso.

Tuttavia nel caso del dendrodensimetro Resistograph, una misurazione effettuata al colletto dell'albero, inclinando il perforatore in direzione delle radici, consente di verificare le condizioni della ceppaia, fino a 40 cm sotto il livello del terreno.

In ogni caso, come previsto dalla metodica VTA, l'analisi strumentale deve sempre essere effettuata a completamento di quanto già osservato visivamente.

Dal punto di vista tecnico-pratico le tecniche di VTA possono costituire un vero e proprio strumento di gestione del verde urbano, in quanto una loro corretta esecuzione non si limita alla verifica della stabilità degli alberi, ma promuove, quasi sempre, un processo virtuoso di approfondimento delle conoscenze e della cura del verde.

Nel nostro Paese, purtroppo, non viene dato al verde urbano il giusto rilievo ed esiste una scarsa sensibilità per i molteplici vantaggi ambientali, sociali e di qualità della vita: spesso gli amministratori neppure conoscono la consistenza del patrimonio arboreo esistente impedendo, di fatto, anche forme elementari di intervento e pianificazione.

A volte gli alberi cadono procurando danni a persone e cose ed allora, anche per minimizzare responsabilità civili e penali, previste dalla vigente normativa, diventa indilazionabile una verifica della loro stabilità.

Il VTA, se correttamente eseguito, oltre ad individuare e prevenire situazioni di pericolo, fornisce un inventario degli alberi esistenti che, grazie alle moderne tecnologie DGPS, vengono anche georeferenziati ed inseriti in mappe digitali indispensabili in futuri interventi di riprogettazione del verde (vedi capitolo specifico).

L'analisi strumentale non può tuttavia, ma soprattutto non deve, essere considerata esclusiva, ma deve essere preceduta, o contestualmente affiancata, dall'esame clinico dell'albero malato. La ricostruzione della sindrome (quadro dei sintomi) e della anamnesi (insieme degli stati o delle situazioni vissute dalla pianta, anteriore all'inizio del processo morboso) mettono a disposizione una serie di elementi, valutativi e valutati, per prevedere l'andamento del processo morboso (prognosi), al fine di orientare e programmare il giusto intervento.

La materia inerente lo stato di salute della pianta arborea, inserita nel contesto urbano, e quindi potenziale elemento di rischio per l'uomo, nel caso di caduta o schianto, è complessa. Tanto complessa da richiedere, nella sua formulazione concettuale, ma soprattutto nei suoi aspetti applicativi, il concorso di più specialisti.

Il Progetto RISVEM, negli aspetti inerenti la salute delle piante, proprio questo ha permesso: la compartecipazione concettuale ed applicativa di specialisti di settori diversi: arboricoltori, entomologi, patologi.

8.2.13 Quadro sinottico

Le piante negli ambienti cittadini (parchi e alberature stradali) sono soggette a numerosi stress biotici ed abiotici che ne pregiudicano non solo il valore estetico, ma anche e soprattutto la loro vitalità. Negli ultimi anni, infatti, si sono verificati schianti improvvisi di piante, apparentemente senza alcun difetto, poste in zone altamente antropizzate. Le cause sono, il più delle volte, da attribuirsi da un

lato agli ormai frequenti eventi meteorici di particolare intensità, e dall'altro agli errati interventi dell'uomo.

Questo repentino peggioramento delle condizioni delle piante ha contribuito alla diffusione di un metodo di monitoraggio programmato delle condizioni di stabilità degli alberi.

A partire dal 1994 si è diffuso anche in Italia il metodo il VTA (*Visual Tree Assessment*) che consta di quattro fasi:

- controllo visivo dell'albero al fine di ricercare sintomi esterni di difetti interni;
- in caso di presenza di sintomi esterni si procede ad un'analisi strumentale (nel caso specifico si è utilizzato il Resistograph);
- rielaborazione dei dati raccolti e definizione del grado di instabilità del soggetto analizzato;
- approntamento di un piano di interventi per la messa in sicurezza.

L'analisi strumentale, come già detto nelle conclusioni, si dovrà affiancare all'esame clinico.

A fianco delle problematiche poste dalla carie degli alberi e della loro diagnosi, nonché dalla stabilità della pianta e dai mezzi utilizzabili per la sua valutazione, occorre guardare con sempre profonda attenzione alle entità infettive che, seppur note, nei loro aspetti tassonomici, biologi ed epidemiologici, nell'ambiente urbano sono sempre e comunque temibili agenti di danno, sia perché alcune di esse sono dei veri e propri patogeni primari e sia perché alcune sono invece dei patogeni opportunistici che ben approfittano dello stato di debilitazione della pianta, stato di debilitazione da ritenersi cronico in ambiente cittadino.

8.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Le ricerche condotte negli ultimi anni sia in Italia, sia, soprattutto, all'estero hanno consentito un certo allargamento delle conoscenze in questo settore specifico dell'arboricoltura.

Particolare rilevanza assumono, a questo riguardo, la messa a punto di procedure di valutazione di stabilità degli alberi e la migliore conoscenza delle caratteristiche biomeccaniche del legno, entrambi portati avanti dai partners del progetto.

Acquisizioni alle quali si affiancano, in termini diagnostici precoci, tecniche molecolari, che hanno già permesso: 1) revisione tassonomica delle entità fitopatogene note; 2) individuazione di specifici

genotipi di entità fitopatogene note e di altre emergenti, tanto da costruire una mappatura dei ceppi più virulenti; 3) accertamento della presenza del patogeno in tessuti asintomatici.

Tuttavia, la presenza di numerosi alberi vetusti nel territorio regionale, suggerisce l'opportunità di approfondire le ricerche in questo settore, vista la potenziale pericolosità di alcuni esemplari e la necessità di stabilire una procedura di riconrollo, intesa come sistema di monitoraggio delle anomalie del legno interno delle pianta. Questa, comunque, potrebbe essere di fondamentale importanza solo se condotta con precisione ed è quindi necessario mettere a punto un modello univoco di azione che, oltre che applicabile alla realtà locale possa essere anche estendibile anche ad altre aree.

8.3.1 Indagini/sperimentazioni condotte nell'ambito del Progetto RISVEM, relative allo stato sanitario delle piante del sistema urbano

8.3.1.1 Analisi delle cinetiche di avanzamento della carie

Appare doveroso fare una premessa poiché, come detto, le carie sono tra le maggiori cause di schianto degli alberi. Le variabili in gioco sono tantissime: la specie arborea, il fungo parassita, i fattori microambientali, i danni di origine antropica; addirittura anche la semplice asfaltatura può creare uno stress imprevisto alla pianta in quanto l'asfalto ha temperature di 60-70° e può danneggiare sia l'apparato radicale, sia il fusto in maniera diretta (scottature, aree necrotiche) o, indiretta, creando una situazione di stress che spinge la pianta verso la "spirale di mortalità".

Questi stress sono in numero tale da non consentire modelli previsionali sempre attendibili, poiché possono intervenire situazioni non previste che li rendono alquanto aleatori; pertanto diventa di fondamentale importanza prevedere e programmare dei turni di monitoraggio definiti (cui sottoporre le alberate) che siano quanto più oggettivi possibile.

Nella valutazione della stabilità, i principali fattori da considerare sono: la consistenza del legno in decadimento (cioè il tipo di carie), lo spessore della parete residua del legno (il classico t/R) e la velocità di avanzamento dei processi degenerativi ad opera dei patogeni fungini.

Per quanto riguarda i primi due punti non ci sono problemi, perché sappiamo che esistono tecniche ragionevolmente affidabili e c'è inoltre un'abbondante bibliografia in merito. Molto più difficile e scarsamente indagata è la determinazione del tempo di avanzamento di carie o marciumi radicali,

talvolta più importanti che non la carie stessa. Riuscire ad ottenere un valore assoluto è, quindi, molto difficile in quanto i fattori che interagiscono – anche considerando il medesimo rapporto fungo/ospite – sono molteplici.

Per i motivi finora illustrati è stata condotta un'indagine allo scopo di confrontare i dati ottenuti dalle analisi effettuate a distanza di alcuni anni su alberi posti a dimora in diversi siti (sia lungo viali alberati sia all'interno di parchi urbani) di importanza storica.

Nel corso del progetto sono state effettuate indagini strumentali, utilizzando strumentazioni classiche, a distanza di due o più anni dai precedenti controlli; lo scopo della ricerca era di individuare una metodologia di ricontrollo definita, oltre che ad un tempo di ricontrollo definito; questo lo si può fare solo esaminando grandi numeri di alberi.

L'indagine è stata condotta in due situazioni diverse, una alberata ed un parco storico; si tratta di due ambienti completamente eterogenei e non confrontabili tra di loro, che, però, possono dare una indicazione del panorama arboricolo italiano. Nei parchi urbani, le piante sono sottoposte solo a sporadici interventi manutentori che riguardano le potature di rimonda, consolidamenti, messa in sicurezza, eventualmente trattamenti endoterapici contro i parassiti animali; conseguentemente, esse si trovano in una situazione di generale equilibrio ed anche di buona stabilità, contrariamente a quelle delle alberature stradali.

Nel parco sono stati effettuati 647 ricontrolli, tuttavia in questa sede solo le due specie con il maggior numero di individui monitorati, *Aesculus hippocastanum* e *Tilia x europaea*;

A due anni di distanza è stato riavviato il ricontrollo di tutte le classi C e CD (vedi classificazione FRC), essendo state le piante poste in classe D tutte abbattute nel frattempo, e sono state aggiunte altre informazioni relative anche allo stato fisiologico della pianta. Contemporaneamente è stata condotta un'analisi dettagliata del sito, compilando delle schede appositamente predisposte per questo scopo.

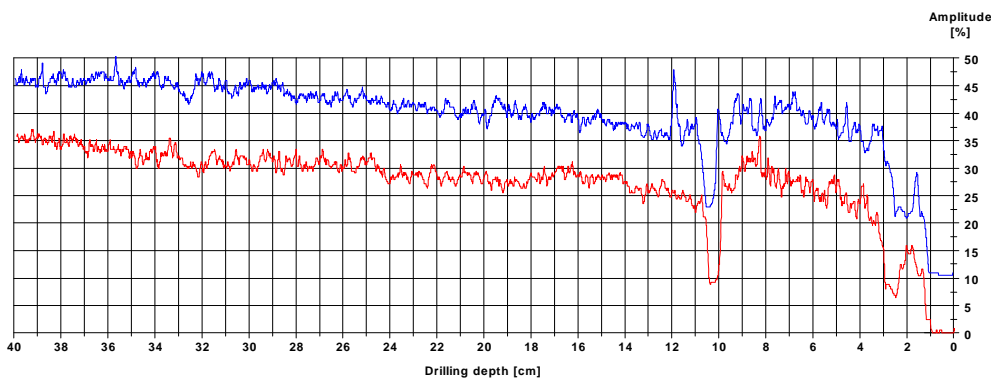
Lo scopo finale è stato, come suddetto, una raccolta dati a cui sono state aggiunte tutte le informazioni riguardanti gli eventuali schianti o danni causati da eventi meteorici di particolare intensità.

Il problema è stato quello di individuare una metodologia che permettesse di ricontrollare esattamente la pianta nello stesso punto e nello stesso momento della stagione. Non sempre è stato possibile sovrapporre i profili, perché bisogna trovare il punto esatto; nell'analisi di stabilità quando è previsto il ricontrollo, è quindi necessario avere anche una precisa indicazione di dove il controllo è

stato fatto, perché basta una inclinazione diversa di penetrazione dello strumento (Resistograph) che il dato finale può risultare anche diverso. Una volta ottenuti i tracciati resistografici è stato effettuato un confronto fra i tracciati rilevati a due anni di distanza nello stesso punto di perforazione dell'ago, o in un punto immediatamente prossimo a quest'ultimo, tramite la sovrapposizione delle due curve al fine di stabilire se la degradazione interna si è estesa, è stata compartimentata, o è rimasta invariata. Dal confronto è stato possibile adottare una classificazione sulla base delle condizioni rilevate dalle sovrapposizioni:

- Condizione invariata
- Condizione lievemente peggiorata
- Condizione peggiorata
- Condizione senza confronto

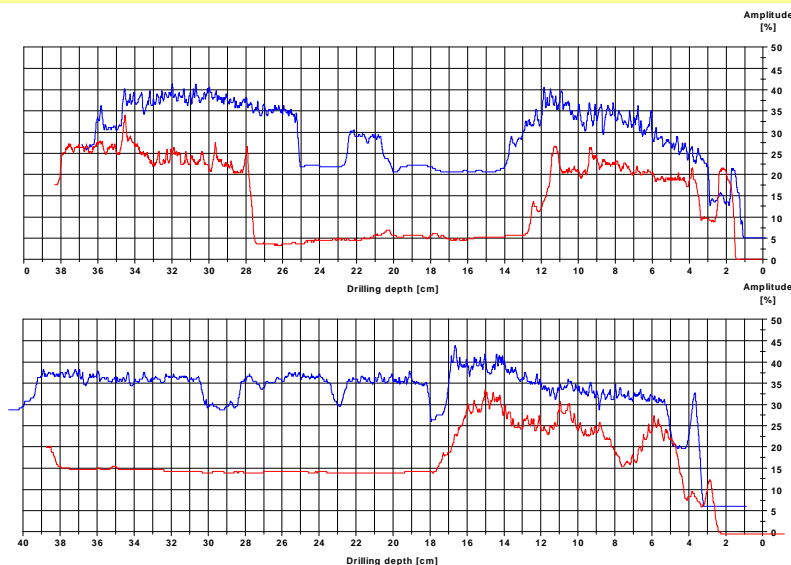
Casi studio: **CONDIZIONE INVARIATA**



Parco Ducale: pianta n. 280, in blu profilo del 2002, in rosso profilo del 2004

- Riscontrata la stessa caduta di densità al 10° cm di profondità

Casi studio: CONDIZIONE PEGGIORATA



➤ *In blu profili del 2002, in rosso profili del 2004*

➤ *Diminuzione del legno integro associato ad un aumento delle cavità interne*

I risultati hanno evidenziato alcuni limiti dovuti principalmente a:

- Una certa difficoltà a trovare il punto esatto di perforazione effettuato nell'anno 2002;
- i tracciati resistografici non hanno punti comuni di sovrapposizione;
- i profili di densità non delimitano correttamente le degradazioni del legno interno
- I tracciati resistografici sono stati eseguiti con una velocità di avanzamento dello strumento diversa in funzione della consistenza del legno.

Tuttavia, in una buona parte dei casi, dove è stato possibile ottenere profili confrontabili, è emerso, in definitiva, che:

- ✓ *41% delle piante invariate*: si evince una politica di gestione degli alberi ottimale;
- ✓ *17% lievemente peggiorate*: dai confronti le piante non risultano comunque modificare significativamente il loro stato interno;
- ✓ *19% peggiorate*: rilevante diminuzione del legno sano e probabile rapido avanzamento del patogeno;
- ✓ *2% abbattute*;

- ✓ *Nel 21% dei casi:* problema nel confronto dei profili di densità, risolvibile identificando l'esatto punto di perforazione già durante la prima analisi, specificando l'altezza di perforazione da terra, l'orientamento del sondaggio ed i gradi bussola.

Inoltre, il ricontrollo strumentale e il confronto dei profili:

- Valorizzano in modo obiettivo e sicuro le informazioni che forniscono i profili di densità;
- Migliorano le diagnosi e l'interpretazione dell'avanzamento delle degradazioni interne nel breve periodo;
- Forniscono spunti in relazione alla gestione dell'albero ed all'avanzamento della carie, valutabili a posteriori da operatori esperti;

Occorre, tuttavia, considerare che:

- Il ricontrollo, inteso come sistema di monitoraggio delle anomalie del legno interno delle piante, potrebbe essere di fondamentale importanza solo se condotto con precisione. Tanto più è accurata l'identificazione dei punti delle misurazioni, tanto più attendibile sarà il confronto dei profili.
- Non è però possibile annullare completamente tutti gli errori e pertanto, nella pratica, si dovranno considerare difformità tra un tracciato e l'altro nell'ordine di 1-2 cm. Entro questi valori, e in presenza di punti di sovrapposizione, si potrà ritenere attendibile il confronto e sarà quindi possibile analizzare l'evoluzione delle anomalie interne con sufficiente certezza.

E' chiaro che il lavoro è tuttora un "work in progress" e quindi i risultati sono solamente parziali; però è ovvio che l'importanza di questa tipologia di sperimentazione può avere un ruolo fondamentale nel processo di "decision making" dell'arboricoltore, e che solo ulteriori ed approfonditi studi consentiranno di approfondire le nostre conoscenze e stabilire delle soglie più precise per decidere quando un albero diventa pericoloso e, nel caso sia presente un "target", quando determini una situazione di rischio potenziale.

8.3.2 Monitoraggio dello stato sanitario delle alberature delle mura di Lucca

Il censimento dello stato fitosanitario degli alberi delle mura di Lucca, svoltosi con la cortese collaborazione dell'Opera delle Mura, si è sviluppato in un arco di tempo che va dal 2004 ad oggi. Durante questo periodo sono stati compiuti numerosi sopralluoghi e sono state esaminate alcune migliaia di piante. In questa occasione si riferisce di 1363 piante, ubicate per la gran parte sul perimetro delle mura, raggruppanti varie specie arboree.

Nel corso della verifica si è tenuto conto della presenza di carie ed eventualmente di altri patogeni e fitofagi a livello del colletto e delle radici affioranti; di ferite meccaniche come scortecciamento e tagli a livello del tronco e dei grossi rami, e della capacità di cicatrizzazione della pianta; della eventuale colonizzazione da parte di patogeni e/o fitofagi che avevano sfruttato tali siti di insediamento; della eventuale presenza di marciumi a livello dello xilema e non manifesti in superficie (la valutazione è stata condotta tramite percussione meccanica del tronco) ed infine della struttura della chioma considerando l'inserzione dei grossi rami, il numero e le loro condizioni fitosanitarie e di stabilità.

I risultati delle osservazioni svolte dai patologi ed entomologi del Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell'Università degli Studi di Firenze sono presentati raggruppando le varie specie arboree a seconda del loro stato sanitario e della loro stabilità.

Per rendere più agevole la valutazione degli interventi da fare, le piante sono state divise in tre classi (da 1 a 3). Per ciascuna classe, sono stati riportati separatamente lo 'stato fitosanitario', provocato da agenti parassitari, e la 'valutazione di stabilità' nella quale rientrano tutte quelle piante che ad una prima analisi visiva hanno mostrato problemi di stabilità (rami stroncati, chiome eccessivamente sviluppate, inclinazione, ecc.). E' stata talvolta consigliata un'ulteriore indagine con il supporto di un'analisi strumentale.

Nelle tabelle che seguono oltre alla specie, viene riassunto lo stato fitosanitario, la localizzazione dei danni, la tipologia dell'intervento proposto e la classe di rischio, in base alla natura del danno. Dall'elenco sono escluse le piante che non hanno presentato anomalie di rilievo.

Delle 1363 piante esaminate durante i sopralluoghi, 321 presentavano problemi fitosanitari di diversa natura ed intensità; tra le specie danneggiate si trovavano in maggioranza platani (104 individui), seguiti dai tigli (58), olmi (35), lecci (33), ippocastani (30), Liriodendron (19) ed a seguire altre specie come Pino domestico, acero, carpino e cipresso.

La tipologia di danno più frequente è risultata la carie del legno che si sviluppa, a livello dei grossi rami, del colletto e del fusto, talvolta in posizioni pericolose per il transito dei cittadini che fruiscono delle zone ombrose sotto la chioma delle piante. Per quanto riguarda gli insetti i più diffusi sono stati identificati coleotteri e xilofagi appartenenti al gruppo dei Cerambicidi e Buprestidi, anch'essi responsabili di gravi danni a livello dello xilema che determinano possibili cadute di rami o addirittura della pianta.

Una elencazione delle anomalie riscontrate sui singoli esemplari è riportata in Tabella 8.1 nella quale si descrivono le classi di danno arbitrariamente indicate (da 1 a 3).

Classe di danno	Descrizione
1	Pianta danneggiata ma non pericolosa – da ricontrollare negli anni successivi
2	Possibilità di caduta. L'eventuale abbattimento dovrà essere confermato da analisi strumentali
3	Intervento urgente, rischio di caduta manifesto (di branche o dell'intera pianta). Nel caso di <i>Ceratocystis platani</i> : pianta affetta da cancro colorato.
Classe di danno	Piante rilevate
1	E' stato considerato il solo stato fitosanitario, sono segnalati 58 esemplari che presentano danni non gravi ma che richiedono comunque di essere verificati in tempi brevi. Nella seconda parte della stessa tabella vengono individuati 2 esemplari per i quali è richiesta una valutazione della stato con analisi strumentale. (Tabella 8.2)
2	Vengono riportati i dati di 136 esemplari che presentano evidenti rischi di caduta di rami o di intensificarsi degli attacchi in atto e per i quali si richiede una ulteriore osservazione supportata anche da verifiche strumentali non solo a livello del colletto e del tronco ma anche della parte aerea. (Tabella 8.3)
3	Nella Tabella 8.4 sono incluse le piante con maggior rischio di caduta per le quali è richiesto un rapido intervento che può consistere nell' abbattimento, potatura, o riequilibrio delle dimensioni delle piante. Più precisamente per 46 esemplari,

	<p>appartenenti alle diverse specie, sono stati rilevati forti ed irreversibili alterazioni dovute ad attacchi di patogeni o insetti fitofagi. Nella tabella vengono indicati anche i vari tipi di intervento richiesti a seconda dell'intensità del danno o la necessità di un immediato abbattimento. Nella seconda parte della stessa tabella, sono invece riportati danni di natura non parassitaria per 8 piante, che comunque necessitano di un immediato intervento in quanto presentano alterazioni della chioma dovute alla presenza di rami secchi o stroncati da agenti atmosferici o da anomalie dello sviluppo in altezza e dimensioni di rami.</p>
--	--

Tabella 8.1: Sintesi delle principali osservazioni di carattere fitopatologico per ogni classe di danno.

Tipologia di danno	N.piante
Classe 1	58
Classe 2	136
Classe 3	88
Stabilità	
Classe 1	20
Classe 2	13
Classe 3	8

Tabella 8.2 Stato fitosanitario (CLASSE 1)

Tipologia di danno	Intervento	Specie	N.piante
<i>Rami secchi</i>	Potatura	<i>Tilia</i> sp.	2
		<i>Platanus hybrida</i>	11
		<i>Quercus ilex</i>	2
		<i>Ulmus</i> sp.	4
		<i>Ostrya carpinifolia</i>	1
		<i>Quercus rubra</i>	2
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	1
		<i>Celtis australis</i>	1
		<i>Carpinus betulus</i>	2
		<i>Magnolia grandifolia</i>	1
<i>Chioma poco vigorosa</i>	Controllare	<i>Cupressus macrocarpa</i>	1
<i>Colature liquido nerastro</i>	Controllare	<i>Aesculus hyppocastanum</i>	15
<i>Ferite in fase di</i>	Controllare	<i>Ostrya carpinifolia</i>	1
<i>Cicatizzazione</i>		<i>Pinus pinea</i>	1
<i>Forte attacco da</i>			
<i>Apiognomonìa</i>	Controllare	<i>Platanus hybrida</i>	1
<i>Intristimento chioma</i>	Controllare	<i>Pinus strobus</i>	1
<i>Insetti del gen. Scolytus</i>	Controllare	<i>Ulmus</i> sp.	3
<i>Probabile cancro colorato</i>	Controllare	<i>Platanus hybrida</i>	2
<i>Potatura troppo eccessiva</i>	Controllare	<i>Liriodendron tulipifera</i>	1
<i>Disturbo da scavi</i>	Controllare	<i>Quercus ilex</i>	3
		<i>Cupressus sempervirens</i>	2
TOTALE PIANTE			58

Valutazione della stabilità (CLASSE 1)

Tipologia	Intervento	Specie	N.piante
<i>Chioma con eccessivo sviluppo in altezza</i>	Potatura	<i>Tilia</i> sp.	9
		<i>Platanus hybrida</i>	1
		<i>Quercus ilex</i>	2
		<i>A. hyppocastanum</i>	1
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	3
		<i>Celtis australis</i>	2
		<i>C. sempervirens</i>	1
<i>Fortemente inclinata</i>	Controllo strumentale	<i>C. sempervirens</i>	1
		<i>Platanus hybrida</i>	1
TOTALE PIANTE			20

Tabella 8.3: Stato fitosanitario (CLASSE 2)

Tipologia di danno	Intervento	Specie	N. piante		
<i>Probabile carie sul fusto</i>	Controllo strumentale	<i>Tilia</i> sp.	11		
		<i>Platanus hybrida</i>	25		
		<i>Cupressus sempervirens</i>	2		
		<i>Liriodendron tulipifera</i>	7		
		<i>Quercus ilex</i>	8		
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	1		
		<i>Aesculus hyppocastanum</i>	3		
		<i>Probabile carie all'inserione. chioma-fusto</i>	Controllo strumentale	<i>Platanus hybrida</i>	5

		<i>Tilia</i> sp.	2
		<i>Aesculus</i>	
		<i>hyppocastanum</i>	1
		<i>Ulmus</i> sp.	4
		<i>Quercus ilex</i>	1
<i>Probabile carie al colletto</i>	Controllo strumentale	<i>Platanus hybrida</i>	1
		<i>Quercus rubra</i>	1
		<i>Tilia</i> sp.	21
		<i>Liriodendron</i>	
		<i>tulipifera</i>	5
		<i>Aesculus</i>	
		<i>hyppocastanum</i>	3
		<i>Quercus ilex</i>	2
		<i>Celtis australis</i>	1
		<i>Acer</i>	
		<i>pseudoplatanus</i>	3
		<i>Ulmus</i> sp.	2
<i>Branche secche</i>	Potature e	<i>Tilia</i> sp.	1
<i>cariate</i>	controllo	<i>Platanus hybrida</i>	1
		<i>Liriodendron</i>	
	strumentale	<i>tulipifera</i>	1
		<i>Aesculus</i>	
		<i>hyppocastanum</i>	1
	Controllo	strumentalee	
<i>Pianta cava e cariata</i>	drenaggio	<i>Platanus hybrida</i>	17
		<i>Aesculus</i>	
		<i>hyppocastanum</i>	1
		<i>Tilia</i> sp.	2
		<i>Liriodendron</i>	
<i>Essudati con possibile carie</i>	Controllo strumentale	<i>tulipifera</i>	2

<i>Possibile marciume</i>	Controllo strumentale	<i>Tilia sp.</i>	1
TOTALE PIANTE			136

Valutazione della stabilità (CLASSE 2)

Tipologia	Intervento	Specie	N. piante
<i>Chioma eccessivamente sviluppata in altezza</i>	Potatura	<i>Platanus hybrida</i>	1
		<i>Aesculus hyppocastanum</i>	1
		<i>Ulmus sp.</i>	1
		<i>Liriodendron</i>	2
	Controllo strumentale		
<i>Fortemente inclinata</i>		<i>Platanus hybrida</i>	1
		<i>Tilia sp.</i>	1
		<i>Ulmus sp.</i>	3
<i>Radice avvolgente</i>	Controllo strumentale	<i>Liriodendron tulipifera</i>	1
		<i>Ulmus sp.</i>	2
TOTALE PIANTE			13

Tabella 8.4: Sato fitosanitario (CLASSE 3)

Tipologia di danno	Intervento	Specie	N.piante
<i>Grosse branche secche con carie ed insetti</i>	Potatura	<i>Tilia sp.</i>	3
		<i>Platanus hybrida</i>	27
		<i>Quercus ilex</i>	5
		<i>Ulmus sp.</i>	2
		<i>Quercus rubra</i>	1
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	2

		<i>Aesculus hypocastanum</i>	1
		<i>Liriodendron tulipifera</i>	1
<i>Cancro colorato</i>	Abbattimento	<i>Platanus hybrida</i>	8
<i>Chioma completamente secca</i>	Abbattimento	<i>Ulmus sp.</i>	2
<i>Porzione apicale secca</i>	Abbattimento	<i>Ulmus sp.</i>	1
<i>Fusto cariato</i>	Abbattimento	<i>Tilia sp.</i>	6
		<i>Platanus hybrida</i>	2
		<i>Quercus ilex</i>	9
		<i>Ulmus sp.</i>	8
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	3
		<i>Liriodendron tulipifera</i>	3
		<i>Catalpa</i>	1
		<i>Aesculus hypocastanum</i>	3
TOTALE PIANTE			88

Piante che devono essere supportate ad analisi

strumentale per:

-carie sul fusto		<i>Tilia sp.</i>	1
		<i>Platanus hybrida</i>	8
		<i>Quercus ilex</i>	1
-carie all'inserzione con la chioma		<i>Quercus ilex</i>	2
		<i>Tilia sp.</i>	1
-carie al colletto		<i>Platanus hybrida</i>	3
		<i>Tilia sp.</i>	1
		<i>Ulmus sp.</i>	1
TOTALE PIANTE			18

Valutazione della stabilità (CLASSE 3)

Tipologia	Intervento	Specie	N. piante
<i>Chioma eccessivamente sviluppata in altezza con</i>	Potatura	<i>Acer</i>	2

<i>branca cariata</i>		<i>pseudoplatanus</i>	
<i>Pianta fortemente pendente con sollevamento del terreno</i>	nto	<i>Ulmus</i> sp.	3
<i>Grossa branca spezzata appoggiata su altra pianta</i>	Potatura	<i>Ulmus</i> sp.	1
	Abbattime		
<i>Pianta fortemente pendente con carie nel fusto</i>	nto	<i>Ulmus</i> sp.	1
<i>Sbilanciamento chioma</i>	Potatura	<i>Platanus hybrida</i>	1
TOTALE PIANTE			8

8.4 CONCLUSIONI

Il censimento, definendo il quadro diagnostico di ciascun albero sulla base delle caratteristiche intrinseche dell'albero, di eventuali patologie, di elementi di destabilizzazione fisiologica e meccanica, di caratteristiche della sede di dimora e, più in generale, del contesto in cui l'albero è inserito, ha permesso in prima istanza di definire delle priorità di intervento che, in questa fase, prevedono un notevole impegno in termini di misure di manutenzione straordinaria. Tuttavia, la diversità specifica e l'eterogeneità delle condizioni locali in cui si trovano a vivere gli alberi, portano un'elevata complessità degli indirizzi gestionali.

La fase iniziale di censimento dello stato degli alberi, realizzata su un campione di circa 1.000 individui posti a dimora sulle Mura, ha permesso di definire di una metodologia di rilievo e di archiviazione dei dati rapida ed efficace ai fini operativi, conducendo alla realizzazione di uno strumento conoscitivo flessibile che consente l'identificazione e la classificazione delle priorità di intervento.

L'insieme delle stime sopra descritte costituisce la base per la determinazione del grado di pericolosità di ogni albero, intesa come probabilità che si verifichino crolli, schianti o sradicamenti. Tale probabilità è quantificata assegnando ciascun albero a classi di rischio predefinite, secondo una classificazione standard

La valutazione di stabilità è stata eseguita secondo l'approccio biomeccanico proprio del metodo V.T.A. (Visual Tree Assessment o Valutazione Visiva degli Alberi). Si tratta di una metodologia

complessa, basata sull'analisi qualitativa e/o quantitativa di numerosi descrittori mediante i quali l'albero viene rappresentato nella forma, nella collocazione spaziale, nei rapporti con l'ambiente circostante e nelle sue condizioni vegetative e sanitarie. La ricomposizione e la valutazione congiunta dei dati acquisiti rende possibile l'individuazione di eventuali fattori di instabilità e permette non solo di ponderare la consistenza e la pericolosità dei singoli "difetti" rilevati ma anche di attuare una programmazione degli interventi di recupero eventualmente necessari.

Da più parti l'analisi strumentale è stata presentata come la soluzione a tutti gli interrogativi che possono porsi sulle condizioni di resistenza meccanica del legno delle radici e, soprattutto, del tronco e delle grosse branche. E' qui il caso di sottolineare che tale tipo di indagine va effettuata solo quando esistano dei seri dubbi (altrimenti non risolvibili) di pericolosità. Sarebbe alquanto inopportuno eseguire in maniera indiscriminata e continuativa esami "invasivi" su tutte le piante oggetto dell'indagine. La tecnica invasiva può, infatti, rompere le barriere di compartimentalizzazione e favorire la diffusione del patogeno attraverso la ferita. In alcuni casi questa interruzione traumatica può risultare deleteria, per esempio in quei casi (processi di carie) in cui la pianta riesce con mezzi propri a confinare il parassita in settori ben compartimentati della pianta. Tuttavia, l'analisi con penetrometro rappresenta a tutt'oggi uno strumento insostituibile, in attesa che strumenti diagnostici non invasivi, per esempio, tomografie soniche o ultrasoniche, riescano a migliorare le loro performances tecniche di utilizzazione.

I danni al fusto sono di più difficile interpretazione: numerose piante presentano cavità aperte a circa 1,5 m da terra, e molte altre rigonfiamenti a botte che lasciano pensare a una cavità interna oramai cicatrizzata verso l'esterno. Le analisi al colletto hanno consentito l'individuazione di ampie alterazioni e cavità interne che dalle ferite summenzionate si estendono fino al colletto. Fra gli agenti di carie, sono stati rilevati sul fusto agenti di carie bianca del cilindro centrale, e, meno frequenti e solo su piante ormai compromesse, alcuni patogeni secondari come *Trametes versicolor* e *Auricularia auricola-judae*.

Il colletto presenta spesso alterazioni strutturali che è possibile interpretare come il risultato delle interferenze con lavori, scavi, pavimentazioni, ecc.. In altri casi, la conformazione del colletto è indice di attività fungina interna: sono stati rilevati al colletto agenti di carie e marciume radicale come poliporacee del genere *Ganoderma*, *Perenniporia fraxinea*, e agaricacee del genere *Pholiota*. Le analisi strumentali hanno rilevato spesso alterazioni interne molto significative e in attiva progressione, che sarà necessario monitorare nei prossimi anni.

8.4.1 Conclusioni generali

Una standardizzazione delle procedure di valutazione della stabilità degli alberi non può prescindere da una profonda evoluzione scientifica delle conoscenze su questo argomento che, come detto in fase di introduzione, interessa numerosi settori della ricerca. È anche evidente che l'introduzione di nuove tecnologie e la messa a punto di procedure univoche per la valutazione delle caratteristiche strutturali degli alberi, deve essere accompagnata da un'adeguata preparazione professionale degli arboricoltori. Assumono, così, un ruolo fondamentale le attività di dimostrazione e divulgazione che, in tempi rapidi ed a costi contenuti, devono consentire una significativa diffusione delle innovazioni su scala aziendale.

Le procedure e gli strumenti tecnici e scientifici già messi a punto ed in via di ulteriore sviluppo e perfezionamento da parte di alcuni partners del progetto avranno un ruolo determinante nella fase di conduzione del progetto stesso. È, infine, da rilevare che, al di là dell'effettiva disponibilità delle tecnologie, che in gran parte esiste (come visto), ed anche al di là di considerazioni puramente economiche (costi di investimento e di gestione) esistono, tuttavia, alcuni ostacoli riconducibili a fattori quali carenze legislative, mancanza di controlli relativi alla pur esistente normativa vigente, insufficiente preparazione tecnica di alcuni operatori del settore.

L'attività relativa a questa parte del progetto RISVEM è perciò incentrata sulla produzione di un flusso bi-direzionale d'informazioni tra gli istituti di ricerca e gli operatori del settore. Attraverso, cioè, una serie di rilievi in campo saranno raccolti i dati necessari per lo sviluppo, sulla base di un attento studio delle informazioni disponibili e di alcune verifiche sperimentali, e del successivo trasferimento sia ai tecnici del settore, sia alle Amministrazioni pubbliche, di tecnologie innovative per la valutazione della stabilità degli alberi, e per la diagnosi precoce della presenza di entità infettive in tessuti asintomatici, anche nell'ottica di una maggiore sostenibilità economica e ambientale del verde urbano.

Ne consegue infine la necessità di "addestrare" alla diagnosi clinica il personale addetto alla supervisione del verde umano, essendo questa ormai una inderogabile necessità.

8.5 BIBLIOGRAFIA

- Anselmi N. , Govi G., 1996. *Patologia del Legno*. Edagricole.
- Anselmi N., 1998. *Le carie del legno e la stabilità degli alberi ornamentali*. Informatore fitopatologico 6: 51-59
- Cellerino G. P., Nicolotti G., 1998. *L'integrità degli apparati radicali degli alberi in città: quali tecniche di diagnosi?*. Informatore fitopatologico 6: 45-50
- Coop. Demetra, Venturini, 1996. *Verifica della stabilità degli alberi. Metodo VTA. Aspetti legislativi (Convegno Miflor, 23 febbraio 1996)*. Scuola agraria del Parco di Monza, Coop. Demetra.
- Dean J. S., Meko D. M., Swetnam T. W., 1996. *Resistographic visualization of tree-ring density variations*. Radiocarbon 871-877.
- Isik F. and Li B., *Use of Resistograph for Wood Density measurements*
- A.A.V.V., 1995. *L'albero in città. Atti delle prime giornate internazionali meranesi*.
- Laurence R., Costello and Stephen L. Quarles, 1999. *Detection of Wood Decay in Blue Gum and elm: An Evaluating of the Resistograph and the Portable Drill*. Journal of Arboriculture vol 25 nr. 6
- Mattheck C., Bethge K. A., *Indagini sulle carie interne degli alberi con utilizzo di martello ad impulso elettronico*.
- Mattheck C., Breloer H., 1994. *La stabilità degli alberi*. Il verde editoriale.
- Minelli A. Chiusoli A., 2000. *The aggression factore: a new concept to value the real aggression on wood structure by wood decay fungi*. Plant Health in Urban Horticulture, Int Symp. Braunschweig, May 22-24.2000: 87-91
- Minardi P., 1996. *Meccanismi di difesa e diffusione microbica nei processi di care del legno degli alberi viventi*. Petria 6, 11-36
- Mona C. Mehdy, 1994. *Active Oxygen Species in Plant Defense against pathogens*. Plant Physiology 105: 467-472.
- Moriondo F., 1999. *Introduzione alla Patologia forestale*. UTET, Torino, 218 pp
- Moriondo F., Capretti P., Ragazzi A., 2006. *Malattie delle piante in bosco, in vivaio e delle alberature*. Patron Editore, Bologna, 238 pp
- Pennazio S., 1996. *Respiration in systemically virus-infected plants*. Petria 6: 1-10
- Pellerano A., 2002. *La stabilita di alberi nella gestione del verde urbano*. Atti del Convegno "Verde Urbano e Sviluppo Sostenibile 2002. Bari, 20 settembre 2002, Facoltà di Agraria:145-170.

- Pestalozza A., Pelegatta A., Villa G., 1999. *Dopo la tempesta*. Acer 6:42-46
- Pestalozza A., Pellegatta A., 1998. *Applicazioni del Visual Tree Assesment (VTA)*. Informatore fitopatologico 6.
- Ragazzi A., Moricca S., Dellavalle I., 1999. *Water stress and the development of cankers by Diplodia mutila on Quercus robur*. Journal of Phytopathology, 147, 437-440.
- Shigo A., 1990. *A new tree biology*. Shigo and Trees associates 2: 37-48
- Shigo A., *Tree decay An Expanded Concept*. USDA Forest Service Information Bulletin N. 419
- Tiberi R., Ragazzi A., Capretti P., Roversi P.F., Tarasco E., 2002. *Associazioni insetti fitofagi/microrganismi fitopatogeni e protezione del verde urbano*. Redia, LXXXV, 29-39.
- Turco E., Barzanti P., Ragazzi A., 2001. *Epidochium sp., agente di cancro su leccio, lungo il litorale toscano*. Informatore fitopatologico, 51, 51-53.
- Villa G., 2002. *La valutazione della stabilità degli alberi con il metodo V.T.A*. Atti del Convegno "Verde urbano e sviluppo sostenibile 2002. Bari, 20 settembre 2002, Facoltà di Agraria:145-170
- Weber K., Mattheck C., 2001. *I funghi gli alberi e la decomposizione del legno*. Il verde editoriale

SITI INTERNET CONSULTATI

Degradazioni del legno interno

Kansas State University: www.oznet.ksu.edu/path-ext/factSheets/Trees/Wood%20Decay%20in%20Trees.asp

Nc State University: ww.cals.ncsu.edu/course/pp318/profiles/decay/decay.htm

University of Edinburg: helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/armill.htm

www.forestpatology.org/decay.html

www.fs.org.uk/books/aie_book_fstrat.html

Barriera di compartimentazione (CODIT)

www.chesco.com/~treeman/SHIGO/NTB.html

www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/misc/treedecay/pg12-19.htm

www.lebepsgarden.zipworld.com.au/archive_tree_care_arboriculture_codit_july2000.html

www.colorwithplants.com/phc/pruning/CODIT.asp

Resistograph

www.rinntech.com/Products/Resistograph.htm

www.power-technology.com/contractors/utility/iml/

www.urban-forestry.com/citytrees/v37n1a18.html

Gantz, Heriberto C., Evaluating the efficiency of the Resistograph to estimate genetic parameters for the wood density in two softwood and two hardwood species. www.lib.ncsu.edu

9 VALUTAZIONE DEI COSTI DI REALIZZAZIONE, IMPIANTO E MANUTENZIONE.

Coordinatore scientifico: Prof. Enrico Marone Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali (DEART) (Par. 9.1, 9.3.3.4, 9.3.3.5 e 9.3.3.6)

Testo redatto in collaborazione con: Roberto Fratini (Par. 9.2, 9.3.1 e 9.3.2), Gabriele Scozzafava (Par. 9.3.3.1, 9.3.3.2 e 9.3.3.3)

9.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

La crescita quantitativa del verde urbano, dovuta alla introduzione degli standard urbanistici, ma soprattutto legata ad una esigenza molto sentita da parte dei cittadini, ha comportato un progressivo aumento dei costi di gestione ed una maggiore difficoltà operativa. A tale proposito è molto utile lo strumento dell' inventario della vegetazione anche per le aree urbane, soprattutto per superare effettive carenze informative e per impostare una corretta gestione del verde urbano sotto il profilo sia tecnico che economico. Proprio in questo contesto l'aspetto certamente più difficile è la previsione delle risorse finanziarie per la realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria del verde, annuali e poliennali. Tutte le volte che si affronta la tematica del verde urbano il problema che maggiormente si pone in termini scientifici è quello di potere giungere ad una definizione precisa dei costi sia di realizzazione e di progettazione, sia di manutenzione dell'area. Appare necessario, per definire tali elementi, operare attraverso la definizione delle aree verdi in relazione alle diverse funzioni a cui esse assolvono e al grado di soddisfazione dei bisogni della popolazione e dell'ambiente.

9.1.1 Tipologie dei costi

In qualsiasi progettazione operativa i costi da rilevare riguardano la definizione di costi fissi e variabili per la realizzazione dell'area e per un attento studio delle specie vegetali da inserire. Ad essi vanno poi aggiunti i costi da sostenere per una regolare manutenzione delle aree verdi, e per riparazione di eventuali danni dovuti anche a cause eccezionali abbastanza frequenti in questo ambito (temporali e nubifragi che comportano la caduta di alberi o parte di essi). In genere esistono alcune tipologie di costi legate alla risoluzione di controversie che possono sorgere sia a causa di

eventi eccezionali che a problemi connessi alla gestione delle aree stesse: è il caso del controllo delle infestazioni dovute ad attacchi parassitari. Sul piano più prettamente operativo vi è anche la necessità di individuare informazioni quantitative relative alle esigenze della popolazione e pertanto all'organizzazione degli spazi verdi. L'acquisizione delle voci di costo potrà avvenire attraverso la realizzazione di un data base che comprenda i seguenti elementi:

- a) Costi di realizzazione delle principali opere necessarie alla realizzazione degli spazi verdi;
- b) Costi di manutenzione delle strutture e costi dei servizi di gestione ;
- c) Analisi del valore delle aree verdi.

L'acquisizione dei costi di realizzazione delle principali opere, così come gli elementi di progettazione delle aree verdi in ambito urbano, sono parte integrante dei computi metrici e dei capitolati speciali presenti nel progetto definitivo e perciò facilmente reperibili presso gli uffici della pubblica amministrazione. Non è scopo di questo studio valutare i termini e l'entità di tali costi, che tra l'altro si differenziano fortemente a seconda dell'importanza e della complessità dello spazio verde progettato. Vorremmo soffermarci invece sulla manutenzione dell'opera considerando che questa fase si dimostra come la più delicata ai fini della conservazione di un'area verde. Nel capitolo 11 invece, verrà poi affrontato il tema della valutazione dell'area verde urbana.

9.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Per quanto concerne l'acquisizione di informazioni e costi specifici per il settore verde urbano, è da segnalare che in letteratura non sono presenti contributi rilevanti; le uniche informazioni che si trovano sono relative ad esperienze di pianificazione e/o di progettazione di luoghi o aree con funzione ricreativa, ma si limitano a indicare un costo totale o per unità di superficie.

Lo spazio aperto urbano è formato da ambienti con caratteristiche e forme diverse, in gran preponderanza si tratta di spazi pavimentati come piazze, strade, aree per giochi, ma con presenza, anche se non sempre in maniera estesa, di aree verdi (Chiusoli, 1999; Toccolini, 2004; Ezechieli, 2006). Un elemento di grande importanza in questo contesto è rappresentato dalla manutenzione ordinaria e dalla modalità con questa essa viene gestita. La progettazione rappresenta indubbiamente uno degli elementi fondamentali per la creazione di un'area verde: se esistono e sono evidenti le carenze di manutenzione (incolti, erbacce, mancanza di potature), si rischia di compromettere la validità dell'intervento e di dequalificare un'area urbana. Gestire uno spazio verde significa innanzi

tutto concepirne in modo dinamico gli interventi di manutenzione (Bovo, 1998). Questi consistono in una serie di attività che non sempre valorizzano l'importanza del verde urbano. Molti insuccessi apparentemente inspiegabili (perché i singoli interventi sono stati eseguiti in modo tecnicamente corretto) sono spesso provocati proprio dalla mancanza di organicità degli interventi stessi (Agostoni e Marinoni 1993).

Queste considerazioni ci indicano che la manutenzione ordinaria, per poter essere veramente parte integrante di un piano di gestione del verde, deve essere programmata e seguita nei minimi dettagli da parte delle pubbliche amministrazioni. Le modalità di traduzione pratica possono essere numerose, ma certamente quella che assume carattere preponderante, è la predisposizione di un capitolato speciale dettagliato che chiaramente definisca l'entità di ciascun intervento. Altre soluzioni possono consistere nella nell'applicazione di un sistema di controlli molto articolato da effettuare nel tempo.

Come numerosi autori hanno evidenziato (Migliorini 1989; Chiusoli 1992, Odone 1992; Fabbri 1996, Fieni 2004;) in molte delle aree verdi di una grande città soltanto l'esecuzione di interventi quotidiani di pulizia potrebbero mantenere in condizioni ottimali i tappeti erbosi, le aiuole, i sentieri, ecc., tutti elementi di spicco delle diverse tipologie di verde. Questa scelta comporta, però da parte delle pubbliche amministrazioni, un impegno finanziario talvolta troppo elevato, che obbliga a ripiegare su cicli più lunghi e differenziati in base all'intensità e alla periodicità dell'utenza, alla vicinanza alle vie di grande traffico veicolare e pedonale, alla natura stessa delle sistemazioni a verde.

Sul piano strettamente tecnico-operativo le aree verdi di piccole dimensioni e quelle di grandi si differenziano sensibilmente per l'organizzazione e le esigenze di intervento. Infatti la pulizia di piccoli spazi risulta più gravosa ed il dover intervenire in aiuole microscopiche, costellate di migliaia di residui puntiformi, riduce la produttività del personale. Un altro aspetto da cogliere, quando si parla di manutenzione ordinaria di un'area verde, sono certamente gli strettissimi rapporti tra progettazione e manutenzione. Bisogna, infatti, osservare che certe tipologie di sistemazione di aiuole spartitraffico con siepe centrale in forma obbligata, sono spesso causa di degrado e inoltre presentano un elevato grado di difficoltà per la manutenzione. Come in molte altre circostanze, un'eccessiva promiscuità di tappeto erboso e arbusti comporta un forte onere manutentivo.

9.2.1 L'importanza dei tappeti erbosi nelle aree verdi urbane

Una componente di grande rilevanza nell'attuazione della manutenzione ordinaria è rappresentata dal taglio dei prati e dall'eliminazione del residuo di lavorazione. Si tratta di un intervento, che unito alla pulizia dell'area, costituisce un elemento di forte gradimento da parte del visitatore (fatto evidenziato nei giudizi espressi dai visitatori intervistati), indipendentemente dal fatto che si tratti di un frequentatore occasionale o abitudinario del luogo (Tyrväninen e Vaananen 1998; Konijnendijk 2003). È necessario effettuare questo intervento, così come consigliato anche nella letteratura specializzata (Odone 1992; Alma et al. 2000), più di frequente nei periodi di maggior crescita (primavera e fine estate), e meno nei periodi di rallentamento vegetativo (estate nei climi più caldi e aridi, inverno nei climi più rigidi). La frequenza del taglio (da 1-3 volte a 15-20 per anno) dipende da numerose variabili, tra di esse quelle di maggiore rilevanza sono: l'uso del tappeto, le specie presenti, il tipo di clima, la disponibilità irrigua, le concimazioni, ma come per altri interventi anche da aspetti di natura finanziaria.

Una media di 20 interventi per anno è compatibile soltanto quando si ha disposizione un budget consistente, se questo può rappresentare un vincolo non bisogna dimenticare che i vantaggi ricavati possono essere numerosi in quanto permettono di risparmiare sui costi della raccolta dei prodotti del taglio. Se la città ha dimensioni rilevanti e la manutenzione ordinaria delle aree verdi viene svolta mediante appalti, si presenta il problema del controllo. Frequenza e qualità del taglio non sono facili da verificare tempestivamente in una miriade di aree verdi diverse, per cui occorre adottare adeguati strumenti di controllo. Escludendo la possibilità di un controllo continuo degli interventi, il metodo più razionale e attuabile consiste nell'approntamento di un piano del verde⁴ (Semenzato 2004), in cui viene indicata la sequenza delle aree da sottoporre a manutenzione e le presumibili date di intervento. Con tale strumento si rendono sistematici ed omogenei gli interventi di gestione del verde evitando pertanto di incrementare i costi di ordinaria manutenzione.

Oltre al manto erboso, gli interventi di manutenzione ordinaria e anche di quella più specificatamente straordinaria, riguardano altre componenti dell'area verde che, sinteticamente, possono così riassumersi:

la raccolta delle foglie e del residuo della tosatura;

⁴ Il PIANO DEL VERDE è un insieme complesso di informazioni che sintetizzano e visualizzano in forma cartografica, i risultati delle diverse analisi

la fertilizzazione e l'ammendamento, il verticut, la carotatura, la ricarica del terreno;
la potatura degli arbusti e la tosatura delle siepi;
la spollonatura e la potatura degli alberi;
i trattamenti antiparassitari a carico delle piante arboree e arbustive;
eventuali diserbi.

Si tratta di operazioni colturali a cui le amministrazioni pubbliche ricorrono frequentemente e che nella programmazione ordinaria dovrebbero essere inserite in un apposito piano del verde e regolamentate dal regolamento del verde (Oneto 1998).

La previsione dei costi di intervento è possibile rilevando i tempi effettivi di lavoro e gli oneri di realizzazione. Il calcolo del loro importo è facilmente deducibile attraverso i prezziari che numerose regioni e amministrazioni comunali hanno appositamente messo a punto.

Un caso applicativo è stato seguito per due aree della città di Firenze; Villa Stibbert e Piazza d'Azeglio. Ne riportiamo nei successivi paragrafi in dettaglio alcuni elementi di maggiore rilievo.

9.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLA RICERCA

9.3.1 Il verde pubblico nella città di Firenze. Aspetti descrittivi

Gli studi sul valore del verde non sempre sono trasferibili alle realtà oggetto di analisi. Si sente, quindi, la necessità di dotarsi di opportune strumentazioni metodologiche che consentano di risolvere in maniera standardizzata i problemi della valutazione, dell'efficienza ed efficacia economica delle opere realizzate e della loro manutenzione. Non potendo offrire un panorama esaustivo relativo alla stima dei costi, dato che l'unicità delle singole aree verde è pressoché infinita, abbiamo ritenuto utile affrontare due singoli casi di studio che possono offrire suggerimenti metodologici che l'amministrazione potrebbe fare propri per arrivare alla stima dei costi standardizzati di realizzazione, impianto e manutenzione per tipologia di area.

La città di Firenze si estende su una superficie 102,27 Km² e da un punto di vista amministrativo è suddivisa in cinque quartieri. La superficie occupata dalle aree verdi pubbliche (gestite direttamente dall'amministrazione comunale) ammonta a circa 2 Km² che coincide con appena il 2% dell'area comunale. Il contributo percentuale fornito dai cinque quartieri è alquanto eterogeneo, in quanto i

quartieri 1 e 3 oscillano su valori di poco superiori all'1%, il quartiere 2 si colloca su un valore leggermente superiore (1, 5%), mentre il quartiere 4 supera, anche se solo parzialmente il 4%. Il quartiere cinque si pone appena al di sopra (circa il 2%) del valore medio registrato per le aree verdi dell'intera area comunale (1,99%). Va tenuto presente, ai fini della validità di questo confronto, che per il quartiere 1 (centro storico della città) si registra una superficie destinata ad area verde di soli 124.000 mq circa, ma va notato che questa superficie sarebbe di ben altra dimensione se ad essa si aggiungessero i giardini posti sotto la tutela della Soprintendenza ai Beni Artistici, che certamente assumono un ruolo preponderante nell'ambito del centro storico, pensiamo al Giardino di Boboli (45 ha) ed ai numerosi giardini e palazzi storici di proprietà privata quali: Palazzo Capponi, Palazzo Frescobaldi, Giardino Bardini, Giardino Tottigioni ecc. (Zoppi, 1996).

Tab. 9.1 - I quartieri della città di Firenze: superfici, distribuzione del verde, popolazione

Quartiere	Q₁	Q₂	Q₃	Q₄	Q₅	TOT
N° di aree verdi	19,00	51,00	40,00	83,00	54,00	247,00
Superfici aree verdi (Kmq)	0,13	0,35	0,26	0,71	0,58	2,03
Superficie aree verdi/Superficie aree verdi totale	6%	17%	13%	35%	29%	100%
Superficie media aree verdi (mq)	6842,1	6862,7	6500,0	8506,0	10740,7	8202,4
Superficie quartieri (Kmq)	11,40	23,41	22,31	16,99	28,17	102,28
% Aree verdi / superficie quartiere	1,14%	1,50%	1,17%	4,16%	2,06%	1,98%
Popolazione residente nel quartiere	67.802	88.626	41.246	66.564	103.739	367.977
Residenti / Kmq	5.950	3.786	1.849	3.918	3.682	3.598
Residenti / superficie di area verde	5.453	2.612	1.584	942	1.703	2.470,80
mq area verde per abitante	1,9	3,9	6,3	10,6	5,6	5,5

Fonte: ns. elaborazione dati Comune di Firenze, 2006.

Da un confronto che scaturisce dai dati messi a disposizione dal Comune di Firenze risulta che le caratteristiche del verde nei vari quartieri non sono uniformi. Vediamo adesso in dettaglio alcuni aspetti emergenti.

Per quanto riguarda la dotazione pro capite di aree verdi gli abitanti del quartiere quattro possono contare su valori doppi (10 m²) rispetto alla media dell'intera area comunale (5,5 m²), mentre il quartiere cinque, il più popoloso ed esteso si mantiene su livelli decisamente inferiori (ca. 5,9 m²). Tale circostanza testimonia il fatto che il quartiere cinque dispone di un numero di aree verdi più grandi rispetto al resto della città. Va notato però che in questo quartiere della città di Firenze ad una grande disponibilità in termini di superficie non corrisponde un'analogia disponibilità dei servizi erogati: ad esempio le strutture sportive di vario genere non sembrano sufficienti rispetto alla popolazione residente.

9.3.2 Approfondimenti su due aree verdi caratteristiche della città Firenze. Descrizione ed analisi dei costi di ordinaria amministrazione.

Piazza D'Azeglio

È una piazza-giardino del tutto simile per concezione spaziale e concettuale ad uno square⁵ inglese, inaugurata nel giugno 1868, è il primo giardino pubblico nato come tale nella Firenze moderna.

La sua realizzazione era prevista come parte integrante del nuovo quartiere della Mattonaia, e insieme a piazza dell'Indipendenza trova la sua origine nei primi interventi urbanistici promossi dal Granduca Leopoldo II (Bencivenni & De Vico, 1998). La piazza, in origine recintata con cancellata di ferro battuto, ha un perimetro rettangolare con piccola vasca centrale di forma ottagonale con zampillo. Il suo impianto si basa su una serie di vialetti sinuosi (oggi asfaltati) ed aiuole a prato con alberi ad alto fusto; una delle aiuole, la seconda in ordine di grandezza, è occupata dal rettangolo di un piccolo campo sportivo recinto da rete metallica e un'altra adiacente dedica tutta la sua superficie ai giochi per bambini.

Il giardino di Piazza D'Azeglio è il primo giardino pubblico nato come tale nella Firenze moderna⁶. Gli alberi presenti nel piccolo parco sono disposti secondo filari che circondano completamente ogni aiuola. In totale sono presenti 187 alberi.

⁵ Piccolo giardino urbano dell'Ottocento di forma regolare, circondato da elementi di edilizia a schiera fra loro omogenei.

⁶ Nel 1880 il giardino passò all'Amministrazione dei pubblici giardini e passeggi e fu rimesso in buono stato. Fino al 1929, nonostante l'alternanza dei periodi di trascuratezza, il giardino fu curato abbastanza bene.

Nel periodo della seconda guerra mondiale l'asportazione della cancellata lascia il giardino senza difese e segna l'inizio di un degrado difficile da contenere. Nel dopoguerra furono realizzate aree gioco, ma nel 1966 le acque dell'alluvione demolirono il giardino, che fu riordinato alla meglio l'anno successivo.

Parco del Museo Stibbert

Verso la metà dell'Ottocento alcuni fra gli architetti più importanti del panorama cittadino e nazionale progettaronò sulle pendici del colle di Montughi tre giardini, il giardino di Villa Stibbert, il giardino di Villa Fabbricotti e quello della società Toscana dell'Orticoltura. Tutti e tre i parchi, nati con destinazione privata, sono stati poi donati al Comune di Firenze.

Al di là dell'importanza che il parco di Villa Stibbert ha assunto ai giorni nostri come area di verde pubblico, esso viene ricordato da numerosi studiosi italiani e stranieri come "uno dei più bei giardini fiorentini"(Serci, 2004). Nel settembre 2004 sono terminati i lavori di restauro del parco di Villa Stibbert con un progetto che ha riguardato anche la ristrutturazione del giardino Toscolaziale⁷.

Il parco occupa un vasto appezzamento di terreno quadrilatero di circa 34.000 metri quadri interposto fra i fabbricati del Museo, ubicati nella quota più alta lungo via Montughi, e il muro di confine che corre parallelo alla quota più bassa della proprietà. Al di là della sua importanza storica e artistica, il parco riveste un ruolo interessante dal punto di vista scientifico e botanico, dal momento che ospita un considerevole numero di esemplari vegetali, alcuni dei quali sicuramente inusuali per i giardini toscani (Bencivenni e De Vico Fallani, 1998).

Le analisi realizzate in questo contesto si sono limitate ad evidenziare nell'ambito di due aree campione, scelte nel contesto della città di Firenze, gli interventi di manutenzione primari ed i costi che essi comportano. Le operazioni di manutenzione straordinaria, quali potature e abbattimenti di alberature disseccate, oltre che una accurata cura dell'area verde ed un più alto numero di interventi, sono invece compresi nella manutenzione cosiddetta "ottimale".

Le applicazioni sono avvenute utilizzando i prezzi riportati nel prezzario fornito dal Quartiere 5 della città di Firenze (Comune di Firenze, 2002-2003).

Le stime effettuate (tabelle 9.2 e 9.3) ci offrono un'idea dell'entità del costo annuo di manutenzione ordinaria. In particolare evidenziano quanto per un'accurata manutenzione necessitino buone disponibilità finanziarie da parte della P.A. Lo scostamento tra gestione ordinaria e straordinaria è dovuto principalmente ad un più elevato numero di interventi previsto per tutte le componenti del verde presenti; oltre a queste sono da aggiungere le potature delle alberature che nelle condizioni ordinarie non sono incluse. In entrambe le aree, se si includono anche le spese relative alle evenienze

⁷ Nei tre ettari di verde, riportati all'origine con nuove sedute di legno, stradine più comode e percorribili, i visitatori potranno vedere una serie di opere ripristinate tra cui la viabilità e risistemazione del verde con l'abbattimento e la sostituzione di tutti gli alberi pericolanti che rischiavano di danneggiare persone e cose.

straordinarie, l'entità della spesa annua si incrementa fortemente e diventa più difficile da sostenere con gli stanziamenti finanziari attuali.

Va considerato comunque che il confronto dei costi sostenuti per la manutenzione sia ordinaria che ottimale, non è possibile in quanto siamo di fronte a tipologie diverse di area verde urbana. Nel caso dello Stibbert ci troviamo di fronte ad un parco prospiciente un museo, un'area pertanto recintata, aperta soltanto nelle ore diurne e certamente meno esposta a fenomeni come l'incuria o il vandalismo. Inoltre la conservazione e la cura di aiuole e vialetti, oltre che di statue e manufatti vari, impone in questo caso, costi decisamente più elevati. L'applicazione di un modello unico di previsione dei costi di manutenzione non è pertanto possibile in quanto l'entità di questa spesa è fortemente legata alla tipologia dell'area considerata.

Tab. 9.2 -Analisi dei costi attuali e ottimali per interventi di manutenzione per l'area verde di Piazza d'Azeglio.

	Condizioni ordinarie	Condizioni ottimali
	€/anno	€/anno
Aiuole		
Tappeti erbosi	4.368,00	10.962,00
Siepi	2.550,00	4.570,00
Alberature		1.757,80
Lavori vari	1.224,00	2.448,00
Totale	8.142,00	19.737,80
Superficie soggetta a manutenzione		
(mq)		24.480
<i>Costo a mq</i>	<i>0,33</i>	<i>0,81</i>

Tab. 9.3 - Analisi dei costi attuali e ottimali per interventi di manutenzione da eseguire nel Parco Stibbert (Firenze).

	Condizioni ordinarie	Condizioni ottimali
	€/anno	€/anno
Aiuole	2.709,44	2.709,44
Tappeti erbosi	5.850,00	11.546,50
Siepi	2.940,00	4.404,00
Alberature		4.859,40
Lavori vari	11.152,00	16.220,80
Totale	22.651,44	39.740,14
Superficie soggetta a manutenzione (mq)		
	33.800	
Costo a mq	0,67	1,18

Oltre a quanto ora evidenziato bisogna dire che la gestione delle aree verdi comprende anche una serie di costi ulteriori per l'Amministrazione rispetto a quelli già indicati. Tra questi vi è certamente l'organizzazione degli uffici amministrativi e tutto ciò che concerne poi la fase organizzativa dei lavori in campo. Riportiamo qui di seguito un caso applicativo relativo ad una città campione.

9.3.3 Un esempio applicativo in una città campione: la gestione delle alberature pubbliche

Come già evidenziato nel paragrafo 10.3.2, la gestione del verde, a livello di amministrazione pubblica, non è più inquadrabile in una serie di interventi legati alla sola salvaguardia delle specie vegetali interessate o alla manutenzione degli spazi in cui questi insistono, ma si inserisce in un complesso di operazioni tese a salvaguardare gli aspetti paesaggistici, culturali e igienico-ambientali espressi dal verde nei suoi diversi aspetti. Molti centri urbani si sono di conseguenza dotati di specifici regolamenti finalizzati alla corretta gestione di tale patrimonio.

Questa consapevolezza ci ha suggerito di approfondire la ricerca uscendo fuori dagli schematismi del semplice calcolo del costo di manutenzione e costruzione degli spazi verdi e sviluppando l'analisi verso l'osservazione di tutto l'apparato amministrativo necessario alla gestione del patrimonio ambientale della città. A tal fine abbiamo analizzato, come caso studio, la tutela del patrimonio arboreo e arbustivo del Comune di Firenze nel quale è presente un apposito regolamento che detta gli indirizzi per uniformare gli interventi sulle alberature in città (n. 380/342 del 13/5/1991). Tale regolamento fornisce inoltre le indicazioni di comportamento che devono essere rispettate ed attuate

dai cittadini, dagli operatori del settore, dalle ditte pubbliche e private che lavorano sul territorio comunale ed hanno un rapporto con il verde.

L'Amministrazione Comunale provvede, tramite un proprio ufficio della Direzione Ambiente (P.O. Alberature e parchi), alla gestione di tale patrimonio in conformità delle previsioni del regolamento. Anche se le fasi di potatura, abbattimento e reimpianto degli alberi e degli arbusti rappresentano le operazioni finali della gestione del patrimonio arboreo, questa va ben al di là degli specifici interventi sulle piante. Abbiamo quindi provveduto a rilevare la consistenza delle risorse umane e materiali di questo ufficio, le attività che questo gestisce e le operazioni dirette sulle piante che gli addetti eseguono.

Per rispondere alle finalità sopra esposte, il Comune di Firenze ha commissionato (Ciclat) la realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) che, oltre a censire il patrimonio arboreo e arbustivo della città, fosse in grado di raccogliere informazioni utili alla gestione e alla pianificazione delle alberature cittadine.

9.3.3.1 La struttura dell'ufficio

Il punto di partenza della nostra analisi ha riguardato l'osservazione dell'organigramma della struttura amministrativa comunale addetta alla gestione delle alberature. Questo è composto da un Funzionario responsabile dirigente, da un istruttore direttivo, da altre posizioni che, amministrativamente, sono classificate come C3, B6 e B5. Le posizioni B5 sono rappresentate dalle squadre di operai che operano sul territorio sotto la direzione dei quadri (C3 e B6). A ciascuna tipologia lavorativa è associata una specifica mansione concordata e diretta dal Funzionario Responsabile dell'ufficio. La tabella 9.4 riassume le principali funzioni svolte dai dipendenti dell'ufficio.

Tab. 9.4 – Funzioni svolte dai dipendenti dell'ufficio Alberature

Istruttori agrari e tecnici	Squadre di boscaioli
Appalti	Potature alberi
Segnalazione cittadini	Abbattimenti
Lotta fitosanitaria (organizzazione e controllo appalti)	Raccolta ramaglie e tronchi
Danni da alberi: controllo per assicurazione	
Controllo dei lavori eseguiti su appalto	
Contabilità	
Sopralluogo pre lavoro (lista e urgenza interventi)	

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

Durante l'attività di rilevazione dei dati, effettuata in collaborazione con l'ufficio, oltre a rilevare i diversi compiti a cui l'ufficio assolve, è risultato estremamente interessante rilevare la tempistica degli interventi che è stata graduata in funzione di salvaguardare l'incolumità pubblica di fronte a eventi di pericolo che un eventuale ritardo nell'esecuzione del lavoro avrebbe potuto far sorgere. Sono così stati definiti tre livelli di intervento, quelli di massima urgenza, quelli programmati e quelli di bassa urgenza. La tabella 9.5, in modo indicativo, mostra la tempistica e definisce i tre livelli.

Tab. 9.5 – Livelli di intervento e loro tempistica

Tipo di intervento	Tempistica
<i>Interventi di massima urgenza:</i> Asporto di nidi di Processionaria Alberi pericolanti Interventi in Scuole	1-2 giorni
<i>Interventi programmati di normale manutenzione</i>	2-3 mesi
<i>Interventi di bassa urgenza:</i> Piccole potature Segnalazioni di cittadini per rami che ostruiscono la vista il panorama , la luce	12 mesi

Fonte: ns. elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

La pianificazione degli interventi, come verrà illustrato in maggior dettaglio in seguito, la raccolta dei dati, la loro classificazione e l'organizzazione del lavoro, che precedono il successivo intervento operativo, assorbono molte delle risorse umane presenti nell'ufficio, attività che spesso non sono poi computate nei costi di manutenzione e gestione. Riportiamo a tale proposito solo un esempio della complessità organizzativa: qualora l'intervento debba essere svolto su strada, è necessaria la richiesta presso la direzione mobilità del divieto di sosta o transito con il conseguente intervento della Polizia Municipale per l'affissione della cartellonistica stradale. Questa procedura, di per sé non eccessivamente complessa, richiede l'interessamento di diversi uffici e solitamente necessita di una settimana di tempo per poter essere espletata e ultimata.

9.3.3.2 Le risorse materiali

Insieme alle risorse umane sono state rilevate anche le risorse materiali che, oltre agli spazi occupati dagli uffici e alle dotazioni d'ufficio, sono principalmente costituite dal parco macchine necessario

agli spostamenti delle squadre di operai sui cantieri di lavoro e per l'esecuzione dei lavori di abbattimento, potatura e pulizia. Alcune delle attrezzature sono assegnate ad ogni singola squadra, in modo da non costituire fattore limitante rispetto alla potenziale operatività di ogni singola squadra, mentre altre sono a disposizione dell'intero ufficio. Per ogni macchina (autoveicolo, autocarro, motocarro, motoveicolo, carro gru, motoseghe, ...) è stata rilevata la marca, il modello, l'anno di acquisto, il costo annuo di assicurazione, la valutazione di mercato e il costo storico.

Questo ci ha consentito di calcolare sia il patrimonio disponibile sia il costo di gestione annua. Sono, inoltre, state rilevate le attrezzature relative ai sistemi di sicurezza personali obbligatori che devono essere indossati da chi esegue i lavori.

9.3.3.3 L'organizzazione del lavoro

Ogni squadra di boscaioli ha una operatività di 6 ore giornaliere e, nel rispetto della legge 626/1994, è composta da un capo squadra e da tre boscaioli.

Il personale tecnico avvisa con un giorno di anticipo ogni capo squadra circa i lavori di potatura o abbattimento da eseguire, fornendo la cartografia necessaria all'individuazione del luogo dei lavori. Delle diverse squadre operanti presso l'ufficio una è specializzata per i lavori "a corda", quelli cioè ove è previsto di arrampicarsi direttamente imbracati sull'albero, senza il cestello meccanico. Questo tipo di intervento, più rischioso e più dispendioso in termini di tempo e di energie, è eseguito in casi particolari, quando ad esempio si è impossibilitati a raggiungere la zona coi mezzi meccanici, oppure quando la conformazione ed ubicazione delle piante è tale da richiedere un intervento straordinario.

Qualora, invece, il lavoro sia ordinario, le squadre utilizzano per la potatura degli alberi il cestello meccanico. Una volta raggiunta la località prestabilita ed individuato l'albero su cui intervenire, si procede a mettere in sicurezza il cantiere. Questa operazione coinvolge una persona della squadra che, salvo in casi particolari, non circoscrive fisicamente l'area di lavoro ma la controlla di persona. Le mansioni per gli altri soggetti della squadra sono: due persone eseguono le operazioni con la motosega ed una raccoglie ed accatista la ramaglia a terra.

Nel caso in cui si esegua il lavoro a corda, una persona si arrampica sulla pianta ed esegue i tagli, due persone vigilano ed un'altra svolge i compiti di pulizia.

In ogni caso, prima di iniziare i lavori, si eseguono sempre le manutenzioni ordinarie sugli attrezzi di lavoro. Per quanto riguarda la manutenzione ordinaria del cestello, invece, essa viene svolta una volta al mese e consiste nell'ingrassamento del braccio e delle catene.

Per quanto riguarda il tempo necessario al completamento delle operazioni, il che comprende l'arrivo al cantiere, la sua messa in sicurezza, la preparazione del cestello, l'effettivo abbattimento o potatura della pianta, la pulizia dell'area ed il riordino di tutti gli arnesi, queste dipendono fortemente dalla tipologia, ubicazione e conformazione di ciascuna pianta. Si può ipotizzare, in linea molto generale, che, per quanto riguarda l'abbattimento, in una giornata lavorativa si riesca a tagliare circa 1-2 piante di 50-80 centimetri di diametro. Per quanto riguarda la potatura, invece, indicativamente 4-5 piante di 30 centimetri di diametro. Siamo voluti scendere in questo dettaglio in quanto, spesso, in letteratura vengono riportati i tempi impiegati nelle singole operazioni al netto dei tempi morti (preparazione cantiere, manutenzione macchine, pause,), mentre il trasferimento delle maestranze, la preparazione del cantiere, l'organizzazione del lavoro e la manutenzione dei mezzi utilizzati (rifornimenti combustibile, regolazioni motoseghe, ecc...) assorbono un tempo notevole rispetto a quello considerato per eseguire la specifica operazione.

9.3.3.4 L'analisi del lavoro svolto dalle squadre di boscaioli

La realtà che abbiamo esaminato utilizza le squadre di boscaioli esclusivamente per gli interventi di potatura e di abbattimento degli alberi.

È stato possibile osservare gli interventi eseguiti da ogni singola squadra nel periodo maggio 2006 – dicembre 2006 sia per gli interventi di potatura sia per quelli di abbattimento. I risultati ottenuti mostrano (vedi tabella 9.6, Figura 9.1) un'ampia variabilità della produttività di ogni singola squadra. Poiché le diverse operazioni richiedono impegni di tempo molto diversi, non è possibile sommare il numero di interventi complessivamente svolti in economia diretta; inoltre, l'attività di abbattimento e potatura svolta dalle diverse squadre non è equamente ripartita e quindi la somma degli interventi per squadra risulterebbe poco significativa.

I dati forniti dall'Ufficio alberature ci hanno però consentito di individuare un rapporto medio tra il tempo impiegato per le operazioni di potatura e quelle di abbattimento, tempo complessivo del lavoro che, come ricordato nel precedente paragrafo, comprende la messa in opera del cantiere, le operazioni svolte e lo sgombero dei residui dell'intervento. Inoltre, è evidente che il rapporto individuato, pari a 5/2 (il tempo di potatura di cinque piante equivale a quello di abbattimento di 2 piante), si riferisce al dato medio registrato nel periodo di osservazione, in quanto la grandezza della pianta, il suo grado di complessità e la sua collocazione nel contesto urbano influiscono enormemente sui relativi tempi di intervento. Da notare che lo stesso rapporto (2,3) è stato

riscontrato tra i costi registrati per le operazioni di potatura e di abbattimento eseguite in appalto (cfr. par. 10.3.3.6).

Tale rapporto ci ha però permesso di sommare i diversi interventi tra loro al fine di verificare una ampia oscillazione nella produttività massima e minima registrata. Tale differenza si può imputare ad una grossa variabilità dei soggetti su cui si interviene e nelle difficoltà delle operazioni al variare delle differenti situazioni che ogni singola squadra si trova ad affrontare illustrate nella Tabella 9.7.

Poiché l'analisi dei costi è stata effettuata su base annua, per rendere comparabili gli interventi in appalto con quelli effettuati in economia diretta, ed essendo stati questi ultimi rilevati per solo 8 mesi, si è provveduto ad effettuare una stima delle potature e degli abbattimenti annuali sulla base della media mensile dei dati fino ad oggi osservati.

Tabella 9.6 – Numero interventi di potatura e abbattimento distribuiti per mese

	Numero di		Interventi per squadra*		
	Potature	Abbattimenti	Max	Min	media
maggio	100	6	22	9	15
giugno	171	2	36	12	23
luglio	n.d.	n.d.			
agosto	90	12	25	8	16
settembre	147	21	33	22	27
ottobre	130	28	32	21	27
novembre	106	20	29	12	21
dicembre	39	19	17	6	12
Totale	783	108			
Totale annuo**	1.077	149			

*Numero abbattimenti + numero potature moltiplicato per 0,4

** Valore stimato

Fonte: Ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

Figura 9.1 – Numero medio di interventi per squadra

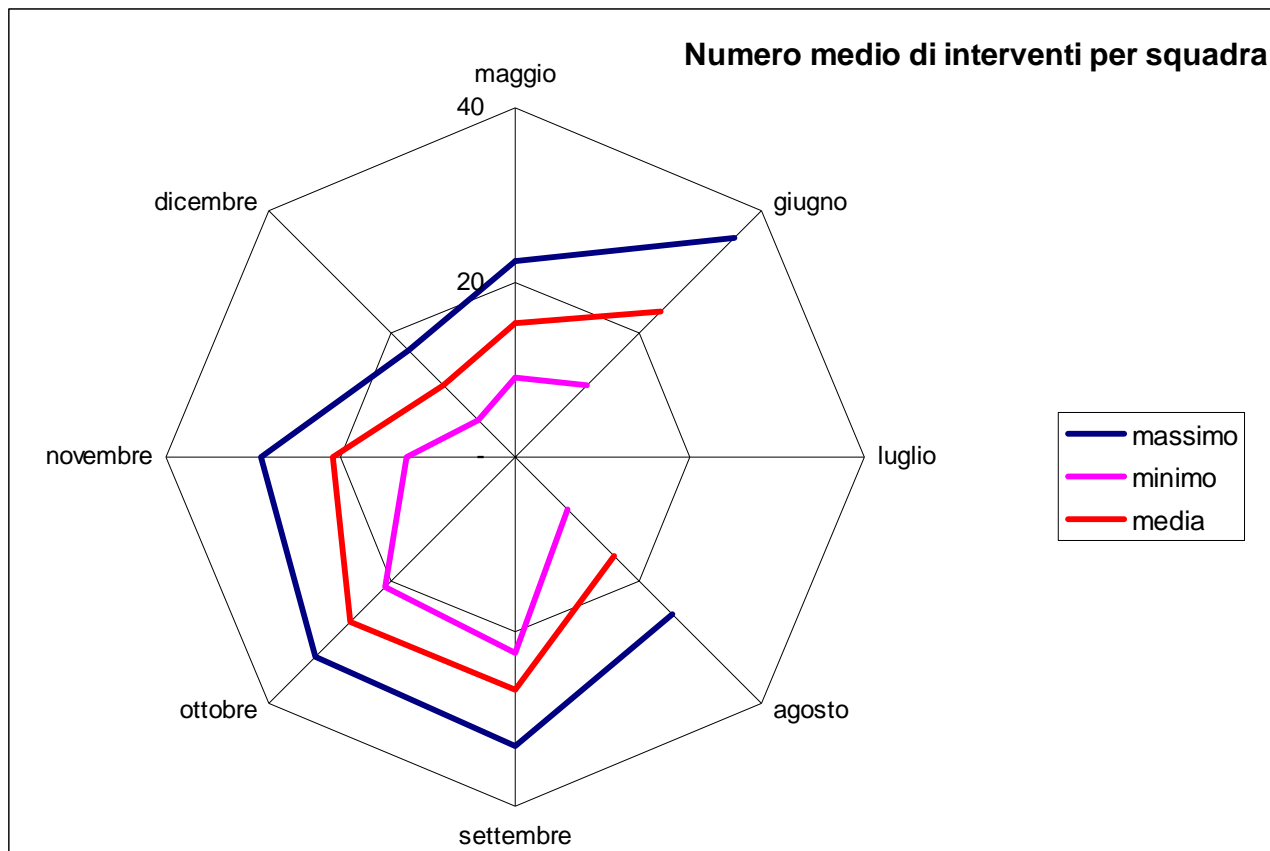


Tabella 9.7 – Distribuzione percentuale degli interventi in relazione alla loro localizzazione

Scuole	16%
Giardini	13%
Piazze	8%
Parco delle Cascine	19%
Strade	33%
Parco Villa	12%

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

9.3.3.5 Gare di Appalto

Parallelamente alla gestione diretta, il verde urbano è gestito anche attraverso appalti banditi dal comune stesso. In questo caso, l'appalto prevede operazioni di abbattimento, potatura, impianto e reimpianto degli alberi. Il numero di interventi⁸ effettuati attraverso gli appalti (Tabella 9.8) è pari a circa il 67%⁹ del totale e al 60% se si considerano le sole operazioni di abbattimento e potatura.

Tabella 9.8 – Gli interventi eseguiti tramite appalti

	Potature	Abbattimenti	Reimpianti
Interventi di :	1.374	305	337

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

9.3.3.6 Risultati ottenuti

Le informazioni fino a questo momento rilevate ci consentono di effettuare un primo bilancio relativo sia all'impiego delle risorse sia relativo al costo di gestione del patrimonio arboreo del comune.

Relativamente all'impiego delle risorse umane abbiamo verificato che le mansioni che esse svolgono sono riassumibili in tre tipologie principali:

- A – gestione appalti,
- B – gestione economia diretta,
- C – gestione pratiche verde urbano, direzione e ricerca.

I compiti del primo gruppo (A) sono riassumibili nella programmazione dell'appalto, nella stesura del contratto, nella direzione lavori, nella contabilità e controllo sul campo dei lavori eseguiti.

Il secondo gruppo (B) sovrintende al controllo delle aree di competenze e nell'organizzazione dei lavori da eseguire.

Per quanto riguarda il secondo gruppo (C) le attività consistono nei seguenti compiti:

- organizzazione dell'ufficio
- raccolta delle segnalazione dei cittadini,
- controlli in campo,

⁸ Per determinare il numero di interventi in appalto sono stati considerati gli anni 2005 e 2006.

⁹ Per rendere confrontabili gli interventi eseguiti in appalto con quelli eseguiti in economia diretta, poiché il tempo medio di potatura è pari ai 2/5 di quello necessario per un abbattimento e visto che il rapporto tra potature e abbattimenti per gli appalti è molto differente da quello dell'economia diretta, abbiamo moltiplicato le potature per 2/5 in modo da poterle sommare agli abbattimenti e capire quanto dell'attività operativa sia svolta in appalto e quanto in economia diretta.

- organizzazione della lotta fitosanitaria (compresa la lotta preventiva come l'individuazione alberi danneggiati, ...),
- gestione pratiche amministrative,
- sorveglianza in caso di opere stradali che richiedano scavi intorno agli alberi,
- gestione pratiche di autorizzazione al taglio, potatura, ...(su alberature pubbliche)
- gestione pratiche occupazione suolo pubblico.

La ripartizione dei costi è riportata in Tabella 9.9. Per i costi A, B e C si è tenuto conto delle retribuzioni dei dipendenti in relazione all'inquadramento previsto per le mansioni svolte. Per i costi fissi (D) si sono, invece, considerati tutti i costi relativi ai consumi (telefonata, affitto locali, carburante, altre spese), e all'ammortamento dei macchinari (non essendo stato possibile per il momento stimare l'entità di tutti i costi fissi, questi potrebbero risultare leggermente sottostimati). Per quanto concerne il costo delle operazioni di potatura, di abbattimento e di reimpianto (E) si sono considerate le retribuzioni del personale addetto a svolgere tale attività e il costo medio annuo degli appalti aggiudicati negli anni 2005 – 2006.

Tabella 9.9 – La ripartizione delle ore e dei costi assorbiti dalle tre tipologie di attività

		Costi	
		Ufficio	Complessivi
A	Costo gestione Appalti	25%	} 30%
B	Costo gestione Economia Diretta	22%	
C	Costo gestione Pratiche Verde Urbano, Ricerca e Direzione	53%	
D	Costi Fissi		2%
E	Costi operazioni di Potatura, Abbattimento, Reimpianto		68%
		100%	100%

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

Questa prima rilevazione mette bene in evidenza la forte incidenza dei costi tecnici amministrativi sul costo complessivo della gestione del patrimonio arboreo. Inoltre, si evidenzia una differente ripartizione nell'ambito dei costi di ufficio tra costi di gestione per gli appalti (25%) e quelli per la gestione dei lavori eseguiti in economia diretta (22% dei costi di ufficio). La somma delle operazioni colturali (potature, abbattimenti, ecc...) sia date in appalto sia condotte in economia diretta assorbe il 68% delle risorse disponibili a dimostrazione della complessità organizzativa delle gestione del patrimonio selvicolturale della città.

Come osservato in premessa la gestione del verde urbano non può semplicemente individuarsi nei costi operativi di taglio e potatura, ma nel garantire una sistemazione del patrimonio verde in linea con quanto previsto dai regolamenti comunali che sono indirizzati non solo alla difesa, alla messa in sicurezza e al mantenimento delle piante, ma anche, e soprattutto, agli aspetti paesaggistici, culturali e igienico-ambientali espressi dal verde nelle sue diverse componenti. Sulla base di queste ultime considerazioni sarebbe pertanto opportuno sommare ai costi dell'ufficio sopra descritti anche quelli relativi all'appalto stipulato dal Comune con la Ciclat¹⁰ (circa 900.000 €) per la predisposizione e manutenzione di un sistema di monitoraggio e controllo di tutti i soggetti arborei presenti nel comune.

Una ulteriore analisi è stata condotta sui costi medi delle tre principali differenti operazioni colturali compiute sulle alberature condotte in appalto ed in economia diretta.

Per i lavori in appalto sono stati presi in considerazione gli appalti stipulati negli ultimi due anni e si è valutato il costo medio annuo di appalto per le tre distinte operazioni e il numero medio annuo di interventi effettuati.

Per quanto riguarda, invece, i lavori in economia diretta sono state considerate le operazioni effettivamente svolte dalle squadre di boscaioli nell'arco di un anno. In funzione del tempo di esecuzione dei lavori svolti dalle squadre è stato possibile individuare un costo medio per ogni singola operazione in modo da renderlo confrontabile con il costo degli appalti¹¹.

Un primo possibile raffronto è quello tra i costi delle diverse operazioni svolte in appalto od in economia.

Tabella 9.10 – Costi medi operazioni sulle piante

	potatura	abbattimento	reimpianto	costo medio pesato	costo medio
1 - Appalto	143	331	500	166/224*	237/325*
2 - Economia Diretta	180	451	non svolto	213	284

* Il primo valore si riferisce alla media tra le prime due operazioni, il secondo alla media di tutte le operazioni

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

¹⁰ Nel costo di appalto Ciclat sono comprese anche attività estranee all'attività di monitoraggio delle piante che assorbono i 3/12 della manodopera operante nell'ambito di tale appalto.

¹¹ Come evidenziato nel paragrafo 10.3.3.4 il tempo medio delle squadre per compiere 2 abbattimenti equivale a quello impiegato per compiere 5 potature. Avendo le squadre tutte la stessa composizione e conoscendo il costo complessivo delle squadre (CT), pari all'ammontare delle retribuzioni, è stato possibile stimare il costo medio degli abbattimenti (Ca) e delle potature (Cp), ponendo a = numero abbattimenti e p = numero potature, secondo il sistema di equazioni:
 $2a = 5p$; $Ca*a + Cp*p = CT$.

Come è stato osservato in precedenza, il costo va analizzato in relazione non solo alla operazione colturale ma anche in funzione dei restanti costi di gestione. Se volessimo, quindi, ricondurre il costo complessivo della gestione delle alberature comunali alla singola pianta trattata avremo un costo unitario poco superiore ai 300 € e la differenza di costo tra la gestione in appalto ed in economia risulterebbe molto ridotta (vd. Tabella 9.10) rispetto a quanto le prime elaborazioni ci hanno mostrato.

Da notare, inoltre, che il costo a pianta con trattamento in appalto è superiore al costo in economia diretta se in esso si comprendono anche i rimpiazzi (che il comune non gestisce in economia diretta) ed inferiore se si considerano le sole potature e gli abbattimenti

Tabella – 9.11 Costo complessivo di gestione per pianta

1 - Costo unitario a pianta in Appalto	342
2- Costo unitario a pianta in Economia Diretta	308
1 bis - Costo unitario a pianta in Appalto solo per potature ed abbattimento	284

Fonte: ns elaborazione su dati forniti dall'Ufficio.

Poiché l'intervento di monitoraggio riguarda tutte le piante del comune non ci è sembrato corretto dividerlo per il numero di piante su cui si è intervenuti. Si è preferito, in questo caso, ripartire il costo totale sul numero totale delle piante del comune ottenendo un costo medio pari a 12 euro; se tale costo fosse stato ripartito sulle sole piante trattate nel corso dell'anno avremo avuto un costo a pianta pari a 402 euro. Tale costo non viene quindi conteggiato nell'ambito dei costi complessivi di gestione indicati nella tabella 9.11.

Tale risultato è dovuto al fatto che i costi gestionali pesano in maniera maggiore per gli appalti come è possibile osservare nella tabella 9.12 in cui è possibile vedere la disaggregazione dei differenti costi per gli appalti e per l'economia diretta.

Tabella – 9.12 I diversi costi di gestione per appalti e economia diretta

	I	II	III	IV	V
1 – Appalto	166/224	57	2		
				52	7*
2 - Economia Diretta	213	22	14		
I - Costo diretto per operazione svolta					
II - Costo di ufficio per interventi – ("Gestione Appalti"; "Gestione Economia Diretta)					
III - Costo personale per gestione buste paga – ("Gestione personale")					
IV - Costo generale ufficio per gestione alberi – ("Gestione pratiche verde urbano"; " Direzione ufficio"; "Gestione personale generale")					
V - Costi fissi ufficio per intervento – ("Telefono, ass. mezzi, benzina, affitto, ecc.")					
* I costi considerati comprendono solo una parte dei costi fissi in quanto non è stato al momento possibile conteggiare tutti i costi imputabili alla struttura dell'Ufficio e non sono stati compresi i costi del sistema di monitoraggio					

La differenza che emerge tra il costo sostenuto mediante l'appalto delle operazioni rispetto a quello relativo alle stesse operazioni in economia necessiterebbe di ulteriori approfondimenti. Infatti, va sottolineato che se la differenza di costo di trattamento della pianta tra appalto ed economia è del 22%, questa si riduce ad un 8% se si osserva il costo complessivo di gestione. Anche nell'ambito dei contratti di appalto che abbiamo potuto esaminare risulta un'ampia variabilità tra appalto e appalto (si arriva ad una variabilità dal prezzo medio rilevato per gli abbattimenti che oscilla tra più o meno 22%), differenze che, come accennato in precedenza, devono essere valutate in relazione alla caratteristica della pianta, alla sua relativa complessità ed alla qualità del lavoro eseguito.

9.4 CONCLUSIONI

Il censimento delle diverse tipologie di area verde urbana, come giardini storico-monumentali, giardini di quartiere, aiuole, ecc... permette di individuare dei moduli culturali standard, utili a quantificare il costo di gestione ottimale per ognuna delle tipologie definite. Nel caso di studio esaminato si è infatti cercato di arrivare alla determinazione dei costi non dei singoli interventi, ma di un costo medio ottimale di manutenzione per quella specifica area iscrivibile all'interno di una specifica tipologia di verde. Rispetto a quanto proposto potrebbe essere ulteriormente quantificati gli aspetti inerenti gli interventi di tipo agronomico, fitopatologico, selvicolturale, tecnico vivaistico, da attuare per garantire una buona manutenzione del verde. A fronte della valutazione del costo ottimale

per ciascuna tipologia di intervento, anche in funzione di diverse alternative possibili di gestione, si può confrontare la sommatoria di tali costi per l'intero comune con ciò che attualmente sostiene l'amministrazione pubblica. Nella determinazione dei costi di gestione, e quindi delle operazioni tecnico – agronomiche che si rendono necessarie per la gestione ottimale dell'area, si è tenuto conto di quanto risulta dalla letteratura esistente (prezzario Assoverde, prezzari dei singoli comuni, bollettino degli Ingegneri, ecc.) e si è tenuto conto dei suggerimenti forniti dagli addetti dell'Amministrazione che hanno offerto la loro collaborazione.

In particolare la ricerca ha approfondito l'analisi nell'ambito del giardino di Villa Stibbert, un esempio di parco urbano di rilevante interesse storico artistico e di Piazza d'Azeglio.

9.5 BIBLIOGRAFIA

Si veda la bibliografia del CAPITOLO 11

10 VALUTAZIONE DEI BENEFICI/ESTERNALITÀ DEL VERDE URBANO

Coordinatore scientifico: Prof. Enrico Marone Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali (DEART) (Par. 10.1, 10.2 e 10.4)

Testo redatto in collaborazione con: Francesco Riccioli (Par. 10.3)

10.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Per quanto concerne gli aspetti di carattere economico va sottolineato che il verde pubblico risponde alla soddisfazione di bisogni diversi e a volte incompatibili fra loro. È evidente che, per esempio, gli spazi riservati allo svolgimento di attività sportive non sono compatibili con spazi destinati alla ricreazione all'aperto, ed è ovvio che la dotazione di infrastrutture, e quindi anche i costi relativi alla loro realizzazione, si differenzino in relazione alla destinazione riservata a quella specifica area verde. Un altro importante parametro che può differenziare la qualità del verde urbano è quello legato alla domanda di esso in funzione delle caratteristiche socio-economiche della popolazione che ne usufruisce e che si differenzia nel tempo e nello spazio.

In un quadro di progettazione del verde urbano e periurbano, che deve tener conto della sua estrema complessità, è necessario pensare alla compatibilità fra le sue diverse funzioni in relazione alle caratteristiche dell'intero ecosistema territoriale e nel rispetto di uno sviluppo sostenibile. Non è quindi possibile pensare al verde come singolo parco cittadino ma come sistema verde urbano complessivo. Il soggetto diventa, quindi, la "qualità ambientale" delle città determinata da una molteplicità di fattori, come la struttura urbanistica, l'integrazione tra verde e costruito, la qualità del costruito, ecc... . Ne consegue la necessità di raccogliere dati ed informazioni relative a un gran numero di parametri ambientali, sociali, economici che diventano imprescindibili nelle fasi di progettazione e di valutazione degli effetti economici indotti dalla creazione di aree verdi urbane.

Gli interventi in tema di Verde Urbano riguardano l'operatore pubblico che ha come obiettivo prioritario quello di aumentare il benessere della collettività ed è in questo senso che le scienze economiche assumono un ruolo rilevante. Se, infatti, l'economia nella sua evoluzione storica si è dapprima interessata agli aspetti strumentali provenienti dalle risorse naturali, attualmente ha ampliato il suo campo di studio nei riguardi degli aspetti collettivi. La connotazione fortemente "pubblicistica" del bene naturale, all'interno del quale possiamo certamente collocare anche il Verde

Urbano, ha due importanti implicazioni. La prima riguarda l'atteggiamento del consumatore che tende ad assumere un comportamento che lo porta a voler beneficiare del bene senza voler sopportare i costi dei servizi ricevuti. La seconda riguarda l'impossibilità di affidare al mercato il ruolo di efficiente allocatore delle risorse; questo in quanto l'utilità marginale al prezzo del consumatore non può essere corretta dalla variazione della quantità di bene consumato (bene a quantità fissa). Alla luce di queste considerazioni l'intervento pubblico si giustifica con la finalità di intervenire laddove si è in presenza di esternalità e in modo tale da garantire una efficiente allocazione delle risorse naturali.

Nel momento in cui il decisore pubblico si appresta ad effettuare delle scelte a livello progettuale, che spesso richiedono anche ingenti investimenti finanziari, non è per lui sufficiente il conforto delle scienze biologiche, ma è spesso necessario individuare anche il benessere sociale derivante da tali interventi. A tal fine la teoria economica *welfaristica* ci consente di effettuare una valutazione dei benefici attraverso la stima della disponibilità a pagare o ad accettare del consumatore.

Se da una parte la valutazione monetaria del Verde Pubblico costituisce un importante punto di riferimento nelle scelte gestionali che il decisore pubblico deve affrontare, può essere altresì utile utilizzare le metodologie di valutazione non monetaria nel momento in cui si tratta di scegliere fra diverse alternative gestionali. Infatti, le molteplici funzioni a cui il Verde Urbano assolve richiedono, sia nella fase di progettazione sia in quella di gestione, di valutare più aspetti contemporaneamente. In questo caso la scelta dell'alternativa discende dalla massimizzazione dei molteplici obiettivi che possono trovare soddisfazione nelle diverse alternative.

Sulla base delle considerazioni sopra svolte la ricerca si è sviluppata in ambiti territoriali in cui la presenza del Verde Urbano assume particolare funzione di aumento del benessere della collettività. Luoghi privilegiati su cui si è ritenuto utile indagare sono stati quelli costituiti da ambiti territoriali dove è alta la pressione antropica e dove gli spazi verdi costituiscono elemento fondamentale per un innalzamento della qualità della vita di coloro che abitano in territori fortemente urbanizzati.

10.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

La letteratura nazionale e internazionale metodologica e applicativa evidenzia quali sono le attuali problematiche che caratterizzano la gestione economica del verde urbano e periurbano.

Esiste invece riscontrata una scarsa produzione di studi capaci di individuare le esigenze specifiche delle diverse realtà urbane; questa assenza motiva la necessità di sviluppare maggiormente la ricerca operativa attraverso indagini dirette (volte a studiare specifiche realtà locali) relative a specifiche realtà locali al fine di individuare i principali dati economici utili nella definizione delle scelte pianificatorie delle amministrazioni locali.

Lo spoglio delle principali riviste nazionali ed internazionali, e l'analisi critica del materiale individuato, ci ha consentito di evidenziare le diverse funzioni a cui le aree verdi assolvono, quali ad esempio uno spazio destinato a migliorare la qualità della vita, a rendere possibile le attività ludiche, ad offrire occasioni di ricreazione o anche come spazio di testimonianza storica della vita culturale delle popolazioni che ci hanno preceduto. La classificazione delle diverse funzionalità degli spazi verdi consente, inoltre, di individuare il grado di intensità dei benefici per la popolazione in relazione ai costi necessari allo sviluppo e alla manutenzione di tali aree.

La letteratura (Chiusoli, 1999; Toccolini, 2004; Ezechieli, 2006), in maniera abbastanza uniforme, definisce il verde urbano come quella porzione di territorio non edificata, di carattere privato (il verde è destinato al godimento del proprietario, che è un soggetto privato) o pubblico (il verde è destinato all'incremento dell'utilità pubblica attraverso l'espletamento di funzioni a favore della generalità dei cittadini), che coesistono con le strutture ed i manufatti e sono destinate al godimento e alla salute della collettività (Iuculano, Ubaldo, 1992). Più problematico rimane invece il tema della classificazione del verde, ad esempio "verde di arredo", "verde funzionale" e "verde privato", che ancora non trova criteri consolidati e condivisi sia a livello delle rilevazioni statistiche sia come classificazione funzionale ad esercitare le politiche sul territorio. Rimane sicuramente valida la distinzione tra verde privato e verde pubblico rispetto alla quale si deve, però, osservare che anche se il godimento del verde privato sia ad esclusivo vantaggio del privato cittadino, esso deve comunque sottostare a prescrizioni di massima, quali ad esempio il regolamento del verde, in quanto può assumere secondariamente funzioni pubbliche, come ad esempio per le caratteristiche paesaggistiche o ambientali del bene

Se esaminiamo la distribuzione del verde urbano nel nostro Paese attraverso uno degli indicatori di maggiore rilevanza nella ambito della distribuzione del verde urbano, metri quadri a disposizione per ciascun abitante, il quadro che ne emerge non è dei più rosei: 7 fra i comuni capoluoghi di provincia (Agrigento, Crotone, Rieti, Taranto, Trapani, Caltanissetta e Catanzaro) hanno una superficie di

parchi e giardini inferiore a 1 mq/abitante; ben 32 comuni hanno una superficie compresa tra 1 e 5 mq/abitante e altri 23 comuni tra 5 e 10 mq/abitante. In testa alla classifica troviamo invece 16 città con oltre 15 mq/abitante e, tra queste, 8 superano i 20 mq/abitante: Massa, Mantova, Cuneo, Ferrara, Siena, Cremona, Pavia e Modena. Occorre tener presente che i dati sulla disponibilità di verde fruibile in area urbana, prevalentemente riconducibile a parchi e giardini (escludendo sia aree di parco o aree protette che ricadono nel territorio comunale, sia aree verdi non fruibili – come le aree cimiteriali o le aree agricole), si presentano spesso discontinui. In alcuni casi, i valori dichiarati come “parchi e giardini” includono anche aree non propriamente configurabili come verde urbano liberamente fruibile da parte del cittadino (ad esempio, aree boscate situate al di fuori delle aree urbane, se non addirittura l’insieme delle “aree verdi”). Inoltre, nei casi in cui manca una rilevazione sistematica e informatizzata del verde urbano, i dati possono essere riferiti sia al verde previsto dal Piano Regolatore, sia a stime basate su informazioni provenienti da banche dati non omogenee, spesso gestite da uffici. In più di un caso, sono state evidenziate (cfr. Legambiente, Ecosistema Urbano; 2005), significative incongruenze tra il dato fornito dalla pubblica amministrazione e quello sul verde effettivamente fruibile dalla popolazione.

L’assenza o la scarsità di dati relativi alla valutazione economica dei potenziali benefici, come quelli offerti da maggiori opportunità ricreative, dall’aumento dello stato di benessere fisico e mentale della popolazione, del miglioramento della qualità dell’aria e delle condizioni microclimatiche, rende spesso difficili le scelte da parte dell’operatore pubblico che non possiede adeguati strumenti di valutazione per un’efficiente allocazione delle risorse.

10.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

La conoscenza della realtà in cui si opera può risolvere il problema di uno scarso grado di trasferibilità delle conoscenze acquisite. Tali maggiori conoscenze del territorio (interessato dalle nostre indagini) su cui si opera sarebbero, inoltre, funzionali a definire opportune strumentazioni metodologiche in grado di garantire una pronta risoluzione ai differenti problemi di valutazione dell’efficienza ed efficacia economica delle opere realizzate e della loro manutenzione.

Introduzione

Se il livello di osservazione dell'analisi è quello comunale, lo spazio è suddiviso in zone omogenee all'interno delle quali il verde urbano si ritrova nelle sottozone F1 (destinate a verde e parchi pubblici) e G1 (destinate a parchi naturali, giardini ed aree attrezzate) nelle quali sono ammesse opere infrastrutturali e d'arredo, solo se necessarie al miglioramento del servizio pubblico e dove viene perseguita la salvaguardia dell'esistente dotazione di alberature.

Gli strumenti pianificatori esistenti, siano essi quelli comunali o sovracomunali come il PSR, il PTCP o il PRG, mancano della indicazione di forme di intervento mirate direttamente al verde urbano, determinando spesso l'adozione di provvedimenti di tutela delle aree verdi urbane inadeguati o insufficienti al mantenimento di elevati standard qualitativi.

Proprio per questo motivo, una volta individuati quelli che sono gli strumenti normativi a disposizione del decisore pubblico, occorre fornire a quest'ultimo tutta una serie di dati ed informazioni economiche e statistiche capaci di indirizzare, programmare e giustificare le scelte politiche inerenti alla gestione delle aree verdi. Diventano quindi informazioni fondamentali le conoscenze relative alle pratiche gestionali delle aree verdi, ai costi relativi e, soprattutto, ai benefici che tali spazi sono in grado di generare sulla popolazione.

Sebbene gli strumenti teorico-metodologici, come in precedenza evidenziato, non manchino, spesso il decisore pubblico non è in grado di quantificare i benefici derivanti da tali beni; avviene, quindi, che in sede pianificatoria agli investimenti non sia possibile contrapporre i benefici ottenuti.

Il problema della stima dei beni non di mercato è stato affrontato, nel caso studio, attraverso l'utilizzazione della metodologia della valutazione contingente.

Il caso studio si è per ora limitato all'individuazione di alcuni significativi spazi verdi dell'area fiorentina che potessero essere rappresentativi di diverse tipologie di aree verdi pubbliche (il piccolo giardino rionale, la piazza urbana attrezzata, il giardino storico ecc...).

Il metodo della valutazione contingente permette di pervenire anche alla stima del valore economico totale del bene rilevando la disponibilità a pagare di un campione rappresentativo dell'universo. Nel nostro caso studio le risorse disponibili non ci hanno consentito di effettuare valutazioni su un campione rappresentativo dell'universo per cui i risultati ottenuti sono indicativi della disponibilità a pagare media individuale. L'ampliamento di tali indagini renderebbe possibile la definizione di un

campione rappresentativo e quindi il riporto all'universo dei valori rilevati e la stima del valore economico degli spazi verdi oggetto dell'indagine.

Una breve descrizione del contesto del caso di studio è stata fatta nel precedente capitolo (cap. 9.3.1) a cui rimandiamo.

Alcuni cenni metodologici

La Valutazione Contingente permette di definire il valore economico di un bene non di mercato attraverso l'esplicitazione della disponibilità a pagare (DAP) (o ad accettare, DAA) dei fruitori di un dato bene, attraverso una serie di procedimenti di stima che puntano a simulare le scelte dei consumatori tramite l'uso di interviste o questionari.

Per raggiungere tale scopo è necessario che nella formulazione del questionario sia prevista una corretta informazione necessaria a garantire che l'intervistato sia perfettamente informato sull'utilità derivante dal bene ambientale, sull'impatto che una variazione del bene ambientale potrebbe avere sulla sua utilità. A tal fine è indispensabile:

- fornire una comprensibile descrizione della variazione del bene ambientale e degli effetti economici eventualmente ad essa connessi;
- indicare l'esistenza di altri beni sostituti rispetto al bene oggetto di stima;
- evidenziare i vincoli di bilancio dell'intervistato;
- descrivere il metodo di pagamento che si intende adottare;
- illustrare il mercato ipotetico e le regole che governano il pagamento e l'offerta del bene;
- che nel questionario vi sia una sezione dedicata alla raccolta di informazioni supplementari con cui potere effettuare successivi test di validità interna;
- che il questionario sia preliminarmente testato e amministrato in modo tale che l'indagine sia statisticamente rappresentativa;
- che l'elaborazione dei dati raccolti sia condotta con rigore e capacità analitica ed interpretativa.

Con tale strumento, infatti, simulando l'esistenza di un mercato reale per il bene oggetto di stima, si induce il consumatore ad agire come se fosse di fronte ad un qualsiasi bene di mercato, valutando e misurando la propria disponibilità a pagare in funzione della utilità prodotta dal bene valutato.

Tra le varie forme possibili di elicitazione della DAP, nel presente lavoro si è scelta quella dicotomica a doppia banda. Con tale metodo l'intervistato dovrà solo rispondere affermativamente o negativamente rispetto ad una ipotesi di pagamento per garantire la presenza dello spazio verde; è ragionevole supporre che in questo caso l'intervistato si trovi in una situazione molto simile al mercato reale dove il consumatore esercita l'abituale comportamento di chi accetta o meno l'acquisto di un bene dato il suo prezzo.

La determinazione di un valore medio della disponibilità a pagare ha il limite di ipotizzare l'esistenza di un unico fruitore, mentre potrebbe apparire interessante determinare l'esistenza di disponibilità a pagare per differenti classi di fruitori individuate in relazione al tipo di servizio che il verde urbano va di volta in volta ad assumere; si rendono così espliciti i diversi comportamenti dei visitatori.

Per questo è necessario che la base campionaria sia molto ampia per consentire di individuare dei sub-campioni omogenei e statisticamente significativi. I dati rilevati sono stati elaborati attraverso un'analisi *cluster* al fine di individuare l'esistenza di particolari gruppi omogenei di fruitori.

Il decisore pubblico, in questo modo, si dota di un'informazione strategica di grande importanza nella fase di programmazione in quanto è in grado di migliorare e differenziare gli spazi urbani in relazione alle esigenze e alla struttura dei fruitori.

I primi risultati della valutazione dell'offerta ricreativa di aree verdi urbane nel comune di Firenze

La scelta delle aree verdi urbane nelle quali svolgere l'indagine di valutazione contingente è avvenuta cercando il più possibile di individuare tutte le tipologie di spazio pubblico verde caratteristiche dell'area fiorentina compatibilmente con le risorse disponibili. Come già accennato in precedenza si è infatti considerato sia il piccolo giardino rionale, caratterizzato da una affluenza ridotta, sia il grande giardino ricreativo, sia la piazza attrezzata che il giardino storico.

Un altro elemento importante nella fase di scelta delle aree è la loro ubicazione; si è infatti cercato di estendere il più possibile l'area del comune oggetto di indagine comprendendo nell'ambito della ricerca complessivamente 9 aree. Nelle aree di seguito elencate è stato somministrato un questionario teso ad accertare la disponibilità a pagare per garantire un mantenimento ottimo delle stesse e mirato ad accertare le caratteristiche socio economiche del visitatore, i motivi di frequentazione dello spazio verde ed alcune valutazioni di carattere qualitativo sull'area in quel momento frequentata. Altre due aree (Villa Stibbert e Piazza D'Azeglio) hanno contribuito a fornirci i dati utilizzati per approfondire il tema dei costi di gestione (vd. Capitolo 9) anche se alcuni dei dati rilevati sono poi serviti

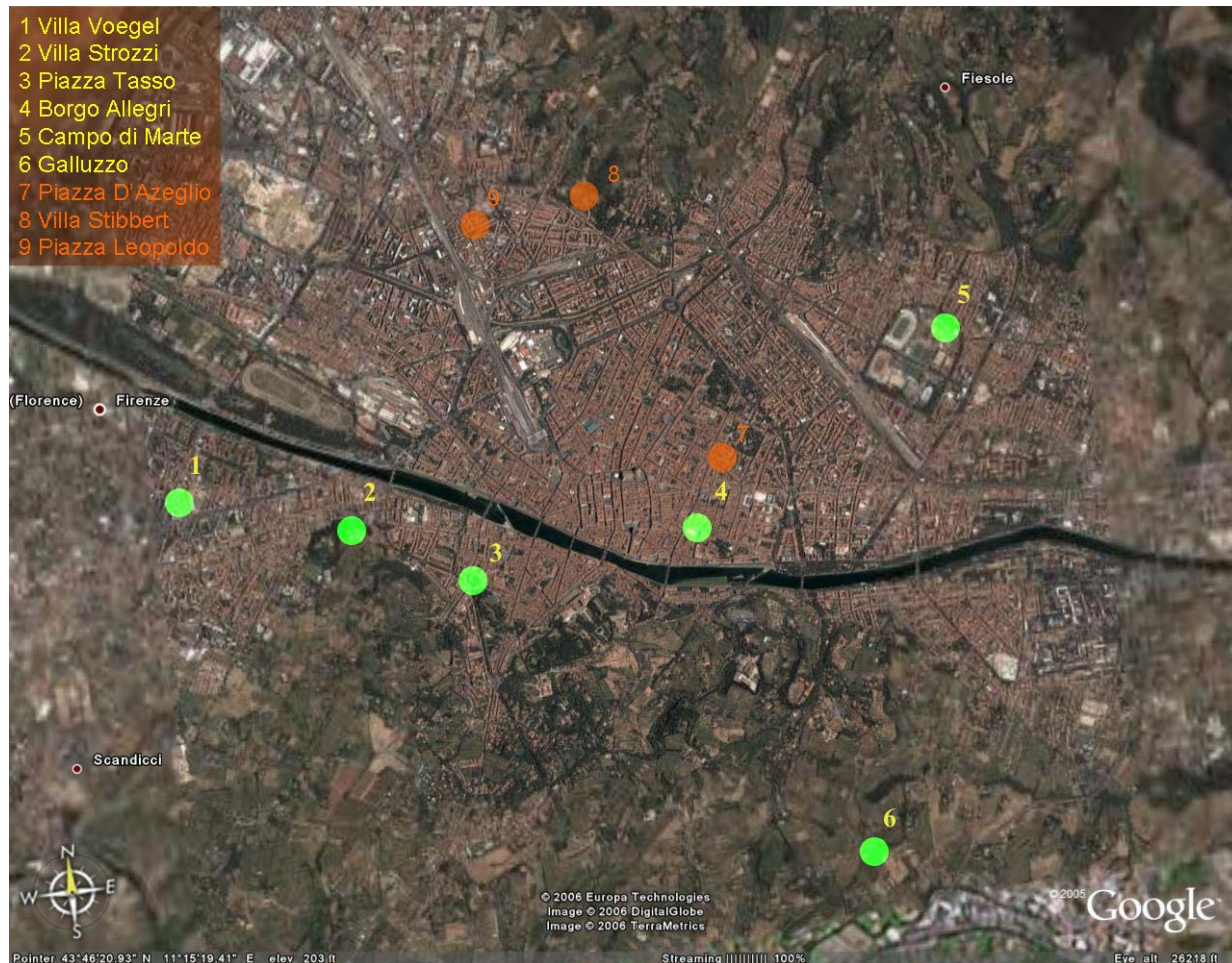
nell'ambito della valutazione del verde urbano. Lo stesso è successo per P.zza Leopoldo in cui, pur non avendo utilizzato i questionari somministrati, si sono rilevati alcuni aspetti relativi al grado di apprezzamento della rinnovazione degli spazi verdi in atto nel Comune di Firenze.

Tabella 10.1 – Aree verdi urbane oggetto di studio

ID	Area Verde	Superficie (mq)
1	Villa Voegel	49.783
2	Villa Strozzi	87.000
3	Piazza Tasso	6.165
4	Borgo Allegri	1.870
5	Campo di Marte	25.957
6	Vaile Tatini - Galluzzo	12.150
7	Piazza D'Azeglio	
8	Villa Stibbert	
9	Piazza Leopoldo	

Fonte: Nostra elaborazione

Figura 10.1 Distribuzione delle aree verdi pubbliche oggetto di indagine nel comune di Firenze.



Fonte: Nostra elaborazione su immagine Google Earth.

Le interviste somministrate sono state 1200 di cui 1122 sono risultate valide.

L'età media dell'universo è risultata essere quasi 51 anni, composto dal 56% di fruitori di sesso femminile e 44% maschile. Il 22% degli intervistati è in possesso della licenza elementare, il 30% del diploma di scuola media, il 33% del diploma di scuola media superiore e il 13% laurea.

Dalle risposte degli intervistati risulta che il motivo maggiormente ricorrente della frequentazione del giardino (41% del totale) è quello legato all'esigenza di trovare uno spazio per le attività ludiche dei bambini, mentre le altre motivazioni maggiormente ripetute sono quelle di effettuare una passeggiata (25%) o di incontrare amici (15%). I giardini oggetto della rilevazione non sono in genere fruiti né come luoghi di passaggio né come luoghi dove svolgere attività sportive. La frequenza delle visite al

giardino è giornaliera per un terzo dei frequentatori e di più giorni a settimana per un altro terzo, mentre sono poco più del 10% coloro che si recano al giardino solo nei fine settimana. Rispetto alla motivazione di visita al giardino circa 40 % di coloro che lo utilizzano per portare i bambini o per effettuare passeggiate lo frequentano tutti i giorni.

La durata della frequenza nell'area verde è per la maggior parte degli intervistati compresa tra una e due ore (57%), per il 28% inferiore all'ora e per la restante parte superiore alle due ore. Anche in questo caso il motivo della visita ne determina una differente durata; infatti, la maggior parte di coloro che si intrattiene per una o due ore al giardino è costituita da persone che usano il giardino per fini ludici, mentre quelli che più vi si intrattengono sono coloro che frequentano il giardino per incontrarsi ed in genere risultano più veloci le visite di quanti si recano nello spazio verde per una passeggiata.

Agli intervistati è stato chiesto se ritenevano che nei giardini frequentati fosse curato maggiormente l'aspetto funzionale o quello estetico. La maggior parte delle risposte ottenute (46%) ha indicato che entrambi gli aspetti sono presenti, mentre il 38% del campione ha indicato come prevalente l'aspetto funzionale e il 16% quello estetico. Il gruppo di coloro che frequentano il giardino come luogo di incontro ha invece espresso l'opinione che l'aspetto prevalente fosse quello di una cura della funzionalità del giardino. Alla domanda sull'interesse a curare maggiormente l'aspetto funzionale o quello estetico il campione ha risposto in maniera simile a quanto osservato in merito allo stato attuale del giardino, opinione che potrebbe essere letta come una volontà da parte dei cittadini, di una maggiore attenzione verso gli aspetti funzionali senza però trascurare gli aspetti di tipo prevalentemente estetico.

Rispetto agli aspetti funzionali, a cui secondo l'opinione degli intervistati, un giardino deve rispondere, è stato chiesto quali tra quelli elencati¹² necessitassero di un intervento o fossero da creare. Dalle risposte è emersa una generale soddisfazione visto che per la maggior parte degli aspetti indicati gli intervistati hanno ritenuto non necessario uno specifico intervento. Tra gli aspetti più carenti, e di cui quindi si è auspicato la costruzione da parte della pubblica amministrazione sono stati indicati: appositi spazi per gli animali, l'illuminazione ed adeguate attrezzature sportive.

Alla domanda su quali fossero gli elementi che fanno apprezzare la bellezza di un giardino è stata indicata la piacevolezza di poterci soggiornare (il 63% del campione lo indica come primo aspetto

¹² Sport; giochi; passeggiate; animali; panchine, tavolini, verde; illuminazione; vegetazione; manutenzione del tappeto erboso, manutenzione delle siepi e degli alberi; manutenzione delle aree attrezzate.

scelto) seguita dall'isolamento dal traffico (13%), dalla presenza di panchine e dall'illuminazione (4%). Gli elementi più puramente estetici quali ad esempio la presenza di fontane, di aiuole, di valide potatura degli alberi, di testimonianze storico artistiche non sono state ritenute dagli intervistati tra i principali aspetti caratterizzanti la bellezza di un giardino, ma sono state indicate solo come terza o quarta scelta.

Riguardo alla opportunità di sorvegliare maggiormente l'area, anche in relazione al verificarsi di atti di vandalismo, il campione intervistato ha evidenziato nel 66% dei casi una buona sorveglianza delle aree oggetto di indagine e solo in pochi casi segnala casi di vandalismo (17%). Rispetto all'esigenza di un maggior controllo, giudizio espresso dal 43% del campione, si ritiene che questo dovrebbe essere svolto principalmente da volontari (63% delle indicazioni raccolte).

La rilevazione della disponibilità a pagare è stata formalizzata nel questionario attraverso la seguente domanda: "Sarebbe disposto a contribuire per migliorare la gestione degli spazi verdi pagando un ulteriore¹³ contributo di n euro annui che le consentirebbe l'accesso illimitato al giardino?" All'intervistato veniva proposta una cifra estratta casualmente¹⁴ rispetto alla quale era possibile rispondere Sì (accetto di pagare) o No (non accetto di pagare). In caso di risposta affermativa si richiedeva la disponibilità a pagare una cifra superiore alla precedente e in caso negativo una cifra inferiore, e anche in questo era possibile rispondere affermativamente o negativamente.

Il risultato dell'elaborazione dei dati così rilevati ha permesso di individuare una DAP media pari a 4,6 euro pro-capite, con una variazione compresa tra un minimo di 3,3 euro ed un massimo pari a 5,9 euro. Come si accennava in precedenza, seppure tali valori costituiscono un interessante punto di partenza nella stima del valore economico degli spazi verdi, sarebbe opportuno verificare se la disponibilità pagare varia al variare delle diverse tipologie di fruitori individuate. L'esistenza di un differente grado di apprezzamento degli spazi verdi, legato all'individuazione di fruitori con caratteristiche diversificate e statisticamente significative, consentirebbe di ottenere stime del valore economico della globalità del verde cittadino molto più puntuali.

L'elaborazione dei dati in nostro possesso è stata eseguita mediante un approccio di analisi *cluster*. L'aggregazione statistica è stata svolta secondo il metodo della *Wards linkage clustering*. Le variabili considerate per la formazione della classificazione sono state l'età, il sesso, il titolo di

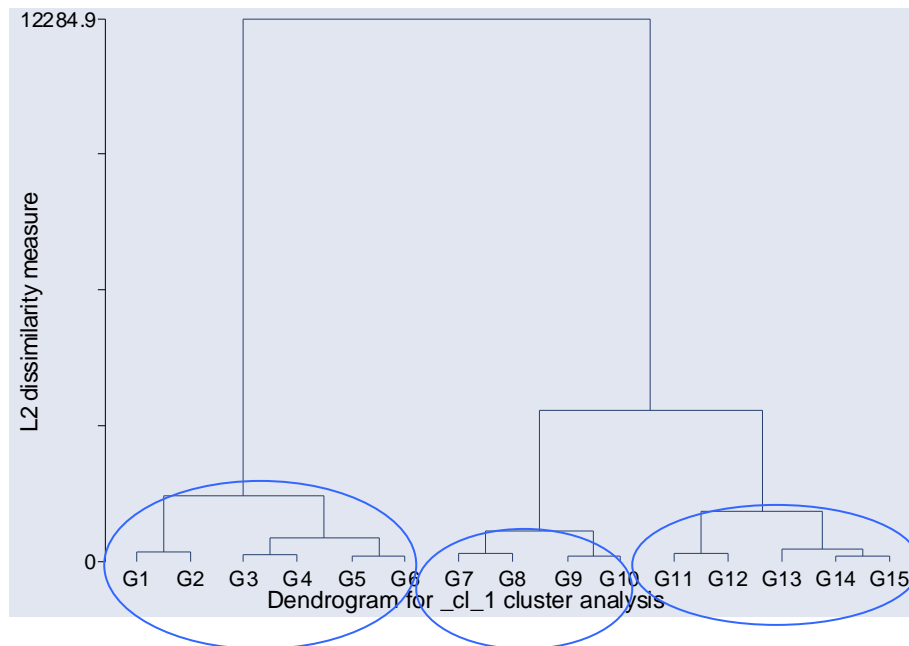
¹³ Ulteriore rispetto alle tasse già attualmente pagate.

¹⁴ La cifra di partenza, estratta casualmente, è pari a 2, 4 o 6 euro annui.

studio, la condizione professionale attuale, lo stato civile, lo scopo della visita al giardino e la frequenza di tale visita. Tutte le altre informazioni rilevate non si sono rilevate significative al fine della individuazione dei diversi *cluster*.

La figura sottostante rappresenta graficamente la distribuzione clusterizzata secondo il metodo Wards del database contenente le 1.122 interviste valide.

Figura 10.2 Diagramma cluster.



La migliore separazione tra cluster è quella data da tre differenti macrogruppi di fruitori del verde urbano. Infatti, ciascuno di essi è contraddistinto da specifiche caratteristiche socio-statistiche.

Di seguito si riportano le frequenze delle variabili caratteristiche di ogni gruppo sopra menzionate.

Gruppo 1

Numerosità	447
Maschi	223
Femmine	224
Età media (anni)	71

Gruppo 2

Numerosità	261
Maschi	125
Femmine	136
Età media (anni)	26

Gruppo 3

Numerosità	414
Maschi	146
Femmine	268
Età media (anni)	44

I seguenti dati esprimono le caratteristiche socio-statistiche espresse in percentuale rispetto alla numerosità totale di ciascun gruppo.

Gruppo	1	2	3
Condizione professionale			
Studente	0%	48%	2%
Disoccupato	1%	11%	4%
Casalinga	13%	6%	25%
Pensionato	76%	1%	3%
Dirigente, imprenditore, libero profes	2%	6%	15%
Dipendente di concetto di Enti pubbli	1%	11%	19%
Altro lavoratore dipendente	2%	10%	18%
Operaio	0%	4%	3%
Agricoltore	2%	0%	0%
Commerciante, artigiano	1%	1%	4%
Altro	0%	2%	6%
Titolo di studio			
Non ha titoli di studio	4%	0%	0%
Licenza elementare	51%	0%	3%
Diploma di scuola media inferiore	27%	15%	32%
Diploma di scuola media superiore	9%	29%	42%
Laurea	4%	14%	14%
Altro	5%	1%	0%
Stato civile			
Celibe/nubile	6%	76%	14%
Coniugato/a	60%	20%	71%
Divorziato, separato/a	9%	3%	12%
Vedovo/a	22%	0%	2%
Altro	3%	0%	1%
Per quale scopo frequenti il giardino			
Per portare i bambini a giocare	32%	20%	63%
Di passaggio per andare a scuola, la	2%	4%	7%
Per attività sportive	1%	18%	5%
Per incontrarmi con amici	27%	13%	2%
Per una passeggiata	36%	21%	16%
Altro	2%	23%	7%

Il primo gruppo individuato (Gruppo 1) è il più numeroso ed è rappresentato da persone anziane di sesso sia femminile che maschile. Le caratteristiche principali di tale gruppo, oltre al fatto di

raccogliere prevalentemente soggetti anziani, sono costituite dal possesso della licenza elementare, di essere soggetti coniugati e di recarsi ai giardini per fare una passeggiata con frequenza giornaliera.

Il Gruppo 2, il meno numeroso, è caratterizzato da giovani. Si tratta prevalentemente di studenti e single, in possesso del diploma di scuola superiore, che si recano 3-4 volte alla settimana nelle aree verdi per incontrarsi o per motivi diversi rispetto a quelli indicati nel questionario.

L'ultimo gruppo (Gruppo 3), la cui numerosità è comparabile a quella del Gruppo 1, è rappresentato da persone adulte e prevalentemente di sesso femminile, casalinghe, coniugate, con diploma di scuola superiore, che si recano circa 3-4 volte a settimana negli spazi verdi per portare i bambini a giocare.

Il dato che emerge dall'analisi *cluster* è estremamente interessante in quanto mostra che è possibile individuare differenti tipologie di fruitori degli spazi verdi. È quindi possibile ipotizzare che esistano preferenze e disponibilità a pagare differenziate per ogni tipologia di visitatore. Potrebbe, quindi essere opportuno sviluppare ulteriormente l'indagine anche per capire rispetto all'universo degli abitanti il centro urbano quali sono i soggetti che ricevono meno in termini di servizi offerti dal verde attualmente esistente.

10.4 CONCLUSIONI

L'importanza delle aree verdi nei contesti urbani sta diventando ogni giorno più rilevante sia per l'opinione pubblica sia per le amministrazioni pubbliche che ne devono curare la realizzazione e la gestione. Spesso le scelte di politica urbana sono dettate dalla ristrette risorse finanziarie a disposizione, che, se non accompagnate da investimenti e da proventi straordinari, permettono a malapena di realizzare gli interventi di ordinaria amministrazione. Pertanto, nello scenario nazionale e regionale, numerose appaiono le carenze ancor più dei buoni esempi di buona gestione. La classificazione delle diverse funzionalità ci permette di individuare il grado di intensità dei benefici per la popolazione in relazione ai costi necessari allo sviluppo e alla manutenzione di tali aree. L'assenza o la scarsità però di dati relativi alla valutazione economica dei potenziali benefici, come quelli offerti da maggiori opportunità ricreative, dall'aumento dello stato di benessere fisico e mentale della popolazione, del miglioramento della qualità dell'aria e delle condizioni

microclimatiche, rende spesso difficili le scelte da parte dell'operatore pubblico che non possiede adeguati strumenti di valutazione per un'efficiente allocazione delle risorse.

I risultati sulla valutazione monetaria delle aree verdi urbane sopra esposti mostrano che i valori delle disponibilità a pagare (willingness to pay) espresse dai cittadini sono compatibili sia con i costi di investimento sia con quelli di gestione. Pertanto, come osservato da numerosi Autori (vd. bibliografia), il verde urbano necessita di una gestione sempre più puntuale e con una maggiore organizzazione dei mezzi a disposizione che deve rappresentare una priorità a cui le amministrazioni pubbliche non possono sottrarsi anche a causa della qualità della vita molto spesso evoluta in senso negativo nelle aree urbane e periurbane.

La valutazione della realizzazione delle aree verdi è in stretta relazione con le scelte che scaturiscono dai contributi delle varie professionalità inerenti al verde urbano (selvicoltore, fito-patologo, ecologo) e che il progettista sintetizza nel suo lavoro. L'economista, fatti propri tutti gli elementi che caratterizzano il progetto, deve fornire gli strumenti per rendere possibile un giudizio sulla validità dell'investimento che l'amministrazione si appresta ad effettuare. Come è noto il contributo della realizzazione, gestione e manutenzione delle aree verdi si configura in quella serie di benefici prodotti da beni non di mercato, e quindi privi di un prezzo capace di fornire l'informazione relativa al loro "prezzo di mercato", che rende complessa l'analisi costi – benefici che è alla base delle scelte dell'amministratore pubblico. Non è quindi sufficiente una valutazione della fattibilità dell'investimento ma si rende necessaria, anche, la valutazione del beneficio prodotto nei confronti della collettività; tali benefici possono essere stimati in termini sia monetari che non monetari.

10.5 BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1989), Verde pubblico. REDA, Roma.

AA.VV. (1993), Capitolato d'appalto per opere a verde, in "Progetto regionale interventi speciali per il miglioramento della qualità ambientale ed urbana per la valorizzazione turistica della costa emiliano-romagnola e dei centri termali, L.R. 3/93.

AA.VV. (1997), Manuale per tecnici del verde urbano, Città di Torino.

AA.VV. (1999), I censimenti del verde: esperienze italiane e straniere, in: Rivista Genio Rurale, LXII (9), pag. 47.

AA.VV. (1999), Metodologie per l'analisi del paesaggio rurale, in: Rivista Genio Rurale, LXII (4), pag.39.

Abrami A. (2003) in "Ricerca sui sistemi di verde multifunzionale in ambito toscano" RISVEM, Revisione critica dello stato dell'arte della ricerca, a cura di Giovanni Sanesi.

Agostoni F, Marinoni P. (1993), "Manuale di gestione di spazi verdi", Zanichelli, Bologna.

Akerlund U., Gustavsson R. (2004), *The skrylleskogen study: interactions between coming managers and connoisseurs on the way to a refined management planning*. Department of landscape Planning Alnarp, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.

Alma A, Gullino M.L, Mocioni M, Zanin G. (2000), "La difesa dei tappeti erbosi", Edizioni l'Informatore Agrario, Verona

Antonucci A. (1996), Il verde pubblico: manutenzione progettazione, scelta delle piante, norme di qualità, Signum, Padova.

Associazione Regionale Produttori Florovivaisti Lombardi (2004), "Prezziario Verde 2004"

Bagnaresi U., Quadretti R. (1999), La valutazione del paesaggio rurale, in Rivista Genio Rurale, LXII (12), pag. 3.

Bellotti A., Faretta S., Mancino G. (1997), Analisi del verde urbano del Comune di Potenza, in Rivista Genio Rurale, LX (11), pag. 34.

Bencivenni M, De Vico Fallani M. (1998), "Giardini pubblici a Firenze dall'Ottocento a oggi", Edifir, Firenze.

Bernetti I., Casini L. (1993), Un'analisi critica delle tecniche di pianificazione delle risorse pubbliche, in Atti del convegno SIDEA, Venezia, Il Mulino, Bologna.

Boratto G. (1995), Aspetti economici della gestione del verde pubblico nel Veneto, Tesi di Laurea, Padova.

Bovo G. (1998), Manuale per tecnici del verde urbano, Città di Torino, Stargrafica-Grugliasco, Torino.

Brasington D.M., Hite D. (2004), Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis, in Regional science and urban economics (article in press), www.elsevier.com/locate/econbase.

- Breuste H.J. (2003), Decision making, planning and design for the conservation of indigenous vegetation within urban development, Landscape and Urban Planning, www.elsevier.com/locate/landurbplan.
- Brookshire D., Thayer M., Schulze W., D'Arge R. (1993) "Valuing public goods: a comparison of survey and hedonic approaches" in: the Earthscan reader in Environmental Economics, edited by Anil Markandya and Julie Richardson; pp. 204-219.
- Cedema A. (1975), La distruzione della natura in Italia, Einaudi, Torino.
- Cerami G. (1996), Il giardino e la città: il progetto del parco urbano in Europa, Laterza, Roma.
- Cerreta M., De Toro P. (1999), La valutazione della qualità urbana, in Rivista Genio Rurale, LXII (1), pag. 11.
- Chiusoli A. (1992), "La progettazione delle aree verdi: basi ecologiche, storiche, funzionali". Acer n. 7/8, Il Verde Editoriale, Milano.
- Chiusoli A. (1999), "Il progetto del verde urbano", Il giardino fiorito n. 1/2.
- Comune di Livorno (2002), Regolamento del verde urbano del comune di Livorno (2002).
- Comune di Firenze – Quartiere 5 (2002-2003), Prezzario ed elenco dei prezzi unitari del quartiere 5. A cura di Giuntoli A., Mugnai F., Pieri M.
- Conran T, Pearson D. (1999), "Il libro essenziale del giardino", Umberto Allemand & C., Torino.
- Conte G., Melandri G.(1994), Ambiente Italia'94, Ed. Koiné, Roma.
- Cummings R.G., Brookshire D.S., Schulze W.D. (1986), Valuing Environmental Goods, an Assessment of the Contingent Valuation Method, Rowman and Allenheld, Totowa.
- Darling A.H., (1973), "Measuring benefits generated by urban water parks", Land Economics, XLIX (1), pp. 22-34.
- Desogus F. (1992), "Il Servizio Giardini in una media città", Acer n. 7/8, Il Verde Editoriale, Milano.
- Dinetti M. (2002), "Guida naturalistica di Firenze", Calderini, bologna
- Dwyer J.F., Schroeder H.W., Louviere J.J., Anderson D.H., (1989), "Urbanities willingness to pay for trees and forests in recreation areas". Journal of arboriculture 15, pp. 247-252.
- Ezechieli C. (a cura di) (2005), Verde Urbano, guida tecnica agli interventi, Maggioli Editore.
- Fabbri M. (1997), Progettazione e gestione del verde pubblico e privato, in Rivista Genio Rurale, LX (1), pag. 33-39.
- Ferrari E. (a cura di), "L'uso delle aree urbane e la qualità dell'abitato" Giuffrè, Milano 2002.
- Ferrini F., (2001), *Qualità agronomica dei prodotti vivaistici per la piantagione in ambiente urbano* L'Informatore Agrario, VOL. LVII (39): 55-58
- Ferrini F., Nicese F.P., Mancuso S., Giuntoli A., (2000). *Effect of nursery production method and planting techniques on tree establishment in urban sites: preliminary results*. J. Arboric. 5:281-284.
- Fieni P. (2004), Caratteristiche del verde urbano, aspetti tecnici, giuridici ed economici. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze.

- Fochi, S. (1997), Le caratteristiche e le prospettive della domanda di piante ornamentali. Analisi in un'ottica di marketing. Tesi di laurea in Economia Agraria, Università degli Studi di Firenze, a.a. 1995-96, Firenze.
- Freeman A.M.(1991), *"The measurement of Environmental Improvement: Theory and Practice"*, John Hopkins University Press, Baltimore.
- Freeman C., Buck O. (2003), Development of an ecological mapping methodology for urban areas in New Zealand, in *Landscape and Urban Planning* 63 161-173; www.elsevier.com/locate/landurbplan
- Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P. (1997), Le valutazioni multicriterio per la progettazione, Atti del Convegno "Metodi di rappresentazione dell'incertezza nell'architettura", Pescara, 27-30 nov. 1997.
- Fusco Girard L., Nijkamp R. (1997), Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della
- Gaddoni S. (2002), *"Spazi verdi e paesaggio urbano"*, Patron Editore Bologna.
- Garrod G., Pickering A., Willis K. (1991), An economic estimate of the recreational
- Gatto P. (1988), La valutazione del paesaggio forestale e del verde urbano, *Monti e Boschi*, n. I.
- Ghio F. (1961), Verde per la città : funzioni, dimensionamento, costo, attuazione di parchi urbani, aree sportive, campi da gioco, biblioteche e altri servizi per il tempo libero, Roma, De Luca.
- Ghio F. (1999), *Siti e paesaggi*, Firenze, Alinea.
- Giacomelli P., Pareglio S. (1998), Compatibilità ambientale e valutazione d'impatto nel piano urbanistico, aspetti metodologici e problematiche applicative, in *Rivista Genio Rurale* LXI (1), pag. 44.
- Goodman A.C., Thibodeau T.G. (1998), Housing Market Segmentation, in *Journal of housing economics* 7, pp. 121-143.
- Guido Reni f.- Marsocci L.. (2003), *"Global Service: Manutenzione e Facility Management"* Linee guida per l'appalto del servizio, II edizione 2003.
- Hanley N., Spash C.L. (1993), *Cost-Benefit Analysis and Environment*, Edward Elgar Publishing Limited, Aldershot.
- Iuculano T., Ubaldo P. (1992), *Inventario e gestione informatica del verde pubblico*, Acer n. 7/8 pag. 59-62.
- Iuculano T., Ubaldo P. (1992), *"Inventario e gestione informatica del verde pubblico"*, Acer n. 7/8, Il Verde Editoriale, Milano.
- Konijnendijk C. (2003), *"A decade of urban forestry in Europe"*, *Forest policy and Economics*, no. 5, pp. 173-186.
- Laforteza R, Sanesi G., Brown R.D. (2003), Un approccio metodologico alla progettazione di nuove aree verdi ad uso ricreativo e sportivo, in: *Rivista Genio Rurale*, LXVI (3) , pag20-29.
- Lake R.I. et al. (1998), Environmental influences on property prices in an urban environment , in *Environ and urban systems*, vol. 22, n°2,pp. 121-136, 1998.
- Lofstrom I., (1998), *The principles of urban forestry in Finland*, PhD dissertation, Manuscript, p. 80.

- Luttik J. (2000), The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands, in *Landscape and urban Planning* 48, 2000, pag. 161-167;
www.elsevier.com/locate/estoc.
- Mancino G, Verrastro F. (2000), “*Verde storico: proposta per un piano di gestione*”, *Genio rurale* n. 10.
- Marinelli A., Casini L., Romano D. (1990), Valutazione economica dell'impatto aggregato e dei benefici diretti della ricreazione all'aperto di un parco naturale della Toscana, *Genio Rurale*, n. 9.
- Marone E. (2001), Gli effetti economici legati alla realizzazione e gestione delle aree Verdi, in Seminario “Realizzazione e gestione delle aree Verdi urbane e periurbane” ARSIA, 17 ottobre 2001 Firenze.
- Meloni F. (2006), La funzionalità ed il valore economico del verde urbano: le aree verdi e la spesa pubblica nel comune di Firenze. Tesi Di Laurea, Università degli Studi di Firenze.
- Mendelsohn R., Markstrom D., (1988), “*The use of travel cost and hedonic methods in assessing environmental benefits.*” In: Peterson, G.L., Driver, B.L., Gregory, R. (Ed.), *Amenity Resource Valuation. Integrating Economics With Other Disciplines*, Venture Publishing, State Collage, pp. 53-64.
- Migliorini (1989), “*Verde urbano*”, Franco Angeli Libri, Milano.
- Mitchell R.C, Carson R.T. (1989), “*Using survey methods to value public goods: The Contingent Valuation Method*”, Resources for the future, Washington D.C.
- Moll G., Mahon J., Mallet L., (1995), “*Urban ecological analysis: a new public policy tool*”, *Urban Ecology* 1.
- Morancho B.A. (2003), “*A hedonic valuation of urban green areas*”, *Landscape and Urban Planning*, n. 66, pp. 35–41.
- Nowak D.J., (1993), “*Compensatory value of an urban forest: an application of the tree-value formula*”, *Journal of Arboriculture* no. 19, pp. 173–177.
- Odone P. (1992), *Il verde urbano*, Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Oneto G., (1991), *Piani del verde e forestazione urbana*, Pirola Editore, Milano.
- Panella A. (2000), “*Tappeti erbosi*”, Edagricole, Bologna.
- Panena G. (2003), Le siepi campestri tra utilità economica e funzioni ambientali, in: *Rivista Genio Rurale*, 2003 LXVI (4) , pag50-54;
- Piccarolo P. e Sala G. (a cura di) (1995), *Spazi verdi pubblici e privati*, Hoepli, Milano.
- Pirani A. (1999), *Progetti della natura e dell'uomo*, Franco Angeli, Milano.
- Pirani A. (2004), “*Il verde in città, La progettazione del verde negli spazi urbani*”. Edagricole Editore.
- Pirani A., Pessina P. (1998), L'irrigazione nel verde ornamentale: un profilo economico, *Genio Rurale*, n.3.
- Pisani F. (2001), “*Il verde pubblico del comune di Genova*”, *Acer* n. 1, Il Verde Editoriale, Milano.

- Pisani F. (2001), Il verde pubblico del comune di Bologna, Acer n. 4 pag. 60.
- Pisani F. (2001), Il verde pubblico del comune di Lugano, Acer n. 3 pag. 43.
- Pisani F. (2001), Il verde pubblico del comune di Monaco di Baviera, Acer n. 5 pag. 56.
- Pisani F. (2001), Il verde pubblico del comune di Torino, Acer n. 6 pag. 56.
- Pisani F. (2001), Il verde pubblico del comune di Genova, Acer n. 1 pag. 51.
- Pisani F. (2002), Il verde pubblico del comune di Padova, Acer n. 2 pag. 65-68.
- Pisani F. (2002), Il verde pubblico del comune di Parigi, Acer n. 4 pag. 50.
- Pisani F. (2002), Il verde pubblico del comune di Sassari, Acer n. 6 pag. 44-48.
- Pisani F. (2003), Il verde pubblico di Reggio Emilia, Acer n. 5 pag. 56-60.
- Pisani F., (1997), Trattato di estimo. Maggioli, Rimini.
- Pisani F., (1997), Trattato di estimo. Maggioli, Rimini.
- Pisani F.. (2001), Il verde pubblico del comune di Palermo, Acer n. 2 pag. 39.
- Pisani F.. (2003), Il verde pubblico della città di Praga, Acer n. 6 pag. 48-52.
- Porraccini D., Macellari E., Sisti A. (1997), La nuova disciplina della pianificazione urbanistica in Umbria, in Rivista Genio Rurale, LX (12), pag. 9.
- Ready R., Buzby J., Dayuan H. (1996), Differences between Continuous and Discrete Contingent Valuation Value Estimates, Land Economics, 72 (3), 379-411.
- Regione Toscana (2001), “*Giardini di Toscana*”, EDIFIR, Ed. Firenze
- Rezza G. (1999), Riqualficazione paesaggistica del Parco Burcina studio progettuale degli interventi, in Rivista Genio Rurale, LXII (7/8), pag. 31.
- RM. (1997), Urban forestry: planning and managing urban green spaces, Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Roditi G. (1994), “*Verde in città*”, Guerini Studio, Milano.
- Romano D., Carbone F. (1993), La valutazione economica dei benefici ambientali: un confronto fra approcci non di mercato, Rivista di Economia Agraria, n. 1 Marzo.
- Romano Fa. (2000), Stima dell’albero singolo, comune e ornamentale, in: Rivista Genio Rurale, 2000 LXIII (5), pag. 35.
- Saaty T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World, RWS Publications, Pittsburg.
- Saaty T.L. (1988), Decision Making for Leaders, RWS, Publications, Pittsburg.
- Saaty T.L. (1992), Multicriteria Decision Making -The Analytic Hierarcky Process, RWS Publications, Pittsburg.
- Saaty T.L. (1994), Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburg.

- Saaty T.L., Alexander J.M. (1989), *Conflict Resolution -The Analytic Hierarchy Process*, Praeger, New York.
- Salbitano F., Cuizzi D. (2004), *The greater Florence case study report: activating a permanent participatory process to woodland management, plan and regulations at different scales*. DISTAF, University of Florence, Florence.
- Sanesi G. (2002) “*Stato dell’Arte della regolamentazione del verde urbano in Italia*”, in “Genio rurale” n. 7,8
- Sanesi G., Anglani F, Pannarale L. (2002) “*Un bene comune: Verde urbano tra regolamentazione e sostenibilità*“ Acer , n. 4.
- Schiff S. (1999), 1989-1999: a dieci anni dal piano verde regionale, in *Rivista Genio Rurale*, LXII (9), pag. 62.
- Semenzato P. (2004), *Un piano per il verde - Pianificare e gestire la foresta urbana*. Signum Padova Editrice.
- Senes G. (2001), *Capitolato speciale di appalto per l'esecuzione di opere a verde*, Maggioli Editore Milano 2001.
- Serci F, (2004), *Un percorso simbolico a Firenze, il Giardino Stibbert*. Nerbini editore.
- Sicurella A. (2003), “*Progettare il verde*”, Esselibri, Napoli.
- Signorello G. (1986), *La valutazione economica dei beni ambientali*, Genio Rurale n. 9.
- Signorello G. (1990), *La stima dei benefici di tutela di un'area naturale: un'applicazione della Contingent Valuation*, Genio Rurale, n. 9.
- Signorello G. (1994), *Valutazione contingente della disponibilità a pagare, per la fruizione di un bene ambientale: modelli, parametrici e non parametrici*, *Rivista di Economia Agraria*, n. 2.
- Southern Group of State foresters (2004), *When the forest becomes a community, a forester's handbook for the wildland/urban interface*, [www.firewise.org/pubs/wnn/vol12/no4/pdf/ So ForestHndbk.pdf](http://www.firewise.org/pubs/wnn/vol12/no4/pdf/SoForestHndbk.pdf).
- Strazzullo A. (2003), *Un servizio chiavi in mano*, Acer n. 3 pag. 45-49.
- Tempesta T. (1996), *Criteri e metodi di analisi del valore ricreativo del territorio*, Unipress, Padova.
- Tempesta T. (1997), *La gestione del verde pubblico nel Veneto, Agricoltura delle Venezie*, n. 4.
- Tempesta T. (1998), *Benefici e costi di un parco urbano*, Genio rurale n. 4 LXI pag. 33-40.
- Toccolini A. (2004), *Principi di Analisi e Progettazione del sito*, in in (a cura di Pirani A.) “*Il verde in città, La progettazione del verde negli spazi urbani*”. Edagricole Editore.
- Toccolini A. (2002), *Piano e progetto di area verde: manuale di progettazione: il sistema delle aree verdi, parchi e giardini pubblici e privati, percorsi verdi, metodi per la pianificazione, fasi del progetto, tecniche di progettazione, tecnologia GIS e CAD*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2002.
- Tyrväinen L. (1997), *The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method*, in *Landscape and Urban Planning* 37 1997 pag. 211-222.

Tyrväinen L., Miettinen A. (2000), Property prices and urban forest amenities, *Journal of Environmental Economics and Management* 39, 205 – 223.

Tyrväinen L., Vaananen H. (1998) *The economic value of urban forest amenities: an application of the contingent valuation method*. *Landscape and Urban Planning*, n. 43, 101-118.

Unasa (2003), “*Atti della conferenza nazionale sul verde urbano*”, Edizioni Polistampa, Firenze.

Van Herzele A., Wiedemann T. (2003), *A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces*. *Landscape and Urban Planning* 63, pp. 109–126.

Vavassori A. (2001), Verde in città, www.cittapossibile.org.

Vavassori A. (2002), *Le 10 lezioni on line di “Verde in città”*. www.cittapossibile.org

Vogt C.A., Marans R.W. (2003), Natural resources and open spaces in the residential decision process: a study of recent movers to fringe counties in southeast Michigan, in *Landscape and Urban Planning*, www.elsevier.com/locate/landurbplan.

Walsh R.G. (1986), *Recreation economics decision: comparing benefits and costs*, Venture Publishing, Inc. State College Pennsylvania.

Ware G.H., (1994), *Ecological basis for selecting urban trees*. *Journal of Arboriculture* 20, pp. 98–103

Wolf K.L. (2003), Ergonomics of the city: Green infrastructure and social benefits, in Kollin C. (ed.) *Engineering Green: Proceedings of the 11th National Urban Forest Conference*. Washington D.C.: American Forests.

Yoannides Y.M., Englund P. (1997), House prices dynamics: an international empirical perspective, in *Journal of housing economics* 6, 119-136 (1997).

Zappavigna P. (1999), Pianificazione urbanistica ed attività agricola un rapporto difficile da rinnovare, in *Rivista Genio Rurale*, LXII (7/8), pag. 50.

Zoppi M. (1996), “*Guida ai giardini di Firenze*”, Alinea, Firenze.

11 METODOLOGIE DI CENSIMENTO DEL VERDE URBANO

Coordinatore scientifico: Prof. Giovanni Sanesi Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali (DSPV)

Testo redatto in collaborazione con: Gabriele Villa, Cristian Rancati, Stefano Fiorillo, Luigi Bonanomi (Demetra coop a.r.l.) e Giuseppe Colangelo, Barbara Colaninno, Raffaele Laforteza, Alessandro Ricciardi (Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali DSPV)

11.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

L'interesse verso i censimenti, inventari e/o catasti del verde urbano e periurbano e delle risorse che contribuiscono alla sua formazione ha una storia quasi secolare. Le prime notizie di queste raccolte di informazioni in merito risalgono, infatti, ai primi anni del 1900 e provengono in prevalenza dagli USA, quando iniziarono i primi programmi di rilevazione delle alberature delle città. Le amministrazioni comunali degli Stati Uniti hanno sempre mostrato un notevole interesse nella conoscenza del patrimonio arboreo e degli altri elementi che costituiscono il verde urbano, in quanto hanno attribuito a questi elementi interessi anche di carattere patrimoniale. Negli anni settanta e negli anni ottanta, alcune indagini effettuate negli USA (Basset e Lawrence 1975, Gerhold et al., 1987) evidenziano come questo strumento si sia progressivamente affermato specie con l'introduzione degli strumenti informatici. Nel corso degli anni la struttura, l'organizzazione, la quantità e la qualità di informazioni che caratterizzano gli inventari si sono differenziate e strutturate, così come le motivazioni che portano ad effettuare i censimenti.

Le funzioni svolte dagli inventari del verde urbano oggi sono diverse e possono essere essenzialmente raggruppati in tre categorie:

- patrimoniali
- gestionali
- ambientali

La funzione patrimoniale fa riferimento alla possibilità di catalogare il patrimonio verde di ciascuna città mediante un sistema integrato di raccolta e immagazzinamento delle informazioni. Nel caso degli alberi, parametri quali specie, dimensioni (diametro del tronco), condizioni vegetative e dislocazione nelle diverse zone della città, possono consentire di attribuire ad ogni singolo soggetto un valore patrimoniale. La funzione gestionale rientra tra le prerogative fondamentali di un inventario del verde. Ciascuna informazione raccolta può essere infatti utilizzata per produrre dei *report* di gestione del patrimonio verde.

La funzione ambientale, infine, fa riferimento alla possibilità di utilizzare i dati raccolti per la stima, attraverso opportuni modelli, del valore ecologico-ambientale degli spazi verdi urbani e periurbani e di come le piante possono indurre una migliore qualità delle aree urbane.

I censimenti del verde e delle risorse naturali urbane negli USA godono di finanziamenti pubblici¹⁵ e, come è possibile evincere dalla numerosa bibliografia esistente, sono oramai una realtà consolidata verso la quale l'interesse si rinnova continuamente. Nel panorama italiano la situazione è, invece, molto diversa. In primo luogo va sottolineato come l'interesse del legislatore nazionale e regionale sia quasi nullo verso questo argomento. Non esistono leggi, prescrizioni o incentivazioni per gli enti locali per effettuare i censimenti del verde urbano¹⁶. L'unico riferimento di carattere normativo a livello nazionale può essere intravisto nel D.I. 1444/68 e negli standard urbanistici (superfici minime di verde urbano previste per ogni cittadino) in esso elencati. Queste indicazioni sono state peraltro riprese anche a livello regionale¹⁷. Sempre a livello regionale, indirettamente qualche riferimento può essere riscontrato anche nella più recente legislazione urbanistica ed in particolare in quella della Regione Toscana¹⁸. Per quanto riguarda il livello locale, esistono invece riferimenti più espliciti; in particolare è da segnalare il "Regolamento comunale per la tutela e la promozione del verde in città"

15 Ad esempio il Pennsylvania Urban and Community Forestry Council all'interno del "The America the Beautiful Grants Program 2003" supporta finanziariamente i censimenti del verde di quartiere, specie se condotti attraverso l'impiego di volontari.

16 Il regolamento del Verde Urbano del comune di Venezia prescrive l'esecuzione del censimento (in corso di effettuazione da parte del gestore del servizio di manutenzione).

17 La Legge della Regione Lombardia n. 51/75 prevede un incremento significativo della superficie di verde a disposizione di ogni abitante.

18 In particolare si fa riferimento alla LRT 5/95, oggi modificata dalla LRT 1/05 che, per quanto riguarda la pianificazione a livello comunale, rimanda all'art. 24 (piano strutturale). Detto piano definisce le indicazioni strategiche per il governo del territorio comunale e contiene "c) la individuazione dei sistemi e dei sub-sistemi ambientali, insediativi, infrastrutturali, di servizio e funzionali da realizzare per conseguire i suddetti obiettivi; ... h) lo statuto dei luoghi che raccoglie gli elementi dell'inquadramento previsto al comma 6 dell'art. 5, nell'ambito dei sistemi ambientali con particolare riferimento ai bacini idrografici e dei sistemi territoriali, urbani, rurali e montani.

del Comune di Venezia, adottato dal Consiglio comunale nella seduta del 21.07.03 con deliberazione n. 111, che impegna l'Amministrazione a dotarsi di un catasto del patrimonio arboreo.

11.1.1 Rilevanza patrimoniale dei censimenti

I censimenti hanno avuto inizialmente lo scopo di elencare i beni afferenti le diverse proprietà. In pratica gli elenchi di alberature, di arbusti, di spazi verdi in genere e delle attrezzature ed arredi compresi servivano a ricostruire il patrimonio dell'ente proprietario del verde o dell'ente al quale era demandato l'onere della gestione e della sua salvaguardia. Ancora oggi gli inventari hanno questa finalità, costituiscono pertanto un'analisi della proprietà in carico ad ogni singolo ente e permettono di dare un valore a questo patrimonio. Risulta evidente che l'attribuzione di un valore possa costituire un elemento di particolare rilevanza sia in fase di verifica periodica (es. bilancio annuale) sia nel caso si debba procedere ad una verifica straordinaria per un eventuale perdita accidentale di uno o più elementi costituenti il patrimonio (es. abbattimento o danneggiamento delle alberature). Per facilitare l'accertamento del valore, specie delle alberature, sono stati messi a punto e sono ampiamente diffusi ed impiegati procedimenti standardizzati che consentono la valutazione su base parametrica. Si tratta in particolare di procedimenti estimativi studiati per la prima volta in USA negli anni '50, successivamente modificati, diffusi e ampliamenti adottati anche in Italia (Chadwick 1975, Grey e Deneke 1976, Burns 1986, CTLA 1992, Bovo *et al.* 1995) (Tab. 11.1).

11.1.2 Rilevanza gestionale dei censimenti

Un'altra motivazione per la quale sono realizzati gli inventari è legata alla gestione e alla più completa conoscenza del bene inventariato. Miller (1988) mette giustamente in evidenza che non è possibile gestire razionalmente una risorsa se non si possiede una sua piena valutazione. Proprio per rispondere a finalità di carattere gestionale sono stati elaborati diversi tipi di censimento che mostrano un maggiore dettaglio verso alcuni elementi (es. alberature) o nei confronti di alcune informazioni particolari (specie presenti, fitopatie, danni o elementi di stabilità delle alberature, etc.). L'inventario diventa pertanto lo strumento sul quale basare sia l'attività pianificatoria, programmatica ed operativa, sia di controllo delle operazioni effettuate (monitoraggio sull'efficienza organizzativa ed esecutiva). Per quanto riguarda la fase di pianificazione, merita

sottolineare come i catasti del verde possano costituire una base importante per verificare l'efficienza del sistema del verde e della sua capacità di essere utilizzato realmente da parte dei potenziali utenti. Questa funzione dei censimenti ha assunto una particolare rilevanza a seguito dell'introduzione di idonee applicazioni informatiche in fase di archiviazione delle informazioni, di gestione delle risorse e di utilizzazione delle basi cartografiche. Grazie a queste "interfaccia" di diversi software, gli inventari si sono evoluti in veri e propri programmi gestionali ed hanno perso il ruolo di semplici archivi di informazioni (inventory programs → inventory management programs).

11.1.3 Rilevanza ambientale dei censimenti

Nel corso degli ultimi anni si è accentrato un sempre maggiore interesse verso la gestione delle risorse ambientali e nei confronti della gestione sostenibile. I censimenti del verde urbano e periurbano possono contribuire a tali gestioni. In particolare, nel caso le risorse censite¹⁹ siano collegate ad un sistema GIS, risulta evidente come sia possibile utilizzare questo strumento per la verifica delle caratteristiche ecologico-funzionali di un territorio. Stante l'attualità di alcune tematiche, gli inventari del verde urbano e periurbano, assumano particolare rilevanza nella valutazione delle reti ecologiche e della capacità di esplicare diverse funzioni ambientali da parte delle piante e degli spazi verdi in genere. In particolare, tramite diverse metodologie di inventariazione del verde, sono state studiate: la captazione del carbonio (Brack 2002) e di altri elementi, la salvaguardia idrogeologica (Xiao e McPherson 2003), la salvaguardia della biodiversità (Jim C.Y. 1999, Jim e Liu 2001, Smith et al. 2006), l'assorbimento dei rumori, etc (Maco e McPherson 2003, Simpson et al. 2004). La possibilità del supporto GIS permette di utilizzare il censimento del verde anche come un importante strumento per la verifica della capacità di un territorio a supportare determinati carichi di popolazione e di relative attività antropiche e quindi del perseguimento di livelli di sostenibilità (Sanesi e Laforteza 2002).

¹⁹ Risulta evidente che i censimenti del verde possono comprendere anche valutazioni riferibili a diverse risorse naturali o antropiche. In particolare, in considerazione delle strette relazioni che esistono a livello di sistema suolo-pianta, sono evidente le possibilità di archiviare e gestire informazioni in merito alle caratteristiche del terreno (Kelsey e Hootman 1988).

11.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Il mondo della tecnica e della scienza nel corso degli ultimi trenta anni ha rivolto un crescente interesse nel confronto del verde urbano. In particolare in USA sono numerose le ricerche che hanno preso in considerazione il valore delle piante nell'ambito delle città e le funzioni che sono in grado di svolgere (Grey e Deneke op. cit., Miller op. cit., McPherson *et al.*, 1994). Progressivamente all'accertamento del valore multifunzionale del verde urbano sono cresciute le motivazioni verso gli inventari delle risorse forestali urbane, alberature stradali *in primis*. Una ricerca compiuta nel 1973 evidenzia come questo tipo di strumento incominci a diffondersi presso le pubbliche amministrazioni (Basset e Lawrence op. cit.), ma è soprattutto nel decennio successivo che, grazie all'introduzione dei sistemi informatici di gestione delle informazioni georeferite, che i censimenti hanno un'ulteriore diffusione presso gli enti locali (Murgas 1981, Giedratis e Kielbaso 1982, Maggio 1986, Gerhold *et al.*, op. cit., Crossen 1989, Wagar e Smiley 1990). In queste prime ricerche viene messo in evidenza come l'interesse delle pubbliche amministrazioni sia essenzialmente di ordine patrimoniale e gestionale e come l'entità principale censita sia l'albero. I censimenti sono quindi costituiti da una serie di elenchi di alberature ai quali sono associati archivi di informazioni riguardanti: la localizzazione, l'individuazione tassonomica, le caratteristiche del sito, le condizioni vegetative, le necessità colturali (Fig. 11.1, 11.2, 11.3). Le informazioni, specie per le città di maggiori dimensioni, sono organizzate attraverso un procedimento di aggregazione gerarchica successiva che prevede generalmente come livello iniziale la strada, per poi passare al quartiere, la circoscrizione o distretto, la città. Le informazioni sono essenzialmente organizzate in archivi che in alcune casi trovano supporto in un GIS. Per quanto riguarda l'Italia, si segnala che nel corso degli anni '80 alcune amministrazioni, con la motivazione principale di verificare la situazione del verde rispetto agli standard del D.I. 1444/68, hanno provveduto a stilare alcuni censimenti comunali. Si tratta per lo più di elenchi su base cartacea, che prendono in considerazione solo il verde di proprietà comunale e per i quali sono utilizzate classificazione tipologiche diverse (Comune di Modena 1985, Comune di Genova 1984, Comune di Bologna 1991). Il Programma Regionale per il Verde Urbano della Regione Emilia Romagna (1989) riporta che, al 1986, solo l'11% dei comuni della regione aveva effettuato una qualche forma di censimento arboreo del proprio territorio, ma con impostazioni metodologiche disomogenee che rendevano impossibile una qualsiasi elaborazione dei dati a livello territoriale. Nello stesso periodo si incomincia, anche da parte del mondo universitario nazionale ad

affrontare questa tematica e a mettere in evidenza i benefici e le funzioni che i censimenti del verde sono in grado di svolgere nonché a mettere a punto il set di informazioni da raccogliere ed organizzare (Minelli e Negroni 1986, Hermanin *et al.* 1987). Negli ultimi 10-15 anni i censimenti del verde urbano hanno assunto la connotazione di vere e proprie indagini ambientali dove la finalità del perseguimento dello sviluppo sostenibile diventa prioritaria. I catasti del verde, in linea anche con quanto previsto da A 21, diventano strumenti per calcolare il valore ecologico delle piante in ambito urbano e periurbano (Clark *et al.* 1997, Bloniarz 2002, Sanesi e Laforteza op. cit. e 2003) per favorire i processi di coinvolgimento e di partecipazione della cittadinanza (www.cityofboston.gov/parks/streettrees/GBUFI.asp9). L'organizzazione statunitense American Forest ha messo a punto uno specifico software (CITYgreen®) con il quale sono stati recentemente calcolati i valori ecologici di diverse città americane che sono disponibili su internet (www.americanforests.org). I censimenti del verde assumono quindi anche la funzione di strumenti per analizzare la diversità biologica e genetica delle popolazioni arboree urbane e per evidenziarne i livelli di diversità nonché di stabilità nei confronti di fitopatie (Sun 1992, Syndor 1998). Sempre negli USA, partendo da GIS elaborati per i censimenti del verde urbano, sono state effettuati interessanti analisi in merito alle caratteristiche degli spazi aperti e allo stato economico dei residenti (Iverson e Cook 2000). La diffusione degli inventari del verde ha trovato un importante supporto nell'ulteriore progresso dell'informatica sia a livello di hardware sia di software. In particolare l'introduzione dei computer palmari o PDA (*Personal Digital Assistant*) ha semplificato e reso facile ed economica la fase di acquisizione delle informazioni in campo. Oggi in USA sono stati sviluppati e sono commercialmente disponibili opportuni software che sono supportati dai PDA (Bloniarz *et al.* 2001). USDA Forest Service Northeast Center for Urban & Community Forestry in cooperazione con la University of Massachusetts/Amherst e l'amministrazione della città di Springfield ha sviluppato specifici programmi che sono disponibili liberamente da <http://www.umass.edu/urbantree/palm/>. Un ulteriore sviluppo di questo strumento è avvenuto grazie all'elaborazione di apposita modellistica da applicare alla crescita delle piante arboree (Banks *et al.* 1999, Brack 2006)

In Italia, pur non esistendo la dinamicità che ha contraddistinto gli USA in questo settore, si deve segnalare una cresciuta sensibilità nei confronti delle analisi riguardanti il verde urbano sia dal punto di vista scientifico sia da quello tecnico. Nel corso degli anni '90 e dei primi anni del 2000, alcuni autori hanno contribuito a formare una seppure parziale e ridotta bibliografia su questo argomento

(Ferrara *et al.* 1991, Pandini e Stucchi 1993, Strazzullo e Capuzzi 1993, Vaccari 1993, Bambozzi e Sanesi 1995, Lastrucci 1996, Villa 1996, Minelli e Delloste 1997, Giordano 1998, AAVV. 1999, Miola e Porzio 2001). Nell'ambito di questi contributi è possibile evincere come, specie alcune amministrazioni comunali del Centro Nord Italia, abbiano incominciato a prender in considerazione questo strumento ed abbiano elaborato i primi inventari su supporto informatico: all'inizio tramite programmi di archiviazione tipo database e successivamente implementando le informazioni anche attraverso la realizzazione di un GIS. Anche se nella maggior parte di casi si tratta ancora di *inventory programs*²⁰, risulta evidente che, grazie ai progressi della tecnica, sia possibile utilizzare, anche in Italia, il censimento del verde come uno strumento dinamico di tipo interattivo e non come una semplice raccolta di informazioni. Da queste prime esperienze, spesso mutate da quanto già elaborato negli USA (Widdicombe e Carlisle 1999), grazie all'utilizzo di appositi supporti di software e di hardware si ravvisa la possibilità di utilizzare il censimento del verde come una delle basi informative per la gestione sostenibile delle città e delle aree urbanizzate in genere. Il catasto del verde diventa pertanto, anche in Italia, uno strumento dal quale potere raccogliere informazioni²¹ in merito a: quantità e qualità del verde, costi per le manutenzioni, efficienza della gestione, pianificazione di nuove aree, biodiversità, accessibilità degli spazi, etc. (Angeloni 2002). Secondo diversi autori (Miller *op cit.*) è possibile classificare i censimenti del verde urbano secondo diverse tipologie a seconda della categoria oggetto dello studio e della complessità e metodologia del rilevamento. Le principali categorie oggetto di indagine sono il verde pubblico, il verde privato, gli elementi arborei, i filari stradali, gli spazi verdi. Negli USA l'interesse prevalente è verso gli elementi arborei e le alberature stradali in particolare (Crossen *op. cit.*, Poracsky Scott 1999, McCabe 2001 e 2002), mentre in Italia esiste un'attenzione verso gli spazi verdi pubblici in genere. I censimenti, specie se a livello di singola città sono generalmente totali, mentre se effettuati a livello amministrativo superiore possono essere effettuati anche su base campionaria (Gartner Treiman Frevert 2002). Uno strumento simile al censimento e sinergico allo stesso è lo studio dell'uso del suolo dell'area urbana e periurbana. Si tratta di analisi, sempre su base GIS, che hanno trovato ampia diffusione nel campo della pianificazione sostenibile delle città (Attwell 2000) e che possono essere

²⁰ Solo recentemente si sono sviluppati anche in Italia veri e propri programmi gestionali. Le esperienze citate hanno per lo più finalità di monitoraggio e pertanto sono finalizzate ad una gestione delle informazioni di tipo statistico oppure a fornire *report* sulla base di specifiche *query*.

²¹ I censimenti effettuati recentemente a Ferrara e Prato e le relative finalità e metodologie sono parzialmente visionabili su internet (http://www.geographics.it/progetti/ambiente/verde_fe/index.htm e <http://www.dream-italia.it/serspec.html>).

utilizzate anche nel campo dell'ecologia del paesaggio a scala urbana e periurbana (Zipperer *et al.* 1997). Sia a livello tecnico-scientifico sia a quello commerciale sono disponibili guide e manuali su come e perché effettuare i rilevamenti ed organizzare le informazioni (USDA 2002, www.americanforests.org, <http://www.acrtinc.com/inventor.html>). Sempre negli Stati Uniti Olig e Miller (1997) hanno messo in evidenza come esistano in commercio diversi software e quali potenzialità e possibilità di adattamento possiedano, ma come il grosso limite di ogni programma sia insito nella non sempre ampia diffusione e assistenza che il software può avere durante il suo utilizzo. Questa problematica è ancora più accentuata in Italia dove la ancora scarsa diffusione di questo strumento ha limitato anche l'interesse commerciale ad effettuare investimenti nella realizzazione e nella gestione informatica degli inventari. Oggi, sia a livello internazionale sia a livello italiano, sono numerose le tematiche di interesse di ricercatori, tecnici e del mondo commerciale. La valutazione delle funzioni svolte dal verde censito è senza dubbio uno degli argomenti di studio di maggiore attrazione; non di meno importante sono le metodologie per l'identificazione sul territorio e la successiva organizzazione di un GIS relativo al patrimonio del verde e delle risorse naturali ad esso correlati. Il *remote sensing*, l'utilizzo di immagini ad alta risoluzione, l'impiego di diverse piattaforme e sensori di rilevamento (Small e Lu 2006), la tecnologia GPS, l'utilizzo di *microchips* per l'identificazione di elementi censiti, il flusso delle informazioni e i sistemi di loro verifica sono alcuni degli argomenti dove l'interesse si concentrerà anche nell'immediato futuro. Non meno elevata sarà l'attenzione verso l'utilizzo delle informazioni per ottimizzare le risorse economiche e per favorire fenomeni di partecipazione sociale nella gestione del verde urbano. In particolare, considerando i costi elevati che questi censimenti hanno, sia per la loro prima realizzazione sia per il loro successivo aggiornamento, dovrà essere sviluppata ed incentivata, specie in Italia, la possibilità di coinvolgimento di ONG e di volontari in genere nella fase dei rilevamenti che costituiscono uno degli oneri maggiori. In USA, il USDA Northeast Center for Urban & Community Forestry (1998), anche sulla base di alcuni studi precedenti che avevano accertato l'accuratezza e la validità degli inventari effettuati con manodopera volontaria (Bloniarz e Ryan 1996), ha recentemente incentrato i suoi sforzi su questa tematica approntando un vero e proprio manuale per la formazione professionale dei volontari.

11.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Da quanto è stato sinteticamente esposto in precedenza, risulta evidente che a livello internazionale la tematica dei censimenti del verde urbano e periurbano ha avuto un processo di sviluppo che è stato particolarmente intenso specie negli ultimi anni, grazie agli sforzi congiunti del mondo imprenditoriale, di quello della amministrazione pubblica e della ricerca. Ciò nonostante alla maturazione a livello tecnico fa riscontro ancora una certa debolezza a livello commerciale. Questa situazione risulta ancora più evidente in Italia. I diversi contesti ambientali e culturali che caratterizzano il nord America dal nostro Paese richiedono che si facciano ulteriori sforzi nella ricerca e si sviluppino modelli di inventariazione e di gestione delle informazioni originali. In Toscana in particolare, le diverse caratteristiche di urbanizzazione e di diffusione delle aree verdi ed il diverso contesto ambientale e paesaggistico richiedono una maggiore attenzione non solo nei confronti delle alberature, ma di tutte le risorse verdi che si possono riscontrare nel contesto delle aree urbane e periurbane. La realtà toscana risulta inoltre essere caratterizzata da una elevata diffusione di emergenze paesaggistiche storiche. Si tratta anche in questo caso di sapere sviluppare processi di raccolta e di organizzazioni delle informazioni autonomi ed innovativi rispetto a quanto è stato effettuato negli USA.

Oggi, a prescindere da queste considerazioni, il verde deve essere studiato nell'ottica di vero e proprio sistema costituito, tra l'altro, da aree ripariali, zone di pertinenza di ferrovie, strade ed altre infrastrutture territoriali, da orti sociali, da aree agricole di risulta. Sulla base di queste considerazioni è corretto considerare che lo stato delle conoscenze e delle innovazioni applicabili ai censimenti del verde urbano possieda attualmente un elevato grado di trasferibilità a livello generale, mentre, al tempo stesso, si ritiene che, in presenza ancora di limitate esperienze a livello regionale, siano necessari approfondimenti per un'efficace applicazione alla realtà italiana e toscana in particolare. Questa riflessione sembra particolarmente opportuna in un momento come quello attuale nel quale si stanno sperimentando in modo sempre più diffuso esperienze di esternalizzazione del servizio di manutenzione del verde pubblico attraverso forme abbastanza articolate²². Si ritiene che proprio in questi contesti, l'utilizzo degli inventari del verde diventi una necessità inderogabile da parte delle

²² Nel corso degli ultimi dieci anni sempre più spesso le amministrazioni comunali fanno riferimento a soggetti esterni per la gestione del verde pubblico. Oltre alle tradizionali forme di appalto di servizio, si sono affermate forme quali il *global service* e la costituzione di aziende speciali e di società a diversa composizione societaria pubblica.

pubbliche amministrazioni per assicurare sia in fase di affidamento sia nella successiva di esecuzione, il necessario controllo.

Il progetto RISVEM ha preso in considerazione alcuni aspetti dei censimenti che, al momento di iniziare il progetto, non sono stati sufficientemente approfonditi e che, in considerazione della realtà toscana, è stato ritenuto utile affrontare. In particolare, in considerazione anche delle istanze pervenute dalle pubbliche amministrazioni coinvolte e dei potenziali utenti del progetto, RISVEM in merito a questa tematica ha preso in considerazione:

- utilizzo del *remote sensing* ad alta definizione per l'individuazione e georeferenziazione degli elementi costitutivi il patrimonio da censire;
- verifica dell'applicazione del DGPS e dei datalogger abbinati nei diversi ambiti urbani;
- verifica (facilità di applicazione, economicità, resistenza agli agenti atmosferici e ai diversi elementi di pressione esistenti in ambiente urbano) dei *microchips* quali strumenti per l'identificazione degli elementi censiti;
- identificazione di un set di informazioni standard da acquisire con i censimenti al fine di elaborare un quadro informativo standard;
- l'identificazione dei flussi informativi sui quali basare la realizzazione dei censimenti, la loro "manutenzione" e utilizzo.

In particolare il progetto ha previsto di effettuare una campagna di rilevamenti nell'ambito di diverse aree del Quartiere 5 del Comune di Firenze che fossero rappresentative anche delle diverse tipologie di verde (Fig. 11.4). Si è provveduto, prima dell'effettuazione dei rilievi, a definire i criteri di osservazioni e in questo modo si è potuta formulare a priori su PC una struttura di data-base di cui sono stati fissati i campi e i loro attributi possibili (numerici, alfanumerici, a menù, etc.) denominata "data-dictionary", in cui sono state raccolte le informazioni quali-quantitative di tutti gli oggetti che compongono il verde pubblico: alberi, arbusti, tappeti erbosi, arredi vari etc.

Il data-dictionary, costruito secondo le esigenze specifiche del progetto è stato poi trasferito sul datalogger abbinato allo strumento GPS. In tal modo, durante i rilievi, è stato possibile associare al dato posizionale, raccolto e definito in aree, linee o punti, gli attributi rilevati. Per ciò che concerne la cartografia delle aree da censire, si sono utilizzate delle foto aeree di un volo effettuato nel 2000. Nella fase operativa sono stati utilizzati 3 differenti modelli di G.P.S. per il rilievo dei dati di posizione (ricevitore satellitare e base per correzione differenziale dei dati). La prima operazione in

campo, nel caso del censimento di alberi, è consistita nel cartellinare, con numerazione progressiva, tutti gli elementi presenti nelle aree da censire applicando etichette plastificate alle cortecce dei tronchi con delle punte metalliche di pochi millimetri (Foto 11.1). Questa etichettatura può essere effettuata anche attraverso l'utilizzo di codici a barra (Foto 11.2). Questo sistema identificativo permette anche di abbinare un serie di informazioni aggiuntive che possono essere lette successivamente da apposita strumentazione ottica (Foto 11.3).

Il rilevamento della posizione degli alberi è stato effettuato sostando mediamente per circa 10 secondi (a seconda della "visibilità" dei satelliti) per ogni soggetto. Per ciò che concerne il rilievo delle aree si è provveduto a camminare lungo il loro perimetro con il G.P.S. in spalla, rilevando una posizione ogni secondo e in alcuni casi rilevandone una ogni 5 secondi.

Per ogni elemento vegetale (albero, aiuola, prato) si è provveduto a compilare una scheda che conteneva le principali informazioni:

- Ambito o zona di riferimento
- Numerazione progressiva: (si è provveduto a inserire il codice numerico assegnato all'albero)
- Specie: (è possibile registrarla, individuandola in un elenco di piante autoctone ed alloctone presenti nel database).
- Disposizione: (Indicare se la pianta in oggetto è ISOLATA, se fa parte di un FILARE o di un GRUPPO).
- Classe di età: Indicare se la pianta in oggetto è classificabile come:
Giovane: albero di recente impianto che deve ancora raggiungere le dimensioni tipiche della specie.
Matura: albero che ha raggiunto le dimensioni tipiche della specie.
Ultra-matura: albero che ha superato le dimensioni tipiche della specie; si tratta generalmente di piante in fase di invecchiamento, ma di interesse storico o monumentale.
- Misure dendrometriche: comprendono le misure, rilevate entro classi di grandezza, dell'altezza (< 8, 8-15, 16-22, 23-30, > 30 m), e del diametro misurato a petto d'uomo (< 20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, > 120 cm); l'analisi strumentale è stata effettuata in una seconda fase di verifica.
- Diametro della chioma: Stimato a livello della sua maggiore ampiezza e rilevato entro le seguenti classi di grandezza: 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, >30 m.
- Individuazione visiva dei punti critici e dei difetti strutturali (V.T.A. visivo) . Si evidenziano eventuali difetti a radici, colletto, fusto, branche e chioma.
- Segnalazione della necessità di effettuare V.T.A. strumentale

- Individuazione dell'operazione manutentiva primaria
- Individuazione dell'operazione manutentiva secondaria
- Presenza di vincoli operativi: si sono inserite delle indicazioni sui possibili limiti logistici allo svolgimento delle operazioni di manutenzione in prossimità della pianta in esame.
- Segnalazione di urgenza in presenza di pericolo. In caso siano stati rilevati gravi danni viene sottolineata l'urgenza di un intervento tempestivo.

La correzione differenziale è avvenuta facendo riferimento alla base G.P.S. di Prato, che si è constatato fornire maggiore precisione rispetto alle stazioni di Besana Brianza e Brasiamone, pure prese in considerazione.

La verifica dei parametri quanti-qualitativi, raccolti con diversi modelli di GPS e da diverso personale, è stata fatta rispetto ad un "testimone" i cui rilievi sono stati effettuati con appositi strumenti (ipsometro e cavalletto).

Terminata la fase di rilievo in campo, si è proceduto al trasferimento dei dati dal datalogger in Pathfinder, uno specifico software per la gestione dei dati GPS: in seguito i dati rilevati sono stati posizionati sulla cartografia in possesso (ortofoto e aerofotogrammetrico), e sottoposti ad elaborazione attraverso il software Mapinfo (Fig. 11.4). In questo modo è stato possibile evidenziare i possibili errori di localizzazione dei singoli elementi censiti a seguito di effetti Multipath (Foto 11.4).

A seguito dell'attività di censimento svolta, è stata rivisitata con atteggiamento critico la scheda preimpostata inserita nel palmare, verificando le voci da modificare nell'intento di attuare una più rapida descrizione, pur conservando la basilare caratteristica di fornire un quadro generale, e nello stesso tempo dettagliato, dell'elemento da censire. Si è provveduto ad estrarre dal ricevitore G.P.S. i dati relativi al tempo occorrente alla compilazione della scheda e il tempo medio impiegati dai singoli operatori nel censimento delle aree oggetto di studio; i valori sono riportati nella tabella 11.2. Questi tempi potrebbero, secondo l'esperienza accumulata nel progetto e secondo esperienze precedenti, essere notevolmente ridotti, con considerevole risparmio.

Una scheda tipo valida per la maggior parte degli alberi in ambiente urbano potrebbe difatti contemplare esclusivamente le seguenti voci:

Specie – Diametro - Altezza - Ampiezza chioma - Inserzione 1° palco:

l'inserimento di questi dati fornisce una descrizione abbastanza dettagliata da un punto di vista morfologico e permette, attraverso un monitoraggio costante nel tempo, di possedere interessanti

indicazioni sul suo processo evolutivo o di crescita e di ravvisare eventualmente problematiche in atto. In particolare il diametro del tronco ad 1,30 metri, messo in relazione alle specie e alle condizioni ambientali, è un buon indicatore dell'età della pianta e può servire alla determinazione della ZPA (zona di protezione o pertinenza dell'albero).

L'altezza è un parametro importante nella stima dei costi di gestione. Il diametro massimo della chioma è un parametro utile a descrivere la forma della pianta e ad individuare eventuali conflitti con funzioni e strutture circostanti. Esso inoltre consente di individuare l'area di proiezione della chioma e la cosiddetta ZPA.

Infine l'inserzione del 1° palco risulta un parametro importante in particolare per le alberature stradali e per gli alberi inseriti in zone di transizione veicolare o pedonale.

Nella voce Danni biotici e Causa danni biotici precedentemente illustrati si possono inserire più specificatamente le problematiche riscontrate al momento dell'analisi dell'albero/pianta e la loro entità, sufficienti a descriverlo in termini qualitativi e segnalare l'urgenza o meno dell'intervento da effettuare. Analizzando i parametri quantitativi, risulta evidente che le piante con maggiore diametro (61-80, 81-100), così come anche per l'altezza (15-22, 22-30), risultino quelle presenti nei giardini storici del Museo Stibbert (il 21,8% ricade nella classe di diametro 61-80 ed il 3,1 % nella classe 81-100; il 34,3% ha un'altezza compresa tra i 22 e i 30 metri) e di Villa Fabbricotti (il 9,3 % ricade nella classe 61-80 di diametro e il 12,5 % nella classe 22-30 per quel che riguarda il parametro altezza), caratterizzati dalla presenza di esemplari arborei ultramaturi e in via Pistoiese, costeggiata da esemplari di *Platanus x acerifolia* ormai centenari (36,7 % nella classe 61-80 e l'1,1 % in quella con valori compresi tra 81 e 100 e con altezze comprese tra i 15 e i 22 metri nel 98,8 % dei casi). La più elevata percentuale di alberi con minore diametro (0-20, 21-40) e minore altezza (>8, 8-15) è riscontrabile nel giardino Tosco-Laziale, sulla cui superficie troviamo una cospicua presenza di *Pyrus communis*, *Cercis siliquastrum*, *Prunus cerasifera*, alberi di modeste dimensioni, molti dei quali recentemente impiantati (il 55,1 % ricade nella classe 0-20 e il 51,7 % degli esemplari mostra un'altezza compresa tra gli 8 e i 15 metri).

L'attività di censimento effettuata rappresenta la base di partenza di una serie di operazioni e di processi che, in relazione tra di essi, vanno a costituire sinergicamente il complesso "sistema" di gestione, pianificazione e manutenzione del settore verde urbano. Conseguentemente si può ipotizzare un modello logico funzionale che si prefigga di sintetizzare e rendere al contempo ben chiaro l'iter dei processi che possono contribuire a andranno a formare un'efficace organizzazione

del sistema informativo. Presupposto di questo modello è l'acquisizione di una base informativa nella quale rientra *in primis* la cartografia in formato vettoriale o raster. Va sottolineato che la base dei dati può essere formata da una serie di informazioni di natura spesso assai diversa. Esse, come abbiamo visto nel precedente capitolo, riguardano l'oggetto del censimento, quindi le aree verdi (superficie, posizione geografica, tipologia, ecc.) e i popolamenti arborei in esse contenuti, descritti attraverso il rilievo delle loro caratteristiche. A seconda del tipo di spazio verde censito, e degli obiettivi che ci si è posti nella realizzazione della base di dati, le informazioni relative ai popolamenti arborei, possono essere acquisiti attraverso il rilievo delle caratteristiche di ciascun singolo individuo arboreo (identificazione della specie, tipo e caratteristiche del sito di impianto, identificazione della posizione, parametri dendrometrici, vigore vegetativo, quadro fitosanitario, esigenze di manutenzione). Le altre componenti vegetali delle aree verdi, quali prati, tappezzanti, siepi, gruppi di arbusti, aiuole, bordure, vengono rilevate considerandone i parametri più significativi ai fini della gestione, quali la superficie o l'estensione lineare. Ragionamento analogo deve essere seguito per gli arredi e gli impianti a servizio delle aree verdi (panchine, punti acqua, cestini, recinzioni, irrigazioni, punti luce ecc.).

Oltre a queste informazioni specifiche, la base dei dati può contenere altri tipi di informazioni che possono risultare utili per molteplici applicazioni, in particolare per la gestione delle aree verdi. Pertanto la base informativa può contenere uno o più elenchi prezzi relativi ai costi degli interventi di manutenzione (ordinari e straordinari), capitolati speciali di appalto, l'organizzazione della manodopera disponibile per la realizzazione degli interventi di manutenzione (personale interno oppure reperibile in outsourcing).

In prima approssimazione il modello logico funzionale della gestione delle informazioni può identificare 5 moduli:

1. Modulo Sistema Informativo del Verde (S.I.V.)
2. Modulo censimenti
3. Modulo pianificazione e gestione
4. Modulo controllo qualità
5. Modulo gestione emergenze

Il Modulo S.I.V. e il Modulo censimenti da un punto logico devono essere in stretta relazione tra loro; il Modulo censimenti comprende, infatti, la definizione di schede di rilevamento relative ai vari

elementi arborei e non solo (prati, arredi, ecc.), l'omogenizzazione dei dati e il loro trasferimento sul P.D.A., il rilievo posizionale (geografico) e quello relativo alla fase descrittiva dell'oggetto da censire (compilazione schede di rilevamento).

Il rilievo della posizione, come è stato illustrato in precedenza, può essere nella maggior parte dei casi di tipo strumentale (G.P.S.) in grado di rilevare le coordinate assolute degli individui censiti e riferirle al sistema cartografico numerico impiegato nella restituzione delle informazioni. A questo rilievo può essere affiancata un'informazione residente negli oggetti censiti. È stata sperimentata l'utilizzo di microchips che sono stati inseriti in prossimità della pianta (interrati) o aderenti all'arredo (incollaggi ad alta resistenza) e consentono il riconoscimento automatico di questa attraverso un apposito lettore collegato ad un palmare. Il microchip può contenere oltre ad un codice identificativo di tipo alfanumerico una serie di dati riguardanti l'oggetto e la sua manutenzione (Foto 11.5).

L'insieme di questi dati possono essere implementati nel S.I.V e andranno a creare o aggiornare una banca dati degli individui arborei o arbustivi (composizione dei popolamenti) o degli altri elementi compositivi delle aree verdi; in questa fase dovranno essere effettuate tutte quelle correzioni manuali che il software permette di attuare su dati che, a causa di fattori esterni (vedi effetto multipath nella georeferenziazione con GPS), si sono rilevati imprecisi e la conseguente produzione di una cartografia tematica.

Nel modulo pianificazione e gestione possono essere inserite tutte le informazioni utili a definire un calendario delle priorità d'intervento ed eventuali emergenze, la produzione di schede sintetiche degli interventi ordinari e straordinari da svolgere, il computo metrico dei costi di intervento di gestione ordinaria e straordinaria (sulla base di elenchi prezzi differenziati a seconda se l'intervento sia effettuato con personale interno o in *outsourcing*); questo modulo è in stretta correlazione con il modulo gestione emergenze, che contemplerà tutte le informazioni o segnalazioni inerenti gli interventi da effettuare con priorità assoluta (abbattimento alberi, interventi fitosanitari ecc.) e al di fuori di ogni tipo di programmazione. Questi quattro moduli, oltre ad essere correlati tra loro, sono inevitabilmente connessi alla base informativa (Fig. 11.6).

Una volta definiti e pianificati gli interventi da effettuare, il modulo logico funzionale è in grado di produrre l'ordine di servizio.

Nel modulo controllo qualità sono previsti tutti i controlli o collaudi da parte degli enti preposti (Addetti delle Amministrazioni Comunali o supervisori in genere) che giudicano l'operato degli

addetti alle operazioni in campo e di conseguenza interagisce con i moduli di pianificazione e gestione emergenze. Se, ad esempio, l'intervento (di qualsiasi genere esso sia, sfalcio prato, potatura, asportazione branche morte), viene considerato malrealizzato e da rieseguire, il dato rientra nel suddetto modulo.

Il controllo della qualità non è però accertato esclusivamente da addetti specifici, ma può essere realizzato anche dalla cittadinanza, che, attenta al verde che la circonda, può fornire utili segnalazioni in merito a emergenze o semplicemente esprimere consigli, considerazioni e riflessioni sul sistema verde del quale si sente e si sentirà maggiormente partecipe; sarà quindi necessario provvedere all'attivazione di un *call center* preposto ad accoglierle.

Il *call center* deve avere un'azione anche nei confronti del modulo S.I.V. del modulo censimento e del modulo pianificazione gestione/emergenze; infatti da una segnalazione (es. abbattimento) è necessario aggiornare la base informativa nonché programmare un intervento.

Il modello logico funzionale nel suo insieme può essere esemplificato dalla Fig. 11.7.

11.4 CONCLUSIONI

L'utilizzo di G.P.S. nello specifico settore del verde urbano, rappresenta, specie se supportato da una valida cartografia georeferenziata, una procedura valida ed efficace nella realizzazione e gestione dei censimenti. Nel corso del progetto RISVEM si è potuto constatare come le prestazioni del G.P.S. raggiungano i massimi livelli di precisione in spazi aperti, mentre in ambienti ad alta densità di urbanizzazione e con presenza massiccia di insediamenti abitativi, presentino dei margini di errori più elevati (effetto *mutipath*). L'acquisizione sistematica di informazioni legate alle diverse componenti del verde urbano permette di avere una immediata ed ampia conoscenza delle eventuali problematiche delle diverse aree censite (i.e. diffusione di fitopatie), nonché fornisce informazioni sullo stato di usura degli elementi di arredo presenti nelle aree (i.e. necessità di manutenzione).

L'esperienza del progetto RISVEM ha consentito di identificare un set di informazioni standard da utilizzare nelle attività di censimento, al fine di fornire un adeguato protocollo di procedure per ottimizzare i processi legati all'attività di gestione e manutenzione delle aree verdi pubbliche.

La base dei dati è formata da una serie di informazioni di natura spesso assai diversa. Esse, come abbiamo visto nel precedente capitolo, riguardano l'oggetto del censimento, quindi le aree verdi (superficie, posizione geografica, tipologia ecc.) e i popolamenti arborei in esse contenuti, descritti attraverso il rilievo delle loro caratteristiche. A seconda del tipo di spazio verde censito, e degli obiettivi che ci si è posti nella realizzazione della base di dati, le informazioni relative ai popolamenti arborei, possono essere acquisiti attraverso il rilievo delle caratteristiche di ciascun singolo individuo arboreo. Le altre componenti vegetali delle aree verdi, prati, tappezzanti, siepi, gruppi di arbusti, aiuole, bordure, vengono rilevate considerandone i parametri più significativi ai fini della gestione, quali la superficie o l'estensione lineare.

Oltre a queste informazioni specifiche, la base dei dati può contenere altri tipi di informazioni che possono risultare utili per molteplici applicazioni, in particolare per la gestione delle aree verdi, come ad esempio i dati relativi ai costi degli interventi di manutenzione.

La base dei dati dovrà contenere anche le basi cartografiche necessarie a referenziare topograficamente gli oggetti del censimento. A seconda delle caratteristiche del sistema informativo, delle risorse disponibili, degli strumenti impiegati per la restituzione e la consultazione dei dati, la cartografia potrà essere predisposta in formato cartaceo o numerico. Nel secondo caso l'insieme delle informazioni derivate dal censimento costituirà la base per la costruzione di un GIS.

Dall'analisi comparata dei rilievi effettuato da diverso personale, si evidenzia, in considerazione della consistente mole di dati e possibili valutazioni contrastanti, la necessità di sviluppare percorsi formativi professionali sia per il personale destinato alla manutenzione del verde urbano sia per quello depositario di specifiche competenze (i.e. gestione delle informazioni).

Per consentire una gestione efficace delle informazioni e di conseguenza della stessa gestione è necessario però individuare e codificare i flussi informativi per la realizzazione, manutenzione ed utilizzo dei censimenti, che possono divenire uno strumento indispensabile e di facile consultazione in termini di pianificazione, gestione e manutenzione del verde urbano e peri-urbano.

Tab 11.1 - Metodologia per la stima del valore ornamentale delle alberature urbane utilizzata dal Comune di Torino (da Bovo *et al.*, op. cit.)

$$\text{Valore ornamentale} = (\mathbf{a * b * c * d}) - \mathbf{e}$$

- a 1/10 del prezzo di vendita al dettaglio presso i vivai di piante ornamentali di un albero di circonferenza 10/12 cm per le latifoglie o 15/18 cm per le conifere (H: 2.50 3.00 m);
- b indice secondo il valore estetico e lo stato fitosanitario con l'attribuzione di un punteggio compreso da 0.5 (pianta priva di valore) a 10 (pianta sana, vigorosa, solitaria o esemplare);
- c indice secondo la localizzazione con l'attribuzione di un punteggio compreso tra 2 (zone rurali) e 10 (centro città);
- d indice secondo le dimensioni con attribuzione di un punteggio compreso tra 1 (circonferenza 30 cm) e 50 (circonferenza 800 cm);
- e deprezzamento varabile dal 10 al 70% in funzione degli interventi manutentivi richiesti (diversi tipi di potatura).

Fig. 11.1 - Esempi di interfaccia inserimento dati da PDA (<http://www.umass.edu/urbantree/palm/files/MCTISetupManual6>)

Albero	Posto albero	Ambito	Descrizione Ambito
822	Occupato	4	Adda v.

Specie	Disposizione	Area insidenza	Altezza (m)	Diametro (cm)	Forma
Robinia pseudoac	filare semplice	pavim-imper	8-15	0-20	Libera

Vigore Vegetativo	Fase fisiologica	Vincoli op.
sufficiente	4 - giovane	(Non definiti)

Difetti	Radici	Colletto	Fusto	Branche	Chioma
(non definiti)	(Non definiti)	(Non definiti)	(Non definiti)	(Non definiti)	(Non definiti)

Intervento	Tipo intervento	Grado	Danni	Causa
Primario Ord.	pota ordinaria	(Nessuno)	Biotici (Non definiti)	(Nessuna)
Second. Str.	**** Non definito ****	(Nessuno)	Abiotici (Non definiti)	(Nessuna)

Analisi	Fattori di pericolo
<input type="checkbox"/> VTA strumentale <input type="checkbox"/> Fitopatologica	assenti

Assoc.	Stato	Periodo	Tipo di intervento	Appalto
00001	Prog.	AUTUNNO	2000 pota ordinaria	potature

Fig. 11.2 - Scheda rilevazione parametri alberature (GreenFinder®)

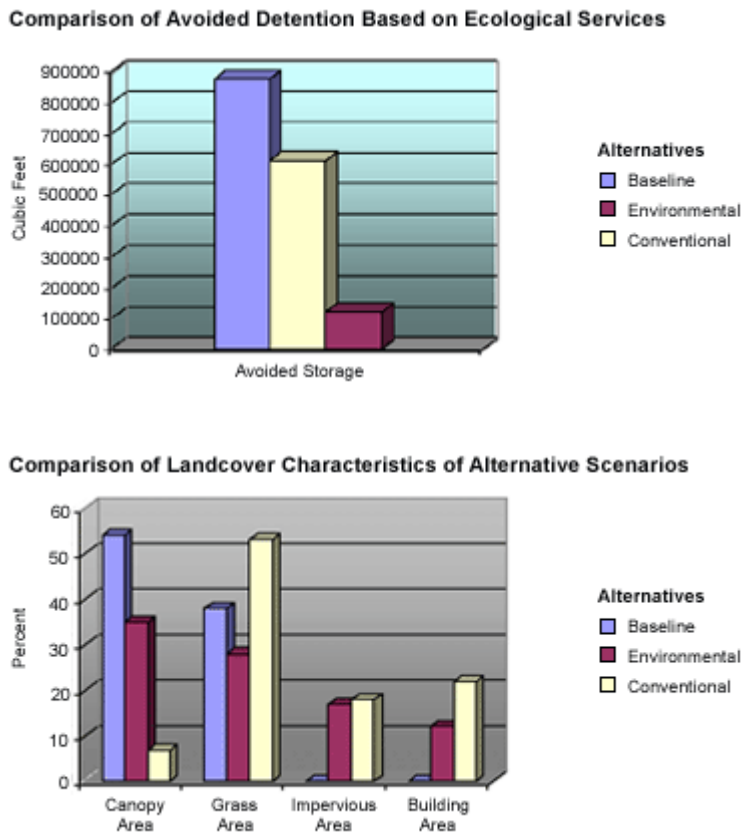


Fig. 11.3 - Esempio di rappresentazione grafica dei dati censiti su base GIS (<http://www.umass.edu/urbantree/talks/index.html>)

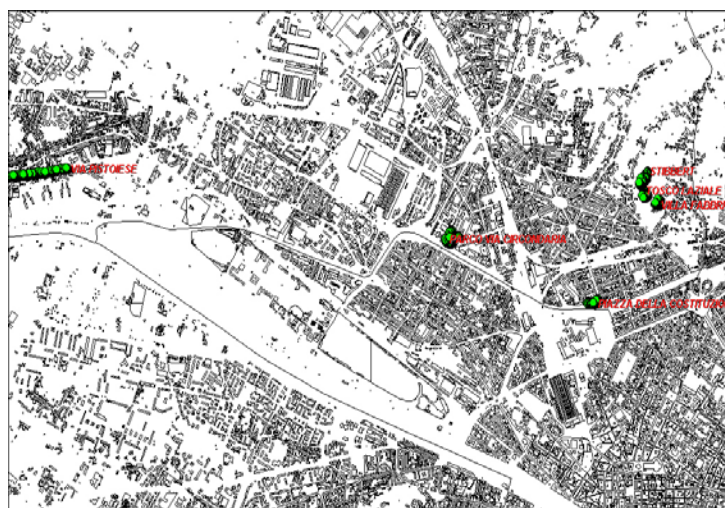


Fig. 11.4 Individuazione delle aree oggetto della sperimentazione nell'ambito del Quartiere 5 del Comune di Firenze

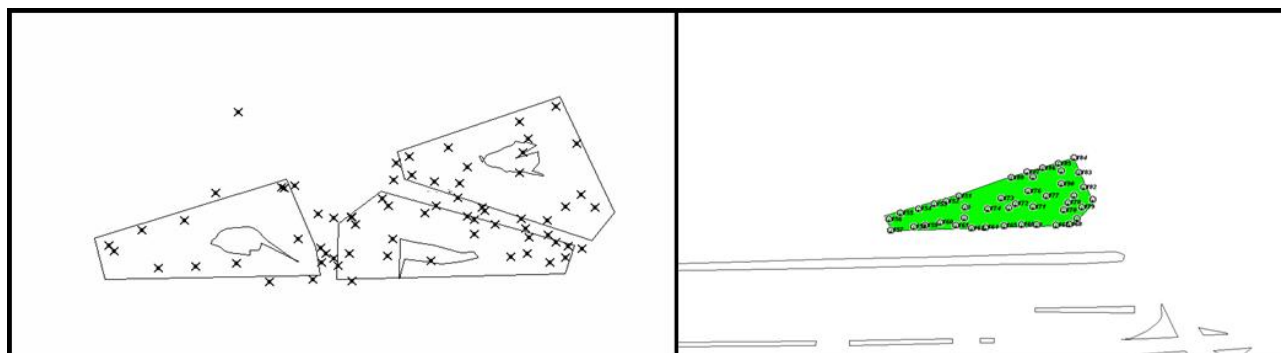


Fig. 11.5 Rilievi G.P.S. in Piazza della Costituzione in Pathfinder (a sinistra); elaborazione GIS degli stessi rilievi su aerofotogrammetrico con il software Mapinfo (a destra)

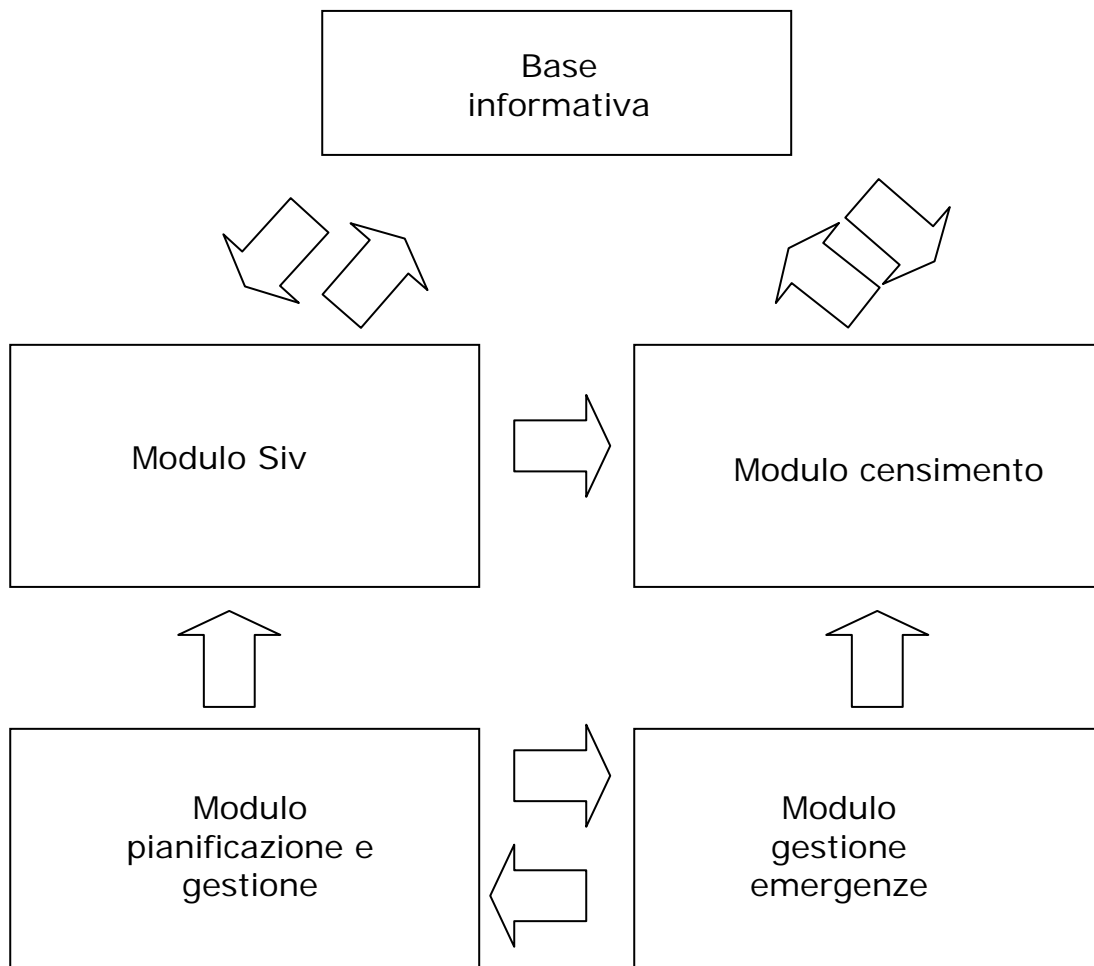


Fig. 11.6 Schema introduttivo dell'organizzazione dei diversi moduli che formano un sistema di gestione del verde urbano

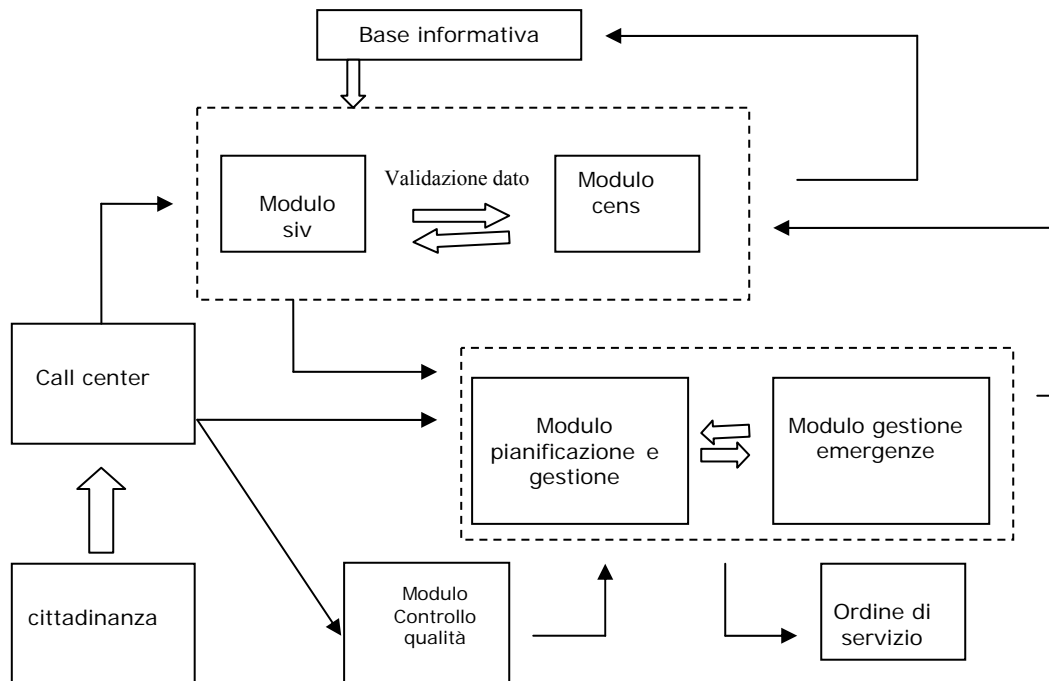


Fig. 11.7 Modello logico funzionale dei flussi informativi in un modello di gestione del verde urbano



Foto 11.1 e 11.2 Cartellinatura "tradizionale" e con codice a barre



Foto 11.3 Lettura dei codici a barre



Foto 11.4 Esempio di localizzazione errata da effetto Multipath



Foto 11.5 Messa in opera di microchip interrati alla base di un albero

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1999 – I censimenti del verde: esperienze italiane e straniere. *Genio Rurale* 9: 47-64.
- Angeloni B., 2002 – L'utilizzo del DGPS (Differential Global Positioning System) e di software specifici per il censimento del verde urbano: l'applicazione nel comune di Giussano. Tesi di Laurea, Università di Milano, Facoltà di Agraria. 164 pp.
- Atwell K., 2000 – Urban land resources and urban planting – case studies from Denmark. *Landscape and Urban Planning*, 52:145-163.
- Bambozzi C., Sanesi G., 1995 - Inventario del verde urbano e lineamenti per un piano di gestione, un caso di studio. La terza circoscrizione di Ancona. *Genio Rurale* 1:17-24.
- Banks J.C., Brack C.L., James R.N., 1999 – Modelling changes in dimension, health status, and arboricultural implications for urban trees. *Urban Ecosystems* 3:35-43.
- Bassett J.R., Lawrence W.C., 1975 – Status of street inventories in the United States. *Journal of Arboriculture* 3:48-52.
- Bloniarz D.V., Ryan H.D., 1996 – The use of volunteer initiatives in conducting urban forest resource inventories. *Journal of Arboriculture* 2:75-82.
- Bloniarz D.V., Phelan S.V., Ryan H.D., 2001 – Tree inventories: in the palm of your hand. *Tree care industry*. 56-62.
- Bloniarz D.V., 2002 - Tree Inventories: Where do we go from here? <http://www.umass.edu/urbantree/talks/HTML%20Presentation%20folder/CT%20Inventory%204-02/sld001.htm>
- Bovo G., Ceccon F., Fogliato G., Maglietta P., Peano O., Vanzo A., 1995 – Regolamentazione dei lavori di ripristino conseguenti a manomissioni di aree verdi e alberate. *Acer* 1:17-22.
- Brack C.L., 2002 – Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution*, 116:S195-S200.
- Brack C.L., 2006 – Updating urban forest inventories: An example of the DISMUT model. *Urban Forestry & Urban Greening* 4:189-194.
- Burns G.A., 1986 – Urban tree appraisal: the formula approach. *Journal of Forestry*. 1:18-49.
- Chadwick L.C., 1975 – ASCA recommendations for modification of ISTC shade tree evaluation formula. *Journal of Arboriculture* 2:35-38.
- Clark R., Matheny N.P., Cross G., Wake V., 1997- A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture* 1:17-30.
- Comune di Bologna, 1991 – Il Verde a Bologna. Comune di Bologna. Pp 123.
- Comune di Genova, 1984 - Il verde pubblico a Genova, dati statistici. Comune di Genova. Pp.127.
- Comune di Modena, 1985 – Censimento del verde pubblico a Modena. Comune di Modena. Pp. 90.
- Crossen T.I., 1989 – The management of urban street trees using computerized inventory system. *Journal of Arboriculture* 1:1-6.

- CTLA, 1992 – Guide for plant appraisal (8th ed.). ISA Champaign IL. 41pp.
- Ferrara A., la Marca O., Sanesi G., 1991 – Il verde urbano di Monte S. Angelo: un'indagine pilota. *Monte e Boschi* 4:23-28.
- Gartner J.T., Treiman T., Frevert T., 2002 – Missouri urban forest – a ten-year comparison. *Journal of Arboriculture* 1:76-82.
- Gerhold H.D., Sacksteder C.J., Steiner K.C., 1987 – Management information systems for urban trees. *Journal of Arboriculture* 13:10.
- Grey G.W., Deneke F.J., 1978 – Urban forestry. John Wiley and sons. 279 pp.
- Giordano A., 1998 – Per la guerra e per la pace. *Acer* 4: 44-47.
- Hermanin L., Maggino F., Marini C.M., Paolinelli F., 1987 – Come è il verde del mio quartiere. Università degli Studi di Firenze - Comune di Firenze Q.10.
- Iverson L.R., Cook E.A., 2000 – Urban forest cover of the Chicago region and its relation to household density and income. *Urban Ecosystems*, 4:105-124.
- Jim C.Y., 1999 – A planning strategy to augment the diversità and biomass of roadside trees in urban Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, 22:13-32
- Jim C.Y., Liu H.T., 2001 – Species diversity of three mJOR urban forest types in Guangzhou City, China. *Forest Ecology and Management*. 146:99-114.
- Kelsey P.D., Hootman R.G., 1988 – Soil and tree resource inventories for campus landscapes. *Journal of Arboriculture* 10:243-249
- Lastrucci S., 1996 - L'informatica a servizio del verde pubblico. *Acer* 6:49.
- Maco S.E., McPherson E.G., 2003 – A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities. *Journal of Arboriculture* 2:84-97.
- Maggio R.C., 1986 – A geographically referenced tree inventory system for microcomputers. *Journal of Arboriculture* 10:246-250.
- McCabe J.J., 2002 A summary and forecast of demand for municipal street tree service on Staten Island N.Y. *Journal of Arboriculture* 5:277-280.
- McCabe J.J., 2002 A discrete event simulation of municipal street tree maintenance operation. *Journal of Arboriculture* 3:131-136.
- McPherson E.G., Nowak D.J., Rowntree R.A., 1994 – Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. NE-186. 201 pp.
- Miller R.W., 1988 – Urban forestry planning and managing urban green spaces. Prentice Hall.pp. 404.
- Minelli M., Delloste L., 1997 – Il catasto verde. *Acer* 2:14-16.
- Minelli M., Negroni B., 1986 – Metodo di rilevamento del verde urbano. *Atti Convegno Euroflora*. 5 pp.
- Miola P.V., Porzio V., 2001 – Un censimento informatizzato del verde pubblico. *Genio Rurale* 11:17-24.

- Murgas J., 1981 - Tree information planning systems (TIPS). *Journal of Arboriculture*. 9:241-245.
- Olig G.A., Miller R.W., 1997 - A Guide to Street Inventory Software. USDA – NA. 151 pp.
- Pandini F., Stucchi R., 1993 – Il censimento del verde pubblico urbano: parametri di rilevamento ed applicazioni. *Acer* 3:14-21.
- Poracsky J., Gillen J., Saulter D., Wilson K., 1999 - Youth-based tree inventory and GIS analysis for urban ecosystem education. In <http://web.pdx.edu/~poracskj/CaryPap-PSU%20Site.htm>
- Poracsky J., Scott M., 1999 – Industrial-area street trees in Portland, Oregon. *Journal of Arboriculture* 1:9-17.
- Regione Emilia Romagna, 1989 – Programma Regionale per il Verde Urbano. Vol. I, II e III. Pp. 299 + allegati.
- Sanesi G., Laforteza R., 2002 – Verde urbano e sostenibilità: identificazione di un modello e di un set di indicatori. *Genio Rurale* 9:3-12.
- Sanesi G., Laforteza R., 2003 – Modelli di sviluppo sostenibile del verde urbano. Atti della Conferenza nazionale sul verde urbano. UNASA – Accademia dei Georgofili, Firenze 9-10 ottobre 2002. pp 105-123.
- Simpson J.R., McPherson E.G., Maco S.E., 2004 – Tools for quantifying climate-related effects of trees on urban forest benefits. *Proc. 5th Symposium on Urban Environment*: 631-632.
- Small C., Lu J.W.T., 2006 – Estimation and vicarious validation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis. *Remote Sensing of Environment* 4:441-456.
- Smith R.M., Thompson K., Hodgson J.G., Warren P.H., Gaston K.J., 2006 – Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation* 3:312-322.
- Strazzullo A., Capuzzi M., 1993 – Il sistema informativo territoriale del settore verde pubblico di Firenze. *Acer* 5:8-10.
- Sun W.Q., 1992 – Quantifying species diversity of street side trees in our cities. *Journal of Arboriculture*. 2:91-93.
- Syndor T.D., 1998 Biodiversity in our cities. City trees 1 (www.urban-forestry.com/citytrees/v34n1a06.html)
- USDA Forest Service Northeast Center for Urban & Community Forestry, 1998 – Volunteer Training Manual Count trees because trees count. www.umass.edu/urbantree
- USDA Forest Service Northeast Center for Urban & Community Forestry, 2002a – A guide: developing a street and park tree management plan. <http://www.umass.edu/urbantree/volmanual.pdf>
- USDA Forest Service Northeast Center for Urban & Community Forestry, 2002b – Community tree inventory: data collection. <http://www.umass.edu/urbantree/inventorywhitepaper.pdf>
- Vaccari E., 1993 – Informatizzare la gestione del verde in un'area metropolitana. *Acer* 3:18-21.
- Villa G., 1996 – *Utilizzo di GPS in ambito urbano per il censimento del verde pubblico*. Atti seminario “La gestione dell'albero in città”. Sanremo

Wagar A.J., Smiley E.T., 1990 – Computer assisted management of urban trees. *Journal of Arboriculture* 10:243-249.

Widdicombe R.C. Carlisle B., 1999 – Geographic information and global positioning systems for tree management. *Journal of Arboriculture* 3:175-178.

Xiao Q., McPherson E.G., 2003 – Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, 6:291-302.

Zipperer W., Sisinni S.M., Pouyat R.V., Foresman T. W., 1997 – Urban tree cover: an ecological perspective. *Urban Ecosystems*, 1:229-246.

<http://www.dream-italia.it/serspec.html> , Censimento e piano del Verde Pubblico nel Comune di Prato

http://www.geographics.it/progetti/ambiente/verde_fe/index.htm , Il censimento del verde come strumento di partecipazione.

12 PERCEZIONE E PARTECIPAZIONE DEGLI SPAZI VERDI

Coordinatore scientifico: Prof. Fabio Salbitano Accademia Italiana di Scienze Forestali (AISF)

12.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Negli anni '90 è diventato drammaticamente chiaro che l'urbanizzazione è un fenomeno che riguarda tutte le società del pianeta, anche quelle con tradizioni radicalmente rurali. Già nel 1950 più del 50% della popolazione di America del Nord, Europa e Oceania veniva considerata urbana, dato che sale al 75% nel 2000. Le ricadute dello sviluppo urbano globale sono molto più vaste della semplice concentrazione di popolazione in ambiti metropolitani: l'urbanizzazione è un processo che ha implicazioni fisiche e geografiche ma che comporta anche impatti sociali, culturali, comportamentali e psicologici fondamentali e di difficile analisi e previsione. L'urbanizzazione delle coscienze e degli stili di vita vengono descritti come nodi chiave per il nuovo millennio (Kuchelmeister, 1998).

Le ragioni per coinvolgere un pubblico sempre più ampio e sempre meno generico nei processi di progettazione, pianificazione e gestione degli spazi verdi sono quindi molteplici. Vi sono ragioni decisamente politiche, legate al trasferimento di potere decisionale, in ambito democratico, ad un crescente numero di soggetti, individuali e collettivi: un percorso multiforme verso i processi complessi di *governance* (Pellizzoni & Osti, 2005). Vi sono ragioni sociali ed etiche, volte ad ascoltare le voci e accogliere le azioni di quanti hanno diritti e doveri più o meno diretti (*stakeholders*) nei confronti dell'ambiente in cui vivono. Vi sono ragioni essenzialmente pratiche e tecniche, determinate dalla necessità di dirimere conflitti, di massimizzare l'efficacia di percorsi di pianificazione e progettazione, di ridurre i costi di gestione degli spazi pubblici. D'altra parte, i processi volti a massimizzare e condividere i benefici sociali hanno assunto un ruolo centrale nell'arena politica e nel dibattito sociale ed economico degli ultimi decenni. L'evoluzione sociale porta con sé un aumento del flusso comunicativo di conoscenze ed esperienze, cardine del consolidamento delle democrazie, con conseguente acquisizione reale di potere di una sfera sempre più ampia di popolazione attraverso forme di organizzazione e coinvolgimento diverse da quelle

tradizionalmente diffuse (ad es. le forme di partecipazione rappresentativa). Pianificare e agire in relazione ai problemi dell'ambiente, inteso come luogo di vita delle comunità umane, è divenuta prassi sociale quotidiana trasformandosi così da un servizio generico per il pubblico interesse a una serie di misure specifiche che mirano a coinvolgere attivamente la comunità nei percorsi di pianificazione, progettazione e gestione.

La maggior parte delle persone percepisce i benefici derivati dalla natura come esperienza estetica (Kaplan & Kaplan, 1989). D'altra parte, vi sono significativi contributi nel campo dell'antropologia (ad es. Lanternari, 2003), delle scienze sociali (ad es. Gurrier et al., 1995, Leone, 1999) ed economiche (Luttik, 2000; Mitchell & Carson, 1995; Tyrväinen & Miettinen, 2000), della psicologia (ad es. Bonnes et al. 1990, Bonnes & Secchiaroli, 1992, Korpela & Hartig, 1996, Bonnes et al. 2006), delle scienze mediche (Ulrich, 1984, AA.VV., 1999) e infine dell'ecologia applicata (Cencini & Dindo, 1993; Pignatti, 1995, Hruska, 2000; Bettini, 2003) che ampliano il quadro delle influenze reciproche, e dei benefici o limiti percepiti, fra uomo e ambiente, con particolare riguardo agli insediamenti e agli spazi urbani.

Se la nozione di fruibilità del verde "per tutti" è un concetto acquisito nell'ambito della progettazione degli spazi urbani (Zoppi, 2000), l'approccio volto alla comprensione della complessità delle percezioni e preferenze dei cittadini dell'ambiente in cui vivono è relativamente recente, almeno per quel che riguarda i paesi dell'Europa meridionale (Bianchi et al., 1999). Così la partecipazione, più o meno diretta, dei cittadini (intesi, di volta in volta, come attori locali, aventi diritto, residenti, decisori o voci silenziose) è termine spesso dichiarato in documenti più o meno ufficiali ma appare ancora lungi da divenire esperienza quotidiana nel campo progettuale, pianificatorio e gestionale a tutti i livelli e nel campo degli spazi urbani in particolare.

Ma che significato e rilevanza hanno questi termini, percezione e partecipazione, in riferimento agli aspetti specifici di progettazione, pianificazione e gestione degli spazi verdi ? Perché abbiamo ritenuto utile tenerli insieme?

Percezione è il processo attraverso il quale l'organismo entra in relazione con il mondo esterno. Criticando la posizione strutturalista che distingue una fase di contatto, di fatto non consapevole, da una fase di interpretazione ed elaborazione cognitiva, la *Gestalt-theorie* ridefinisce il processo percettivo come conoscenza già in parte immediata delle forme e sollecitazioni derivate dall'ambiente che circondano l'individuo. La percezione dell'ambiente assume un significato

cognitivo completo nel momento in cui la memoria elaborata delle esperienze sensoriali si afferma a creare un senso di appartenenza o di distanza dall'ambiente stesso. Lo spazio si fa luogo: "*when space feels thoroughly familiar to us, it has become place ... space is transformed into place as it acquires definition and meaning*"²³ (Tuan, 1977). Studiare la percezione e le preferenze di coloro che interagiscono, realmente o potenzialmente, con uno spazio in generale e con uno spazio urbano in particolare, è quindi un momento fondamentale e imprescindibile nel processo di *progetto-piano-gestione* del verde urbano. L'uomo ha teso, storicamente, a organizzare lo spazio in modo da conformare e massimizzare le proprie necessità biologiche, culturali, politiche e sociali. La conoscenza della percezione così definita va dunque al di là degli aspetti più propriamente visivi e investe una serie di elaborazioni sensoriali, culturali e psicosociali che costituiscono la gamma di necessità fisiche, psichiche e socioeconomiche che il singolo individuo esprime e la comunità nel suo insieme manifesta. In definitiva, lo studio delle percezioni è uno dei momenti formativi e informativi della elaborazione progettuale e pianificatoria dell'ambiente urbano. La diversità della qualità "mentale" fra individui e gruppi, derivata da differenti elaborazioni cognitive e afferenze culturali, pone una serie di problemi metodologici che possono essere affrontati solo tramite il coinvolgimento diretto e fattivo delle varie realtà locali.

Partendo da tale assunzione è facilmente identificabile la rilevanza della *Partecipazione* non tanto come riferimento socio-culturale ma quale vero e proprio paradigma della città e del suo ambiente. La partecipazione è la pietra fondante e l'elemento costruttivo dei processi democratici attivi e della libertà sociale intesa nella sua più ampia accezione. Solo attraverso la condivisione consapevole e liberamente espressa da parte di tutte le donne e gli uomini che vivono in un determinato ambiente è possibile parlare di democrazia: questo processo di condivisione del potere avviene attraverso la partecipazione di tutte le sfere della popolazione ai momenti auto-determinati della società sulla base delle proprie peculiarità ed esigenze. D'altra parte "*...la partecipazione è in qualche modo un terreno sdrucchiolevole per la molteplicità di significati che il termine può assumere. Due sono tuttavia le valenze semantiche fondamentali: prendere parte a un atto o un processo; far parte di un organismo, un gruppo una comunità..... Normalmente per prendere parte a un'azione occorre far parte di coloro che pongono in essere l'azione medesima*" (Pellizzoni & Osti, 2005).

²³ Quando "sentiamo" lo spazio familiare, esso è divenuto un luogo....lo spazio, divenuto luogo, acquisisce definizione e significati

12.1.1 Fallimento, Democrazia, Complessità

Le parole “partecipazione” e “partecipativo” apparvero per la prima volta nell’ambito della letteratura sullo Sviluppo alla fine degli anni ’50. Tali concetti hanno assunto importanza negli ultimi tre decenni nel contesto dei cosiddetti progetti di sviluppo che ambivano a migliorare le condizioni socioeconomiche del mondo rurale povero. Il fallimento dei progetti impostati secondo criteri tradizionali, dall’alto verso il basso (*top-down process*), è stato attribuito alla prassi di esclusione delle popolazioni dai processi di formulazione, progettazione, realizzazione e valutazione degli interventi di sviluppo (Rahnema, 1996). I Progetti di Sviluppo venivano generalmente disegnati e formulati da “esperti esterni” sulla base della loro percezione delle necessità delle popolazioni locali mentre la loro realizzazione veniva imposta a queste ultime; la valutazione dell’esito dei progetti veniva infine effettuata da parti esterne che il più delle volte incolpavano le popolazioni locali in caso di *fallimento*. Il risultato di ciò ha portato gli attivisti sociali e i lavoratori a richiedere fortemente la fine delle strategie di sviluppo “dall’alto verso il basso” e l’inclusione della partecipazione e di metodi partecipativi di interazione come dimensione essenziale per le pratiche di sviluppo (Rahnema, 1996). La partecipazione, così come sintetizzata in questi ambiti, è associata a un approccio “dal basso verso l’alto” (*bottom-up process*) che pone l’attenzione sul concetto di distribuzione e condivisione della base democratica. Al contrario del precedente, questo secondo approccio è stato utilizzato più frequentemente da organizzazioni non-governative. Van Herzele (1999) sottolinea che in molti casi e nelle più varie situazioni del mondo, anche progetti di gestione forestale tendono a fallire senza il supporto delle popolazioni locali. Si sviluppano così procedure, ormai consolidate e in parte promosse da organizzazioni internazionali autorevoli (FAO), quali i programmi di Community Forestry e i progetti integrati di conservazione e sviluppo; in parallelo vengono messe a punto e diffuse tecniche specifiche di approccio partecipativo: a titolo di esempio si pensi alla Formazione Rurale Partecipata (Participatory Rural Appraisal) o al MARP, Metodo Attivo di Ricerca Partecipativa.

Pretty (1995) ha osservato l’esistenza di due scuole di teoria e pratica di partecipazione. La prima vede la partecipazione come un “mezzo” per aumentare l’efficienza, avendo come concetto centrale il fatto che se la comunità è coinvolta molto probabilmente sarà d’accordo e supporterà le nuove iniziative di sviluppo e/o i servizi. La seconda vede la partecipazione quale diritto fondamentale: in

questo caso, l'obiettivo principale è innescare una mobilitazione collettiva che comporta la condivisione del potere decisionale e la costruzione di nuove istituzioni comunitarie.

La parola "partecipazione" è stata associata a un ampio spettro di termini ambigui quali "auto-aiuto" "auto-dipendenza" "coinvolgimento della comunità", "cooperazione", "decentralizzazione" e "autonomia a livello locale", solamente per citarne alcuni. Questo è probabilmente uno dei motivi per cui vari autori hanno sostenuto che è impossibile stabilire una definizione "universale" di partecipazione. Sempre Pretty (1995), ha tentato di definire una tipologia di partecipazione basandosi sull'analisi di diversi programmi e progetti di sviluppo. Lo studio ha identificato sette diversi modelli partecipativi: la partecipazione può essere una semplice etichetta per camuffare ancora approcci manipolati dall'alto fino a scaturire spontaneamente da fenomeni di mobilitazione autonoma dei soggetti fruitori del progetto stesso. Tale tipologia suggerisce che la parola partecipazione deve essere usata con cautela e non essere accettata senza i necessari chiarimenti relativi alla realtà sociale che rappresenta (Salbitano, 2005)

Nel Rapporto FAO/ECE e ILO (2000) il gruppo di lavoro sulla Partecipazione nelle attività forestali definisce il concetto di partecipazione come "le varie forme di coinvolgimento diretto del pubblico dove le persone, individualmente o organizzate in gruppi, possono scambiarsi informazioni, esprimere opinioni e articolare interessi, e hanno il potenziale per influenzare le decisioni e i risultati derivanti da specifiche attività". La partecipazione sottende dunque un processo che è di coinvolgimento rispetto agli interessi, volontario in relazione alla adesione, complementare per ciò che riguarda la legittimazione: è un processo onesto e trasparente, basato sull'agire in buona fede dei partecipanti, senza una predeterminazione imposta dei risultati attesi (Van Herzele, 2002). Kapoor (2001) così sintetizza: *"la Partecipazione è orientata a fare in modo che le decisioni relative all'ambiente siano socialmente condivise e sostenibili"*.

La questione della "partecipazione" può essere vista secondo due diverse angolature. Una prima di carattere epistemologico: la progettazione partecipata può essere, ed è stata, analizzata quale approccio progettuale che sostituisce una metodologia classica dall'alto verso il basso. Una seconda di genere sociologico e politico: l'approccio partecipativo ha contenuti di attivazione socio-economica e di ricadute politiche incisive, permanenti e difficilmente preventivabili con i canoni classici di analisi dei progetti.

Progettazione partecipata può essere intesa, in definitiva, come un'azione progettuale in cui i saperi locali e i conflitti (i contrastanti interessi e i diversi punti di vista) vengono giocati come produttori

di conoscenza e di un diverso modo di connettersi, più collaborativo e creativo, sia fra gli attori locali che fra attori e operatori della pubblica amministrazione e degli enti interessati alla gestione e/o alla trasformazione dell'area (Van Herzele, 2005).

L'approccio partecipativo parte dall'assunto dell'educazione permanente, ossia di uno stato di educazione reciproca fra attori (tecnici, amministratori e fruitori diretti e indiretti, ad esempio) di qualsiasi fascia di età. Il momento progettuale parte da radici storiche individuali, di gruppo e popolazione e tende a permanere nel futuro della comunità stessa. In tal senso l'approccio partecipativo tiene conto della *Complessità* delle vicende storiche e sociali, dei comportamenti e dei saperi, delle diverse percezioni e prospettive e, nelle migliori delle ipotesi ovviamente, assume la complessità stessa come risorsa.

12.1.2 La partecipazione nei contesti urbani e in relazione al verde: percorsi e riferimenti

L'assunzione di metodologie di progettazione e pianificazione partecipata in ambito urbanistico inizia negli USA verso la metà degli anni Sessanta. Inizialmente, in risposta ai grandi progetti di rinnovamento urbano e di costruzione della rete autostradale nazionale imposti dal governo federale alle amministrazioni locali, si moltiplicano gli esempi di «contropiani» proposti da comitati di quartiere attivi in aree in cui le percentuali di povertà e di popolazione di colore erano molto elevate.

Hibberd (1989) sottolinea per primo il ruolo fondamentale che ha e può avere la comunità nelle scelte tecniche e progettuali relative alla selvicoltura urbana. L'approccio viene ulteriormente rafforzato e codificato in Hofge (1995) con esplicito riferimento all'imprescindibilità di una azione partecipata nella progettazione e gestione dei boschi periurbani.

La partecipazione è dichiarata in una serie di documenti a vari livelli di scala che riguardano l'ambiente e la città. Documento fondante sul ruolo centrale che il coinvolgimento della società ha nella pianificazione, progettazione e gestione del territorio è l'Agenda 21 (1992) nella quale si fa esplicito riferimento alla partecipazione e alla sua articolazione come percorso obbligato verso il raggiungimento della sostenibilità²⁴. La crescita delle nostre città, spesso disordinata, caotica, “non

²⁴ L'Articolo 28 dell'Agenda 21 recita: “Ogni autorità locale deve aprire un dialogo con i propri cittadini, con le associazioni locali e con le imprese private ed adottare una Agenda 21 Locale. Attraverso la consultazione e la costruzione di consenso, le autorità locali possono imparare dalla comunità locale e dalle imprese e possono acquisire le informazioni necessarie per la formulazione delle migliori strategie. Il processo di consultazione può aumentare la consapevolezza delle famiglie sui temi dello sviluppo sostenibile. I programmi, le politiche e le leggi assunte dalla amministrazione locale potrebbero essere valutate e modificate sulla base dei nuovi piani così adottati. Queste strategie potrebbero essere utilizzate anche per supportare le proposte e per accedere a finanziamenti locali, regionali, nazionali e internazionali.”

pensata” (pensiamo all’abusivismo edilizio e allo sviluppo urbanistico selvaggio di molte città italiane) ha sacrificato, primo fra tutti, un ambiente vivibile, degli spazi fruibili e godibili: l’ambiente diventa uno degli aspetti critici della qualità della vita nei contesti urbani. Lo sviluppo di società profondamente urbane ha provocato, in parallelo, lo spaesamento del cittadino nei confronti dell’ambiente naturale. Uno dei paradossi del “verde pubblico” è che la gestione tradizionale riceve solitamente contributi piuttosto scarsi dal pubblico stesso. Pensiamo alla gestione del verde urbano in una qualsiasi città italiana e pensiamo quale è realmente la possibilità di interagire in modo propositivo con “gli addetti ai lavori”. Eppure il verde urbano, i boschi urbani, sono, o dovrebbero essere, spazi quotidiani, luoghi di incontro, gioco e ricreazione, esperienza educativa e di benessere. Per quel che riguarda la Toscana si possono rintracciare riferimenti ai processi partecipativi da costruire sia nell’ambito della pianificazione strategica regionale e provinciale, sia nell’ambito della pianificazione strategica comunale.

Si citano, a titolo di esempio, i documenti dei Piani Territoriali di Coordinamento che prevedono percorsi partecipativi in fase di apertura e approvazione del Piano.

Possono essere distinti due livelli di Partecipazione:

durante la fase preparatoria, attraverso un processo consultivo attivo, condotto dai decisori, con attori locali riuniti in associazioni e gruppi di interesse;

un secondo livello dove viene allargata la base condivisa nel percorso di approvazione della bozza di PTC attraverso azioni di informazione, consultazione e modifica con una ampia gamma di realtà locali.

“Partecipazione” e “Coinvolgimento sociale” sono ugualmente fra i temi guida degli obiettivi teorici di **Firenze 2010** (<http://www.comune.firenze.it/progettarefirenze/>), ossia del Piano Strategico dell’area Metropolitana di Firenze (**PSAMF**). Parimenti, contenuti partecipativi sono espressamente indicati nei percorsi di istituzione e gestione delle Aree Naturali Protette di Interesse Locale (**ANPIL**: Legge Regionale Toscana n.49/1995), che vengono individuate quali realtà cardine del futuro sistema di aree verdi protette del contesto metropolitano. Ciò è in accordo con i requisiti strategici emersi dal dibattito iniziato alla fine degli anni ’90 in seguito alla attivazione delle Agende 21 Locali. Ma se in altri settori del **PSAMF** l’approccio partecipativo è consolidato o avviato, molto poco ancora è stato fatto per definire metodi, strumenti e procedure utili per la partecipazione e il coinvolgimento sociale negli interventi di pianificazione, progettazione e gestione di aree verdi, parchi e aree protette e in particolare delle **ANPIL**.

Lorenzo (1998) parlando a Firenze nel giugno 1998 nell'ambito del Seminario Nazionale per le Città Sostenibili e riferendosi al progetto "Le Città Sostenibili delle bambine e dei bambini" così sintetizza la situazione italiana:

Ritornando al "presente", a questo punto è necessario compiere il passaggio dalle leggi e dai progetti culturali - propedeutici alla realizzazione di progetti concreti (di tipo urbanistico-architettonico, ma non solo) che effettivamente trasformino le strutture e le situazioni, le relazioni umane e naturale-sistemiche della nostre città in direzione del sostenibile e in modo da soddisfare i bisogni essenziali dei bambini. Riguardo la progettazione partecipata ci troviamo in una situazione ancora più difficile. Non solo manca un'adeguata preparazione alle teorie e metodologie applicate della partecipazione ... ma sono forti lo scetticismo e la resistenza a un approccio che sembra mettere in questione l'indipendenza e autonomia del progettista (devo dire che questa interpretazione erronea della partecipazione impaurisce, a volta, anche i politici).

La Partecipazione è il campo in cui la ricerca e le azioni per lo sviluppo stanno concentrando attualmente i propri sforzi in relazione sia agli aspetti tecnici che alla progettazione e funzionamento delle aree verdi. La sfida principale è fare in modo che l'espansione e il miglioramento della struttura del verde e degli spazi aperti nelle zone urbane si realizzi in modo condiviso con le popolazioni locali e con le modalità proprie dello sviluppo sostenibile (Nilsson & Raundrup, 1997, Bonnes et al, 2006).

12.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Nel presentare lo stato dell'arte della ricerca su percezione e partecipazione è necessario premettere che ci si riferirà al modello *Ricerca-Azione*, ossia a metodi e procedure riconducibili a esperienze di ricerca ma comunque mirate alla soluzione di casi ben calati nelle realtà sociali e territoriali. Le ricerche relative alla comprensione della percezione del verde da parte dei cittadini e delle modalità di partecipazione e coinvolgimento sociale si inseriscono nell'ambito di metodologie afferenti alla cosiddetta "*Ricerca Qualitativa*" (*sensu* Denzin & Lincoln, 2000). Verranno comunque presentati approcci e metodi di elaborazione quantitativa dei risultati che emergono dalle varie ricerche: tali processi di analisi hanno infatti un significato cruciale nella costruzione logica e nella valutazione

critica dei problemi e delle azioni affrontate. Resta il fatto che l'incremento di conoscenza che può derivare dall'analisi di comportamenti percettivi o processi partecipativi va, per definizione, al di là di una interpretazione statistica e della comprensione quantitativa dei quesiti iniziali della *Ricerca-Azione*. Idee, discorsi, approccio artistico, saperi tradizionali, storie, fantasia e sogni sono elementi di valutazione fondamentali.

Van Herzele (2001) sintetizza che gli obiettivi del coinvolgimento sociale possono essere divisi in due categorie: a. riferiti ai risultati; b. riferiti al processo. Nel primo caso l'obiettivo è "a tempo definito" e risulta nell'ottenimento di un prodotto che, nel caso del verde urbano, è il miglioramento stesso dell'ambiente percepibile e vivibile dai cittadini. Nel secondo caso il prodotto è sempre l'ambiente, ma gli obiettivi sono l'innescare di una comunicazione permanente nella comunità e lo sviluppo dell'individuo e della comunità stessa. Osservando quanto prodotto in questo campo, è possibile individuare una serie di linee comuni e sintetizzare i seguenti campi di applicazione:

- l'analisi della percezione, delle preferenze e dei comportamenti dei fruitori, reali o potenziali, dei "luoghi verdi" in vista dell'ottimizzazione della pianificazione, progettazione e gestione degli spazi urbani;
- il coinvolgimento della comunità e la partecipazione come strategia di pianificazione, regolamentazione, progettazione e gestione dei luoghi verdi;
- la comunicazione e l'informazione come ambito decisionale condiviso per il miglioramento degli luoghi "verdi" delle città;

È bene ricordare subito che questa divisione risponde ad esigenze di natura logica e organizzativa: quasi sempre le esperienze su percezione e partecipazione sono utili a fornire materiale di discussione e riflessione per molteplici ambiti. Parimenti i riferimenti a strumenti e tecniche specifiche devono essere comunque visti nel contesto di "buone pratiche" intese come processi complessi: decontestualizzare uno strumento di azione per ergerlo a metodo specifico può, nel caso della ricerca qualitativa, produrre un fallimento nell'applicazione stessa della tecnica di indagine.

13.2.1 Analisi della percezione, delle preferenze e dei comportamenti dei fruitori, reali o potenziali, dei “luoghi verdi” in vista dell’ottimizzazione della pianificazione, progettazione e gestione degli spazi urbani

Simson (2002) evidenzia che le modalità attraverso le quali l’ambiente è percepito o sperimentato costituiscono un elemento sensibile del comportamento umano. Kaplan (1988) ricorda che la percezione è vista non solo come una mera informazione relativa all’ambiente ma contribuisce anche a informare sulle potenzialità di un luogo in relazione alle esigenze umane. Mentre la percezione è connessa a quanto pensiamo di poter *funzionare bene* in un ambiente, Kaplan & Kaplan (1989) considerano la preferenza come una espressione delle necessità umane di base. Gli autori ritengono che percezione e preferenza siano strettamente correlate: la percezione è un elemento chiave della preferenza ed è fortemente influenzata da esperienze pregresse.

La comprensione della percezione del verde urbano, dei suoi benefici e delle preferenze di diversi gruppi e parti sociali è tema legato essenzialmente all’evento progettuale anche se tale approccio può produrre risultati rilevanti sia per procedure di pianificazione che per indirizzare la gestione specifica di aree verdi già esistenti: in questo senso la gestione assume i connotati di una ri-progettazione adattativa di dettaglio.

Le attività di ricerca in questo settore si sono rivolte, in prima istanza, alla comprensione della gamma di esperienze umane nei confronti della natura e degli spazi aperti. La discussione si rivolge ai valori estetici, al *genius loci* e alla memoria. Bell (1993) sottolinea che i valori scenici o estetici sono il legittimo prodotto del paesaggio. Egli individua come una delle fonti di incomprendimento fra progettisti e pubblico la mancanza di un linguaggio comune di espressione visiva e mette in luce la necessità di formulare un nuovo vocabolario di “*principi di progettazione visiva*” per attivare le persone a discutere e valutare ciò che vedono (Simson, 2002). I valori estetici e gli aspetti percettivi sono comunque difficili da misurare e Lee (2001) ricorda che può essere anche controproducente il tentativo di analizzarli come qualcosa di sperimentato intuitivamente attraverso i sensi. Il concetto di ecologia del paesaggio, in questo caso inteso come fusione fra ecologia e paesaggistica, rielabora il termine *estetica* in una accezione più vasta rispetto ad una attrazione meramente visiva. Tiene conto di tutta la gamma percettiva dei nostri sensi e ricordi, inclusi i suoni, l’olfatto, il tatto, il sapore, così come l’eredità culturale e naturale, il significato, l’unicità e l’identità (Thorne & Huang, 1991). Aoki (1999) annota che la percezione del paesaggio, causata da reazioni cerebrali elaborate, è più complessa di una semplice risposta a stimoli visivi; essa è generalmente condizionata da stimoli

percettivi e sensoriali complessi e dalla memoria. Tale processo può essere sintetizzato nel “senso del luogo” (*genius loci*), un termine relativo ad aree dense di significati e valori. Williams & Stewart (1998) suggeriscono diverse dimensioni per tale concetto:

Il legame emotivo che le persone costruiscono con i luoghi nel tempo;

I valori, i significati e i simboli che vengono sentiti intuitivamente come valori forti ma sono difficili da identificare e/o esprimere in modo coerente e conscio;

Le qualità intrinseche di un luogo di cui anche un frequentatore abituale potrebbe non essere cosciente fino al momento in cui non siano minacciate o perdute;

L'insieme di significati del luogo che vengono attivamente e continuamente costruiti e ricostruiti all'interno delle singole menti, delle culture condivise e delle pratiche sociali;

La consapevolezza del contesto culturale, storico e spaziale all'interno del quale significati, valori e interazioni sociali vengono a formarsi.

Kaplan and Kaplan (1989) suggeriscono che la familiarità con un ambiente specifico può influenzare la preferenza sia in modo positivo che negativo, fermo restando che “*l'ambiente vicino casa ha comunque un significato speciale*”. Le tecniche di valutazione della percezione attraverso interviste con popolazioni urbane volte a comprendere le attitudini nei confronti della foresta, hanno messo in luce l'importanza della memoria e del bagaglio culturale nella percezione del paesaggio. I paesaggi dell'infanzia tendono a suscitare un particolare attaccamento al luogo e spesso ricorrono nelle discussioni sui luoghi preferiti da parte di persone di differente nazionalità e provenienza culturale (Brierley-Newell 1997; Lyons 1983, citato da Rishbeth 2001).

Sono stati utilizzati diversi metodi di ricerca per comprendere percezioni e preferenze del paesaggio: interviste con fotografie (Schroeder 1982; Kaplan & Kaplan 1989; Sullivan 1994; Tahvanainen & Tyrväinen 1998; Lee 2001, Hands & Brown, 2002, Laforteza et al., 2002, Simson, 2004); interviste dirette semi strutturate (Dwyer et al. 1991 and Burgess 1995,); visite e passeggiate in campo (Burgess 1995, Salbitano & Cuizzi, 2004) e questionari (Getz et al. 1982 and Lee 2001, Sanesi, 2003, Salbitano & Cuizzi, 2004, Simson, 2004).

Altri metodi hanno incluso l'analisi dei valori economici, in particolare della proprietà, il numero di visitatori e i tempi di convalescenza dopo interventi chirurgici (Aoki 1999). Questi metodi di ricerca hanno a loro volta rivelato temi e direzioni che possono avere interpretazioni di vasta portata. Ad esempio, la preferenza per alcuni tipi di paesaggio sembra dipendere dalla teoria Prospettiva-

Rifugio di Appleton (1975) che mette in relazione la necessità umana di essere in grado di vedere (prospettiva) o di nascondere (rifugio) oggetti e forme all'interno di un paesaggio come calcolo inconscio delle possibilità di sopravvivenza. Kaplan and Kaplan (1989) hanno messo in evidenza che le persone sono estremamente sensibili alle proprietà spaziali del paesaggio e in particolare non gradiscono visuali estremamente aperte e foreste eccessivamente dense.

L'esperienza di maggior spessore temporale in Italia è senza dubbio legata al Progetto Multidisciplinare Pilota per l'Istituzione del Sistema delle Aree Verdi di Roma come Riserva della Biosfera MAB-UNESCO portato avanti da Mirilia Bonnes e dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Psicologia dei Processi di Sviluppo e Socializzazione dell'Università "La Sapienza" di Roma (Bonnes, 1991; Bonnes, 1993; Bonnes et al., 1995; Bonnes & Bonaiuto, 1995; Bonnes, 2000). Le ricerche sulla percezione sociale e i comportamenti dei cittadini di Roma nei confronti delle aree verdi hanno avuto l'obiettivo di costruire una base scientifica per la costituzione di un "Osservatorio per il Monitoraggio Ambientale e la Consapevolezza Pubblica" nell'ambito della creazione del Sistema di Aree Verdi di Roma. La ricerca è stata orientata in quattro direzioni: 1. soddisfazione/insoddisfazione dei residenti nei confronti delle aree verdi del contesto residenziale urbano; 2. attitudini dei residenti nei confronti delle aree verdi urbane (attribuzione di valore e svalutazione della natura in città); 3. comportamento dei residenti (frequenza d'uso, motivazioni) nei confronti di aree verdi urbane e extra-urbane; 4. attivismo ambientale. Il metodo di indagine utilizzato è per interviste e questionari. Sulla base dei risultati dei questionari sono stati identificati i diversi livelli di soddisfazione e comportamento di residenti più o meno vicini a aree verdi o corridoi ecologici.

In effetti, le interviste tramite questionari rappresentano il metodo più utilizzato in Italia. Si nota però una evoluzione nella strutturazione, portata e interpretazione dei questionari. In particolare la tendenza, come vale per Bonnes (opp. citt.) e quindi nell'esperienza di ricerca di *NeighbourWoods* (Salbitano & Cuizzi, 2004), è quella di creare un *canovaccio* di questionario in collaborazione con gli attori locali: utilizzare i saperi della comunità nella predisposizione della struttura e dei contenuti delle domande da sottoporre a un campione della comunità stessa può contribuire in modo significativo a una migliore accettazione del questionario e a una maggior frequenza di risposte.

Un ulteriore aspetto sensibile è rappresentato dal linguaggio utilizzato, soprattutto nei casi in cui le informazioni richieste siano piuttosto articolate e complesse. Nel caso di un questionario sociale elaborato per comprendere le preferenze e i comportamenti di residenti e non residenti nei confronti

di scelte strategiche da operare per la futura gestione dell'ANPIL del Terzolle (Firenze), si è sperimentato con successo un doppio livello di partecipazione e di “traduzione” dei contenuti delle domande da sottoporre. Un primo livello ha visto un gruppo di lavoro di attori locali proporre l'idea del questionario e lavorare insieme per definire la griglia di domande chiave da evidenziare.

Un secondo livello, sperimentato nel momento in cui il questionario è stato sottoposto agli alunni di alcune classi di scuole medie superiori, è emerso per esplicita richiesta degli studenti: gli alunni di una classe si sono offerti per tradurre in “*ragazzese*” (Cuizzi, com. pers.) le domande e di agire loro in prima persona nella distribuzione, spiegazione e raccolta dei questionari con i propri compagni di scuola.

Un ulteriore aspetto procedurale dei questionari riguarda la loro distribuzione, sia in termini di mezzo di somministrazione sia in termini di azioni di accompagnamento esplicativo ed esortativo per la compilazione e restituzione.

I questionari telefonici rappresentano un metodo con alcuni vantaggi in termini di immediatezza di risposta e di possibilità di spiegare direttamente passaggi non facilmente comprensibili per gli intervistati. Gli svantaggi di tale metodologia di somministrazione risiedono: i. nei tempi di risposta (possono essere utilizzati solo questionari relativamente brevi, meglio se formulati come sondaggi su un numero limitato di risposte); ii. nei costi elevati (la telefonata e l'operatore che deve porre i quesiti e seguire la conversazione) e iii. nell'impossibilità di lasciare un tempo adeguato di riflessione ed elaborazione agli intervistati. Il contatto telefonico è relativamente impersonale e non consente all'operatore di rendersi conto dell'emotività dell'intervistato. D'altra parte il campione di intervistati, seppure selezionato in modo oggettivo sulla base di un elenco telefonico, può essere fortemente discriminato dalla fascia oraria scelta per condurre le interviste telefoniche. Negli orari di lavoro il campione viene ridotto a chi resta in casa e quindi la sua validità statistica può essere messa in discussione.

La somministrazione postale è il mezzo di diffusione più costoso e con un indice di performance (in termini di indice complessivo di valutazione del processo diffusione-compilazione-restituzione) piuttosto basso (Salbitano & Cuizzi, 2004), se comparato con altri mezzi di diffusione diretta. Il vantaggio è la possibilità di determinare oggettivamente la spazialità della diffusione anche se, per questionari anonimi, non è possibile indicizzare e spazializzare la provenienza dei questionari compilati e restituiti al mittente. Un ulteriore vantaggio è dato dalla possibilità che la compilazione del questionario avvenga a casa e quindi riporti una visione condivisa con il proprio nucleo familiare.

La diffusione diretta, a mano o, ad esempio, tramite alunni delle scuole, pur non avendo caratteri di oggettività di selezione del campione può avviare un processo comunicativo estraneo alle somministrazioni indirette (telefono e posta). Utilizzare eventi pubblici, incontri (formali o informali) nei circoli, feste tradizionali può consentire una “umanizzazione” nell’approccio ai questionari che, oltre a favorire la comunicazione, può risultare fondamentale in termini di frequenze di risposta: l’evento di festa costituisce un comportamento ancestrale peculiare e agire in tale contesto consente di includere nell’analisi della percezione componenti emotive primarie che si perdono in arene più formali e strutturali.

Appare promettente la diffusione di questionari on-line. Una ricerca-azione in questo senso è stata condotta in Finlandia nell’ambito della pianificazione partecipata delle aree verdi di Helsinki (<http://www.hkr.hel.fi>). Il limite principale di tale modalità di diffusione è ovviamente di carattere tecnologico poiché vengono escluse *a priori* persone che non hanno dimestichezza con strumenti informatici.

Una recente applicazione, sempre in Finlandia, di Internet per analizzare le percezioni è data dal caso di studio *Pihlajisto* (quartiere di Helsinki) dove le tecniche informatiche sono state utilizzate per evidenziare le percezioni dei bambini. Nell’ambito del progetto per ridefinire la pineta locale, chiamata anche “foresta delle avventure”, è stato sviluppato un gioco progettuale dall’Università di Tecnologia di Helsinki, ed è stato caricato su un apposito sito web. Ciò ha consentito di mettere in evidenza la percezione dei boschi suburbani da parte dei bambini, altrimenti difficilmente coinvolgibili in un processo partecipativo strutturato. I risultati del gioco sono stati analizzati e quindi utilizzati da un gruppo di professionisti al fine di includere le informazioni raccolte nel lavoro di pianificazione

Un altro approccio utilizzato frequentemente per la comprensione della percezione del paesaggio si basa sull’analisi visiva di immagini, in particolare di fotografie.

Vi sono numerosi esempi di analisi delle preferenze visive con utilizzo di fotografie, più o meno ritoccate. Un interessante esempio è dato dall’analisi delle preferenze del paesaggio per gruppi di fruitori condotto a Helsinki. I partecipanti al processo di pianificazione di una foresta urbana a Helsinki hanno valutato la congruità di diverse opzioni di gestione attraverso immagini prodotte con tecniche di fotoritocco. Le immagini sono state valutate con una analisi di confronto a coppie. Il set di immagini è stato progettato per rappresentare le principali situazioni conflittuali nella gestione selvicolturale urbana. Diradamenti, ripuliture, rilascio di tronchi e rami morti nel sottobosco e

presenza di rinnovazione sono stati evidenziati nel ritocco delle immagini. I risultati mostrano che la maggior parte dei residenti di Helsinki preferisce tratti di foresta gestita con interventi selvicolturali forti. In ogni caso molti dei giovani, delle persone con livelli educative più alti e di coloro che frequentano maggiormente il bosco urbano hanno manifestato preferenze verso boschi gestiti con criteri mediati dalla selvicoltura su basi naturali.

Van Herzele (2002) propone di contestualizzare l'analisi delle preferenze e percezioni nell'ambito di interventi complessivi volti all'attivazione di processi comunicativi. Le interviste sul campo con figure chiave, la raccolta di storie e la produzione di *essay* artistici sono metodi che rispondono alla richiesta di valutare la prospettiva con cui diversi attori locali percepiscono il verde e il paesaggio e hanno il vantaggio di innescare un processo comunicativo tale da rappresentare un punto di partenza per ulteriori azioni partecipative (v. 13.2.3). In questo senso un metodo consiste nell'effettuare visite dirette in campo sia con testimoni chiave sia con gruppi di interesse o singoli cittadini. È così possibile studiare le preferenze mantenendo elevato il significato complessivo delle percezioni sensoriali vissute dall'intervistato al momento della analisi. Le passeggiate all'aperto consentono uno stretto contatto con gli utenti del territorio e offrono la possibilità di raccogliere le loro percezioni immediate e sensazioni in situazioni reali che, quindi, non devono essere né immaginate né ricordate. La memoria resta un elemento percettivo fondamentale ma, in questo caso, viene attivata da una sollecitazione sensoriale diretta. D'altra parte, se alle passeggiate partecipano anche esperti e tecnici è possibile innescare un flusso reciproco di saperi che oltre ad accrescere la conoscenza del territorio, rende comprensibili le scelte legate alla sua salvaguardia, e fornisce un quadro delle conoscenze diffuse relative alle aree verdi. Nel quadro 13.1 viene riportata la sintesi di un'esperienza di passeggiate in bosco per l'analisi delle preferenze.

Attraverso le passeggiate *in situ* è possibile:

Attivare processi di conoscenza dei comportamenti e delle preferenze dei fruitori del territorio direttamente sul campo utili sia dal punto di vista generale di allargamento delle conoscenze sia per lo sviluppo di analisi basate sulle preferenze espresse (ad esempio attraverso l'applicazione di analisi multi criteriale);

Accrescere la conoscenza del territorio e, quindi, il senso di appartenenza e un approccio critico e propositivo ai principali problemi gestionali.

Quadro13. 1: Passeggiate in bosco per comprendere le preferenze dei boschi suburbani della valle del Terzolle in vista della predisposizione di un Piano di Gestione Partecipato dell'ANPIL della valle, Progetto di Ricerca NeighbourWoods (Salbitano & Cuizzi, 2004)

Nell'ottobre 2003 sono state organizzate due uscite con altrettanti gruppi di fruitori potenziali lungo un percorso attraverso tratti di bosco rappresentativi delle 7 principali tipologie presenti nella valle del Terzolle, alle porte di Firenze. Alle uscite hanno partecipato: a. allievi di un corso per Guide Ambientali organizzato dalla Regione Toscana in collaborazione con l'Associazione Cavallo Ambiente e residenti contattati durante la "Giornata dell'ANPIL"; b. alunni dell'Istituto Professionale per l'Industria e l'Artigianato (ITI-IPIA) "Leonardo da Vinci". Nel corso della passeggiate sono state compiute soste in punti prestabiliti all'interno di ciascun tipo di bosco e, dopo alcuni minuti trascorsi in completa libertà senza alcun input da parte degli esperti presenti, i partecipanti hanno espresso un punteggio di gradimento (da un minimo di 1 a un massimo di 10) utilizzando apposite schede preventivamente distribuite e illustrate. Dopo l'attribuzione dei punteggi è stata aperta una discussione informale sulle caratteristiche ecologiche e sul significato storico e paesaggistico dei vari tipi di bosco.

Le passeggiate in bosco rappresentano un ottimo strumento per instaurare un rapporto diretto e paritetico tra fruitori, tecnici e ricercatori. La situazione informale contribuisce a ridurre le inibizioni dei partecipanti, il contatto diretto con la realtà, inoltre, stimola dubbi e curiosità che innescano scambi talvolta del tutto imprevedibili. Il metodo tuttavia presenta alcune difficoltà che vanno tenute in considerazione: i. selezionare un campione realmente rappresentativo di tutti gli utenti o i residenti della valle; ii. individuare un percorso non eccessivamente impegnativo che attraversi tipologie di bosco realmente rappresentative della realtà dell'area di riferimento. Per ottenere migliori risultati sono inoltre necessari alcuni accorgimenti. In primo luogo è opportuno che i gruppi siano composti da non più di 15 persone con almeno due accompagnatori per garantire la necessaria disponibilità alle richieste di tutti e per potersi muovere agevolmente in situazioni talvolta impegnative. In secondo luogo, è importante stimolare e facilitare la conversazione e il racconto di storie legate al territorio piuttosto che la mera attribuzione di punteggi.

Quadro 13.2: Il metodo di Gåturand e la Passeggiata Virtuale per l'integrazione delle esperienze di adulti e bambini nella pianificazione del verde, Helsinki, Finlandia

Il *Gåtur-method* è stato applicato per conoscere le riflessioni di adulti e bambini durante una passeggiata nella zona suburbana di Pihlajisto. In questo caso è stato testato uno strumento di pianificazione partecipativa delle aree verdi. Il metodo Gåtur è nato in Danimarca per condurre azioni di partecipazione e pianificazione: i Pianificatori e i Residenti compiono una escursione lungo un percorso precedentemente predisposto. È stato osservato che le persone ricordano più facilmente elementi spaziali e esperienze quando si trovano direttamente in campo. Nel caso dell'esperienza di Pihlajisto è stato chiesto sia ad adulti che a bambini di riempire un piccolo questionario. In parallelo, alcuni psicologi ambientali hanno osservato le attività all'aperto dei bambini. Il set di informazioni derivato da tale esperienza è stato incorporato nel piano del verde (Rantanen & Staffans 1999).

Passeggiata Virtuale: si tratta di uno strumento predisposto per la consultazione via Internet che propone sullo schermo la stessa passeggiata precedentemente ricordata. È possibile osservare nel dettaglio i siti che si incontrano durante l'escursione e leggere la descrizione dei luoghi. Le possibili operazioni di gestione e manutenzione sono state riproposte nella pagina web ed è stato chiesto ai bambini e agli adulti di commentarle. Le risposte e le discussioni raccolte via internet sono state riportate sulle stesse pagine web per la consultazione.

Le interviste in campo sulla percezione e le preferenze possono essere condotte sia con figure particolarmente coinvolte o esperte nei temi dello spazio da valutare (testimoni chiave), appositamente invitati a essere intervistati nei luoghi di cui si vuole analizzare la percezione, sia coinvolgendo frequentatori, abituali e non, delle aree verdi. L'obiettivo è in ogni caso di innescare un processo di apprendimento delle percezioni degli utenti e dei gestori del parco in modo da sviluppare una visione condivisa di temi concreti di progettazione e gestione.

Nel caso di testimoni chiave sono state sviluppate indagini che hanno coinvolto i diretti interessati alla progettazione e gestione (i cosiddetti esperti): tale approccio è stato utilizzato, ad esempio, nelle ricerche condotte nella città bulgara di Stara Zagora con interviste agli esperti della amministrazione comunale coinvolti nella progettazione e gestione del Parco Ayazamo. In alcuni casi, come vale per l'esperienza svedese del gruppo di lavoro di ecologia del paesaggio di Alnarp, le interviste "in profondità" sono rivolte a mettere in luce diverse "culture di progetto e di gestione" coinvolgendo figure professionali di provata rilevanza culturale. Nel caso di interviste agli utenti possiamo distinguere fra interviste condotte con metodi quantitativi (come vale per l'esempio riportato in Quadro 13.3) da quelle raccolte utilizzando metodi qualitativi (vedi Quadro 13.4).

Quadro 13.3: Valutazione della percezione dei fruitori attraverso interviste statiche e dinamiche: il parco Chico Mendes, Campi Bisenzio (Firenze)

Nell'ambito del progetto *NeighbourWoods* è stata formulata una metodologia di analisi delle percezioni e preferenze di alcuni tratti del parco Chico Mendes di San Donnino in comune di Campi Bisenzio nell' area periferica di connessione fra Firenze e il conglomerato urbano di Campi, Poggio a Caiano e Prato. Le preferenze sono state analizzate chiedendo agli intervistati di dare un punteggio sia per vedute fisse da sedute precedentemente selezionate, sia lungo percorsi predefiniti.



Tale approccio presenta il vantaggio di essere realizzate in campo, coinvolgendo direttamente gli utenti, nell'esprimere una valutazione sintetica quantitativa su quanto osservato direttamente in campo. Altro aspetto positivo è legato al semplicità di intervista da cui deriva la possibilità di poterlo ripetere più volte nel corso del tempo anche da parte di operatori privi di competenze specifiche. Di contro, lo strumento non stimola particolarmente la partecipazione dell'utente al quale viene semplicemente chiesto di seguire le istruzioni dell'intervistatore con un approccio scarsamente interattivo che può facilmente generare un atteggiamento scettico. Inoltre è evidente che lo strumento è indirizzato esclusivamente agli utenti del parco, mentre sarebbe interessante poterlo utilizzare anche con persone che non lo frequentano abitualmente allo scopo di proporre interventi progettuali e gestionali che potrebbero incrementare i contenuti della visita. Nel caso specifico delle analisi lungo i percorsi è stata notata la difficoltà di percepire le diverse strutture spaziali proposte a causa della lunghezza limitata: laddove possibile pertanto si suggerisce di selezionare tratti di percorso omogenei di lunghezza non inferiore a 300m.

Quadro 13.4: Interviste con i visitatori del Parco Ayazamo, Stara Zagora Bulgaria

Le interviste e passeggiate con testimoni chiave (i tecnici incaricati della gestione) sono servite a selezionare sette luoghi caratteristici del parco e a formulare una breve lista di domande aperte: che cosa vi piace del luogo dove siete, come potrebbe essere migliorato, che cosa conoscete delle specie arboree presenti, come considerate l'accessibilità, ecc. Nei mesi di febbraio e marzo 2003, sono stati contattati 20 visitatori direttamente nel parco ed è stata chiesta la loro disponibilità a rilasciare l'intervista nei luoghi prescelti del parco. Alla fine è stato chiesto ad ognuno se era interessato a partecipare a un workshop pubblico e, in caso affermativo, ne è stato richiesto l'indirizzo. Il riassunto dei risultati ottenuti è stato divulgato dagli organi di stampa locali.

Un'arricchimento particolare delle metodologie riferibili alle visite in campo è costituita dal caso di studio svedese "*Demonstration Forests*" (Quadro 13.5). In questo caso l'approccio sperimentale prevede una valutazione effettiva delle percezioni sensoriali determinate da interventi di diradamento volti a "creare" una differenziazione tipologica del bosco connessa con vari possibili tipi di fruizione (e percezione). In questo senso, l'esperienza dei "Laboratori di Paesaggio (Landscape Laboratories), diffusi in varie realtà europee (Svezia, Germania) rivela potenzialità metodologiche fondamentali per l'educazione alla sensibilità percettiva di addetti ai lavori e non.

La valutazione critica dell'insieme di ricerche finora proposto sottolinea che la diversità della qualità "mentale" fra individui e gruppi derivata da differenti elaborazioni cognitive e afferenze culturali impone una serie di riflessioni di carattere metodologico. Ricerche di Coles & Bussey (2000) hanno evidenziato che aree fortemente criticate da personale forestale perchè "solo piantagioni" hanno un elevato valore e sono molto apprezzate dalle comunità locali. Anche nel caso di boschi periurbani di Firenze, Salbitano e Cuizzi (2004) hanno rilevato come rimboschimenti di pino, ritenuti transitori e di scarso valore scientifico e tecnico nel mondo forestale, rappresentano il tipo di boschi preferito dalla maggior parte dei partecipanti alle passeggiate in bosco. Kardell (1990) ha accertato che ambientalisti e persone con una formazione biologica di base accettano la presenza di alberi morti o caduti in bosco mentre altre persone, con diversi bagagli educativi, preferiscono la rimozione di tali elementi.

Quadro 13.5

La “Foresta Dimostrativa” in Svezia

Il lavoro intrapreso in Svezia dalla SLU University of Umeå ha l’obiettivo di verificare come la varietà strutturale possa essere utilizzata quale strumento per valutare preferenze e percezione di fruitori potenziali e creare un bosco urbano multifunzionale. Una foresta di 20 anni è stata divisa in 12 piccoli lotti. Ognuno di questi è stato diradato con metodi differenti finalizzati a creare tipi forestali che servissero a diverse funzioni e con una loro specifica atmosfera. Esempi sono: La *Foresta dei bambini* con diversità strutturale e individuale che possa stimolare le attività di gioco; La *Foresta Felice*, con piccole chiarie dove godere della solitudine della foresta; La *Foresta dove passeggia il cane*, con piano dominante aperto e denso sottobosco. Questi regimi sperimentali di diradamento illustrano la varietà strutturale che può essere ottenuta in boschi relativamente giovani. I diversi approcci strutturali possono fornire anche una diversità visiva ed ecologica ed essere utilizzati per direzionare cambiamenti d’uso e zonizzazione (da Simson, 2002).

I discorsi su percezione e analisi delle preferenze hanno acquisito rilevanza fondamentale nel dibattito relativo alle modalità progettuali e gestionali del verde urbano, così come sono divenuti argomenti correnti nella divulgazione e analisi dei processi strategici relativi alla struttura del territorio, del paesaggio e della città. Esempi concreti di riflessione e scambio di idee e esperienze su percezione e coinvolgimento delle realtà locali nelle strategie territoriali vengono riportate da alcune azioni COST²⁵. In particolare, nell’ambito del gruppo di lavoro WG1b “People” della azione COST C11 “Green Structures and urban planning” è stata tentata una sintesi delle metodologie correnti di approccio all’analisi delle preferenze e alla percezione dei benefici sociali, ambientali e psicologici determinati dalla presenza di aree verdi come componente fondamentale della struttura della città. In questo senso è il contributo di Zaleckis (2003) sul ruolo della struttura verde urbana nella creazione di ambienti cittadini particolarmente graditi ad un ampio intervallo di realtà sociali. Le premesse teoriche relative all’importanza dello studio degli ambienti preferiti individuano quale obiettivo la creazione di un modello spaziale e funzionale di paesaggio che soddisfi i bisogni della comunità e crei le condizioni ottimali per l’esistere sociale e individuale. I “bisogni” della comunità vengono divisi in tre gruppi: i bisogni individuali o personali (fisiologici e psicologici); i bisogni della società (economici, culturali, comunicativi, socio-psicologici, ecc.); la necessità di conservare l’ambiente come risultato di un percorso culturale (ossia sorgente da una base articolata di valori) e di curarlo perché possa rispondere ai bisogni delle generazioni future. La sintesi delle preferenze legate alle aree verdi viene proposta attraverso cinque categorie principali: assenza di stress percettivi, leggibilità, coerenza, complessità, misteriosità.

²⁵ European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Cooperation (<http://cost.cordis.lu/>)

Le relazioni con i concetti di città sostenibile e con l'attivazione di ricerche/azioni e buone pratiche per il miglioramento della qualità della vita e dell'ambiente vissuto sono evidenti: il sistema verde (la struttura "aperta" di una città) fornisce ed elabora funzioni ulteriori rispetto ad una singola area verde così come la tendenza a creare "città preferite" implica l'attivazione di funzioni che comprendono ed amplificano quelle proprie della struttura degli spazi aperti della città stessa (Lynch, 1969).

12.2.1 Coinvolgimento della comunità e partecipazione come strategia di pianificazione, regolamentazione, progettazione e gestione dei luoghi verdi

Nell'ambito dei processi democratici, la partecipazione è un vero e proprio paradigma del pensare e dell'agire il continuum pianificazione-progettazione-gestione del territorio: essa viene tradotta in strategia politica nel momento in cui una comunità ricerchi la propria identità prospettica di vita, sostenibilità e benessere e si senta pienamente coinvolta nei processi che esprimono tale ricerca.

La ricaduta dei processi partecipativi in un determinato contesto territoriale caratterizzato da elementi unificanti di varia natura (amministrativa e/o storica e/o biologica e/o fisiografica), si esplica a livello delle scelte (pianificazione), dell'organizzazione degli spazi e degli oggetti (progettazione), delle azioni di conservazione, promozione e sviluppo della realtà di riferimento (gestione), dei modelli comportamentali (regolamentazione).

Gli aspetti partecipativi risultano tanto più rilevanti nelle situazioni in cui il rapporto "bene-utilizzo del bene" è particolarmente stretto e, a maggior ragione, dove le forme di utilizzo del bene sono molteplici e talvolta contrastanti come nel caso degli spazi verdi urbani (de Vreese *et al.*, 2002).

Nelle aree metropolitane la conservazione, progettazione ed uso dei luoghi verdi urbani e periurbani rappresenta un'esigenza crescente conseguente al progressivo inurbamento di una porzione sempre più vasta di popolazione: nel corso dell'ultimo ventennio la popolazione urbana è raddoppiata: se nel 2000 circa il 50% degli abitanti del pianeta vivevano in città nel prossimo trentennio ci si attende che il 90% dell'aumento globale di popolazione interessi ambiti urbani UN-HABITAT (2006). In parallelo, l'atteggiamento sociale verso gli spazi aperti e la natura sono radicalmente cambiati nella seconda parte del secolo scorso con il progressivo affermarsi di stili di vita e comportamenti che possiamo definire urbani anche in aree relativamente lontane dalle città. Anche se in Italia l'intensità di frequentazione dei boschi a fini ricreativi (numero medio di visite annue in bosco inferiore a 10) è ancora lontana da quella di paesi quali ad esempio la Finlandia (dove in alcune regioni il numero di visite annue in bosco varia tra le 72 e le 110; Tyrväinen, 1999), tuttavia nel nostro paese il 96% della popolazione compie attività

ricreative legate in qualche modo alle aree verdi e, in particolare, ai boschi (Scrinzi *et al.*, in Tyrväinen *et al.*, 2002).

Da queste considerazioni emerge inequivocabilmente l'importanza degli spazi verdi urbani e periurbani, ossia di luoghi aperti "alle porte di casa" che possano facilmente rispondere alle esigenze e agli stili di vita di chi vive in città. È evidente che a questo prepotente sviluppo delle esternalità delle aree verdi legate agli aspetti sociali e ricreativi debbano armonizzarsi non solo le attività produttive tradizionali ad essi legate ma anche la progettazione, i modelli gestionali e il regime vincolistico, secondo un approccio *bottom-up* i cui vantaggi sono già stati ricordati.

Si possono quindi distinguere due ambiti di procedure partecipative, spesso corrispondenti ad altrettante scale territoriali, i cui esiti andranno a ripercuotersi sulle attività progettuali, gestionali e regolamentari: quelli in cui i nuovi stili di rapporto con gli spazi aperti si sommano a modelli tradizionali di sfruttamento del territorio e quelli, come la aree verdi urbane, in cui i benefici sociali rappresentano l'elemento assolutamente predominante.

In merito alla prima tipologia di situazioni, un'interessante esperienza di approccio partecipativo è stata avviata contestualmente al processo istitutivo dell'Area Naturale Protetta di Interesse Locale (ANPIL) della valle del Terzolle (Fig. 13.4, Quadro 13.6), nelle vicinanze dal centro di Firenze. L'area è contraddistinta da un forte carattere rurale e forestale del paesaggio, dalle caratteristiche diversificate della popolazione, in parte costituita da persone che vi risiedono da lungo tempo e in parte da "nuovi" residenti provenienti dalla città alla ricerca di tranquillità ma che nella città tuttavia continuano a lavorare, dal frequente utilizzo da parte di fruitori provenienti dall'area urbana e dall'esistenza di pressioni che talvolta minacciano il territorio.

In un siffatto contesto l'approccio partecipativo è stato individuato dagli amministratori dell'area come strumento chiave per giungere alla definizione di un Regolamento e di un Piano di gestione dell'ANPIL che scaturissero dalla mediazione tra il tradizionale modello istitutivo di un'area protetta legato agli studi di settore realizzati da esperti, con le problematiche e le aspettative percepite dagli abitanti e dai fruitori della valle messe in luce attraverso interventi partecipativi di tipo "aperto" (o indeterminato) e di tipo "analitico" (o predeterminato; Salbitano & Cuizzi, 2004).

L'approccio seguito ha consentito di sviluppare un *network* di attori locali, rappresentativo delle differenti istanze provenienti dai residenti e dai fruitori, dai tecnici e dai decisori, in cui si è andato sviluppando incontro dopo incontro un forte **senso di identificazione nel progetto**. Il network costituitosi rappresenta il punto di partenza per la costituzione di un **modello partecipativo**

permanente di supporto alle fasi di pianificazione, progettazione e gestione dell'area protetta in corso di istituzione.

Sembra importante sottolineare come nel caso dei boschi periurbani i processi partecipativi applicati agli ambiti della progettazione, gestione e regolamentazione consentono di compiere quella *“saldatura tra cultura urbana e cultura forestale che nella regione mediterranea, tradizionalmente, si sono sviluppate indipendentemente l'una dall'altra”* (Simson, 2002).

Quadro 13.6

Il processo aperto di Comunicazione, Partecipazione e Formazione per l'istituzione e la gestione dell'ANPIL del Terzolle, Firenze.

La valle del Terzolle si sviluppa dal centro di Firenze fino a 750 m s.l.m.. A partire dagli anni '60 si assiste allo spopolamento della zona rurale della valle, compensato, negli ultimi vent'anni, da un flusso di migrazione "residenziale" dalla città: le attività rurali che ancora sopravvivono, pur essendo molto sentite da chi le pratica, hanno un ruolo economico marginale. Durante l'ultimo decennio, il significato naturalistico, ricreativo e didattico della valle è diventato fondamentale, ragione per cui si è assistito a un fiorire di programmi, strutturati o spontanei, di educazione e divulgazione. Il carattere originale della valle è venuto così ridisegnandosi, nonostante il forte senso di appartenenza dei residenti e dei proprietari terrieri, e l'esistenza dei vincoli relativi a tutela del paesaggio e difesa idrogeologica ha aiutato a conservarne i caratteri storici, culturali e paesaggistici. Il processo comunicativo e partecipativo attivato è funzionale alla condivisione degli strumenti di governo della istituenda ANPIL. La particolarità dell'approccio "aperto" utilizzato risiede nel fatto che gli unici aspetti predeterminati sono rappresentati dagli obiettivi generali e da un momento iniziale costituito dalla formazione di un Forum di attori locali e di decisori individuato con la collaborazione fondamentale degli enti territoriali (Quartiere 5 della città di Firenze, Comune di Sesto Fiorentino). I momenti chiave del processo sono i seguenti: i. Riunioni del Forum degli Attori Locali e dei Decisori (Giornate di Riflessione); ii. Attività di allargamento della base condivisa (eventi pubblici, questionari sociali); iii. analisi delle aspettative della comunità locale. Al processo partecipativo aperto è stato affiancato un processo "analitico" caratterizzato dall'applicazione di tecniche di *Analisi Strategica delle Decisioni* finalizzate alla definizione del valore ricreativo e sociale dei boschi della valle. In questo caso il ruolo degli attori locali è stato limitato esclusivamente a specifici momenti del processo dove ci si è rivolti a un campione limitato di attori locali aventi caratteristiche specifiche. In questo modo, gli attori locali non hanno potuto incidere, se non marginalmente, sulle modalità di applicazione del metodo. Dall'incrocio delle precedenti azioni si è giunti alla definizione delle linee guida del Regolamento e del Piano di Gestione dell'ANPIL della valle del Terzolle. In parallelo, è stata sviluppata una rete di attori locali, rappresentativi di differenti istanze tra residenti, fruitori della valle, tecnici e decisori, fondamentale per lo sviluppo di un modello partecipativo permanente di supporto alle fasi di pianificazione, progettazione e gestione dell'area.

Numerosi sono gli esempi di processi partecipativi in ambiti in cui le attività ricreative rappresentano l'elemento di gran lunga predominante, se non l'unico. Una simile situazione è frequentemente riscontrabile nelle aree verdi e nei parchi urbani di dimensioni da medie a piccole. In questo caso l'azione di mediazione e di captazione delle minoranze silenziose tipica degli approcci partecipativi, si dipana in un ventaglio di aspettative tendenzialmente inferiore rispetto al caso precedente, tuttavia le scelte compiute hanno un peso specifico maggiore, commisurato al numero di utenti per unità di superficie e al numero di visite per unità di tempo, che carica le scelte progettuali, gestionali e regolamentari di particolare importanza. Un esempio di applicazione del processo partecipativo alla gestione e progettazione di un'area verde urbana, è rappresentata dall'esperienza compiuta presso il

parco Chico Mendes nel comune di Campi Bisenzio (FI) dove l'amministrazione comunale ha concesso la gestione del parco a un'associazione locale (Circolo ARCI di S. Donnino) che la esercita attraverso volontari pensionati. L'associazione si occupa di interventi di micro-progettazione, della manutenzione ordinaria e dell'informazione ai visitatori.

Quadro 13.7 Analisi dei percorsi di progettazione e gestione partecipata del parco Chico Mendes, Campi Bisenzio (Fi).

Il Parco Chico Mendes è posto al centro della pianura di Firenze-Prato-Pistoia, una delle area di massima tensione per lo sviluppo urbano del centro Italia. Dal 1960 alla fine degli anni '80, la zona dove ora sorge il Parco era destinata a discarica di residui industriali e a prelievo di ghiaia e sabbia di fiume. Nel 1998 il comune di Campi Bisenzio ha avviato il processo di ripristino e progettazione di un parco, inaugurato nel 2000, e identificato quale simbolo di ritorno alla natura di terre estremamente degradate dall'opera dell'uomo.

La ricerca condotta sul parco ha avuto per obiettivi:

1. Definire e testare strumenti conoscitivi di analisi delle preferenze e delle percezioni dei fruitori;
2. Fornire uno strumento GIS facile da utilizzare e costruito insieme con i gli utilizzatori per avere una visione comprensiva partecipata della gestione e progettazione del parco;
3. Analizzare l'approccio partecipativo già messo in atto allo scopo di evidenziare i maggiori elementi di forza e di debolezza per proporre degli eventuali miglioramenti e correttivi alla procedura intrapresa.

Gli strumenti utilizzati sono:

1. Questionari formali per caratterizzare l'uso del parco (frequenza, motivazioni e preferenze, percezione degli aspetti gestionali).
2. Carte tematiche in ambiente GIS per fornire dei dati strutturati e spazializzati a progettisti e responsabili della gestione da essere utilizzati come base per la gestione e la progettazione "in corso";
3. Interviste sulla percezione per analizzare "in campo" le preferenze e le percezioni dei fruitori.
4. Interviste con i testimoni chiave per evidenziare le motivazioni dei decisori verso il processo partecipativo.

Al termine della ricerca oltre ad aver predisposto nuovi strumenti di supporto alla gestione e alla partecipazione, sono state evidenziate modalità di intervento in linea con le aspettative della fruizione e sono stati proposti correttivi al modello gestionale partecipativo esistente che andassero nella direzione di una maggiore rappresentatività della realtà locale e di un miglioramento del profilo tecnico degli interventi di micro-progettazione.

Quadro 13.8 Caso di Studio: il network sociale per una visione di progetto permanente del recupero della ferrovia abbandonata di Antwerp, , Belgio

Il principale obiettivo era lo sviluppo di una visione comune per il recupero di un tratto abbandonato di ferrovia. La selezione dei possibili partecipanti al workshop è stata fatta sulla base di una indagine sulle peculiarità e sulle reti sociali delle zone circostanti e sui loro legami esistenti o potenziali. Grazie a una lista ragionata dei possibili benefici e limiti del nuovo parco, un gruppo di persone rappresentative dei principali interessi e aspetti controversi sono stati invitati a partecipare attivamente. Un ulteriore, fondamentale, criterio di scelta è stato il possibile contributo all'arricchimento della discussione (alla qualità dei discorsi è stata data la stessa importanza della rappresentanza degli interessi). Nel lungo periodo, l'obiettivo è la permeazione di idee nella rete di relazioni sociali che si giustappone a questa parte della città e l'allargamento del processo a un pubblico allargato (Van Herzele, 2001).

Come già accennato un aspetto fondamentale della partecipazione in relazione alla progettazione, gestione e regolamentazione degli spazi verdi urbani e periurbani, è costituito dalla possibilità di creare ambiti permanenti di confronto su temi specifici o specifici contesti territoriali per risolvere a monte potenziali conflitti, potendo contare su un confronto *ex-ante* tra gli attori in gioco, e su un patrimonio conoscitivo completo proveniente tanto dalle analisi tecniche quanto dalle esperienze

quotidiane dei cittadini. Così facendo non solo la progettazione ma anche la pianificazione degli interventi ritenuti fondamentali per un determinato territorio possono essere il frutto di una concertazione tra cittadini, tecnici e decisori che sviluppa un forte senso di identificazione nei progetti, agevolandone il cammino e migliorandone la qualità complessiva (Quadro 13.8).

Lo studio di metodologie volte alla definizione di processi di pianificazione partecipata sono uno degli obiettivi salienti del progetto europeo *BUGS* “Benefits of Urban Green Space” (<http://www.vito.be/bugs/>). In particolare il progetto ha definito un insieme di strumenti pratici per coinvolgere le comunità locali e promuovere il dialogo attraverso metodi di visualizzazione (carte, immagini, video) e simulazione (test di scenari).

Una aspetto particolare della partecipazione riguarda il coinvolgimento delle cosiddette “voci silenziose” ossia di quelle parti della comunità che, vuoi per problemi oggettivi (bambini, ragazzi, diversamente abili, anziani) o per questioni strutturali (ad es. fasce sociali deboli, minoranze etniche). Un esempio di ricerca-azione che cerca di individuare percorsi di coinvolgimento di minoranze e marginalità sociali è dato dall’esperienza inglese della rete Black Environmental Network (BEN <http://www.ben-network.org.uk/>) dove vengono sperimentati strumenti per attivare la partecipazione delle diverse etnie all’uso, miglioramento e creazione di spazi verdi urbani.

Degli aspetti sociali e di indirizzo che elevano i ragazzi a primi attori dei processi partecipativi è già stato detto. La partecipazione allargata ai ragazzi presenta prospettive estremamente interessanti sia sotto l’aspetto educativo che sotto quello progettuale. Dal punto di vista educativo i processi di coinvolgimento facilitano la crescita di cittadini più disposti e più capaci a partecipare alla gestione della cosa pubblica in generale e della foresta urbana in particolare.

Quadro 13.9 I Rangers dei giardini. Circoscrizione Prato Sud, Prato

La Circoscrizione Prato Sud si estende alla periferia meridionale della città in un'area dove i paesaggi agrari coabitano con gli impianti di servizio per la città (depurazione delle acque e gestione dei rifiuti) e con due grossi insediamenti di attività industriali e artigiane.

La Circoscrizione Prato Sud e l'ASMIU (Azienda Speciale Municipalizzata per l'Igiene Urbana) nel 1996 hanno collaborato per dar vita alla manifestazione Ambienteinfesta '96 finalizzata a far conoscere e ad approfondire le problematiche del territorio. Nell'ambito della manifestazione è stato distribuito un questionario sullo stato dei giardini pubblici per la compilazione da parte dei ragazzi all'interno delle scuole o delle famiglie. L'intento era di far sorgere un sentimento di protezione e di cura verso le aree verdi proponendo di diventare "rangers dei giardini" attraverso un programma di formazione specifico che si proponeva i seguenti obiettivi: favorire la socializzazione, educare al rispetto per il verde pubblico mediante conoscenze concrete; far scoprire giochi e sport da fare all'aperto; creare un rapporto di collaborazione matura tra gli enti pubblici e i cittadini di domani.

Il programma di formazione dei rangers si è articolato in 3 fasi: una formativa, una applicativa e una di presenza dei ragazzi nelle aree verdi assistiti da un operatore animatore.

Al termine della prima fase è stato consegnato ai ragazzi il tesserino di ranger, quale riconoscimento e forma di responsabilizzazione dell'impegno che avevano assunto: "l'adozione dei giardini pubblici". Nel tesserino venivano riportati in sintesi i compiti dei rangers.

Data la presenza costante e appassionata delle famiglie, sono stati inoltre organizzati momenti di incontro e uscite di gruppo.

Ma è principalmente sotto l'aspetto progettuale che l'interazione tra ragazzi e adulti dimostra le maggiori potenzialità per una duplice ragione. In primo luogo bambini e ragazzi rappresentano un "collante comunitario" (Lorenzo, 1998), se contattati all'interno di strutture educative (scuole o centri giovanili) essi fungono da catalizzatori di un coinvolgimento trasversale delle famiglie consentendo in tal modo l'apertura del processo a tutte le differenti espressioni di una comunità. In secondo luogo il rapporto dei bambini con la natura, la loro facilità di comunicare "visioni utopiche" (Lorenzo, 1983), la loro capacità di vedere l'ambiente in un'ottica globale, influisce positivamente sulla qualità dei progetti rendendoli sostenibili, semplici e sensibili ai bisogni di tutti gli utenti (Quadri 13.10, 13.11)

Quadro 13.10 Progetto di urbanistica partecipata – Un nuovo centro per Avane, Empoli (FI)

Dall'ottobre 1997 è operativo a Empoli un progetto di urbanistica partecipata partito da una richiesta dell'amministrazione di elaborare, all'interno del nuovo Piano Regolatore Generale, strumenti e strategie capaci di coinvolgere i cittadini nelle decisioni urbanistiche e architettoniche che riguardano il proprio quartiere. L'individuazione della frazione di Avane nella quale avviare la sperimentazione è stata dettata dal bisogno di intervenire in luoghi in cui una veloce e densa edificazione concomitante all'insediamento di numerose persone non originarie dei luoghi ha creato disagi di tipo ambientale e sociale.

Obiettivo: rivedere e rielaborare insieme con gli abitanti uno schema generale di riqualificazione urbana nell'ambito del Piano Regolatore di Empoli.

Il Piano di Riqualificazione Urbana, prodotto inizialmente tramite le tradizionali forme di partecipazione che hanno coinvolto Casa del Popolo e Parrocchia, considerava i soli aspetti delle destinazioni funzionali e della portata degli interventi. L'aspetto innovativo dell'approccio utilizzato è consistito nell'individuare i legami tra gli

abitanti e l'ambiente circostante, nel giungere a definire in forma partecipata scelte progettuali di dettaglio, nel far crescere il senso di identificazione dei cittadini con il progetto individuando le strategie e gli attori locali per la realizzazione e la gestione degli spazi e delle funzioni programmate. L'aspetto veramente innovativo è consistito nell'attribuire il ruolo di catalizzatori della partecipazione ai bambini (scuola elementare) e ai giovani (Centro Giovani, COGA, Associazione «Latte e Miele», etc.) della zona. Dopo soli quattro mesi di lavoro i primi elaborati dei bambini hanno evidenziato i luoghi dell'identità nel paese, l'importanza del fiume Arno e della campagna, il bisogno di percorsi pedonali e ciclabili alternativi, il desiderio di potenziare e progettare i luoghi della socializzazione.

Quadro 13.11

Il gioco della progettazione – Coinvolgimento dei bambini nella pianificazione delle aree Verdi, Helsinky, Finlandia

Le teorie della psicologia ambientale sono utilizzate per definire il significato delle aree verdi per la gente. La conoscenza dei comportamenti è inoltre utilizzata per nuovi approcci ai processi pianificatori. Il Gioco della Progettazione si rivolge principalmente ai bambini e ha come obiettivo la progettazione di un'area verde. Il punto di partenza del gioco sono le attività e le azioni delle persone nell'ambiente. Il gioco si basa sulle attività preferite in relazione a luoghi differenti. Le attività considerate (es. passeggiate, corse, arrampicate, raccolta prodotti del sottobosco etc.) devono essere di natura tale da poter essere percepite in un preciso contesto spaziale che il fruitore può percepire attorno a sé (Gibson 1979, Heft 1997). Le varie attività sono rappresentate con simboli. Vengono inoltre rappresentate con simboli le caratteristiche del fruitore che possono determinare particolari tipi di interazione con l'ambiente circostante. Il gioco consente di selezionare 30 simboli aventi le caratteristiche descritte, con cui progettare un bosco ben conosciuto posto nelle vicinanze di una scuola. I ragazzi delle scuole inferiori testano il gioco e ogni singolo progetto viene conservato per essere successivamente analizzato. I risultati mostrano le attività e i luoghi preferiti dai bambini nella foresta. I risultati delle analisi possono essere aggiunti al patrimonio di informazioni per la pianificazione dell'area verde.

Un discorso particolare, infine, meritano i processi di partecipazione volti alla regolamentazione del verde urbano, che muovono dalla consapevolezza che il benessere collettivo passa attraverso la definizione dei comportamenti individuali e attraverso l'individuazione di pratiche virtuose di gestione del verde da parte delle amministrazioni e degli operatori del settore. L'assenza di documento tecnici di riferimento con valore prescrittivo, da un lato determina l'impotenza verso interventi che nel tempo erodono il valore del "bene" verde urbano provocando un danno all'intera collettività, dall'altro l'esecuzione di pratiche indispensabili dal punto di vista tecnico ma non adeguatamente "comunicate" possono causare conflitti talvolta piuttosto aspri tra il cittadino e la controparte tecnica, in mezzo ai quali l'amministratore si ritrova ad avere un ingrato ruolo di mediazione.

Entrambi i problemi possono essere risolti attraverso l'apertura di un dibattito pubblico sui temi del verde e della foresta urbana (Forum), nel corso del quale emergono inevitabilmente le questioni legate allo scarso regime di tutela del verde, alla mancanza di indicazioni gestionali suffragate da solide basi tecniche e alla necessità di stabilire canali comunicativi preferenziali con la cittadinanza. Individuati questi presupposti il lavoro del forum si indirizzerà inevitabilmente alla definizione di

possibili soluzioni con spirito costruttivo da parte di tutte le parti interessate. Nonostante la buona disposizione d'animo dei partecipanti, tuttavia, la presenza di esperti in processi di partecipazione facilita la definizione di soluzioni concertate sui temi di più forte contrapposizione tra le parti, la presenza di tecnici poi, consente di tradurre in termini operativi le soluzioni concertate. Così facendo si giungeranno a definire i contenuti di un eventuale documento prescrittivo (tipicamente individuato nella forma giuridica del Regolamento), che gli amministratori si impegneranno ad adottare. Nel documento è assolutamente indispensabile che gli aspetti tecnici, le procedure amministrative e i processi comunicativi vengano posti sullo stesso piano. Il dibattito deve in ogni caso restare permanentemente aperto anche dopo l'avvenuta adozione del regolamento per poter apportare eventuali correzioni o per adattare nel tempo il documento ai cambiamenti della città e della società, alle innovazioni tecniche e alle nuove scoperte in campo scientifico.

Quadro 13.12 I Regolamenti del verde “partecipati”

a. La città di Venezia.

La stesura di un Regolamento per la tutela e la promozione del verde nella città di Venezia, ha avuto origine da un conflitto tra un Comitato di cittadini e l'Amministrazione comunale su un contestato taglio di alberi a Marghera.

Come risposta alla situazione conflittuale, si è proceduto all'avvio di un Forum sul Verde Pubblico Urbano al fine di scrivere in maniera partecipata un regolamento che impedisse il verificarsi di problemi simili. Il percorso seguito dal processo partecipativo è stato il seguente: 5 gruppi di lavoro tematici guidati da facilitatori hanno esaminato tutti gli aspetti rilevanti in 15 incontri, successivamente è stato istituito un Comitato di Redazione aperto alla partecipazione di rappresentanti dei gruppi di lavoro che si è occupato del perfezionamento del testo del Regolamento nel corso di 3 incontri. In seguito ha avuto avvio il normale iter amministrativo di approvazione.

I partecipanti al forum sono stati: comitati e singoli cittadini interessati, rappresentanti di associazioni, rappresentanti di ordini professionali, funzionari comunali e dell'Ente concessionario della manutenzione del verde urbano.

Principi fondanti del processo sono stati i seguenti:

- la responsabilità del verde è di ogni cittadino che può partecipare attivamente alla sua gestione e cura.*
- la vegetazione è componente fondamentale per la vita urbana ed è per questo titolare di diritti.*

b. La città di Pesaro

Il Regolamento del verde pubblico e privato della città di Pesaro, approvato nel maggio 2007, è stato istruito seguendo un approccio partecipativo in relazione alle varie fasi di predisposizione, verifica e validazione del testo del regolamento. La prima fase partecipativa è stata attivata nell'ambito del gruppo di discussione di Agenda 21 locale dove sono stati raccolti e valutati i requisiti di base per la formulazione di una visione condivisa di

Regolamento del Verde in una serie di incontri tematici (7) sui diversi aspetti del Regolamento. La partecipazione al gruppo focale di Agenda 21 locale è stata mantenuta aperta e ha raccolto la rappresentanza di gruppi di interesse, amministratori e privati cittadini. Il testo di Visione del regolamento è stato poi tradotto in Bozza di Regolamento nell'ambito di un Gruppo di Lavoro specifico emerso dagli incontri di Agenda 21 locale coordinato dai responsabili dell'Unità Operativa del Servizio Ambiente del Comune di Pesaro. La fase successiva è stata condotta attraverso forum di consultazione e discussione con i tecnici di altre unità operative dell'Amministrazione comunale, i rappresentanti degli Ordini Professionali maggiormente interessati dal Regolamento e gli organismi di governo decentrato della città. Fino alla predisposizione della bozza finale di Regolamento, discussa e approvata in sede di consiglio Comunale. L'iter complessivo di formulazione e approvazione del Regolamento è durato 16 mesi con una sequela continua da parte del gruppo di ricerca di selvicoltura urbana dell'Università degli Studi di Firenze.

12.2.2 La comunicazione e l'informazione come ambito decisionale condiviso per il miglioramento degli luoghi "verdi" delle città;

La comunicazione è per gli organismi biologici un modo di trasmettere informazioni ma anche di costruire la realtà intersoggettiva e le diverse forme di società. Tale definizione mette in evidenza l'importanza dei processi comunicativi applicati a tutti i settori della società, luoghi "verdi" inclusi. Secondo Healey (1997) la *governance* partecipativa democratica dovrebbe essere in grado di riconoscere la gamma e la diversificazione degli attori, la trama delle loro relazioni sociali, la diversità dei loro punti di vista culturali e del loro sistema di significati, nonché le relazioni complesse di potere che possono esistere fra loro. La sfida dei processi di partecipazione è di creare situazioni di forum in cui sia rappresentato uno spettro completo dei possibili interessi e valori. Aspetti di processo correlati a tale rappresentazione derivano dall'avvio di flussi comunicativi e informativi permanenti relativi agli obiettivi di pianificazione, progettazione e gestione.

Ma che tipo di informazione è necessaria?

Van Herzele & Denuite (2002) distinguono tra "informazione veloce" utilizzata allo scopo di mobilitare un vasto pubblico alla partecipazione o di informare circa i risultati di un processo partecipativo in corso, e "informazione completa" necessaria per sviluppare il processo in modo efficace mettendo a disposizione tutti gli elementi necessari alla discussione su un tema specifico. Per avere una maggiore probabilità di successo del processo partecipativo oltre a quella strettamente legata ai contenuti, è necessaria una buona informazione sugli obiettivi e le modalità di funzionamento del processo stesso. Il tipo di informazione in relazione al processo partecipativo può quindi essere schematizzato come segue:

	<i>Processo</i>	<i>Contenuti</i>
<i>Pubblico vasto</i>	Informazione veloce	Informazione veloce
<i>Partecipanti al processo</i>	Informazione completa	Informazione completa

Affinché il processo partecipativo conduca a un incremento delle conoscenze tra gli attori coinvolti e a una negoziazione equa, l'informazione deve possedere una serie di requisiti (Institute of Environmental Assessment 1999, Renn et al. 1995):

deve essere rilevante, vale a dire necessaria e utile al processo;

deve essere sufficiente a fornire ai partecipanti gli elementi per potersi esprimere consapevolmente;

deve essere comprensibile, quindi gli esperti devono utilizzare un linguaggio accessibile anche ai semplici cittadini.

Fondamentali risultano inoltre le modalità di comunicazione dell'informazione. È buona norma ricorrere a differenti modalità informando preventivamente i partecipanti circa le finalità del processo, i temi della discussione e le possibili azioni concrete che verranno intraprese alla fine del percorso di partecipazione. Per un'informazione veloce, rivolta a un pubblico vasto, il ricorso ai mass-media è senza dubbio efficace, si rivelano inoltre utili la depliant illustrativi, l'affissione di manifesti nelle scuole, nei supermercati, etc.

Per un'informazione completa, viceversa, occorre l'incontro tra gli attori coinvolti nell'ambito di incontri specificamente organizzati. Per quanto concerne le aree verdi, la maggiore efficacia in termini di comunicazione dei meccanismi e dei problemi la si ottiene tramite attività *in situ* in quanto informali e meno stressanti (Quadro 13.1 e Quadro 13.13)

Quadro 13.13 Attività di coinvolgimento dei bambini nella redazione del Piano di Gestione del Parco di Vordenstein, Belgio

La classe terza di una scuola elementare collocata nei pressi del parco ha compiuto una passeggiata di un'ora circa al suo interno. Durante la passeggiata ciascun bambino aveva a disposizione un foglio con 5 fotografie a colori rappresentative di altrettante aree del parco. Giunti in corrispondenza di ciascuna area i bambini si sono fermati ed è stato chiesto loro di guardarsi attorno per osservare l'ambiente e fornire un punteggio a quella particolare zona del parco. Rientrati in classe i bambini sono stati riuniti in gruppi di 4-5 unità a ciascuna delle quali è stato chiesto di indicare (disegnando, scrivendo, appiccicando figure etc.) tutte le cose che avrebbero cambiato nelle 5 aree appena visitate. Al termine di questa fase a ciascun gruppo è stato fornito un registratore e i bambini si sono intervistati reciprocamente spiegandosi l'un l'altro i motivi delle modifiche apportate.

Al termine del processo è risultato che i bambini hanno trascorso un piacevole pomeriggio e nel contempo hanno espresso i propri pensieri rispetto al parco, riportandoli su supporti cartacei e su nastro pronti per poter essere interpretati dai progettisti.

Il ruolo dei facilitatori è consistito nell'incoraggiare i bambini a pensare concretamente ai cambiamenti e nell'incoraggiarli a esprimere le ragioni dei cambiamenti proposti.

La comunicazione e la conoscenza di una particolare realtà accresce il senso di appartenenza dei cittadini e, di conseguenza, l'interesse della popolazione locale verso i piani e i progetti che la riguardano creando una positiva attitudine alla partecipazione.

I processi comunicativi per essere realmente efficaci necessitano di discrete risorse finanziarie, di tempo, attrezzature e personale. I responsabili dei processi devono considerare l'ammontare delle risorse necessarie per approntare i differenti tipi di approccio in relazione agli obiettivi previsti e alla realtà operativa. La limitatezza di risorse stimola la creatività e induce a sfruttare opportunità offerte dal territorio e della realtà di studio. In tal modo, oltre a creare economie, si creano le occasioni per un più intimo rapporto con gli attori locali in situazioni spesso informali.

Quadro 13.14

La festa della Gnoccata. Evento pubblico nell'ambito del processo aperto di Comunicazione, Partecipazione e Formazione per l'istituzione e la gestione dell'ANPIL del Terzolle, Firenze. Progetto di Ricerca NeighbourWoods (Salbitano & Cuizzi, 2004).

Uno dei centri principali della valle del Terzolle è costituito dalla frazione di Serpiolle dove ormai da anni la locale Società di Mutuo Soccorso organizza la festa della Gnoccata per finanziare le proprie attività. Data la fama ormai consolidata dell'iniziativa e la partecipazione numerosa degli abitanti della valle e della vicina area urbana fiorentina, l'occasione è stata sfruttata in seno al processo partecipativo di istituzione dell'Area Naturale Protetta (ANPIL) della valle del Terzolle come momento di comunicazione a un vasto pubblico del processo in corso. Le attività di comunicazione e partecipazione condotte sono state:

- *l'illustrazione pubblica degli obiettivi del processo partecipativo da parte dei ricercatori del DISTAF;*
- *presentazione dei posters;*
- *la promozione tra gli adolescenti e i bambini della compilazione dell'Albero dei Sogni (scrittura libera pensieri su un cartellone colorato);*
- *la distribuzione di 25 questionari conoscitivi di cui 22 compilati in loco;*
- *conversazioni e interviste informali con i cittadini.*

La preparazione dell'evento è stata preventivamente concertata con la presidenza del Quartiere 5 del comune di Firenze e con i responsabili dell'SMS di Serpiolle.

Il successo dei processi comunicativi è intimamente legato al tipo di linguaggio utilizzato. Numerose discussioni sui problemi delle aree verdi si compiono quotidianamente, in contesti informali, con amici, parenti, colleghi, ove possono scaturire nuove idee che il confronto con i tecnici e i decisori in condizioni strutturate può non aiutare a emergere. Il ricorso all'oralità con il significato di libero

racconto di storie inerenti uno specifico contesto di studio o specifiche problematiche, consente di porre in risalto aspetti che potranno essere successivamente discussi in contesti strutturati.

Quadro 13.15

Le interviste informali per la costruzione delle Visioni dello sviluppo e della gestione del Parco Ayazmo, Stara Zagora, Bulgaria. Progetto di Ricerca NeighbourWoods (Van Herzele et al. 2004).

L'esperienza ha preso le mosse dalla considerazione che attraverso passeggiate e "chiacchierate" con i fruitori di un'area verde le preferenze e le opinioni utili alla progettazione e alla gestione emergono con chiarezza e senza filtri. Nel caso specifico le persone sono state avvicinate in qualità di "esperti" del parco le cui opinioni, quindi, avrebbero avuto un ruolo fondamentale per la definizione del futuro modello gestionale del parco.

Lo strumento delle interviste semi-strutturate è stato utilizzato per consentire ai fruitori di esprimersi liberamente e nel contempo permettere un confronto tra le opinioni dei vari intervistati.

Da un punto di vista operativo, passeggiate e interviste preparatorie sono state condotte preliminarmente con i tecnici addetti alla gestione del parco, chiedendo loro di indicare zone particolari, problemi, scelte gestionali etc. Successivamente sono state individuate 7 aree collegate ai temi più importanti emersi nel corso delle interviste. Per ciascuna di esse è stata definita una breve lista di domande (cosa le piace, come potrebbe essere migliorato etc.). Nel periodo gennaio-marzo 2003, le interviste così preparate, sono state somministrate a 20 frequentatori del parco, direttamente nelle 7 aree individuate, spiegando preventivamente gli obiettivi del lavoro. Al termine dell'intervista alle persone contattate è stato chiesto se fossero interessati a partecipare a un workshop pubblico.

In un secondo momento le interviste sono state somministrate con le medesime modalità ai responsabili tecnici del parco al termine delle quali è stato consegnato loro un riassunto delle interviste condotte ai fruitori.

Gli esiti delle interviste, consegnati anche alla stampa locale, hanno rappresentato un elemento fondamentale per la definizione delle "Visioni dello sviluppo e della gestione del Parco di Ayazmo" il documento che al termine del processo partecipativo ha fornito le linee guida gestionali del parco.

Un aspetto che negli ultimi vent'anni si è venuto configurando come qualificante di molti processi partecipativi, è il coinvolgimento dei bambini e dei giovani. I giovani rappresentano quasi un terzo della popolazione mondiale e l'obiettivo di realizzare città ecosostenibili per migliorare la qualità della vita degli abitanti, include ormai necessariamente l'esigenza della loro partecipazione attiva. I momenti fondamentali che hanno ispirato la strategia delle cosiddette "città sostenibili amiche delle bambine e dei bambini", facendo da sfondo a iniziative locali, nazionali e internazionali per promuovere un ambiente a misura dell'infanzia, sono stati: la Convenzione dei Diritti dell'Infanzia, (ONU - New York, 20.11.1989); l'Agenda 21 (ONU, Rio de Janeiro 1992); l'Agenda di Habitat II

(ONU, Istanbul, 1996). Nel Rapporto del Consiglio d'Europa "Strategia Europea per l'Infanzia" (Strasburgo 1996) si raccomanda che in tutte le decisioni politiche gli interessi e le decisioni dei bambini siano sempre considerati.

A quanto detto si aggiunga che nelle città italiane - secondo una ricerca dell'UNICEF - ci sono almeno un milione di bambini che vivono in condizioni disagiate e che crescono in situazioni di difficoltà e che un numero altrettanto grande di bambini vive altre forme di disagio ed emarginazione: la solitudine in famiglie monoparentali, l'isolamento dovuto al tipo di abitazione e alla insostenibile organizzazione di tempi e di spazi nelle città, la mancanza di luoghi di incontro e socializzazione (Quadro 17).

Quadro 13.16

Le città sostenibili delle bambine e dei bambini. Ministero dell'Ambiente, Italia

Il progetto internazionale "Città sostenibili delle bambine e dei bambini" ha l'obiettivo di avviare nelle città interventi sia nella direzione dello sviluppo sostenibile che a favore dell'infanzia.

Si tratta di studiare soluzioni per una gestione ottimale dell' "ecosistema urbano" per prevenire il degrado e promuovere processi di trasformazione dell'ambiente urbano anche attraverso forme di partecipazione, espressione e intervento dei bambini. È evidente quindi la necessità di strategie locali per un modello urbano sostenibile: ogni città ha una sua specificità e quindi occorre che ciascuna trovi la propria via alla sostenibilità secondo i principi e le indicazioni sanciti a livello internazionale.

Sulla base di questi principi il Ministero dell'Ambiente ha avviato per il 1997 :

- *l'istituzione di una agenzia di servizi per città amiche dell'infanzia ;*
- *l'istituzione del marchio di qualità infantile delle città ;*
- *il sostegno al progetto "La città delle bambine e dei bambini";*
- *l'organizzazione di un Forum internazionale delle città amiche dell'infanzia.*

In relazione ai processi partecipativi legati alla progettazione, gestione e regolamentazione della foresta urbana, le città amiche dell'infanzia devono:

- *destinare una quota degli interventi generali programmati dalle città a iniziative destinate alle bambine e ai bambini ;*

- *ripensare i servizi per i bambini;*
- *organizzare aree di gioco più sicure, più colorate aperte alla progettazione partecipata;*
- *istituire consigli dei ragazzi o forme analoghe di consultazione e discussione;*
- *promuovere attività di educazione ambientale nella direzione dello sviluppo sostenibile per aiutare processi di identificazione tra i bambini, il territorio e la città e per incentivare comportamenti di tutela;*
- *promuovere la riqualificazione e l'utilizzo nei quartieri di spazi da destinare alla socializzazione.*

Al progetto partecipano 14 città italiane, 15 città di paesi dell'Unione Europea e 9 città extra UE.

Numerosi sono stati gli studi condotti con l'obiettivo di definire tecniche appropriate di comunicazione che consentissero ai bambini di negoziare le proprie preferenze sull'ambiente che li circonda. Da numerosi esperienze condotte in Finlandia, Svizzera e Francia, sembrerebbe che le preferenze dei bambini dipendano nell'abilità dei facilitatori di "animare" il processo di apprendimento con appropriati strumenti pedagogici (Horelli, 1998). Sperimentazioni compiute sui modelli partecipativi rivolti ai bambini (Kyttä and Horelli 1997) hanno dimostrato che l'utilizzo della tecnologia informatica – computer grafica, internet, sistemi GIS – consente di ottenere elementi utili alla pianificazione partecipata di specifiche aree verdi.

La necessità di collegare l'apprendimento con attività pratiche è particolarmente vero per i bambini i nuovi approcci pedagogici propendono per un processo di apprendimento della durata della vita intera in collaborazione con genitori, le organizzazioni sociali e le strutture produttive. I ragazzi necessitano di sviluppare le loro capacità di investigare i problemi e produrre soluzioni come momento di crescita in un mondo dove i problemi ambientali richiederanno processi complessi di soluzione dei problemi e approcci decisionali collettivi (Moore 1990, Stine 1997).

I ragazzi all'età di 10 anni sono estremamente sensibili ma non ancora capaci di entrare in reale contatto con la natura dal punto di vista esclusivamente nozionistico, l'apprendimento avviene attraverso esperienze sensoriali dirette (Pirnat, 2002). I ragazzi delle scuole impareranno a comprendere le differenze e la ricchezza della natura e nel contempo si renderanno conto che tutte le singole parti appartengono alla natura stessa.

Quadro 13. 17 Esperienze di educazione ambientale nella scuola di Waldorf , Ljubljana, Slovenia.

Le esperienze relizzate hanno avuto come obiettivo destare l'interesse per le questioni ambientali e far conoscere la natura a bambini di 10 anni attraverso attività pratiche nei boschi urbani. Spiegare praticamente i fenomeni della natura diventa particolarmente importante quando si ha a che fare con bambini con esigenze particolari (es. disagio psichico, disagio visivo) integrati nelle classi normali nella scuola di Waldorf. Condizione tipica dei bambini con "esigenze particolari" è quella di uno o più sensi non facilmente accessibili. È per tale ragione che, solitamente, si sollecitano più intensamente gli altri sensi. È invece estremamente importante che le informazioni fornite dagli educatori sia bilanciata tra tutti i cinque sensi. In tal senso viene proposta la seguente combinazione di passeggiate-giochi-osservazioni in natura:

- stare in silenzio con gli occhi chiusi fuori e dentro le aree verdi per provare la differenza;
- confrontare gli eventi della propria vita con eventi simili della vita degli alberi per sviluppare il rispetto verso questi ultimi;
- abbracciare gli alberi insieme, per rendersi conto delle loro dimensioni;

- il gioco di ruolo della "Albero Genealogico" per rendersi conto dell'età degli alberi più anziani;
- il gioco di ruolo della "Rete del cibo" per rendersi conto del significato della catena alimentare.

Quadro 13.18

La Tavola Rotonda dei Ragazzi per la costruzione di una Visione di progettazione e gestione del Parco Ayazmo, Stara Zagora, Bulgaria. Progetto di Ricerca NeighbourWoods (Van Herzele et al., 2004).

Il coinvolgimento dei giovani e il loro contributo sono ritenuti fondamentali per il successo della realizzazione di un Visione Permanente di progetto e gestione del Parco. A tal fine è stata lanciata l'idea di aprire un dibattito pubblico in cui i giovani avessero un ruolo di primo piano. La Tavola Rotonda dei Ragazzi considera i giovani quali esperti che, una volta preparatisi per l'occasione, hanno l'opportunità di relazionare su argomenti importanti secondo la loro sensibilità e esperienza.

Gli esperti "professionisti" sono invitati ad ascoltare, in qualità di osservatori, gli argomenti e le riflessioni dei ragazzi: solamente nella seconda parte del dibattito potranno intervenire con i loro commenti.

Tale strumento ha gli obiettivi di:

- valutare la consapevolezza e l'atteggiamento dei giovani nei confronti del parco;
- incoraggiare la partecipazione dei ragazzi al processo di creazione condivisa di una Visione futura del Parco;
- consentire agli "esperti" di imparare dai punti vista e dalle aspettative dei ragazzi;
- arricchire la base di informazioni del processo di visione con le necessità specifiche, le preferenze e le idee dei ragazzi.

Lo strumento ha richiesto la partecipazione di diversi attori: tecnici e amministratori comunali, rappresentanti di ONG, rappresentanti della scuola e della stampa, organizzazioni giovanili, associazioni. I vari partecipanti sono stati contattati direttamente. Alcuni di loro, come ad esempio i membri del Consiglio Comunale dei Ragazzi, hanno suggerito di coinvolgere altri rappresentanti di varie scuole presenti nel territorio comunale. Ai ragazzi è stato chiesto di riflettere e discutere fra loro (ad esempio in classe) sul futuro del Parco Ayazmo. Alcuni rappresentanti delle scuole superiore (15-18 anni) sono stati invitati a preparare brevi presentazioni. I temi selezionati sono: "la struttura architettonica del parco e le infrastrutture", "la flora e la fauna del parco: stato attuale e prospettive future", "il ruolo del parco e la sua percezione: intervento umano ridotto al minimo o maggior coltivazione?"

La Tavola Rotonda, intitolata "Parco Ayazmo – Presente e Futuro" si è tenuta nella sala del Consiglio Comunale il 10 aprile 2003 dalle 11 alle 15. Hanno partecipato 75 bambini e ragazzi (dai 5 ai 18 anni), i rappresentanti al Consiglio Comunale dei Ragazzi, tecnici del comune e rappresentanti di 35 istituzioni regionali fra scuole e ONG attive nel campo ambientale e educativo. Hanno preso parte alla Tavola Rotonda anche 6 rappresentanti della stampa locale e nazionale. Il Sindaco ha inaugurato la Tavola Rotonda e i rappresentanti del gruppo di coordinamento della Visione di Progetto del Parco hanno riassunto i principali obiettivi del percorso in atto e del progetto di ricerca NeighbourWoods. Sono quindi iniziate le presentazioni dei ragazzi a ciascuna delle quali seguiva una discussione plenaria coordinata da un giovane moderatore (facilitatore) già qualificato in tale funzione. La dirigente del

Ufficio Verde e Ambiente ha riassunto brevemente quanto emerso dalla Tavola Rotonda e ha introdotto gli interventi degli adulti. In parallelo alla Tavola Rotonda è stata allestita una piccola mostra di 23 disegni del Parco Ayazmo realizzati da bambini e concessi dal Parlamento dei Bambini.

Nell'ambito dell'approccio comunicativo e informativo a livelli di coinvolgimento di un pubblico più ampio sono da segnalare le esperienze condotte in Francia e Svezia nell'ambito del progetto Life "Urban Woods for People" che ha come obiettivi di stimolare e migliorare la funzione ricreativa dei boschi urbani

Particolare enfasi agli aspetti informativi, di comunicazione e coinvolgimento è stata data nell'ambito del progetto europeo "NeighbourWoods - Migliorare la qualità della vita e dell'ambiente delle città Europee attraverso la pianificazione, progettazione e gestione partecipata e socialmente inclusiva dei boschi urbani" mentre un esempio di organizzazione mediatica ad ampio raggio della comunicazione e informazione relativa al verde urbano è data dal progetto Greenscom "Communicating Urban Growth And Green" che ha come obiettivo principale la diffusione di informazioni e la comunicazione interattiva su tematiche relative al verde urbano

Non tutti i processi partecipativi si concludono con i risultati attesi. Anche se un processo si chiude con un nulla di fatto sotto l'aspetto operativo, ciò non significa che l'esperienza non rappresenti un successo dal punto di vista comunicativo, ciò accade ogni qual volta i partecipanti al processo giungono a comprendere le ragioni dei problemi discussi, le reciproche posizioni e le possibili prospettive della situazione dibattuta. L'incremento di comprensione coincide con un aumento delle possibili forme di comunicazione, prerogativa fondamentale di qualsiasi processo partecipativo (Chambers, 1994 a, b, c) che, fallito in un dato momento, potrebbe comunque essere riattivato con successo a distanza di qualche tempo facendo tesoro dell'esperienza già maturata.

12.3 GRADO DI TRASFERIBILITÀ DELLE RICERCHE

Il grado di trasferibilità potenziale delle ricerche relative all'allargamento delle conoscenze su percezione e preferenze è profondamente legato al carattere che ha il settore di ricerca appena presentato. L'approccio Ricerca/Azione prevede, infatti, una elevata interdipendenza fra i contenuti metodologici e di ricerca e la loro applicazione in casi concreti. L'istituzione di percorsi in sinergia fra amministrazioni locali, professionisti, gruppi di interesse e ricercatori non è un *optional* dell'approccio partecipativo o dello studio di percezioni e preferenze quanto un criterio

imprescindibile per operare in tale settore. D'altra parte può essere utile ricordare che la trasferibilità è elevata qualora si pensi di ricorrere a strumenti classici, quali i questionari, salva la necessità di una collaborazione attiva con sociologi e psicologi. È invece necessario sviluppare e testare ulteriormente strumenti efficaci che colgano la ricchezza di informazioni e conoscenze che possono derivare da un approccio qualitativo diretto, come vale per le interviste in campo, l'analisi delle storie e degli elaborati artistici, la valutazione della percezione sensoriale attraverso passeggiate, attività all'aperto, eventi pubblici. Nel caso della realtà toscana è prospettabile un collegamento con le attività di educazione ambientale, ormai consolidate nel territorio, e con la rete di iniziative legate alle Associazioni culturali, ricreative e ambientaliste esistenti.

Un aspetto fortemente innovativo riguarda invece la sperimentazione di strumenti di valutazione delle preferenze e delle percezioni attraverso analisi di immagini (preferenze visive) o risposte sensoriali complesse in Laboratori all'aperto, ossia in tratti di verde urbano e/o bosco progettati e gestiti insieme con la comunità locale e rispondenti a diverse funzioni e necessità. La possibilità di esplorare tali ambiti di ricerca può dare delle indicazioni metodologiche e applicative fondamentali per definire le linee guida della progettazione e gestione dei luoghi verdi urbani.

Per ciò che riguarda la partecipazione è necessario consolidare le procedure e le metodologie di intervento attraverso una analisi critica di ciò che già è stato attivato e grazie alla sperimentazione ulteriore di strumenti che si sono rivelati particolarmente efficaci (ad esempio: Le giornate di riflessione con gli attori locali, le passeggiate, gli eventi pubblici, i laboratori di quartiere, le attività in campo con i ragazzi, i diversamente abili e le famiglie). Dall'analisi di alcuni processi già attivati (ad esempio la definizione di Linee Guida partecipate per la futura gestione dell'ANPIL del Terzolle a Firenze o la progettazione di blue/greenways attraverso i laboratori di quartiere a Empoli), emerge che considerevoli risultati sono stati ottenuti grazie all'entusiasmo con cui la comunità locale e i fruitori, residenti e non, sono entrati a far parte di un meccanismo di comunicazione/partecipazione piuttosto complesso. La sfida della "trasferibilità" della ricerca sulla partecipazione risiede quindi, in prima istanza, nella attivazione reale delle persone e nell'accresciuto senso di appartenenza che queste manifestano verso i propri "luoghi" verdi. Un ulteriore limite e sfida è la possibilità concreta che i decisori locali "adottino" le indicazioni teoriche e pratiche scaturite dai processi partecipativi come obiettivi chiave dei futuri programmi di politica del territorio.

12.4 CONCLUSIONI

12.4.1 Riflessioni e prospettive per l'analisi della percezione e la progettazione e gestione partecipata degli spazi veri urbani: il "cantiere" di ricerca e azione

Dal panorama presentato nelle pagine precedenti si possono evidenziare diversi aspetti critici relativi a quanto finora promosso e realizzato in Toscana e in Italia nell'ambito della ricerca-azione su metodologie partecipative e analisi delle preferenze e delle percezioni in relazione al verde urbano. La prima considerazione è che vi sia una scarsa tendenza a "sperimentare" procedure e azioni che vadano al di là dell'approccio quantitativo classico. I tentativi di attivare ricerche secondo i criteri della ricerca qualitativa sono pochi e piuttosto recenti. Ciò è probabilmente determinato da due aspetti particolari: A. la ricerca sulle relazioni fra società e verde urbano è piuttosto giovane in Italia e le esperienze finora condotte sono frutto di azioni di ricerca spesso episodiche e di interesse pressoché esclusivo (se non in rari casi come, ad esempio, negli studi di psicologia ambientale legati alla pianificazione del verde a Roma) del mondo tecnico-scientifico di agronomi, forestali e architetti; manca, in sostanza, la capacità di attivare progetti di più ampio respiro che si fondino su un approccio interdisciplinare positivo e propositivo. B. vi è una certa diffidenza e una sorta di *impasse* di attivazione sia da parte dei decisori (e quindi dei potenziali finanziatori di progetti e ricerche) che dei ricercatori nell'affrontare la partecipazione "in campo" pur utilizzando frequentemente il termine in numerosi documenti di ogni genere e grado.

I limiti appena ricordati pongono un'ulteriore stratificazione di problemi, primo fra tutti quello terminologico e linguistico. In seconda battuta manca una visione di insieme delle buone pratiche attivate, se non in Italia perlomeno in ambito europeo, e una analisi ragionata degli strumenti e degli approcci utilizzabili per le ricerche-azioni su partecipazione, preferenze e partecipazione.

Gli strumenti maggiormente utilizzati per l'analisi di percezioni e preferenze sono i questionari e questi spesso vengono confezionati e somministrati senza una collaborazione interdisciplinare più ampia che ne individui l'efficacia e ne analizzi i contenuti qualitativi: i risultati di tali indagini sono spesso ridotte ad una manciata di elaborazioni statistiche sommarie che convertono il questionario in una sorta di bacchetta magica per giustificare scelte già effettuate. Questo è sicuramente un punto di debolezza che pone una sfida seria e concreta per la ricerca italiana.

Un settore dove invece la ricerca (ma soprattutto la prassi) in Italia appare ben affermata è quello relativo all'educazione ambientale e dintorni (si veda, ad esempio, l'esperienza dell'IRRSAE della Regione Toscana). Ciò vale soprattutto per i processi educativi che interessano le fasce di età della

scuola dell'obbligo. Questo potrebbe essere inteso come punto di forza dal quale iniziare a sviluppare ulteriori azioni e processi di coinvolgimento della comunità in attività concernenti gli spazi urbani che potrebbero divenire "luoghi" verdi. Un ulteriore punto di forza viene dalle esperienze promosse nell'ambito della cosiddetta "urbanistica partecipata" che vedono una serie di gruppi di ricerca (si pensi, a titolo di esempio, alle esperienze del Laboratorio di Progettazione Ecologica degli Insediamenti dell'Università di Firenze o al gruppo di Psicologia Ambientale dell'Università di Roma), di associazioni e organizzazioni non governative (le iniziative di Legambiente, LIPU e WWF ad esempio), di gruppi di professionisti (Avventura Urbana a Torino) e di amministrazioni locali, regionali e nazionali (il quartiere 5 di Firenze e il quartiere Avane di Empoli, i comuni di Venezia, Roma, Empoli, Ferrara, Pesaro ecc., la stessa Regione Toscana, il Ministero dell'Ambiente, ecc.) continuamente attivi e all'avanguardia in ambito europeo.

In una visione prospettica degli sviluppi di studi e azioni di settore si possono sintetizzare i seguenti punti fondamentale

Elaborare e testare sistemi di apprendimento reciproco secondo i criteri dell'Educazione Permanente nell'ambito dei nuovi casi di progettazione degli spazi verdi;

Definire delle procedure trasferibili e replicabili per la formulazione di regolamenti, piani e progetti partecipati;

Predisporre una serie di dimensioni collaborative nell'ambito della gestione degli spazi verdi;

Definire delle linee guida tecnico operative per la progettazione e gestione multifunzionale e partecipata degli spazi verdi;

Preparare un Manuale di Partecipazione e Coinvolgimento Sociale nella progettazione del Verde (nei quadri 13.19 e 13.20 sono riportati degli esempi di schede per la preparazione del Manuale);

Codificare e incentivare, a livello regionale e locale (ad esempio con sgravi fiscali, premi, facilitazioni) le procedure di progettazione e gestione partecipata.

La costituzione di una rete permanente di attori appare come un aspetto chiave per le prospettive future dei processi partecipativi. Per giungere a individuare risposte e strategie reali e tangibili per il territorio, la struttura comunicativa/partecipativa necessita del coinvolgimento dei tecnici e dei decisori in un processo di apprendimento e scambio continuo: la formazione dei decisori, dei tecnici e dei cittadini in grado di organizzare e migliorare gli strumenti partecipativi, idearne di nuovi,

seguire e promuovere il processo, realizzare pubblicazioni divulgative è un ulteriore obiettivo che deve essere perseguito.

Quadro13.20 Esempi di Schede per un Manuale sugli Strumenti di Coinvolgimento sociale

a. Gruppo di Amici

Si tratta di una rete informale ed aperta di persone che, a causa dei loro interessi, possono assumersi la responsabilità ed impegnarsi nella progettazione e gestione di un giardino, di un parco o di un bosco urbano.

È peculiare della attivazione, più o meno strutturata, di gruppi di amici il dare un senso di continuità nel lungo periodo ad un processo di coinvolgimento del pubblico.

La cultura di cooperazione viene costruita passo a passo, sia all'interno del gruppo, sia fra gruppo e amministratori, tecnici, progettisti. Il gruppo dovrebbe rappresentare uno spettro di persone il più ampio possibile, in modo da includere interessi e prospettive differenti e promuovere lo scambio di esperienze e pareri.

- L'idea di promuovere un Gruppo di Amici può essere proposta dagli iniziatori del percorso partecipativo durante una sessione di lavoro (workshop) e quindi formalizzato in un incontro iniziale;
- Durante l'incontro iniziale del gruppo, è utile definire e mettersi d'accordo sull'obiettivo generale del gruppo e le responsabilità specifiche, gli aspetti finanziari, la frequenza e le caratteristiche degli incontri ecc. In parallelo è importante trovare un nome al gruppo.
- Poiché tutti questi aspetti possono modificarsi nel corso del tempo, il raggiungimento di un accordo condiviso all'inizio dell'esperienza aiuterà a forgiare l'identità del gruppo sin dall'inizio
- Il Gruppo di Amici può giocare un ruolo determinante e di riferimento per l'organizzazione di eventi partecipativi e altre azioni sul terreno;
- È fondamentale lasciare il gruppo aperto –non può divenire un club esclusivo composto da un numero rigido di componenti-. L'importanza della partecipazione di nuovi membri dovrebbe essere enfatizzata ogni volta che se ne presenti l'opportunità (ad esempio nella preparazione dei verbali)
- Inizialmente l'organizzazione è molto spesso spontanea. Nel corso del tempo può essere necessaria una regolamentazione e delle procedure più formali fino a pensare anche ad un eventuale stato giuridico formalizzato del gruppo.

Esempio di uno scenario di incontro inaugurale di un Gruppo di Amici

A. Introduzione (~ 15 min.)

A.1 Il moderatore dà il benvenuto ai partecipanti e illustra lo scopo e il programma dell'incontro

A.2 Ogni partecipante si presenta brevemente.

A.3 Un iniziatore o un rappresentante del gruppo organizzatore presenta una bozza di agenda dell'incontro:

1. Quali sono gli aspetti sostanziali che il gruppo vuole e può focalizzare?
2. E' possibile formulare, nel corso dell'incontro, un nome appropriato per il gruppo?
3. Quali sono le opinioni iniziali delle persone che partecipano in relazione alle modalità di azione del gruppo?

B. Discussione in piccoli gruppi (max. 45 min.): 5-10 persone in ogni gruppo, con un membro degli organizzatori che prende appunti

C. Intervallo (15 min.) Bibite e stuzzichini

D. Sessione plenaria e discussione (max. 45 min.)

Un rappresentante per ogni gruppo presenta le opinioni e le idee di su ogni punto dell'agenda

1. Il moderatore prende appunti su una lavagna
2. Il moderatore dirige la discussione plenaria per raggiungere il consenso

E. Riassunto e conclusioni (10 min.)

1. Che cosa si deve fare,
2. Quando e
3. Dove verrà tenuto il prossimo incontro.

L'incontro dovrebbe durare più o meno 2 ore. Il numero ideale di persone non dovrebbe essere superiore a 30

Quadro13.21 Esempi di Schede per un Manuale sugli Strumenti di Coinvolgimento sociale

b. Discussioni in campo

Nell'ambito di una discussione portata avanti nel luogo dove sarà il parco progetto, opinioni e idee sulla progettazione e sulla gestione possono essere esplorate e espresse in modo molto tangibile. Progettisti, amministratori e partecipanti danno vita ad una discussione su base paritetica, con il risultato di un apprendimento reciproco sui vari aspetti affrontati. L'organizzazione ad intervalli regolari di discussioni sul campo porta a rafforzare notevolmente i rapporti fra progettisti, gestori e fruitori.

- La discussione sul campo non necessita di una preparazione complessa. In ogni caso, è necessario un invito attraente con inclusa una cedola di risposta e dichiarazione di partecipazione. Nell'invito è necessario riportare un breve programma sui punti da toccare nell'ambito della discussione in luoghi particolari o tappe nel parco o nel bosco.
- Il numero degli aspetti da discutere deve essere limitato (da 1 a 5) ma comunque sufficientemente ampio da catturare i diversi interessi dei partecipanti. Per questioni di continuità, è necessario ripetere regolarmente le visite in campo e non lasciare troppo tempo fra un incontro e il successivo.
- Gli argomenti di discussione devono essere il più possibile pratici e proentati a decisioni nel breve periodo sia su aspetti progettuali che su scelte gestionali.
- Bisogna aver cura di non avere gruppi troppo numerosi (max. 20 persone): nel caso di maggiore affluenza è bene dividere in più gruppi la visita e discussione.
- Se possibile, offrire caffè o bibite alla fine dell'incontro in modo da incentivare la continuazione informale della discussione;
- In seguito è fondamentale far circolare una bozza di verbale della discussione, sia fra i partecipanti sia fra persone interessate ma che non hanno potuto partecipare;
- L'uso di registratori o videocamere rende più facile la predisposizione dei verbali;
- Visite e discussioni in campo possono essere organizzate anche con i bambini;
- Gli organizzatori possono anche presentare aspetti emersi da consultazioni pubbliche più vaste ma ancora non chiariti a fondo. Tali argomenti includono contraddizioni apparenti, incertezze, confusioni, ma anche idee e ispirazioni

Preparazione:

- Programma degli argomenti da discutere
- Ricognizione accurata del sito e selezione delle tappe
- Nell'invito, ricordare ai partecipanti di indossare vestiti e calzature adeguate

Cosa è necessario:

- Carta, matite, tavolette per scrivere
- Una piccola mappa dell'area per ogni partecipante con riportati i punti di sosta
- Equipaggiamento per la (video) registrazione



Varianti:

Collegamento con un Workshop per la Visione di Progetto del Parco

Raccomandazioni

- In Discussioni sul Campo che coinvolgano progettisti o gestori, assicurarsi che la discussione sia sempre bilanciata e a due vie, evitando che, anche inavvertitamente, ci sia una tendenza a dominare da parte del progettista o del gestore.
- Supporti visivi quali schizzi o fotografie ad ogni tappa possono facilitare l'avvio della discussione.

Esempio di domande per una discussione sul campo sul tema della "accessibilità":

1. Che cosa ne pensate sul divieto di accesso per cani o ciclisti?
2. Gli ingressi del parco sono troppi, sufficienti o troppo pochi?
3. Come dovrebbe sembrare o essere la superficie dei percorsi?
4. Bisogna introdurre un nuovo sentiero in un'area attualmente non utilizzata ed a elevato grado di naturalità?
5. E' necessaria ulteriore sorveglianza e come potrebbe essere organizzata?
6. Che cosa ne pensate di quelli che praticano jogging?



12.4.2 Lo stile collaborativo e partecipativo di gestione e progettazione degli spazi verdi urbani: conflitto o sinergia con gli stili tradizionali?

Un commento ricorrente agli approcci di progettazione e gestione condivisa e partecipata degli spazi verdi è di solito volto a contrapporre lo stile per così dire “classico” (il progettista-esperto che autonomamente interpreta le eventuali esigenze dei fruitori futuri di uno spazio) con lo stile collaborativi. Ma ognuno dei due stili ha punti di forza e di debolezza. Ad esempio, uno stile classico funziona bene quando tutti i possibili fruitori di uno spazio verde sono d'accordo nel fatto che il parco sia vicino o facilmente raggiungibile ma diventa problematico quando vi siano conflitti nelle funzioni e nelle strutture vegetali progettate: chi preferisce un prato confliggerà con quanti preferiscano un bosco, chi vuole un ambiente che sia esclusivamente percorribile a piedi tende a confliggere con chi va in bicicletta. Lo stile collaborativo e partecipativo diventa fondamentale per il successo del progetto. Considerazioni analoghe si possono fare riguardo alle qualità percettive e alle possibilità esperienziali. D'altra parte un approccio collaborativi e partecipativo, teso alla comprensione profonda e immediata delle percezioni possibili degli spazi verdi non può (e non deve) escludere la competenza tecnica di progettisti e gestori degli spazi verdi.

Un confronto fra stili di progettazione e gestione suggerisce che, quali che siano le differenze, in ogni caso vi sono problemi di implementazione e realizzazione. Se gli approcci partecipativi sono spesso usati per risolvere a priori alcuni possibili conflitti, in altri casi i percorsi collaborativi possono portare a momenti di impasse difficilmente superabili e quindi l'apporto di un contributo autorevole di esperti può dirimere incertezze e dubbi. In ogni caso, fino ad ora il confronto fra questi due stili ha generato più conflitti che benefici e ciò è sicuramente dovuto alla scarsa cultura di progettazione partecipata e di analisi profonda delle percezioni possibili relative agli spazi verdi. Riferendoci a quanto riportato da Van Herzele (2005) possiamo dire che restano aperte molte domande che comunque costituiscono altrettanti stimoli per future ricerche e azioni: quali sono le circostanze pratiche o le condizioni che consigliano o impongono di adottare uno stile piuttosto che l'altro? È possibile sintetizzare criteri innovativi dalle ricerche/azioni presentate in queste pagine e altresì iniziare nuovi stili di rapporto con gli spazi verdi? In caso di risposta affermativa, quali sono gli effetti di ritorno su come saranno percepiti e vissuti gli spazi verdi nel prossimo futuro, come saranno valutati e che discorsi si attiveranno? Come le esperienze fin qui condotte influenzeranno la

gestione e la progettazione, ivi inclusa la cultura di progetto e la capacità di tradurre in opportunità formative le ricerche presentate?

12.5 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1999). *Trees & healthy living National conference*, Wolverhampton, UK 17 November 1999. National Urban Forestry Unit.
- AA.VV (2003a). *L'Enciclopedia, vol. 23 Dizionario di Italiano*. La Biblioteca di Repubblica, Roma
- AA.VV (2003b). *L'Enciclopedia, vol. 15*. La Biblioteca di Repubblica, Roma
- Bettini, V. (1996). *Elementi di ecologia urbana*, Einaudi, Torino
- Bettini, V. (2003). *Ecologia urbana*, UTET, Torino
- Bianchi, M., De Rogatis, A., Motta, E., Mutto Accordi, S., F. Salbitano, F. (1999). *Italy*. in Forrest, M., Konijnendijk, C., Raundrup, T.B. (eds) *Research and development of Urban Forestry in Europe*. COST-European Commission: pp. 193-232
- Bonnes, M. (ed.) (1991). *Urban Ecology applied to the city of Rome, UNESCO MAB Project n. 11*, Progress report n. 4, Mab Italia, Roma, 175-191.
- Bonnes, M. (ed.). (1993) *Perceptions and evaluations of the urban environment quality: a pluridisciplinary approach in the European context*, Mab-Italia, Enel, Roma.
- Bonnes, M. (1984). *Mobilizing scientists, planners, and local community in a large-scale urban situation: the Rome case study*, in F. Di Castri, F.W.G. Baker, M. Hadley (eds.), *Ecology in Practice*, vol. II. Dublin: Tycolly.
- Bonnes, M. (2000). *The "ecosystem approach" to urban settlements: 20 years of the "MAB-Rome Project"*. Paper at the First Meeting of the ad-hoc working group to Explore Applications of the Biosphere Reserve Concept to Urban Areas and their Hinterlands – MAB Urban Group. UNESCO, Paris, 9 November 2000.
- Bonnes, M., Aiello, A., Ardone, R.G. (1995). *Urban residents' representations of the natural features of the environment*. In L. Kruse-Graumann (ed.) *Societal dimensions of Biosphere Reserves: Biosphere Reserves for People*. Bonn: Unesco-Mab Programme, pp. 13-24.
- Bonnes, M., Bonaiuto, M. (1995) *Expert and Layperson Evaluation of Urban Environmental Quality: The "Natural versus the "Built" Environment*, in Y. Guerrier, N. Alexander, J. Chase, M. O'Brien, (eds.), *Values and the Environment - A Social Science Perspective*. New York: Wiley.
- Bonnes, M., Carrus, G., Passafaro, P. (2006). *Psicologia ambientale, sostenibilità e comportamenti ecologici*. Carocci, Roma
- Bonnes, M., Mannetti, L., Secchiaroli, G., Tanucci, G., (1990). *The city as a multiplace system: An analysis of people-urban environment transactions*. *Journal of Environmental Psychology*, 10, 37-65.
- Bonnes, M., Secchiaroli, G., (1992). *Psicologia ambientale*. NSI, Roma
- Cencini, C., Dindo, M.L. (a cura di) (1993). *Ecologia in città. Lo Scarabeo*, Bologna

- Chambers, R. (1994a). *The Origins and Practice of Participatory Rural Appraisal*, in: *World Development*, 22, pp. 953-969.
- Chambers, R. (1994b) *Participatory Rural Appraisal (PRA): Analysis of Experience*, in: *World Development*, 22, 1253-1268.
- Chambers, R. (1994c). *Participatory Rural Appraisal (PRA): Challenges, Potential and Paradigm*, in: *World Development*, 22, pp. 1437-1454.
- Coles, R.W. & Bussey, S.C. (2000). Urban forest landscapes in the UK - Progressing the social agenda. *Landscape and Urban Planning* 52: 181-188.
- de Vreese, R., Konijnendijk, C., Ottitisch, A., Salbitano, F. (2002). *NeighbourWoods State of the Art Report - Strategic Aspects*. *NeighbourWoods*, European Commission Quality of Life and Management of Living Resources, 2001-2004. <http://www.fsl.dk/euforic/nbw.htm>
- Denzin, N. K., Lincoln, Y. S. (eds.) (2000) *Handbook of Qualitative Research*. SAGE, Thousand Oaks
- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (Original work published 1979).
- Guerrier, Y., Alexander, N., Chase, J., O'Brien M. (eds.) (1995). *Values and the Environment - A Social Science Perspective*. New York, Wiley
- Hands, D. E. and Brown R. D. (2002) Enhancing visual preference of ecological rehabilitation sites. *Landscape and Urban Planning*. 58 (2002) 57-70
- Harvey, D. (1985). The geopolitics of capitalism, in Gregory, D., Urry, J. (eds.), *Social relations and spatial structures*, London
- Harvey, D. (1996). *Justice, Nature & the Geography of Difference*. Blackwell Publishing. USA.
- Harvey, D. (2002) *La crisi della modernità*. *Net*, Milano
- Healey, P. (1997) *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*, MacMillan Press Ltd.
- Heft, H. (1997) *The Relevance of Gibson's Ecological Approach to Perception for Environment-Behavior Studies*. In: Moore, G.T. & Marans, R.W. (eds.): *Advances in Environment, Behavior and Design*, Vol. 4. New York: Plenum Press.
- Hibberd, B.G. (1989) *Urban forestry practice*. Forestry Commission: Handbook 5. HMSO, London
- Hofge, S.J. (1995) *Creating and managing woodlands around towns*. Forestry Commission: Handbook 11. HMSO, London
- Horelli, L. (1998) *Creating Child-friendly Environments*. Case Studies on Children's Participation in Three European Countries, in: *Childhood*, Vol. 5(2), pp. 225-239.
- Hruska K. (a cura di), (2000), *Ecologia Urbana*, CUEN, Napoli
- Institute of Environmental Assessment, 1999, Guidelines on Improving Participation in Environmental Decision-Making. Draft, IEA, Lincoln.*
- Kaplan, R. and Kaplan, S. (1989) *The experience of nature. A psychological perspective*. Cambridge University Press.

- Korpela, K. and Hartig, T. (1996). *Restorative qualities of favourite places*. Journal of Environmental Psychology, 16: 221-233.
- Krupa, S.V., (1997). *Air pollution, people, and plants*. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Kuchelmeister, G., (1998). *Urban forestry in the Asia-Pacific Region: status and prospects*. APFSOS Working Paper No. 44.
- Kyttä, x & Horelli, L. (1997). *Children's Participation in Planning and Neighbourhood Improvement – A Methodological Challenge*. Paper presented at the Urban Childhood Conference, Trondheim, Norway, 9-12 June.
- Lafortezza R., Sanesi, G. and Brown R.D. (2002). The role of urban forestry in the design of large open space. *Urban Forestry and Urban Greening (Supplement n.1) p.64*.
- Lanternari, V.(2003). *Ecoantropologia*, Dedalo, Bari.
- Lorenzo, R. (1983). *Emerging Utopian Sensibility in Children: its Communication with Adults*. United Nations University Consultation on Household, Gender and Age, Tokyo.
- Lorenzo, R. (1998) *La città sostenibile. Partecipazione, Luogo, Comunità*. Elèuthera, Milano.
- Luttik, J. (2000) *The value of trees, water and open space as reflected house prices in the Netherlands*. Landscape and Urban Planning 48: 61-167.
- Lynch, K. (1969). *L'immagine della città*. Marsilio, Venezia
- Maaren, A. van (1984) Forests and forestry in national life. In: *Hummel, F.C. (ed.). Forest policy: a contribution to resource development, pp. 1-14. Nijhoff Junk/Publishers, The Hague etc.*
- Mitchell, R.C. and Carson, R.T. (1995). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Resources for the future. Washington.
- Moore, F.C. 1990). *Childhood's Domain. Play and Place in Child Development*, CA: MIG Communications, Berkeley.
- Nohl, W. (2001) *Sustainable landscape use and aesthetic perception – preliminary reflections on future landscape aesthetics*. Landscape and Urban Planning 54: 223-237.
- Pellizzoni, L., Osti, G. (2003) *Sociologia dell'ambiente*. Il Mulino, Bologna
- Pignatti, S. (ed.), (1995). *Ecologia Vegetale*. UTET, Torino
- Pirnat, J. (2002). Multi-functionality in Urban Forestry – A Dream or Task?, *Key note presentation in COST E12 meeting, Ljubljana June 2001 (in press)*.
- Pretty, J. N. (1995). *Participatory Learning for Sustainable Agriculture*. World Development 23 (8): 1247-1263.
- Rahnema, M. (1996). *Participation*. In The Development Dictionary. London: Zed Books Limited.
- Renn, O., Webler, T. & Wiedemann, P. (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation: Evaluating Models for Environmental Discourse*, Kluwer, Dordrecht.
- Salbitano, F. (2005). *I Boschi alla porta di casa: partecipazione e selvicoltura nei boschi urbani e periurbane*. In Corona, P., Iovino, F. Maetzke, F., Marchetti, M., Menguzzato, G., Nocentini, S.,

Portoghesi, L. *Foreste Ricerca Cultura. Scritti in onore di Orazio Ciancio per il suo settantesimo compleanno.* Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze

Salbitano, F., Cuizzi, D. (2004). *The Greater Florence Case Study Report: Activating a permanent participatory process to Woodland management, plan and regulations at different scales.* NeighbourWoods, European Commission Quality of Life and Management of Living Resources www.fsl.dk/euforic/nbw.htm

Scrini, G.J., Tosi, V., Agatea, P., Flamminj, T. (1995). *Gli Italiani e il bosco: coordinate qualitative quantitative dell'utenza turistica in Italia.* Comunicazioni di Ricerca ISFA 95/1, Trento.

Simson, A. (2002). *Design, NeighbourWoods, State of the Art Report.* NeighbourWoods, European Commission Quality of Life and Management of Living Resources www.fsl.dk/euforic/nbw.htm

Stine, S. (1997). *Landscapes for Learning: Creating Outdoor Environments for Children and Youth,* John Wiley & Sons Inc., New York.

Tuan, Yi-Fu. (1977) *Space and Place: The Perspective of Experience* . University of Minnesota Press, Minneapolis, Minnesota

Tyrväinen L., Mäkinen K., Schipperijn J., Cuizzi D., Salbitano F. (2002). *Information for decision-making. Good practice in urban woodland planning and design (cap. 4),* NeighbourWoods, European Commission Quality of Life and Management of Living Resources www.fsl.dk/euforic/nbw.htm

Tyrväinen, L. and Miettinen, A. (2000). *Property prices and urban forest amenities.* Journal of Environmental Economics and Management 39(2): 205-223.

Tyrväinen, L. (1999). *Monetary valuation of urban forest amenities in Finland.* Finnish Forest Research Institute, Research Papers 739.

Ulrich, R.S. (1984) *View through a window may influence recovery from surgery.* Science 224: 420-421.

UN-HABITAT (2006). *State of the World cities 2006/7. The Millennium Development Goals and Urban Sustainability: 30 years of shaping the Habitat Agenda.* UN-HABITAT – Earthscan, London

Van Herzele, A. (1999). *Agreements: Forestry Principles.* Focus on the Congo Basin Rainforests in: Encyclopedia of Life Support Systems, Eolss Publishers Co. Ltd. 2002

Van Herzele, A. (2001). *Challenges of Neighbourhood Participation in City-scaled Urban Greening,* Paper presented at the “The Changing Role of Forestry in Europe – between Urbanisation and Rural Development” International Policy Research Symposium held in Wageningen, 11-14 November 2001

Van Herzele, A., Collins, K., Heyens, V. (2005). *Interacting with Greenspaces. Public participation with professionals in the Planning and Management of Parks and Woodlands.* Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussels

Van Herzele, A., Denutte, T. (2002). *Public Involvement. NeighbourWoods. State of the Art Report.* European Commission Quality of Life and Management of Living Resources www.fsl.dk/euforic/nbw.htm

Van Herzele, A. (2005). *A tree on your doorstep, a forest in your mind. Greenspace planning at the interface between discourse, physical conditions, and practice*. Wageningen Universiteit.

Van Herzele, A., Iskrev, D., Salbitano, F. (2004). *The Ayazmo Park Case Study Report: Action Research in Collaborative Woodland Management*

Zaleckis, K. (2003). Role of the urban green structure in creation of preferred urban environments. <http://www.map21ltd.com/COSTC11/wkgr1B.htm>

Zoppi, M. (2000). *Progettare con il Verde 6. Il Verde per tutti*. Alinea, Firenze

13 LE NORMATIVE DEL VERDE URBANO

Coordinatore scientifico: Prof. Alberto Abrami Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali (DEART)

13.1 RILEVANZA DELL'ARGOMENTO

Un complesso di motivazioni di natura ambientale correlate alla tutela fisico-psichica dei cittadini, ma anche ricreative ed estetiche, hanno portato in questi ultimi tempi alla ribalta dell'opinione pubblica, ed in modo sempre più crescente, l'interesse verso il verde urbano che già aveva trovato una sommaria disciplina, insieme ad altri standard urbanistici, in un decreto del Ministro dei Lavori Pubblici della fine degli anni '60 con il quale si intendeva stabilire un preciso rapporto tra nuove costruzioni edilizie e verde pubblico. Fatto sta che quel decreto ministeriale non ha avuto alcun sviluppo in epoca successiva ed in questo senso si è verificata la totale inerzia ad opera della legislazione urbanistica regionale sulle tematiche del verde urbano. Il che non ha impedito a qualche Comune animato di buona volontà, non solo di rispettare gli standard stabiliti dalla norma, ma anche di aumentare l'entità del verde oltre quella misura ritenuta ormai datata rispetto alle esigenze di carattere sociale ed all'inquinamento crescente.

Al contrario, però, in altri Comuni, l'attuazione del Decreto Ministeriale ha lasciato a desiderare, sicché pur anche dotandosi - come abbiamo cercato di dimostrare nel corso della nostra ricerca - di un regolamento di gestione del verde pubblico e privato, essi si sono limitati alla conservazione del verde esistente senza crearne di nuovo, quando le periferie delle città si ingrossavano a dismisura in contemporanea all'aumento dello spessore dei gas venefici e dei rumori.

Era stata in realtà la società della seconda metà dell'Ottocento a creare i viali alberati ed i parchi cittadini nelle maggiori città europee, mentre il secolo successivo, quello appena trascorso, vivrà di rendita di quelle scelte che dovevano rimanere nel tempo a venire.

Se gli alberi esteriormente rappresentavano un fatto di abbellimento delle città, avevano però un ulteriore significato tutto interiore: essi costituivano un atto di fede nel futuro, tipico di un secolo, come l'Ottocento, che vede l'affermazione dell'idea romantica e la riscossa degli Stati nazionali. È,

questa, una società che non è portatrice di valori effimeri o transeunti, ma al contrario ha dei messaggi da trasmettere alle generazioni future.

La messa a dimora del verde cittadino con il suo lungo ciclo biologico è infatti espressione dell'idea di "stabilità" di una comunità che, in questo senso, è convinta delle proprie scelte ed intende perpetuarle nel tempo che verrà, oltre la propria vicenda storica temporale.

Non a caso per conservare il ricordo dei soldati morti nella prima guerra mondiale, nelle diverse città italiane si provvide a piantare un albero per ogni cittadino caduto. Nacquero in tal modo i parchi della rimembranza, un luogo sacro alla memoria nazionale e cittadina da custodire al di là dell'occasione che ne aveva determinata la nascita. E non è neppure un caso che questi parchi alberati siano oggi in Toscana per lo più- come ha dimostrato un recente studio realizzato presso la Facoltà di Architettura di Firenze- in stato miserando, a differenza che in altri Paesi.

Non pianta invece gli alberi una società che avverte la propria provvisorietà perché priva di idealità da conservare per le generazioni che verranno e, in tal senso vive il momento contingente senza un legame con il passato e senza una prospettiva per il futuro. Non è forse un caso, anche questa volta, che la società contemporanea, dopo aver varata una legge in forza della quale per ogni nato si sarebbe dovuto mettere a dimora un albero nel Comune di residenza, sia stata nell'esperienza pratica pressoché disattesa.

Oggi però le tematiche intorno al verde non costituiscono più una scelta facoltativa, ma una necessità dalla quale dipende il livello della qualità della vita nelle nostre città ossia la nostra stessa, come dicevamo all'inizio, salute fisica e psichica minacciata da un 'ecologia inquinata ed alienata.

D'altra parte, è ormai un dato certo che negli ultimi anni sia fortemente cresciuta la cultura ambientale e la consapevolezza che una città a misura d'uomo, come si va invocando, è quella che mette al primo posto nella pianificazione del territorio, gli spazi destinati al verde ed alla socializzazione, e che quindi educa gli individui a proteggere il verde ed il territorio mediante comportamenti ed azioni responsabili verso la collettività cittadina.

13.2 STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

Non possiamo definire appagante, per soddisfare le esigenze del verde provenienti dalla società civile, la buona volontà dimostrata da vari Comuni mediante l'emanazione di appositi regolamenti sul verde urbano, quando altri Comuni si dimostrano invece, a tutt'oggi, pigri od emanano un

regolamento di modesto spessore, od altri ancora manifestano la loro volontà regolamentare sul verde attraverso le disposizioni di attuazione del PRG che, in sostanza, disciplinano solo l'uso del verde privato esistente. E neppure possono ritenersi appaganti nel senso sopra detto, le lodevoli, ma troppo rare iniziative, promosse a livello provinciale: una sede, quella della Provincia, assolutamente congrua- come domani lo sarà la città metropolitana- per la sua dimensione spaziale, ai fini di una non occasionale programmazione delle esigenze del verde, soprattutto periurbano, correlata agli interessi di un'area vasta.

La Ricerca ha potuto, infatti, dimostrare l'assenza di una volontà legislativa nelle diverse Regioni che non si sia limitata ad un richiamo alla datata normativa nazionale, ma che, pur in assenza di una legge cornice in materia urbanistica, si sia fatta carico di una disciplina con la quale fissare un rapporto percentuale tra l'attività edilizia di varia natura e la superficie destinata a verde. E ciò sia che si tratti dell'iniziativa del privato, ma sia anche che si tratti, considerate le eccezioni, dell'iniziativa della Pubblica Amministrazione. NÈ esiste a qualsiasi livello, locale regionale e nazionale, una norma che ci dica quale sia il grado di durezza del verde cittadino rispetto ad un uso alternativo della superficie alberata, come ad esempio rispetto ai parcheggi per i quali è stata emanata una apposita disciplina con una legge dello Stato nel 1989.

13.3 GRADO DI TRASFERIBILITA' DELLA RICERCA

Occorre, dunque riconoscere che la esistente e diffusa normativa comunale non ha in sé la forza giuridica per stabilire il grado di durezza, come prima dicevamo, o di resistenza, del verde cittadino rispetto ad un uso alternativo del terreno arborato, od ancora per stabilire nuovi e più significativi standard urbanistici rispetto a quelli di quasi quaranta anni fa, quando le condizioni ambientali non avevano raggiunto quei picchi con i quali oggi ci troviamo a combattere. E se anche tale potere urbanistico risiedesse- noi non lo riteniamo dovendo considerare il delicato equilibrio del sistema delle fonti del diritto correlato con il regime proprietario dei beni- nell'autonomia regolamentare comunale, non potrebbe, la sua disciplina, esser rimessa alla volontà e discrezione di ciascun Comune.

In verità rispetto all'importanza di interesse generale che ha acquistato il problema del verde urbano e periurbano, nel senso che ormai travalica il dato estetico, quello, cioè, di una cornice esterna che

caratterizza l'ornamento di una città, per essere ora un elemento essenziale del nostro vivere quotidiano, rispetto, dicevamo, a tale interesse generale, sorprende la mancanza di una disciplina di legge di tale settore strategico dell'urbanistica.

Nel momento in cui la Regione diviene competente ad emanare una normativa di governo del territorio ossia di uso e nel contempo di tutela del medesimo, e fa espresso riferimento all'emanazione di un regolamento del verde urbano concernente il settore sia pubblico che privato, la "Ricerca" si rivolge alla Regione Toscana per una assunzione di responsabilità che conduca, in relazione alle disposizioni che qui di seguito vengono proposte, ad una disciplina unitaria per l'intero territorio regionale che veda come destinatari i privati come gli enti pubblici.

In questo senso viene superato il dato in convenzione con l'ARSIA riguardo all'elaborazione di due normative, una regionale ed una comunale. L'obbligo all'emanazione di un regolamento unitario rinvenibile all'art. 37 della Legge n° 1 del 2005 rende superfluo per il suo potere vincolante la previsione di un regolamento sottordinato ossia a livello comunale, che non ha più ragione di essere distinto da quello regionale. Quest'ultimo infatti ha carattere unitario e, in quanto tale, si impone all'insieme dei regolamenti dei comuni ricadenti nel territorio della regione toscana ai quali spetterà dettare le norme di maggior dettaglio del regolamento regionale tipo.

Le disposizioni contenute nel testo della proposta di regolamento si propongono la disciplina del verde urbano pubblico e privato al fine di garantirne la protezione e la piena valorizzazione con interventi di conservazione, progettazione, sviluppo e promozione secondo quanto previsto dalla legge regionale n. 1 del 2005 di governo del territorio.

Le finalità sopra enunziate sono perseguire dall'articolato che segue ove emerge la volontà della realizzazione e della salvaguardia di un sistema del verde articolato, diffuso e coordinato, che sia in grado di integrare e insieme valorizzare le risorse già esistenti al fine della creazione di un ambiente più vivibile e rispondente al paradigma della sostenibilità. L'articolato abbraccia diversi contenuti ed in sintesi, dopo aver dato una definizione di verde urbano, contiene norme sulla progettazione, l'attuazione, la manutenzione del verde, descrivendo le modalità di esecuzione delle nuove realizzazioni pubbliche e private, i temi della difesa delle aree verdi e delle modalità di fruizione delle stesse.

Si tratta di normativa, o meglio di progetto normativo, che allo stesso modo della Regione Toscana, può essere utilizzato da altre Regioni che si impegnino sulle tematiche del verde urbano e periurbano, sia mediante l'emanazione di un regolamento avente a monte un testo di legge cui viene

fatto riferimento, come appunto, nel caso in esame, sia anche utilizzando il progetto proposto dalla Ricerca come disciplina di un settore di una legge urbanistica che disciplini a trecentosessanta gradi l'uso e la tutela del territorio ed alla quale potranno fare riferimento i Comuni- quest'ultimi allo stesso modo del caso precedente- per le disposizioni di maggior dettaglio.

Ma può anche lo studio disposto in proposizioni normative dalla Ricerca, essere trasferito in una legge cornice, almeno nei suoi principi fondamentali, ed in tal senso divenire elemento costitutivo di una legge statale ai sensi dell'art.117 della Costituzione.

13.4 CONCLUSIONI

Studio per una proposta di regolamento regionale

Tutela ed uso del verde urbano

Indice

Art. -1) *Definizione del verde urbano e periurbano*

Art. -2) *Funzioni del verde urbano e periurbano*

Art. - 3)*Tutela del verde urbano e periurbano*

art.- 4) *Disposizioni generali per la manutenzione, gestione e progettazione delle aree a verde*

Art. -5) *Patrimonio arboreo nella viabilità urbana*

Art- 6) *Nuovi volumi edilizi e rapporto con il verde cittadino*

Art.-7) *Progettazione del verde privato*

Art- 8) *Verde nelle aree di parcheggio*

Art- 9) *Parchi e giardini storici*

art.-10) *Manutenzione del verde arboreo*

Art. -11) *Abbattimento degli alberi*

Art.-12) *Norme per la difesa delle piante in aree di cantiere*

Art. -13) *Espianto e trapianto di alberi*

Art. -14) *Fruizione del verde*

Art.-15) *Danneggiamento del verde*

Art. -16) *Lotta ai parassiti ed alle malattie*

Art. -17) *Controllo della vegetazione spontanea*

Art. -1- Definizione del verde urbano e periurbano.

Il verde urbano e periurbano in quanto elemento qualificante del territorio regionale e fattore di miglioramento della qualità della vita, è l'insieme delle componenti biologiche appartenenti sia ad aree pubbliche che private che concorrono a garantire l'equilibrio ecologico dei territori urbani.

Con la definizione di verde urbano si intende il patrimonio verde nelle sue diverse localizzazioni, come i viali alberati, l'insieme dei parchi e dei giardini pubblici e privati, dei parcheggi alberati e delle aiuole stradali sistemate a verde ornamentale.

Art. -2 - Funzioni del verde urbano e periurbano

Le aree verde urbane e periurbane assolvono a funzioni diverse, quali:

la mitigazione dell'inquinamento atmosferico ed acustico

l'attenuazione delle variazioni microclimatiche concernenti la temperatura e la depurazione dell'aria

il miglioramento dell'estetica e del paesaggio cittadino

il miglioramento del benessere, psichico, fisico e sociale dei residenti

l'azione antisettica

l'aumento tempi di smaltimento delle piogge

il sostegno alla biodiversità

Art. 3 – Tutela del verde urbano e periurbano.

È compito dell'amministrazione comunale la tutela del verde ricadente nel territorio del Comune cui spetta, mediante una specifica analisi territoriale, l'individuazione delle aree verdi e degli elementi vegetali oggetto della tutela.

L'analisi territoriale è redatta tenendo conto principalmente di parametri bio-ecologici e agronomico-forestali concernenti anche la funzione di connessione attuale e potenziale del verde urbano con quello extraurbano. Su tale base l'amministrazione comunale indica gli strumenti di tutela e regola l'uso della aree, individuandone gli aspetti naturalistici, igienico-sanitari ed estetico-ricreativi.

Art. 4 - Disposizioni generali per la manutenzione, gestione e progettazione delle aree a verde

La corretta progettazione del verde permette di ottenere la sua migliore riuscita funzionale ed estetica ottimizzando costi di impianto e di manutenzione. Per raggiungere tale obiettivo occorrerà privilegiare specie vegetali autoctone e naturalizzate, resistenti alle fitopatie e a bassa intensità di manutenzione ed inoltre porre in atto tutti gli accorgimenti tesi al risparmio idrico ed energetico e più in generale adottare soluzioni consone all'ambiente e al paesaggio circostante.

Nelle zone di particolare valore paesaggistico e ambientale i progetti per nuove opere a verde o per la ristrutturazione del verde esistente si dovranno conformare al criterio dell'insediamento paesaggistico e ambientale.

Art. 5- Patrimonio arboreo nella viabilità urbana

Per dotazione di verde nella viabilità pubblica si intende ogni corredo vegetale della stessa tale da costituire una precisa caratterizzazione estetica e funzionale ricadente nelle pertinenze dell'asse stradale medesimo.

Nel caso di realizzazione di nuove strade o di riqualificazione delle esistenti dovrà essere prevista una congrua dotazione di verde mediante la costituzione di filari arborei, di arbusti o di siepi. Qualora si renda necessario un abbattimento, ad esso dovrà seguire l'impianto di un nuovo esemplare arboreo. Nel caso di viali storici la sostituzione di esemplari abbattuti dovrà rispettare la composizione del filare.

Art- 6- Nuovi volumi edilizi e rapporto con il verde cittadino

Ogni nuova concessione edilizia comporta l'obbligo di assicurare la presenza di verde arboreo in una misura percentuale rispetto ai nuovi volumi edilizi non inferiore al 7%. Qualora la condizione dei luoghi non consenta la realizzazione di tale obbligo questo potrà essere assolto su un altro lotto di proprietà del richiedente nel medesimo Comune o in altro limitrofo. Ove anche quest'ultimo obbligo non possa essere adempiuto, potrà essere autorizzata la piantagione sul suolo pubblico in seguito a convenzione con l'Amministrazione comunale.

Art. – 7- Progettazione del verde privato

I progetti edilizi privati devono essere corredati da una relazione tecnica illustrativa concernente il verde esistente e quello di nuovo impianto, nonché da una planimetria delle aree verdi e/o

piantagioni da realizzare con l'indicazione delle specie e delle distanze di impianto da presentare all'ufficio comunale competente per il verde urbano.

Art- 8- Verde nelle aree di parcheggio

Nella nuova realizzazione o nella sistemazione di parcheggi pubblici o di pertinenza di strutture ricettive e/o commerciali, deve essere prevista la sistemazione a verde di una superficie pari almeno al 25% dell'area complessiva occupata dal parcheggio.

La realizzazione di nuovi parcheggi dovrà prevedere l'impiego di coperture permeabili per consentire lo scambio idrico e gassoso con il terreno. Le alberature dovranno essere distribuite in maniera tale da fornire un razionale ombreggiamento agli automezzi in sosta. La pavimentazione permeabile, la superficie libera ed il fusto delle piante dovranno essere adeguatamente protette dal calpestio e dagli urti.

La scelta delle soluzioni progettuali dovrà essere finalizzata alla riduzione dell'impatto ambientale ed all'ottimizzazione del rapporto tra funzionalità ed inserimento paesaggistico.

Art- 9- Parchi e giardini storici

I parchi e i giardini storici sono luoghi nei quali in cui aspetti culturali e paesistici si fondono armoniosamente con la componente vegetale ed animale per rappresentare un patrimonio di straordinario interesse collettivo.

La loro tutela esige che vengono identificati e censiti. La manutenzione conservazione e restauro deve tener conto degli elementi caratterizzanti l'ambito in cui si opera.

Art.-10 - Manutenzione del verde arboreo

Gli interventi di manutenzione delle alberature devono avere carattere straordinario e limitarsi ai casi in cui la pianta arreca disturbo grave o danno reale e potenziale a persone e cose. La potatura ordinaria quindi deve essere limitata alla rimozione delle porzioni di chioma che pregiudichino la salute e la stabilità della pianta.

Ogni abbattimento di alberi sia di proprietà pubblica, che privata, deve essere autorizzato dal competente ufficio Comunale e la richiesta deve essere sorretta da adeguata motivazione.

Art. – 11- Abbattimento degli alberi

Gli abbattimenti di alberi non potranno essere effettuati salvo particolari necessità ed urgenze, nei periodi di riproduzione dell'avifauna, e quindi nei mesi di marzo, aprile, maggio, giugno e luglio.

Per evitare la diffusione di patogeni occorre disinfettare gli strumenti prima e dopo l'intervento ed effettuare al più presto lo smaltimento del materiale residuo.

Le ceppaie devono essere recise al di sotto del piano di campagna e ricoperte di terra sempre che non si tratti di pianta da coltivare a siepe o a ceduo

Art.12- Norme per la difesa delle piante in aree di cantiere

Nelle aree di cantiere è fatto obbligo di adottare tutti gli accorgimenti utili ad evitare il danneggiamento della vegetazione esistente.

Per la difesa contro i danni meccanici ai fusti, tutti gli alberi isolati e le superfici con alberi ed arbusti ricadenti in aree di cantiere devono essere protette da solide recinzioni che racchiudano le superfici di pertinenza delle piante. Se per insufficienza di spazio non è possibile l'isolamento dell'intera superficie interessata, gli alberi devono essere singolarmente protetti mediante tavole di legno.

Nel caso che i lavori producano la presumibile alterazione del normale regime idrico delle piante arboree, queste dovranno essere convenientemente e costantemente irrigate durante il periodo vegetativo. Il transito di mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza degli alberi è consentito solo in caso di carenza di spazio e solo se saltuario e di breve durata. Nel caso di transito abituale e prolungato l'area di pertinenza utilizzata per il transito di mezzi pesanti dovrà essere adeguatamente protetta dall'eccessiva costipazione del terreno tramite apposizione di idoneo materiale avente funzione di cuscinetto.

Art. 13 – Espianto e trapianto di alberi

L'espianto di alberi per effettuare lo spostamento da un sito ad un altro è ammissibile soltanto nel tempo di due annate vegetative a partire dalla loro prima messa a dimora e nel rispetto delle corrette pratiche agronomiche. In caso contrario l'espianto equivale all'abbattimento; il trapianto deve essere realizzato immediatamente dopo l'espianto effettuando se necessario il contenimento delle chiome nonché la refilatura e disinfezione delle radici eventualmente tagliate.

Art. 14 - Fruizione del verde

La fruizione del verde pubblico deve rispondere all'esigenza di conservazione del bene, così da prevenire comportamenti che ne compromettano il pacifico e corretto godimento ed uso. Gli spazi verdi quali, boschi urbani e periurbani, parchi, giardini pubblici e privati di interesse pubblico ecc. in quanto offrono alla collettività un servizio fondamentale circa la migliore vivibilità dei contesti urbani, esigono una particolare disciplina regolamentare della fruizione.

Sono sanzionabili i comportamenti diretti a:

- a) ostacolare o disturbare chiunque fruisca del verde pubblico;
- b) danneggiare in qualsiasi modo alberi e arbusti, nonché i prati;
- c) provocare danni a panchine, cestini, recinzioni, impianti di irrigazione e illuminazione;
- d) utilizzare nelle aree verdi qualsiasi mezzo a motore.

Art.15 - Danneggiamento del verde

Sono considerati danneggiamenti tutte le attività, volontarie e non che, direttamente o indirettamente, possono compromettere l'integrità e lo sviluppo delle piante arboree, arbustive e dei manti erbosi.

Sono da considerare comportamenti vietati e quindi sanzionabili:

- lo scortecciare, lesionare il tronco, recidere rami e radici
- l'affiggere agli alberi con qualsiasi modalità cartelli, manifesti ecc.
- il versamento di sostanze fitotossiche nelle aree di pertinenza delle piante;
- la combustione di sostanze di qualsiasi natura all'interno delle aree di pertinenza delle alberature;
- l'impermeabilizzazione, con pavimentazione o altre opere edilizie, dell'area di pertinenza delle piante;
- lo scavo di buche nell'area di pertinenza di alberi ed arbusti;
- la combustione di sostanze di qualsiasi natura all'interno delle aree di pertinenza delle piante;
- l'imbrattamento con vernici o altro di fusti e rami.

Art. 16- Lotta ai parassiti ed alle malattie

Per la lotta contro i parassiti e le malattie dovranno essere privilegiate misure preventive volte a diminuire al massimo le condizioni di stress per le piante. La prevenzione delle malattie delle piante deve essere attuata mediante l'adozione di corretti criteri di progettazione delle strutture del verde comportanti la scelta di specie adeguate; l'impiego di piante sane; la difesa delle piante da

danneggiamenti; la progettazione di adeguati impianti di irrigazione. Inoltre la prevenzione è perseguita attraverso corrette modalità di gestione delle strutture del verde.

Quando la prevenzione non è sufficiente si dovranno preferire metodologie di intervento di tipo agronomico o biologico e solo in casi particolari di tipo chimico. È vietato qualsiasi intervento antiparassitario nel periodo di fioritura.

Art. 17- Controllo della vegetazione spontanea

Il controllo della vegetazione spontanea deve essere differenziato in relazione alle funzioni svolte dalle diverse tipologie di verde. In particolare per parchi, giardini pubblici, verde attrezzato ed in genere per le aree a maggior fruizione devono essere utilizzati mezzi agronomici. Soltanto per le alberature stradali per le aree sistemate con pavimentazioni o inerti per le piccole aiuole per le aree verdi infestate da specie vegetali non altrimenti eliminabili e per i terreni da preparare per la messa a dimora di piante ornamentali, oltre che con i suddetti mezzi agronomici si potrà intervenire, nei limiti strettamente necessari, con erbicidi.

13.5 BIBLIOGRAFIA

Si riscontra assoluta mancanza di riferimenti legislativi sia a livello statale, sia a livello regionale, per cui l'unica fonte normativa, a parte quella assolutamente polverizzata dei Comuni, rimane il Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 2 aprile 1968 (G.U. 16 aprile 1968, n.97) che non ha suscitato alcun interesse nella dottrina giuridica se si fa eccezione ai riferimenti assolutamente scolastici dei manuali d'urbanistica fra i quali ricordiamo per la complessa organicità e per le numerose edizioni, due testi, quello di Filippo Salvia e Francesco Teresi dal titolo "Diritto urbanistico" edito dalla Cedam, e l'altro testo ad opera di Giancarlo Mengoli dal titolo "Manuale di diritto urbanistico" edito da Giuffrè.

È indicativo, infine, di quanto sopra detto che le due maggiori enciclopedie italiane di diritto, il "Digesto" nella sua ultima edizione e l'"Enciclopedia del Diritto" ignorino la voce "verde".

14 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Coordinatore scientifico: Prof. Giovanni Sanesi Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali (DSPV)

Testo redatto in collaborazione con: Prof. Rizio Tiberi, Prof. Francesco Paolo Nicese, Prof. Francesco Ferrini, Prof. Enrico Marone, Gabriele Villa, Prof. Fabio Salbitano, Prof. Alberto Abrami

La realizzazione del Progetto RISVEM ha consentito ad un gruppo interdisciplinare di condurre, nell'arco di un triennio, studi e ricerche sulla multifunzionalità del verde urbano e periurbano.

La filosofia del progetto è stata quella di inserire la ricerca in un "percorso processo" nell'ambito del sistema "foresta urbana" nella quale utenti, risorse e responsabili della gestione (nel senso più ampio del termine) costituiscono i vertici di un triangolo. Ancora una volta è stato verificato che il verde urbano e periurbano debba essere considerato un *unicum* e che pertanto debba essere analizzato e studiato nel suo insieme a prescindere dal regime di proprietà o dalla reale accessibilità dei luoghi. Il verde oggi deve essere considerato a tutti gli effetti un servizio alla cittadinanza che nella sua interezza svolge complesse funzioni ecologiche-ambientali; pertanto qualsiasi ente responsabile della pianificazione territoriale deve avere ben chiaro questo quadro di complessità e di articolazione delle risorse. D'altra parte tra questi diversi soggetti del "sistema del verde urbano" esistono forti relazioni e "feedback", ma al tempo stesso possono emergere momenti di criticità. Seguendo questa logica progettuale, il gruppo di ricerca ha cercato di posizionarsi all'interno di questo sistema del verde urbano, favorendo, nel corso dello svolgimento di RISVEM, un'azione catalizzatrice tra i diversi attori. Oltre ai risultati che sono stati presentati nei capitoli precedenti, il gruppo di ricerca, insieme ad ARSIA ed altri partner, ha attivato una serie di iniziative quali, seminari, convegni, corsi di formazione e giornate tecniche che hanno cercato di favorire la crescita di un dibattito critico sulle diverse tematiche trattate e hanno sicuramente contribuito ad indirizzare i ricercatori nel loro operato. In considerazione del successo che le singole iniziative hanno incontrato, si ritiene che le stesse potranno essere considerate degne di attenzione di ARSIA anche nel prossimo futuro.

Sebbene il progetto sia stato indirizzato all'ambito del territorio della Toscana e specificatamente nel contesto della Piana fiorentina dove è in corso un percorso di pianificazione a scala sovracomunale

(i.e. Piano strategico), numerosi spunti possono essere tratti dai risultati di questo progetto ed essere ritenuti validi anche per altri ambiti territoriali.

Un primo risultato di carattere generale di RISVEM è di avere messo insieme competenze tecniche e scientifiche articolate e di avere costituito un sistema sinergico per lo studio organico dei diversi sistemi di verde che è possibile riscontare a livello urbano e periurbano. È la prima volta che a livello nazionale è stato possibile conseguire questo obiettivo.

A livello di singola tematiche trattata, le considerazioni che si possono trarre sono diverse.

Riguardo al miglioramento della qualità dell'aria nel sistema urbano è stata verificata la natura del danno dovuto agli inquinanti su due specie di frassino di varia provenienza. I risultati ottenuti dimostrano evidenti differenze che possono essere rilevate e valutate sia in termini di risposta all'agente del danno e sia attraverso la valutazione effettuata mediante l'applicazione di parametri oggettivi, quale ad esempio la conduttanza stomatica. Tali differenze di risposta, da parte delle piante considerate nel corso dello studio, sono state evidenziate sia con l'ausilio di test istopatologici (HR-like e ACS) sia con l'utilizzo di specifici marker cellulari.

Gli effetti micromorfologici consentono di individuare e validare il sintomo "ozone-like", tuttavia, si rileva come il solo ricorso alle tecniche microscopiche, in assenza di danno visibile, non possa essere un sistema di affidabile riferimento. Comunque, il ricorso a tali tecniche, in combinazione con misurazioni di carattere ecofisiologico, quali gli scambi gassosi e gli indici di fluorescenza della clorofilla alfa, possono indirizzare meglio la diagnosi del danno precoce e sublimale. Inoltre, le differenze nell'espressione del danno sono una risposta costitutiva delle diverse provenienze e quindi da ritenersi di natura genetica.

Le indagini svolte sul biomonitoraggio ambientale hanno richiesto, come era da attendersi, la partecipazione di varie competenze che si occupano degli organismi viventi e ciò è stato ritenuto indispensabile al fine di giungere all'acquisizione di una soddisfacente base conoscitiva circa lo stato e il funzionamento dei sistemi in cui si è operato.

Le osservazioni e le verifiche sulla problematica che riguarda l'abbattimento del rumore hanno permesso di dimostrare l'efficacia delle barriere vegetali e, secondariamente, di strutture quali i

terrapieni anche se, nella realtà urbana, tali risultati possono essere parzialmente inficiati dalle dimensioni di dette opere di contenimento del disturbo. Infatti l'effetto di abbattimento del rumore da parte di barriere vegetali è ben dimostrato, ma le condizioni necessarie per il conseguimento di risultati particolarmente significativi sembrano non facilmente realizzabili in ambito urbano, in considerazione delle specifiche richieste in termini di larghezza e densità delle siepi. In particolare le barriere vegetali se costituiscono indubbiamente la soluzione più corretta, sotto il profilo ambientale, per il problema dell'inquinamento acustico, non sono però applicabili ovunque: la loro effettiva convenienza ed efficacia risulta limitata alla protezione di insediamenti che si trovano immediatamente a ridosso della strada, oltre che ai casi limite dei viadotti autostradali, e, inoltre, la ricostituzione della vegetazione richiede sia spazi adeguati sia l'esistenza di condizioni tali che ne assicurino la sopravvivenza. Le esperienze italiane riguardanti installazioni di barriere verdi, seppur sporadiche rispetto alla rete infrastrutturale di trasporto presente sul territorio, testimoniano un crescente interesse verso questo tipo di protezione antirumore. È evidente, tuttavia, l'ampio margine di sviluppo di tali tecniche e la conseguente necessità di iniziative tese a colmare le carenze conoscitive in materia. La consapevolezza che tali sistemi sono preferibili nella riduzione degli specifici impatti ambientali dovrà determinare indirizzi per ulteriori approfondimenti relativi non solo alle tecniche di realizzazione delle opere, ma anche, e soprattutto, alla loro contestualizzazione nell'ambito territoriale. Nel prossimo futuro si ritiene interessante incentrare una ricerca anche sulla percezione del rumore, ovvero come il verde al di là di un'efficacia nell'assorbire la quantità di suono, possa indurre un diverso grado di percezione, garantendo così comunque un effetto mitigatore.

L'impellente bisogno di bonificare suoli contaminati con alte concentrazioni di metalli pesanti ha generato un forte interesse, specie in aree urbane e periurbane, verso quelle tecnologie cosiddette "environmental friendly". I sistemi di ripristino applicabili ai suoli contaminati da metalli pesanti (es. aree post industriali e *brownfields* s.l.) sono, infatti, solitamente costosi, invasivi da un punto di vista ambientale e alterano drasticamente la struttura del suolo. La fitorimediazione invece è ormai considerata una tecnologia a basso costo e un'alternativa ecologicamente responsabile ai metodi chimico-fisici correntemente praticati. A dispetto del grande potenziale di questa tecnologia e dei molti esperimenti già condotti per mettere a punto le metodologie, l'utilizzo delle piante per depurare i suoli è ancora in fase di sviluppo. In particolare, per quanto riguarda la fitoestrazione, ci sono

diverse limitazioni da superare come la produzione di poca biomassa delle piante iperaccumulatrici e le radici poco profonde e quindi incapaci di esplorare in profondità il terreno, delle stesse. La ricerca sperimentale sta provvedendo a superare questi svantaggi scegliendo e selezionando specie a portamento arboreo che siano in grado di abbinare all'ampia produzione di biomassa anche la capacità di profonda esplorazione del suolo.

L'applicazione della fitorimediazione richiede poi la disponibilità di materiali vegetali che possano adattarsi alle caratteristiche fisico-chimiche del suolo e alle condizioni ambientali del sito da bonificare. Pertanto, un pre-requisito di cui tenere conto nella scelta della specie da utilizzare è, senza dubbio, quello dell'adattabilità delle piante al clima e alle altre condizioni specifiche del sito da bonificare. Lo studio di nuove specie da utilizzare nella fitorimediazione diventa quindi, insieme agli approfondimenti sulle metodologie e sui processi di accumulo e di assimilazione degli inquinanti da parte delle piante, un importante obiettivo della ricerca su questo argomento.

Le sperimentazioni condotte nell'ambito del progetto RISVEM hanno permesso di indagare le capacità fitorimediatrici di due specie aromatiche, *Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L. e di una specie arborea *Paulownia tomentosa* Steud. Queste specie, pur essendo note per la loro resistenza a situazioni di stress e, in particolare per *Paulonia*, possedendo quelle caratteristiche adatte ad una specie fitorimediatrice (alti tassi di crescita, buona produzione di biomassa, apparato radicale profondo e ramificato), non erano ancora state prese in considerazione per un possibile utilizzo in impianti di bonifica. I buoni risultati ottenuti devono tuttavia essere considerati preliminari, in quanto ulteriori studi sono necessari, sia prendendo in considerazione altri tipi di inquinanti, sia trasferendo le prove in pieno campo o in situazioni il più possibile reali.

All'interno del progetto RISVEM sono state trattate le problematiche relative alla produzione e qualificazione del materiale vivaistico ed alle connessioni tra queste fasi ed il successivo impiego delle piante, in un'ottica quindi di "filiera del verde".

Da quanto è emerso durante le ricerche, appare ancora una volta evidente come il comparto vivaistico ornamentale sia chiamato oggi ad effettuare un "balzo in avanti", frutto di una serie di componenti:

- una migliore definizione dei parametri tecnici per la qualificazione delle produzioni vivaistiche;

- la applicazione di standard di produzione che diano “visibilità” alle nostre produzioni sui vari mercati tutelando al tempo stesso i “clienti”, cioè gli utilizzatori dei prodotti vegetali;
- il miglioramento degli interventi di messa a dimora e delle tecniche colturali delle specie arboree ed arbustive impiegate nel settore ornamentale.

Uno dei problemi più sentiti dagli operatori del verde pubblico e privato è quello che riguarda l’approvvigionamento del materiale vivaistico. Per questo è apparso fondamentale studiare le procedure di selezione adottate nel comparto di Pistoia per la qualificazione del materiale vivaistico. La ricerca ha permesso di evidenziare i limiti e le criticità esistenti in questo processo di selezione.

Un altro aspetto importante affrontato da RISVEM, riguarda gli interventi per migliorare le caratteristiche del terreno d’impianto (apporto di terreno alloctono, uso di ammendanti e di prodotti organici capaci di stimolare la crescita radicale, la creazione di mix artificiali), le tecniche di messa a dimora delle piante e la loro successiva coltivazione.

Dalle ricerche effettuate all’interno del progetto, è stato possibile evidenziare come l’obiettivo primario sia quello di eliminare la competizione idrico-nutritiva associata alla presenza di infestanti. Infatti il costo delle lavorazioni periodiche e le preoccupazioni ambientali legate all’uso di diserbanti in modo continuativo sullo stesso terreno ha stimolato l’interesse del mondo della ricerca e degli stessi operatori a valutare tecniche di gestione del suolo a più basso impatto ambientale ed economicamente più convenienti. A questo proposito sono state effettuate ricerche sull’inerbimento nell’interfila e pacciamatura nel sottofilare, che risultano essere delle tecniche di gestione del suolo meno impattanti sull’ambiente. Come già precedentemente detto, dal punto di vista agronomico l’inerbimento influisce positivamente su importanti caratteristiche fisico-meccaniche, chimiche e biologiche del terreno per una serie di effetti fra di loro interagenti; infatti risultano molto importanti le influenze positive sulla struttura del terreno dovute, oltre che al minore effetto dell’azione battente della pioggia, alla mancanza di lavorazioni e, soprattutto, agli effetti favorevoli esercitati dal continuo apporto di sostanza organica, derivante dal periodico sfalcio della vegetazione erbacea e dai resti radicali. Questo apporto migliora lo stato di aggregazione del suolo, contribuisce ad aumentare la porosità e permette una migliore utilizzazione di piogge brevi ed intense, consentendo un maggior ricambio di aria ed un più facile smaltimento degli eccessi idrici. Dalle ricerche effettuate su due specie arboree ornamentali, *Tilia x europaea* D.C., *Aesculus x carnea* Hayne, risulta molto vantaggioso l’utilizzo della pacciamatura, per la gestione del sottofilare, specialmente nei primi anni

d'impianto, soprattutto se effettuata con materiali naturali o biodegradabili ed è possibile affermare che l'utilizzo di pacciamanti organici, specialmente compost, appare un eccellente metodo per favorire gli scambi gassosi fogliari ed aumentare l'accrescimento delle specie arboree ornamentali. Concludendo è opportuno riflettere su un aspetto spesso poco dibattuto: lo sviluppo qualitativo del comparto non si realizza solo attraverso investimenti in tecnologia o con l'adozione di un corpo normativo adeguato, ma anche attraverso investimenti nella professionalità delle persone che lavorano nelle aziende, un fattore di crescita fondamentale per l'intero comparto produttivo, in modo tale che esso rappresenti il primo fattore per un verde ornamentale di qualità.

Definire le linee operative nella programmazione della difesa fitosanitaria del patrimonio arboreo e arbustivo urbano non è da considerarsi impegno di facile e di definitiva soluzione. Infatti molte sono le circostanze che possono favorire l'incremento delle specie nocive, soprattutto attraverso l'introduzione di nuove e, quindi, sconosciute entità da altri a reali, oppure che consentono alle specie autoctone di conquistare ambienti a loro preclusi nei decenni trascorsi.

Nel corso del progetto RISVEM si è inteso procedere all'acquisizione di nuove conoscenze o alla puntualizzazione di quelle già in nostro possesso su: diffusione, biologia, ecologia e dinamica di popolazione dei parassiti animali e vegetali che deturpano a ricorrenze più o meno ravvicinate il nostro verde ornamentale.

Al tempo stesso si è intrapreso una serie di osservazioni e di verifiche per procedere alla definizione di moderne e razionali metodologie di monitoraggio delle specie più frequenti e dannose, nonché alla individuazione delle soglie di danno che possono essere tollerate sulle piante che costituiscono il verde urbano, tenendo, ovviamente, in debita considerazione le molteplici funzioni che queste piante rivestono e le gravi conseguenze igienico-sanitarie riconducibili alla presenza e all'attività di non pochi "parassiti" animali e vegetali presenti sulle piante ornamentali. Considerando l'importanza che riveste una buona programmazione di contenimento delle svariate specie parassite che minacciano la funzione, e la sopravvivenza delle piante negli spazi urbani e periurbani, nonché l'incolumità delle persone, si è proceduto alla riconsiderazione e al conseguente aggiornamento delle misure di intervento per il loro controllo.

A tal proposito sembra doveroso ricordare che le profonde trasformazioni avviate, già nel XIX secolo si sono sovrapposte con una progressione geometrica a quanto era stato costituito nel passato e ciò ha indotto a considerare sotto una nuova concezione la natura del patrimonio ornamentale.

È consequenziale, pertanto, evidenziare che nella protezione del verde urbano le potenziali opzioni, attualmente individuabili, di intervento debbono soggiacere alla peculiarità del sistema in cui si è chiamati ad intervenire. Al riguardo si ricordano alcuni paletti operativi che impongono scelte ben definite: soglie di tolleranza bassissime, difficoltà di utilizzare principi attivi in quanto non registrati per il sistema urbano, aspetti di natura tossicologica e così via. Su questo delicato argomento sembra opportuno riaffermare come più volte è stato rilevato non pochi di questi argomenti sono stati, finora, affrontati a livello settoriale e quindi senza confrontare e completare le acquisizioni ottenute con quelle di altri ambiti scientifici interessati ai problemi che sempre più frequentemente, e per ragioni diverse, vengono a delinearsi nella gestione del verde urbano e periurbano. Pertanto è necessario procedere in tempi brevi a: definire, in un contesto interdisciplinare, la pianificazione della difesa del patrimonio arboreo ornamentale che possa costituire anche un modello di riferimento per altre regioni italiane; individuare le linee guida da adottare nella progettazione di nuove aree destinate al verde urbano, paesaggistico o per il recupero di aree degradate.

Ai fini della sicurezza nella fruizione delle aree verdi, RISVEM ha messo in evidenza l'importanza della standardizzazione delle procedure di valutazione della stabilità degli alberi. Questa non può prescindere da una profonda evoluzione scientifica delle conoscenze su questo argomento che, come rilevato nel progetto, interessa numerosi settori della ricerca. È anche evidente che l'introduzione di nuove tecnologie e la messa a punto di procedure univoche per la valutazione delle caratteristiche strutturali degli alberi, deve essere accompagnata da un'adeguata preparazione professionale dei tecnici. Assumono, così, un ruolo fondamentale le attività di dimostrazione e divulgazione che, in tempi rapidi ed a costi contenuti, devono consentire una significativa diffusione delle innovazioni su scala aziendale.

Le procedure e gli strumenti tecnici e scientifici già messi a punto ed in via di ulteriore sviluppo e perfezionamento da parte di alcuni partner del progetto avranno un ruolo determinante anche nel prossimo futuro. È, infine, da rilevare che, al di là dell'effettiva disponibilità delle tecnologie, che in gran parte esiste, ed anche al di là di considerazioni puramente economiche (costi di investimento e di gestione) esistono, tuttavia, alcuni ostacoli riconducibili a fattori quali carenze legislative, mancanza di controlli relativi alla pur esistente normativa vigente, insufficiente preparazione tecnica di alcuni operatori del settore.

L'attività relativa a questa parte del progetto RISVEM è stata perciò incentrata sulla produzione di un flusso bi-direzionale d'informazioni tra gli istituti di ricerca e gli operatori del settore. Attraverso, cioè, una serie di rilievi in campo sono stati raccolti i dati necessari per lo sviluppo, sulla base di un attento studio delle informazioni disponibili e di alcune verifiche sperimentali, e del successivo trasferimento sia ai tecnici del settore, sia alle Amministrazioni pubbliche, di tecnologie innovative per la valutazione della stabilità degli alberi, e per la diagnosi precoce della presenza di entità infettive in tessuti asintomatici, anche nell'ottica di una maggiore sostenibilità economica e ambientale del verde urbano. Ne consegue infine la necessità di "addestrare" alla diagnosi clinica il personale addetto alla supervisione del verde umano, essendo questa ormai una inderogabile necessità.

L'importanza delle aree verdi nei contesti urbani sta diventando ogni giorno più rilevante sia per l'opinione pubblica sia per le amministrazioni pubbliche che ne devono curare la realizzazione e la gestione. Spesso le scelte di politica urbana sono dettate dalla ristrette risorse finanziarie a disposizione, che, se non accompagnate da investimenti e da proventi straordinari, permettono a malapena di realizzare gli interventi di ordinaria amministrazione. Pertanto, nello scenario nazionale e regionale, numerose appaiono le carenze ancor più dei buoni esempi di buona gestione. La classificazione delle diverse funzionalità ci permette di individuare il grado di intensità dei benefici per la popolazione in relazione ai costi necessari allo sviluppo e alla manutenzione di tali aree. L'assenza o la scarsità però di dati relativi alla valutazione economica dei potenziali benefici, come quelli offerti da maggiori opportunità ricreative, dall'aumento dello stato di benessere fisico e mentale della popolazione, del miglioramento della qualità dell'aria e delle condizioni microclimatiche, rende spesso difficili le scelte da parte dell'operatore pubblico che non possiede adeguati strumenti di valutazione per un'efficiente allocazione delle risorse.

I risultati sulla valutazione monetaria delle aree verdi urbane sopra esposti mostrano che i valori delle disponibilità a pagare (*willingness to pay*) espresse dai cittadini sono compatibili sia con i costi di investimento sia con quelli di gestione. Pertanto, come osservato da numerosi Autori, il verde urbano necessita di una gestione sempre più puntuale e con una maggiore organizzazione dei mezzi a disposizione che deve rappresentare una priorità a cui le amministrazioni pubbliche non possono sottrarsi anche a causa della qualità della vita molto spesso evoluta in senso negativo nelle aree urbane e periurbane.

La valutazione della realizzazione e gestione delle aree verdi è in stretta relazione con le scelte che scaturiscono dai contributi del selvicoltore, del fito-patologo, dell'ecologo e che il progettista sintetizza nel suo lavoro. L'economista, fatti propri tutti gli elementi che caratterizzano il progetto, deve fornire gli strumenti per rendere possibile un giudizio sulla validità dell'investimento che l'amministrazione si appresta ad effettuare. Come è noto il contributo della realizzazione, gestione e manutenzione delle aree verdi si configura in quella serie di benefici prodotti da beni non di mercato, e quindi privi di un prezzo capace di fornire l'informazione relativa al loro "prezzo di mercato", che rende complessa l'analisi costi – benefici che è alla base delle scelte dell'amministratore pubblico. Non è quindi sufficiente una valutazione della fattibilità dell'investimento ma si rende necessaria, anche, la valutazione del beneficio prodotto nei confronti della collettività; tali benefici possono essere stimati sia in termini monetari sia in termini non monetari.

L'analisi critica di diverse modalità di acquisizione delle informazioni relative ad assicurare una quantificazione e qualificazione delle risorse del verde urbano, ha permesso di evidenziare come le tecnologie G.P.S. rappresentano, specie se supportate da informazioni da piattaforma aerea o satellitare, una procedura valida ed efficace nella realizzazione e gestione dei censimenti. Nel corso del progetto RISVEM si è potuto constatare come queste prestazioni raggiungano i massimi livelli di precisione in spazi aperti, mentre in ambienti ad alta densità di urbanizzazione e con presenza massiccia di insediamenti abitativi, presentino dei margini di errori più elevati (effetto *multipath*). L'acquisizione sistematica di informazioni legate alle diverse componenti del verde urbano non solo permette di avere un'immediata ed ampia conoscenza delle eventuali problematiche delle diverse aree censite (i.e. diffusione di fitopatie), ma fornisce informazioni su: 1) lo stato di usura degli elementi di arredo presenti nelle aree (i.e. necessità di manutenzione), 2) lo stato patrimoniale del comune o degli altri proprietari del verde e delle relative attrezzature (i.e. procedure per la stima dei danni), 3) il supporto ad iniziative di partecipazione e di informazione ambientale, 4) l'eventuale predisposizione di un rapporto sullo stato dell'ambiente urbano (i.e. Agenda 21 locale).

L'esperienza del progetto RISVEM ha consentito di identificare un set di informazioni standard da utilizzare nelle attività di censimento, al fine di fornire un adeguato protocollo di procedure per ottimizzare i processi legati all'attività di gestione e manutenzione delle aree verdi pubbliche.

La base dei dati è formata da una serie di informazioni di natura spesso assai diversa. Esse, come abbiamo visto nel precedente capitolo, riguardano l'oggetto del censimento, quindi le aree verdi

(superficie, posizione geografica, tipologia ecc.) e i popolamenti arborei in esse contenuti, descritti attraverso il rilievo delle loro caratteristiche. A seconda del tipo di spazio verde censito, e degli obiettivi che ci si è posti nella realizzazione della base di dati, le informazioni relative ai popolamenti arborei, possono essere acquisiti attraverso il rilievo delle caratteristiche di ciascun singolo individuo arboreo. Le altre componenti vegetali delle aree verdi, prati, tappezzanti, siepi, gruppi di arbusti, aiuole, bordure, vengono rilevate considerandone i parametri più significativi ai fini della gestione, quali la superficie o l'estensione lineare.

Oltre a queste informazioni specifiche, la base dei dati può contenere altri tipi di informazioni che possono risultare utili per molteplici applicazioni, in particolare per la gestione delle aree verdi, come ad esempio i dati relativi ai costi degli interventi di manutenzione.

La base dei dati dovrà contenere anche le basi cartografiche necessarie a referenziare topograficamente gli oggetti del censimento. A seconda delle caratteristiche del sistema informativo, delle risorse disponibili, degli strumenti impiegati per la restituzione e la consultazione dei dati, la cartografia potrà essere predisposta in formato cartaceo o numerico. Nel secondo caso l'insieme delle informazioni derivate dal censimento costituirà la base per la costruzione di un GIS.

Dall'analisi comparata dei rilievi effettuato da diverso personale, si evidenzia, in considerazione della consistente mole di dati e possibili valutazioni contrastanti, la necessità di sviluppare percorsi formativi professionali sia per il personale destinato alla manutenzione del verde urbano sia per quello depositario di specifiche competenze (i.e. gestione delle informazioni).

Per consentire una gestione efficace delle informazioni e di conseguenza della stessa gestione è necessario però individuare e codificare i flussi informativi per la realizzazione, manutenzione ed utilizzo dei censimenti, che possono divenire uno strumento indispensabile e di facile consultazione in termini di pianificazione, gestione e manutenzione del verde urbano e peri-urbano. In considerazione dell'importanza delle eventuali ricadute e dello stato dei fatti che è stato possibile verificare nelle diverse amministrazioni interessate alla gestione del verde, si considera la questione dei flussi informativi come una delle prossime emergenze da affrontare.

Dal panorama presentato capitolo specifico si possono evidenziare diversi aspetti critici relativi a quanto finora promosso e realizzato in Toscana e in Italia nell'ambito della ricerca-azione su metodologie partecipative e analisi delle preferenze e delle percezioni in relazione al verde urbano. La prima considerazione è che vi sia una scarsa tendenza a "sperimentare" procedure e azioni che

vadano al di là dell'approccio quantitativo classico. I tentativi di attivare ricerche secondo i criteri della ricerca qualitativa sono pochi e piuttosto recenti. Ciò è probabilmente determinato da due aspetti particolari: A. la ricerca sulle relazioni fra società e verde urbano è piuttosto giovane in Italia e le esperienze finora condotte sono frutto di azioni di ricerca spesso episodiche e di interesse pressoché esclusivo (se non in rari casi come, ad esempio, negli studi di psicologia ambientale legati alla pianificazione del verde a Roma) del mondo tecnico-scientifico di agronomi, forestali e architetti; manca, in sostanza, la capacità di attivare progetti di più ampio respiro che si fondino su un approccio interdisciplinare positivo e propositivo. B. vi è una certa diffidenza e una sorta di impasse di attivazione sia da parte dei decisori (e quindi dei potenziali finanziatori di progetti e ricerche) che dei ricercatori nell'affrontare la partecipazione "in campo" pur utilizzando frequentemente il termine in numerosi documenti di ogni genere e grado.

La costituzione di una rete permanente di attori appare come un aspetto chiave per le prospettive future dei processi partecipativi. Per giungere a individuare risposte e strategie reali e tangibili per il territorio, la struttura comunicativa/partecipativa necessita del coinvolgimento dei tecnici e dei decisori in un processo di apprendimento e scambio continuo: la formazione dei decisori, dei tecnici e dei cittadini in grado di organizzare e migliorare gli strumenti partecipativi, idearne di nuovi, seguire e promuovere il processo, realizzare pubblicazioni divulgative è un ulteriore obiettivo che deve essere perseguito. Dall'attività di ricerca effettuata all'interno del progetto RISVEM appare evidente come nel prossimo futuro sia necessario attivare una serie di azioni, quali: elaborare e testare sistemi di apprendimento reciproco secondo i criteri dell'Educazione Permanente nell'ambito dei nuovi casi di progettazione degli spazi verdi; definire delle procedure trasferibili e replicabili per la formulazione di regolamenti, piani e progetti partecipati; predisporre una serie di dimensioni collaborative nell'ambito della gestione degli spazi verdi; definire delle linee guida tecnico operative per la progettazione e gestione multifunzionale e partecipata degli spazi verdi; preparare un Manuale di Partecipazione e Coinvolgimento Sociale nella progettazione del Verde (nei quadri 13.19 e 13.20 sono riportati degli esempi di schede per la preparazione del Manuale); codificare e incentivare, a livello regionale e locale (ad esempio con sgravi fiscali, premi, facilitazioni) le procedure di progettazione e gestione partecipata.

Anche dal punto di vista normativo il verde viene oramai considerato come un elemento essenziale per la riqualificazione della vita urbana. Tale valore non è collegato solo ad aspetti estetico

ornamentali, ma soprattutto a quelli della fruibilità e delle opportunità di miglioramento dell'ambiente in senso lato. Questo quadro normativo nel quale il progetto RISVEM si è inserito fa riferimento soprattutto al paradigma dello sviluppo sostenibile e alle norme regionali, prima fra tutte la L.R.T. 1/2005 che all'art. 37 prevede un regolamento del verde tipo. La proposta di regolamento che è stata elaborata nel corso del progetto cerca di soddisfare le finalità della L.R.T. 1/2005 e pertanto propone una disciplina del verde urbano pubblico e privato al fine di garantirne la protezione e la piena valorizzazione con interventi di conservazione, progettazione, sviluppo e promozione secondo un governo sostenibile del territorio. Nello specifico le finalità sopra enunciate sono perseguite dall'articolato ove emerge la volontà della realizzazione e della salvaguardia di un unico sistema del verde diffuso e coordinato, che sia in grado di integrare e insieme valorizzare le risorse già esistenti al fine della creazione di un ambiente più vivibile e rispondente al paradigma della sostenibilità. L'articolato abbraccia diversi contenuti ed in sintesi, dopo aver dato una definizione di verde urbano, contiene norme sulla progettazione, l'attuazione, la manutenzione del verde, descrivendo le modalità di esecuzione delle nuove realizzazioni pubbliche e private, i temi della difesa delle aree verdi e delle modalità di fruizione delle stesse.

Si tratta di normativa, o meglio di progetto normativo, che allo stesso modo della Regione Toscana, può essere utilizzato da altre Regioni che si impegnino sulle tematiche del verde urbano e periurbano, sia mediante l'emanazione di un regolamento avente a monte un testo di legge cui viene fatto riferimento, come, appunto, nel caso di specie, sia anche utilizzando il progetto proposto dalla ricerca come disciplina di un settore di una legge urbanistica che disciplini a trecentosessanta gradi l'uso e la tutela del territorio ed alla quale potranno fare riferimento i Comuni - quest'ultimi allo stesso modo del caso precedente - per le disposizioni di maggior dettaglio.

Sulla base delle considerazioni esposte, è possibile affermare che RISVEM ha potuto contribuire a chiarire meglio il ruolo del verde nell'ambito dei nostri insediamenti urbani, con particolare riferimento al miglioramento della qualità della vita e della sostenibilità.

Il presente elaborato non vuole però costituire solo un primo supporto all'attività pianificazione, progettazione e gestione del verde delle nostre città, ma anche rappresentare una base di partenza per ulteriori studi e ricerche in questo settore.

Tutti i soggetti a diverso livello coinvolti nel progetto hanno permesso di effettuare un primo importante passo per il consolidamento di una conoscenza di settore, però molta strada deve essere

ancora percorsa per colmare il divario tecnico e scientifico che separa l'Italia da altri paesi europei nel campo della selvicoltura urbana e delle altre discipline ad essa collegate.

È pertanto auspicabile che altri studi possano essere condotti nel campo del verde, favorendo ancora di più l'approccio interdisciplinare attraverso il coinvolgimento di altre competenze che sono collegate al campo della ricerca in ambito urbano.

Da quanto emerso durante il progetto RISVEM si è potuto confermare che una moderna progettazione delle aree verdi non possa prescindere da una valutazione a priori delle valenze, positive e negative, che tali aree possono avere per la diversità biologica e nella percezione del cittadino. A tale proposito si mette in evidenza come la componente animale della "foresta urbana" possa essere un fattore di arricchimento dell'esperienza percettiva che il cittadino ha delle aree verdi. Su questa tematica sarà comunque necessario aprire uno specifico ed ulteriore filone di ricerca.

In estrema sintesi, secondo l'esperienza maturata durante il progetto RISVEM, le linee guida per una progettazione del verde urbano e periurbano possono così riassumersi: a) impostare qualsiasi pianificazione e progettazione solo sulla base di un'adeguata conoscenza delle risorse (i.e. censimento e realizzazione di specifico SIT) nonché delle esigenze dei cittadini (attivazione di processi di informazione e partecipazione); b) una volta riconosciuta l'unicità del verde urbano, a prescindere dal regime di proprietà, incrementare la connettività ecologica delle aree verdi, sia al loro interno (in particolare per le aree più grandi), sia soprattutto rispetto ad habitat adeguati presenti all'esterno; c) prevedere opere e strutture atte a favorire la sosta di specie desiderabili (ad es. impiantando specie appetite, fornendo disponibilità idriche); d) evitare, ove sia prevedibile un rischio, la presenza di fattori che favoriscono specie indesiderate (ad es. aree di rifugio, siti di svernamento per invertebrati e vertebrati o di nidificazione per svariati animali); e) perseguire modelli strutturali che rispondano alle richieste dei cittadini (i.e. funzioni ludiche, sociali e sportive che possono essere svolte); f) ipotizzare la realizzazione di aree verdi anche di tipo temporaneo alle quali comunque affidare lo svolgimento di importanti funzioni di carattere ecologico ed ambientale (i.e. miglioramento della qualità dei suoli attraverso piantagioni a rapido accrescimento; deframmentazione ecologica dell'area urbana); g) adottare schemi di realizzazione, standard di materiali e tecniche di impianto che favoriscano la successiva manutenzione e garantiscano il pieno successo dell'opera; h) utilizzare manodopera che sia adeguatamente formata ed aggiornata.

Sulla base di queste linee guida risulta evidente che anche la manutenzione dovrà essere indirizzata. In particolare si ritiene che nella pianificazione e programmazione di dovrà cercare di evitare interventi troppo drastici nei periodi più cruciali per alcune specie (ad es. sfalci o potature durante la nidificazione o lo svernamento, escavazioni di pozze durante l'interramento degli anfibi). Le stesse precauzioni dovranno essere seguite anche per evitare impatti drastici nella fruizione dei cittadini.

A tale riguardo si ritiene inoltre è opportuno prevedere un sempre maggiore coinvolgimento degli utenti nella pianificazione e nella gestione. Esperienze nazionali ed estere, oltre a quanto acquisito durante il progetto, hanno evidenziato come sia importante questa condizione non solo ai fini di ottimizzare e ridurre i costi, ma anche per incrementare il senso di identità e di appartenenza del cittadino ad un preciso luogo.

Su questa tematica riteniamo opportuno e doveroso che si possano concentrare gli sforzi delle pubbliche amministrazioni e del mondo della ricerca nel prossimo futuro. È altresì indispensabile che tutta la fase di manutenzione debba trovare allocazione in un processo di pianificazione, programmazione, regolamentazione. Da questo punto di vista si ritiene pertanto inderogabile che le pubbliche amministrazioni ai diversi livelli di responsabili adottino specifici piani e regolamenti che riguardino il verde urbano e periurbano ai fini anche di meglio perseguire quelli che sono gli obiettivi generali della sostenibilità. Un ulteriore compito affidato in via prioritaria alle pubbliche amministrazioni è quello della formazione, qualificazione ed aggiornamento del personale che a diverso livello interviene nella manutenzione e nella gestione degli spazi verdi.