



# IL DIRADAMENTO SELETTIVO

*Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero*

*Manuale tecnico SelPiBioLife*



LIFE13 BIO/IT/000282

Prodotto realizzato con il contributo  
dello strumento finanziario LIFE  
dell'UE



# IL DIRADAMENTO SELETTIVO

*Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero*

*Manuale tecnico SelPiBioLife*

[www.selpibio.eu](http://www.selpibio.eu)

## IL DIRADAMENTO SELETTIVO

Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero

Manuale tecnico SelPiBioLife

*Pubblicazione realizzata in ambito del Progetto SelPiBioLife [LIFE13 BIO/IT/000282]*

### A cura di

PAOLO CANTIANI

### Autori

GIANNI BETTINI, ELISA BIANCHETTO, FABRIZIO BUTTI, PAOLO CANTIANI, CAROLINA CHIELLINI, ISABELLA DE MEO, GIADA D'ERRICO, ARTURO FABIANI, LORENZO GARDIN, ANNA GRAZIANI, SILVIA LANDI, MAURIZIO MARCHI, GIUSEPPE MAZZA, STEFANO MOCALI, PIERGIUSEPPE MONTINI, MANUELA PLUTINO, PIO FEDERICO ROVERSI, ELENA SALERNI, STEFANO SAMADEN, ISAAC SANZ CANENCIA, GIULIA TORRINI

### Coordinamento editoriale

SILVIA BRUSCHINI

### Editore



Compagnia delle Foreste S.r.l.  
Via Pietro Aretino 8, 52100 Arezzo  
Tel. 0575.323504 / Fax 0575.370846  
Email [posta@compagniadelleforeste.it](mailto:posta@compagniadelleforeste.it)  
[www.compagniadelleforeste.it](http://www.compagniadelleforeste.it)

### Fotografie

Archivio fotografico Compagnia delle Foreste

### Coordinatore Progetto



### Partner



# INDICE

<b>1 Il Progetto SelPiBioLife</b> <i>Paolo Cantiani</i>	pag. 5
<b>2 I rimboschimenti di pino nero appenninici</b> <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino</i>	pag. 7
2.1 Gli indirizzi selvicolturali delle pinete	pag. 8
2.2 I tagli intercalari	pag. 9
2.2.1 I diradamenti	pag. 10
<b>3 I diradamenti selettivi del Progetto SelPiBioLife</b> <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi</i>	pag. 13
3.1 Il background: il diradamento dal basso è utile alle funzionalità delle pinete di pino nero?	pag. 13
3.2 Il sistema di diradamenti SelPiBioLife	pag. 16
3.3 La selezione delle piante candidate	pag. 18
3.3.1 Caratteristiche delle piante candidate	pag. 19
3.4 Liberazione delle candidate dalle loro concorrenti	pag. 21
3.5 Considerazioni	pag. 23
<b>4 Studi degli effetti dei diradamenti su sottobosco e suolo</b>	pag. 25
4.1 Effetto dei diradamenti sulla diversità floristica <i>Elisa Bianchetto, Isaac Sanz Canencia</i>	pag. 26
4.2 Effetto dei diradamenti sulla diversità micologica <i>Elena Salerni</i>	pag. 28
4.2.1 Comunità macromicetiche	pag. 28
4.2.2 Comunità ectomicorriziche	pag. 30
4.3 Effetto dei diradamenti sulla diversità della macrofauna <i>Gianni Bettini</i>	pag. 32
4.4 Effetto dei diradamenti sulla diversità della mesofauna del suolo <i>Silvia Landi, Giuseppe Mazza, Giada d'Errico, Giulia Torrini, Pio Federico Roversi</i>	pag. 34
4.5 Effetto dei diradamenti sulla diversità microbica del suolo <i>Stefano Mocali, Arturo Fabiani, Carolina Chiellini, Fabrizio Butti</i>	pag. 37
4.6 Effetto dei diradamenti sul legno morto <i>Isabella De Meo, Anna Graziani</i>	pag. 39
<b>5 L'area di studio Pratomagno</b> <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Stefano Samaden</i>	pag. 43
5.1 Inquadramento geografico, geologico, litologico e climatico	pag. 43
5.2 Cambiamenti d'uso del suolo nell'area di studio Pratomagno	pag. 44
5.2.1 Materiali e metodi	pag. 44
5.2.2 L'opera di rimboschimento in Pratomagno	pag. 47
5.3 Le caratteristiche dei popolamenti e dei diradamenti in SelPiBioLife	pag. 48
<b>6 L'area di studio Amiata</b> <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Pierngiuseppe Montini</i>	pag. 53
6.1 Inquadramento geografico, geologico, litologico e climatico	pag. 53
6.2 Cambiamenti d'uso del suolo nell'area di studio Amiata	pag. 54
6.2.1 Materiali e metodi	pag. 54
6.2.2 L'opera di rimboschimento in Amiata	pag. 57
6.3 Le caratteristiche dei popolamenti e dei diradamenti in SelPiBioLife	pag. 58
<b>7 Conclusioni</b>	pag. 61



# 1

## IL PROGETTO SelPiBioLife

Paolo Cantiani

Obiettivo del Progetto SelPiBioLife è dimostrare come una modalità di trattamento selvicolturale innovativa in pinete di *Pinus nigra* J.F. Arnold incrementi il grado di biodiversità a livello dell'ambiente suolo (funghi, batteri, flora, mesofauna, nematodi). In particolare viene valutato l'effetto di un diradamento di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso) e all'assenza di trattamento su popolamenti di pineta in fase giovanile a livello di funzionalità del bosco (produttiva e protettiva) e di biodiversità del suolo. Nonostante sia stata dimostrata la sua efficacia sugli effetti incrementali e di stabilità dei popolamenti artificiali di pino nero, questa modalità d'intervento non viene comunemente adottata nelle pinete appenniniche. Con questo Progetto, dunque, si vuole provare che questa tecnica gestionale, modificando la diversità strutturale orizzontale e verticale del popolamento forestale, e quindi la modalità di copertura delle chiome, determina un diverso regime di luce, acqua e temperatura a livello del suolo e quindi concorre ad aumentare l'insediamento di vegetazione erbaceo-arbustiva (la biodiversità vegetale), la diversità micologica e microbiologica e la creazione di ulteriori *habitat*, nicchie ecologiche e sorgenti di nutrimento (catene alimentari pianta-insetto-predatore), favorendo l'accrescimento della biodiversità e della funzionalità complessiva dell'ecosistema.

Tra gli obiettivi del Progetto ci sono anche attività disseminative mirate alla divulgazione dei risultati attraverso seminari, lezioni, *workshops* e visite nel bosco e alla diffusione del messaggio di come il trattamento selvicolturale innovativo proposto, pur necessitando dell'effettiva fase di determinazione in bosco delle piante da tagliare (la "martellata"), sia di facile applicazione e replicabilità.

Nello specifico il Progetto produrrà i seguenti risultati:

- analisi della relazione struttura del bosco/biodiversità floristica (relazioni tra indici strutturali del bosco post intervento e indici di biodiversità floristica);
- analisi della relazione struttura del bosco/biodiversità micologica (relazioni tra indici strutturali del bosco post intervento e indici di biodiversità micologica);
- analisi della relazione struttura del bosco/biodiversità della mesofauna;
- analisi della relazione struttura del bosco/biodiversità delle componenti microbiologiche del suolo;



- correlazioni multiple tra le componenti di biodiversità del suolo considerate;
- relazione tra trattamento selvicolturale e produzione legnosa (indici di incremento di valore economico del bosco in funzione dei trattamenti applicati);
- relazione tra trattamento selvicolturale e stabilità del bosco (analisi degli indici di stabilità meccanica del bosco in funzione dei trattamenti applicati).

## IL PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Il protocollo sperimentale del Progetto SelPiBioLife prevede, in entrambe le aree di studio: Unione dei Comuni del Pratomagno (di seguito chiamata Pratomagno - Figura 1.1) e Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia (di seguito chiamata Amiata - Figura 1.2), la delimitazione di 9 aree di monitoraggio della superficie topografica di 1 ha ciascuna.

I trattamenti del bosco sono stati:

- testimone (nessun trattamento);
- diradamento classico (diradamento dal basso di moderata intensità);
- diradamento selettivo.

Il disegno di monitoraggio ha previsto l'estrazione a sorte delle tesi di trattamento per ciascuna area di monitoraggio: 3 ripetizioni per ciascuna tesi di trattamento.

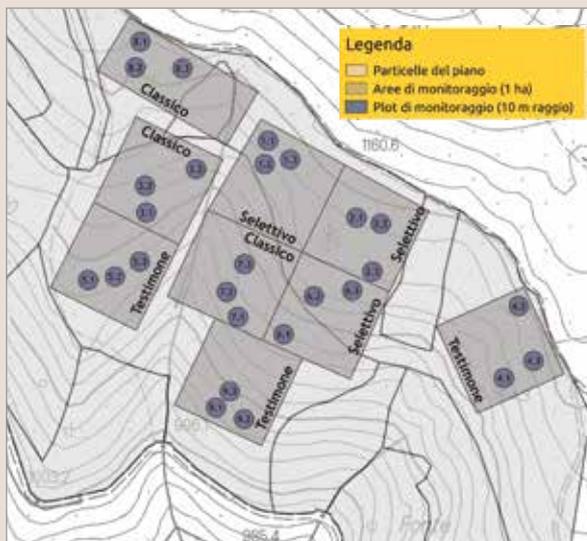
In ognuna delle 9 aree di monitoraggio sono stati collocati con criterio *random* 3 *plot* circolari di superficie variabile tra 10 m di raggio per le analisi di biodiversità e di 13 m di raggio per le analisi dendrometriche e strutturali dei popolamenti forestali. I parametri dendrometrico-strutturali sono stati rilevati sfruttando la tecnologia FieldMap®.

Le variabili dendrometriche inserite nel *database* prodotto dal Progetto sono le seguenti:

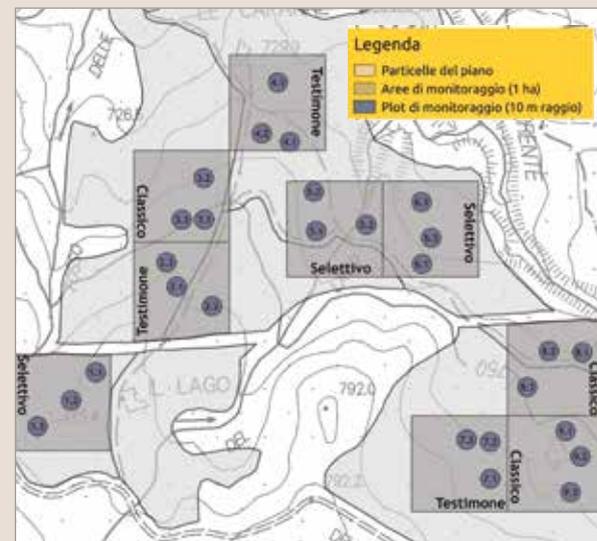
- codice identificativo dell'albero;
- specie;
- diametro ad 1,30 m (soglia di cavallettamento 5 cm);

- altezza totale della pianta;
- altezza di massima larghezza della chioma;
- altezza (da terra) di inserzione della chioma;
- rango sociale della pianta suddiviso in tre classi (dominante - intermedia - dominata);
- stato di salute della pianta (viva - morta - stroncata);
- numero di palchi verdi;
- coordinate polari (azimut in gradi sessagesimali rispetto al Nord e distanza in metri) della posizione del fusto della pianta relativo al centro del *plot*;
- coordinate polari (azimut in gradi sessagesimali rispetto al Nord e distanza in metri) della posizione di 8 punti di proiezione a terra della chioma e anch'essi relativi al centro del *plot*.

Dopo la georeferenziazione dei dati in ambiente GIS si è provveduto a calcolare il grado di copertura e ricoprimento delle chiome prima e dopo il diradamento ed una serie di indici di competizione e distribuzione, atti a valutare l'effetto del diradamento selettivo rispetto a quello classico e al testimone (non intervento). Per la dimostrazione e divulgazione delle modalità di diradamento, per ciascuna area di studio le due tesi di trattamento sono state ripetute su una superficie complessiva di 6 ha (tre per trattamento) in una zona limitrofa all'area di monitoraggio. Contigualmente ai settori diradati sono state rilasciate due aree di circa ¼ di ettaro nelle quali, a scopo dimostrativo, è stata effettuata solo la martellata.



**Figura 1.1** - Localizzazione delle aree di intervento e dei *plot* di monitoraggio (Unione dei Comuni del Pratomagno).



**Figura 1.2** - Localizzazione delle aree di intervento e dei *plot* di monitoraggio (Unione dei Comuni Amiata Val d'Orcia).

# 2

## I RIMBOSCHIMENTI DI PINO NERO APPENNINICI

*Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino*

L'attività di rimboscimento in Italia è iniziata nel 1880 nelle regioni ex austriache. Intorno ai primi del '900, i rimboschimenti di pino nero furono diffusi in quasi tutte le regioni italiane. La distribuzione cronologica in termini di numero di comprensori risulta la seguente (da GAMBI 1983):

- prima del 1922 (7%);
- tra il 1922 e il 1942 (18%);
- tra il 1942 e il 1952 (7%);
- tra il 1952 e il 1962 (37%);
- tra il 1962 e il 1972 (31%).

I primi rimboschimenti furono effettuati, per lo più in purezza, eventualmente in consociazione ad acero montano. Fra le numerose specie e provenienze disponibili vennero principalmente adottate la sottospecie *Pinus austriaca* (Höss) su suoli a matrice calcarea e la sottospecie *Pinus calabrica* Delam. (pino laricio) di provenienza calabrese su substrati di natura più acida. Proprio quest'ultima provenienza si è dimostrata nel tempo assai efficace per attecchimento, efficienza nell'uso dell'acqua e resistenza alle fitopatologie.

Il trattamento canonico prevedeva: sfolli negli stadi evolutivi giovanili, diradamenti negli stadi più adulti, un turno di circa 90 anni con taglio a raso e rinnovazione artificiale posticipata con specie preferibilmente autoctone al momento in cui la pineta avesse svolto il suo ruolo di preparazione (PAVARI 1961).

La gestione dei rimboschimenti inizialmente fu affidata allo Stato attraverso la attuazione della cosiddetta "Legge della Montagna" (LN n. 991 del 25 luglio 1952). La fase di acquisto e di trasferimento gestionale fu molto rapida in quanto l'attenzione delle popolazioni nei confronti dell'economia montana era molto scarsa.

L'impianto delle pinete è stato generalmente effettuato a densità elevate per garantire in breve tempo la copertura forestale (DE PHILIPPIS 1958). In media in Appennino la densità di impianto è stata di 2.500 piante ad ettaro a sesto regolare secondo modalità variabili rispetto alle caratteristiche della stazione. Quasi ovunque sono mancati gli sfolli previsti nello stadio di spessina. In pinete di proprietà privata è quasi la regola che anche i diradamenti siano stati totalmente disattesi. Nelle pinete di proprietà pubblica le cure colturali nella



Giovane fustaia di pino nero mai diradata.

La densità è ancora quella d'impianto. Il popolamento reagirebbe positivamente anche ad un primo diradamento tardivo, altrimenti si innescerebbe una forte mortalità per competizione e la stabilità complessiva del popolamento sarebbe compromessa.

fase di perticaia e di giovane fustaia si sono spesso limitate ad interventi di spalcatura a fini antincendio e all'asportazione delle piante sottoposte (assolutamente ininfluenti nella dinamica della competizione) (CANTIANI *et al.* 2005). I primi diradamenti, quando effettivamente realizzati, sono stati generalmente ritardati rispetto al modulo colturale previsto; è raro infatti che i primi tagli intercalari siano stati eseguiti su popolamenti di età inferiore ai 30-35 anni. I motivi dei mancati interventi sono da imputare allo scarso valore economico degli assortimenti ritraibili da popolamenti giovani ed all'incertezza, durante il periodo susseguente al passaggio dallo Stato alle Regioni, nell'attribuzione di competenza agli Enti preposti alla loro gestione.

L'obiettivo primario dei rimboschimenti era ricostituire la copertura forestale nelle aree caratterizzate da scarsa fertilità e da sterilità del suolo a seguito dell'intenso sfruttamento. Il pino nero rappresentava una soluzione in quanto specie pioniera e frugale e quindi adattabile ad ambienti particolarmente difficili.

## 2.1 GLI INDIRIZZI SELVICOLTURALI delle pinete

La maggior parte delle pinete (soprattutto quelle realizzate con pino laricio) hanno dimostrato di poter assolvere positivamente anche alla funzione di produzione legnosa, soprattutto quelle costituite su terreni più fertili. Secondo BERNETTI (2015) rispetto all'originario trattamento previsto (ovvero il taglio a raso e rinnovazione artificiale posticipata), oggi si prospettano i seguenti indirizzi gestionali:

### **1) Indirizzi di ispirazione "naturalistica" (soprattutto per pinete di proprietà pubblica con una gestione non economica):**

In questa sezione rientrano tutti quei popolamenti che vengono rilasciati ad una evoluzione spontanea della vegetazione (NOCENTINI 1995). In questo caso la scelta prevede un periodo di successione molto lungo, soprattutto in virtù della longevità del pino nel suo ottimo climatico ed edafico. Il piano della vegetazione sottostante al piano principale delle chiome della pineta sarà soggetto con tutta probabilità a diverse "ondate" di rinnovazione successive, fin quando il piano superiore della pineta entrerà in crisi per senescenza (BERNETTI 2015, DEL FAVERO 2010).

Per velocizzare questo processo si può agire con un regime di diradamenti di forte intensità fino ad utilizzazioni finali assimilabili a tagli a raso su superfici limitate, con rilascio di riserve a scopo soprattutto paesaggistico e di garanzia di seme. MERCURIO (2010) definisce il taglio a raso a favore del piano di successione "taglio di smantellamento" della pineta proponendo anche, sulla scorta delle esperienze sulle pinete naturali di Pino laricio calabresi, di effettuare tagli a buche per favorire la successione.

Una possibile alternativa allo smantellamento della pineta è rappresentato dalla realizzazione di tagli a raso su piccole superfici o a buche (MERCURIO 2010) e il successivo reimpianto di specie autoctone. Una variante possibile di questa opzione è l'esecuzione di impianti di nuclei di specie autoctone in tagliate di pinete a stadi evolutivi ancora giovanili. L'obiettivo di tali interventi è quello di istituire, in popolamenti ancora giovani o giovanili, aree con piante con la funzione di portaseme per favorire ed indirizzare la successione naturale futura. Questa tecnica può essere principalmente adottata nei comprensori pubblici caratterizzati da ampi corpi di rimboschimento, ad alta monotonia strutturale, evolutiva e specifica e generalmente caratterizzati da una carenza di piante di specie autoctone potenzialmente disseminanti (PLUTINO *et al.* 2009).



Il pino nero dimostra di rinnovarsi naturalmente dopo l'incendio. La foto si riferisce alla pineta di Comano (MS) a circa un decennio da un incendio.

## **2) Indirizzi di ispirazione economica (soprattutto su pinete private):**

Il criterio generale è quello di applicare una modalità di trattamento che preveda la rinnovazione naturale del pino, in modo tale che la specie possa essere definita "naturalizzata". Tra le ipotesi possibili quelle più conosciute ed applicate sono:

- il trattamento con tagli a buche (a "schiumarola") come in uso nelle pinete calabresi, i tagli a strisce, i tagli successivi (CANTIANI 2012) ecc. In tali situazioni la rinnovazione di pino si avvantaggerà di lavorazioni superficiali del terreno (DEL FAVERO 2010, BERNETTI 1995). Esempi di rinnovazione naturale di pino nero post incendio si sono localmente evidenziati in Appennino (vedi Foto in alto) e ciò può far supporre una possibile combinazione di tagli a raso con riserve e fuoco controllato;
- il taglio a raso su superfici di pochi ettari e l'impianto di altre conifere a rapido accrescimento e valenza economica (ad esempio la douglasia). Per via dei costi e dell'impatto sul territorio questo trattamento è raccomandabile su piccole superfici su suoli silicatici e profondi, ossia situazioni in cui la fertilità della stazione sia già tale da rendere più che probabile l'attecchimento delle piantine nonché la produttività dell'impianto.

## **2.2 I TAGLI INTERCALARI**

PIUSSI e ALBERTI (2015) definiscono i tagli intercalari nei boschi monoplani come: i "tagli eseguiti prima della scadenza prevista per i tagli di rinnovazione". "I principali obiettivi dei tagli intercalari consistono nell'aumento della stabilità fisica e biologica individuale e di insieme". Con essi non ci si prefigge un ingresso della rinnovazione, quanto piuttosto di creare condizioni di suolo e di microclima ottimali all'insediamento del novellame al momento dei tagli di rinnovazione.

Si sintetizzano di seguito gli effetti dei tagli intercalari su soprassuoli artificiali monoplani:

- aumenta la crescita e migliora la forma delle piante, in quanto si incrementa la radiazione a livello delle chiome che agisce sul loro sviluppo. Ciò stimola la crescita in diametro dei fusti;
- migliorano le condizioni idriche del suolo (diminuisce la probabilità che le piante subiscano un periodo di inattività vegetazionale estiva e di conseguenza aumenta il tempo



Giovane fustaia di pino nero mai diradata. La competizione tra le piante determina una limitata espansione delle chiome.

a disposizione per la vegetazione attiva);

- aumenta lo spazio nel suolo per la crescita delle radici e la potenzialità di nutrienti da assorbire;
- migliora la stabilità meccanica del popolamento: aumento del rapporto H/D (rapporto ipsodiametrico) dovuto al maggior stimolo di crescita in senso radiale del fusto rispetto a quello longitudinale .

I tagli intercalari precoci (**sfolli**) sono generalmente interventi “precommerciali”, ovvero il cui prodotto non rappresenta un assortimento appetibile dal mercato a causa delle ridotte dimensioni e della scarsa qualità (fibratura, accrescimenti, ecc). Generalmente vengono eseguiti nei popolamenti costituiti da specie con legno di buona qualità ed hanno lo scopo di:

- aumentare la stabilità meccanica complessiva del popolamento;
- regolare le mescolanze specifiche;
- aumentare il valore produttivo tramite l’azione di educazione e selezione dei migliori soggetti.

### 2.2.1 I diradamenti

I diradamenti sono tagli intercalari in popolamenti coetanei effettuati a partire dallo stadio evolutivo di perticaia.

Si distinguono per

- **tipo**: si definisce la posizione sociale delle piante abbattute;
- **grado**: si definisce la percentuale di massa legnosa asportata;
- **età d’inizio**;
- **frequenza** degli interventi.

Il modulo selvicolturale classico del trattamento delle pinete di pino nero prevede che i diradamenti in un ciclo produttivo con turno di 90 anni siano di tipo dal basso, di grado moderato, con età di inizio precoce e frequenza di 10-15 anni (BERNETTI 2000).

#### Ricadute da un punto di vista economico

A parte i tagli intercalari precommerciali (sfolli nelle spessine e diradamenti delle perticaie), che hanno macchiatico per lo più negativo, con i diradamenti nelle fustaie in condizioni di fertilità stagionale da buona a ottima e in situazioni favorevoli per l’esbosco, è possibile ottenere risultati economicamente positivi.

Con i diradamenti liberi selettivi è possibile regolare la mescolanza nelle pinete miste con altre specie e tendere alla valorizzazione di latifoglie di pregio eventualmente presenti nel soprassuolo.

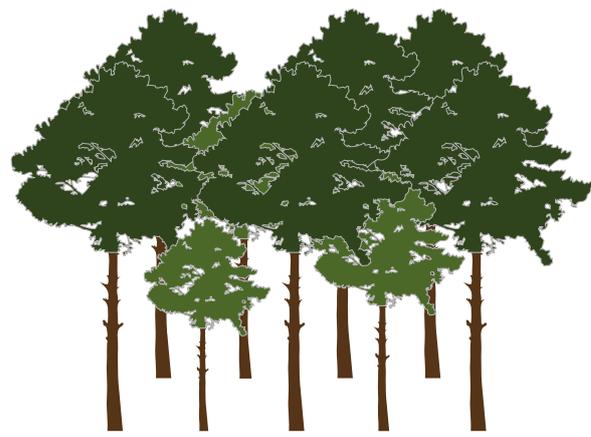
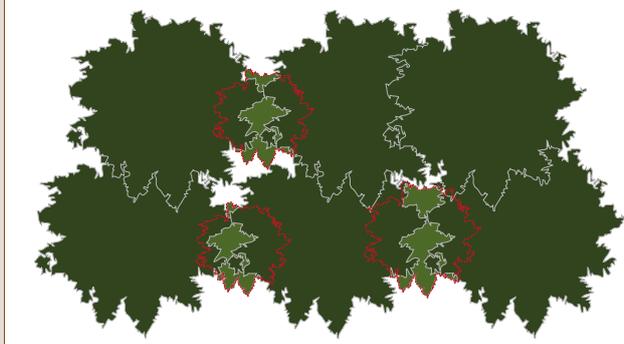
#### Ricadute sulla stabilità meccanica e sul grado di protezione del bosco

I diradamenti che agiscono effettivamente sullo stimolo alla crescita degli alberi dominanti o di alcuni soggetti particolarmente vigorosi (superdiradamenti, diradamenti liberi quali i diradamenti fotoincrementali (PIUSSI e ALBERTI 2015)) e i diradamenti “dopo la selezione del popolamento finale” (PRETCH 2009) agiscono sulla stabilità del piano dominante o, comunque sulla frazione di esso costituita dalle piante selezionate.

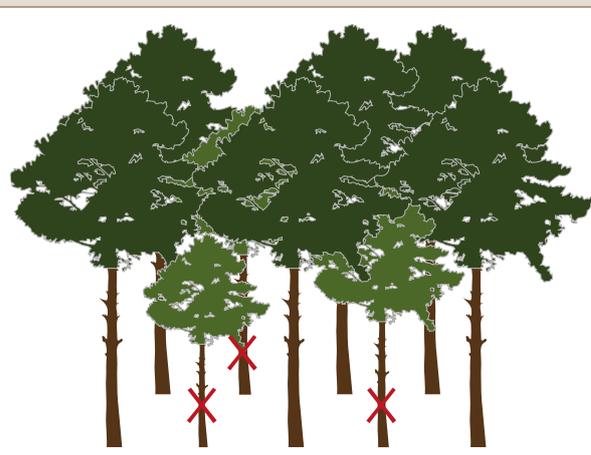
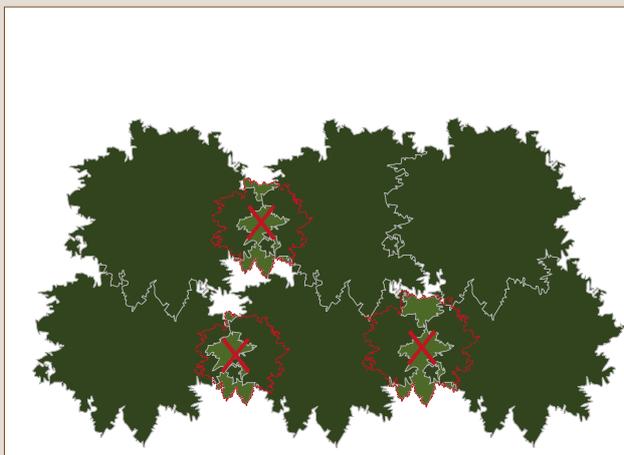
Queste modalità di diradamento determinano infatti la diminuzione del rapporto ipsodiametrico, l’aumento della profondità e della simmetria delle chiome delle piante selezionate e quindi del popolamento nel suo complesso. Il periodo immediatamente successivo all’intervento, per via dell’aumento di “scabrosità” del piano delle chiome e conseguentemente dei fenomeni di turbolenza del vento, è il più critico per la stabilità del soprassuolo (PIUSSI e ALBERTI 2015). Per questo, nel caso di diradamenti liberi selettivi, è importante

## DIRADAMENTO TRADIZIONALE IN UNA GIOVANE FUSTAIA COETANEA

- Piante del piano dominato
- Piante del piano dominante



La struttura del bosco prima del diradamento.



La martellata a carico del piano dominato.



La struttura del bosco dopo il diradamento. L'intervento è praticamente ininfluenza sulla copertura delle chiome.



L'assenza di diradamenti rende le fustaie di conifere di origine artificiale molto instabili e suscettibili a crolli per il vento.

che la scelta delle piante (o dei gruppi) selezionate sia particolarmente accurata e ricada su soggetti con fenotipi ad elevata stabilità meccanica.

### Ricadute per la biodiversità

La selezione attiva in fase di diradamento permette di valorizzare l'eventuale mescolanza nel piano arboreo.

I diradamenti liberi concorrono ad aumentare le chiazze di luce in modo irregolare al suolo. L'alternanza di copertura-scopertura del piano delle chiome determina un incremento della diversità della flora del sottobosco e della flora micologica rendendo possibile la coesistenza di specie sciafile ed eliofile (CANTIANI *et al.* 2015).

## Bibliografia

BERNETTI G., 1995 - **Selvicoltura speciale**. Unione Tipografico-Editrice Torinese.

BERNETTI G., 2000 - **Problemi e prospettive della selvicoltura nell'Appennino Centro Settentrionale**. Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia 24-27 giugno 1998, 2:79-119.

BERNETTI G., 2015 - **Le piante del bosco. Forme, vita e gestione**. Compagnia delle Foreste. pp. 350.

CANTIANI P., 2012 - **Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti**. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi 18.184 (2012): 15-20.

CANTIANI P., IORIO G., PELLER F., - 2005. **Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia)**. Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology, 2(2), 207.

CANTIANI P., MEO I., BECAGLI I., BIANCHETTO E., CAZAU C., MOCALI S., SALERNI E., 2015 - **Effects on thinnings on plants and fungi biodiversity in a *pinus nigra* plantation: a case study in central Italy**. Forestry Ideas, vol. 21, n. 2

DE PHILIPPIS A., 1958 - **Lezioni di Selvicoltura Speciale**. Firenze, p. 130-131.

DEL FAVERO R., 2010 - **I boschi delle regioni dell'Italia centrale. Tipologia, funzionamento, selvicoltura**. Cleup. 425 pp.

GAMBI 1983 - **Il pino nero, pianta della bonifica montana**. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 14: 3-46.

MERCURIO R., 2010 - **Restauro della foresta mediterranea**. Clueb. 368 pp.

NOCENTINI S., 1995 - **La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel**

**complesso di Monte Morello (Firenze)**. L'Italia Forestale e Montana, 4: 425-435.

PAVARI A., 1961 - **I rimboschimenti nella catena appenninica. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati**. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

PIUSSI P., ALBERTI G., 2015 - **Selvicoltura generale-Boschi, società e tecniche colturali**. Scienze Forestali e Ambientali. Compagnia delle Foreste. 434 pp.

PLUTINO M., PIOVOSI M., CANTIANI P., 2009 - **Rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero. Prove di impianto di potenziali nuclei di disseminazione di rovere in Pratomagno (Arezzo)**. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi 150 (2009): 9-14.

PRETZSCH H., 2009 - **Forest dynamics, growth, and yield**. Springer Berlin Heidelberg. pp. 664.

# 3

## I DIRADAMENTI SELETTIVI DEL PROGETTO SelPiBioLife

*Paolo Cantiani, Maurizio Marchi*

Si tratta di un regime di diradamenti liberi con selezione positiva.

I diradamenti vengono definiti “liberi” quando non prevedono una specifica categoria di piante da asportare e si incentrano piuttosto sulle caratteristiche specifiche e fenologiche di quelle da rilasciare. Il diradamento proposto si prefigge di valorizzare un numero medio di soggetti di buona potenzialità di sviluppo.

Vista la funzione preminentemente protettiva delle pinete di pino nero appenniniche, la “selezione” delle piante sarà effettuata su quei soggetti che garantiscano il massimo grado di stabilità meccanica, anche se, generalmente, i pini con un buon grado di stabilità sono pure quelli di miglior potenzialità produttiva.

Per comodità di trattazione questa modalità di intervento sarà d’ora in poi definita “**diradamento selettivo**”, pur consapevoli che in letteratura questo termine è utilizzato espressamente per il diradamento selettivo di Schaedelin (perfezionato da Leibundgut nel 1946), il quale intende una forma di diradamento libero legato alla selvicoltura naturalistica, con precise regole codificate (PIUSSI e ALBERTI 2015). Sempre per praticità sarà adottato il termine “**candidate**” per le piante selezionate di buona vigoria da valorizzare con gli interventi.

Il presupposto del diradamento selettivo adottato con il Progetto SelPiBioLife è agire con il primo intervento in una fustaia giovane (età 30-40 anni) non diradata o al massimo sottoposta a interventi deboli dal basso, ovvero la struttura più rappresentata attualmente nei popolamenti artificiali di pino nero appenninici.

### 3.1 IL BACKGROUND: IL DIRADAMENTO DAL basso è utile alle funzionalità delle pinete di pino nero?

I diradamenti dal basso si traducono in un’asportazione periodica delle piante del popolamento di minor sviluppo. Il grado del diradamento è il fattore che discrimina se l’intervento incide solo nel piano dominato (diradamento dal basso debole) o se si spinge anche nel piano codominante e, limitatamente alle piante mal conformate, anche nel piano superiore



L'assenza di diradamento determina un basso grado di stabilità individuale delle piante (alto rapporto ipsodiametrico)

delle chiome (diradamento dal basso moderato e forte).

Le legislazioni forestali regionali appenniniche spesso regolano l'incidenza degli interventi in base alle percentuali di prelievo sul numero delle piante. Conseguentemente, soprattutto nei primi interventi questo si traduce in un prelievo del solo piano dominato.

Da un'analisi effettuata su 88 popolamenti sperimentali di diversa età in Toscana in protocolli permanenti seguiti da CREA SEL (comparabili fra loro per fertilità e densità iniziale di impianto) si deduce che **il rapporto tra il piano dominante e quello dominato rimane sostanzialmente costante negli stadi di sviluppo di perticaia/giovane fustaia/fustaia matura non sottoposti ad intervento**. In questi stadi evolutivi il numero dei pini dominati è in percentuale pari a 25,7% ( $\pm 5,8\%$ ) del numero totale delle piante. Quindi i primi diradamenti, che incidono su circa il 30% del numero delle piante, non intaccano affatto il piano delle chiome principale.

In Figura 3.1 si osserva l'andamento delle densità in funzione del diametro medio di area basimetrica in pinete non sottoposte ad intervento. A diametri crescenti corrisponde un decremento del numero delle piante.

Il modello alsometrico per le pinete di pino nero e laricio della Toscana (BERNETTI *et al.* 1969) evidenzia una stretta relazione tra diametro medio del popolamento ed età in soprassuoli non trattati. L'analisi di 33 popolamenti sperimentali CREA SEL concordano col modello alsometrico del 1969.

Applicando la funzione lineare di Figura 3.2, è stato quindi calcolato il tasso di autodiradamento in funzione dell'età per le pinete di pino nero della Toscana

Assumendo costante la densità di impianto (in media 2.500 piante per ettaro) in particolare nel periodo tra 30 a 45 anni di età si dimostra una mortalità media in pineta di circa il 35% (in termini assoluti circa 550 piante ad ettaro) (Figura 3.3).

Un diradamento dal basso a 30 anni, effettuato secondo le comuni regole legislative regionali, in pratica asporterebbe solo la frazione di piante che sarebbe morta nel quindicennio successivo per autodiradamento. In altre parole l'intervento non porterebbe a nessun effetto positivo sulla concorrenza dei pini appartenenti al piano dominante che rappresentano i principali candidati a costituire il prodotto legnoso di fine ciclo produttivo e la frazione del popolamento di maggior stabilità potenziale.

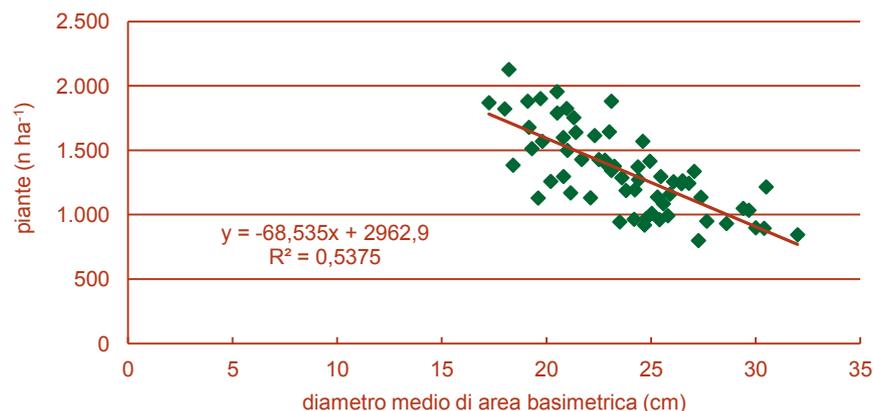
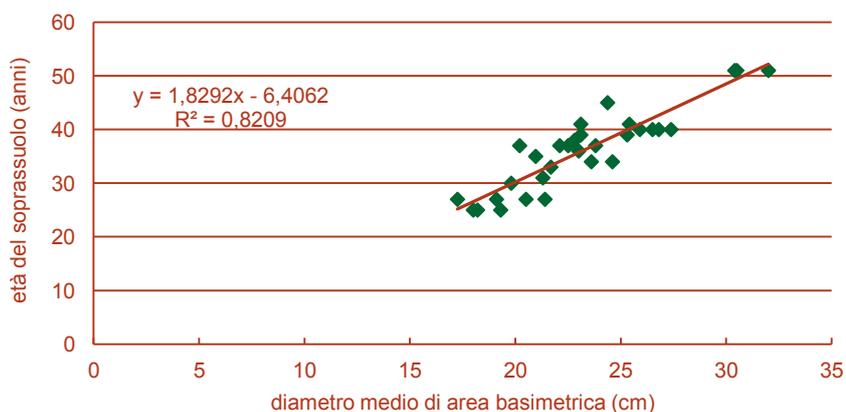
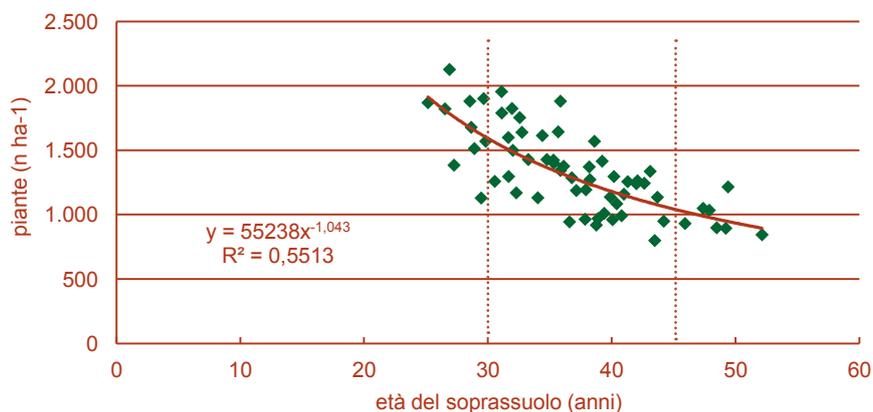


Figura 3.1 - Densità in funzione del diametro medio di area basimetrica.



**Figura 3.2** - Età del soprassuolo in funzione del diametro medio di area basimetrica (elaborazione dati di 33 popolamenti sperimentali non trattati).



**Figura 3.3** - Densità in funzione dell'età del soprassuolo (elaborazione dati di 66 popolamenti sperimentali non trattati).

Recenti studi sperimentali hanno dimostrato che **la componente sensibile al diradamento è la frazione dominante della pineta** (CANTIANI e PIOVOSI 2009, BIANCHI *et al.* 2010). In sostanza, interventi che non incidono nel piano dominante del popolamento non sortiscono alcun effetto sulla crescita e sulla stabilità delle pinete. Non influenzando sulla copertura delle chiome del piano superiore non modificano significativamente la radiazione al suolo e dunque non incidono neanche sulla dinamica della flora e delle altre componenti biotiche del suolo del piano basale. Viceversa, **interventi dall'alto e selettivi modificano sensibilmente in positivo tutte le caratteristiche del popolamento**. Un intervento di diradamento a finalità colturali (accrescimento della stabilità, stimolo incrementale) potrebbe quindi disinteressarsi delle piante del piano dominato quando queste non abbiano una destinazione economica utile, ad esempio nella produzione di biomassa per cippato (CANTIANI 2012).



Fustaia adulta di pino nero. L'assenza dei diradamenti ha comportato una forte mortalità per la competizione.

## 3.2 IL SISTEMA DI DIRADAMENTI SelPiBioLife

Il metodo proposto si basa su valutazioni sperimentali ed ha la caratteristica di essere **facilmente replicabile ed attuabile**.

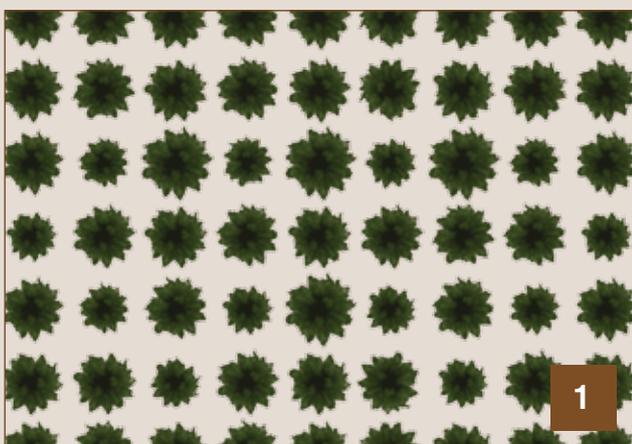
Come detto si tratta di un sistema di diradamenti “selettivi” con lo scopo di incrementare la funzionalità complessiva delle pinete, con particolare riguardo alla funzione di protezione idrogeologica.

Il metodo è valido per popolamenti da medio a buon vigore vegetativo a densità regolare e privi di evidenze patologiche in atto.

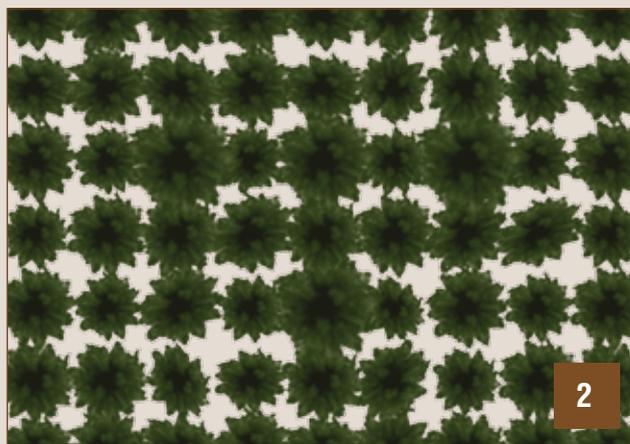
### Obiettivi del diradamento

Il sistema di diradamenti proposto ha la finalità di ottimizzare le caratteristiche del po-

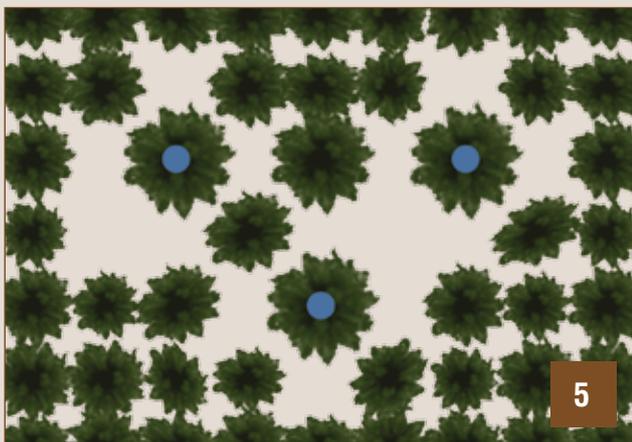
### DIRADAMENTO SELETTIVO PROPOSTO DAL PROGETTO SelPiBioLife



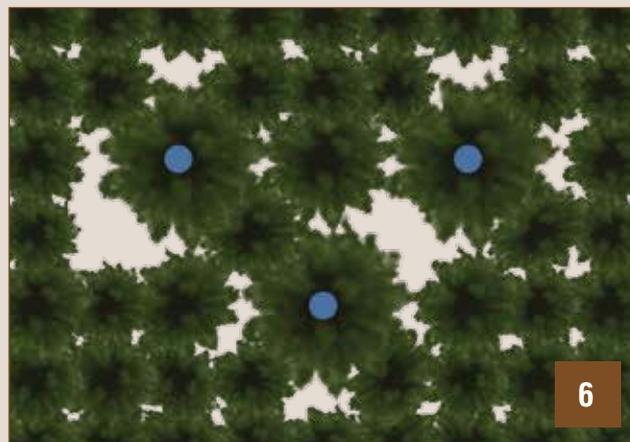
Giovane pineta di origine artificiale in cui le chiome delle piante non si toccano ancora.



Fase in cui le piante entrano in competizione, le chiome arrivano a toccarsi: è il momento di fare il diradamento.



Situazione dopo il diradamento selettivo che ha eliminato le dirette concorrenti.



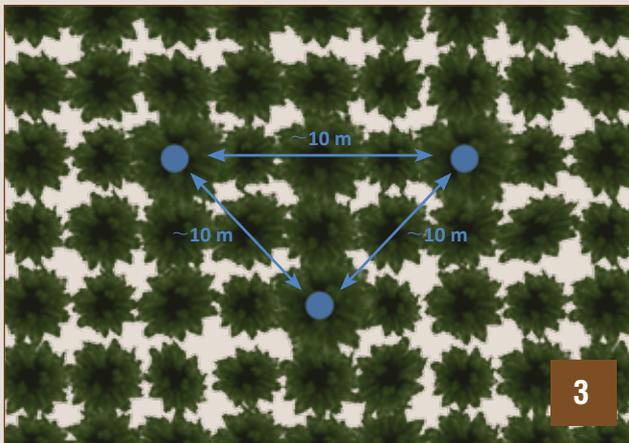
Le piante, sia le candidate che quelle di margine, si avvantaggiano degli spazi creati dal diradamento, fino a quando le chiome tornano a toccarsi.

polamento nei confronti della stabilità meccanica complessiva (funzione protettiva), della capacità di crescita delle piante (funzione produttiva), della differenziazione strutturale (funzione di aumento di biodiversità).

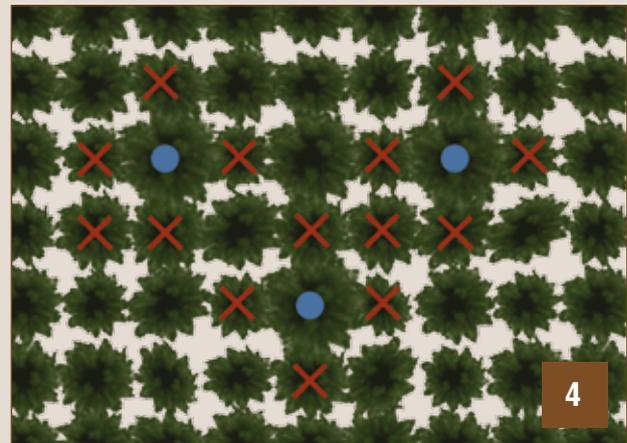
Da un punto di vista strutturale l'intervento si prefigge di aumentare la diversità sia in senso orizzontale (apertura di micro gap nell'intorno delle piante candidate) sia verticale (rottura della monotonia del piano delle chiome). La variazione della struttura muterà le condizioni microclimatiche a livello del suolo in termini di luce e acqua, incrementando la diversità di ambienti e quindi la diversità delle componenti biotiche (flora erbacea e arbustiva, componente micologica, meso e microfauna, componente dei batteri nel suolo).

La martellata del primo diradamento selettivo è caratterizzata da:

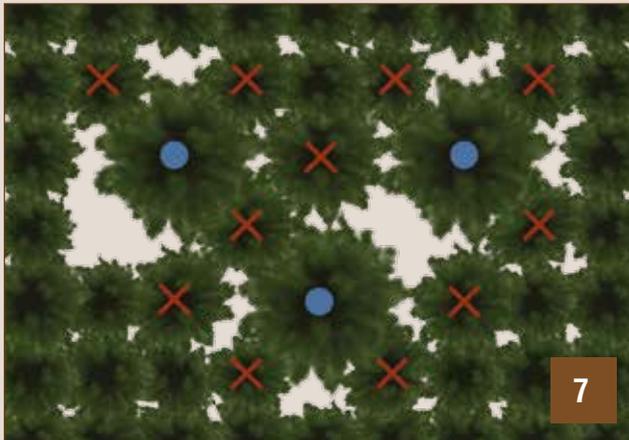
- selezione positiva delle piante candidate a costituire il popolamento di fine turno;
- l'identificazione delle "dirette concorrenti" intese come tutte quelle che rappresentano un ostacolo alla libera crescita della chioma della candidata.



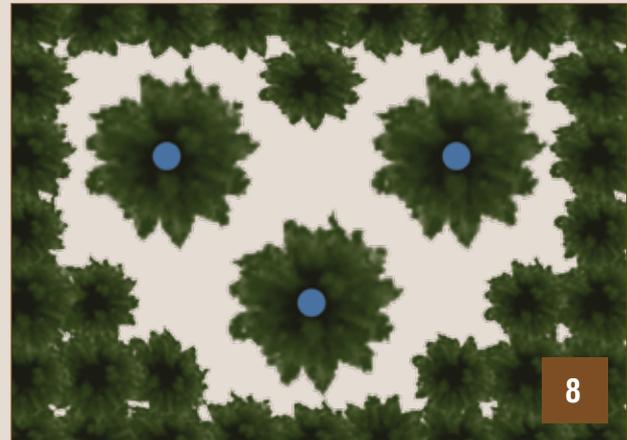
Si scelgono le piante candidate (vedi § 3.3.1). Per le pinete circa 100 candidate ad ettaro, la distanza media è di circa 10 m.



Si scelgono le piante dirette concorrenti delle candidate soprattutto sul piano dominante.



È il momento di un nuovo diradamento per eliminare le attuali competitori dirette delle candidate.



Situazione dopo il secondo diradamento selettivo.

### 3.3 LA SELEZIONE DELLE PIANTE CANDIDATE

#### Densità e spazializzazione delle piante da candidare

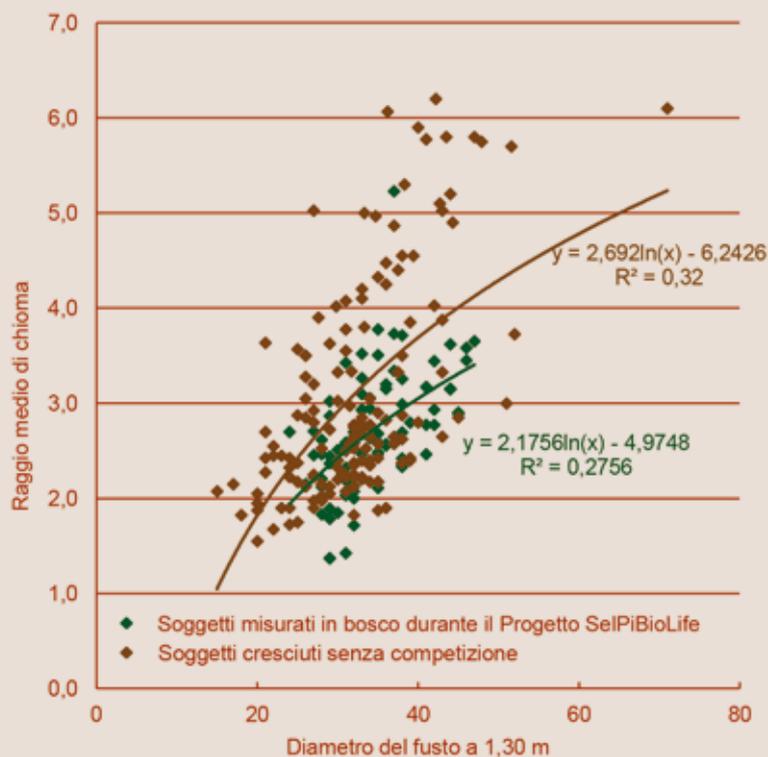
La selezione delle piante da valorizzare in boschi di conifere è difficilmente attuabile a stadi evolutivi precoci per via della scarsa differenziazione sociale e fenotipica dei soggetti arborei, che risulta invece molto più evidente nella fase di giovane fustaia. La recente tendenza della selvicoltura delle pinete di pino laricio in Spagna ha recepito questa esigenza, proponendo (in un regime normale di diradamenti) i primi due interventi intercalari in fase giovanile come diradamenti meccanici o dal basso, per poi, a circa 30 anni, operare un diradamento con selezione di alberi di avvenire (SERRADA *et al.* 2008).

Al **primo intervento selettivo**, negli stadi evolutivi di perticaia/giovane fustaia, si opera la **selezione delle piante candidate**, indipendentemente che il popolamento abbia densità di impianto oppure siano già stati effettuati precedenti interventi dal basso.

Il numero medio di candidate dovrà attestarsi intorno alle **100 piante per ettaro**.

La densità di 100 piante ad ettaro (distanza media tra le piante di circa 10 metri) scaturisce dall'analisi dei modelli di sviluppo delle chiome del pino nero cresciuti in assenza di concorrenza laterale (BERNETTI *et al.* 1969, CANTIANI e PIOVOSI 2009) e da dati sperimentali presi *ad hoc*. Tale numero rappresenta la densità media ottimale della pineta ad età di 100 anni

#### DENSITÀ MEDIA POTENZIALE DI UNA PINETA DI 100 ANNI



È stato costruito *ad hoc* un modello sul potenziale sviluppo delle chiome ad un'età di 100 anni.

Per la valutazione della relazione tra diametro a 1,30 m da terra e raggio di chioma cresciuta libera, in zone limitrofe alle aree del Progetto sono stati misurati i raggi di chioma di 150 alberi modello cresciuti isolati (dati inediti). Il Grafico mostra l'andamento del raggio medio di chioma reale in funzione del diametro delle piante candidate nel Progetto SelPiBioLife e quelli teorici se le piante fossero cresciute isolate.

Tale andamento è stato approssimato con una funzione di tipo logaritmico. Ipotizzando un incremento sulle piante candidate nel Progetto inferiore a quelle riportate dalla tavola alsometrica del pino nero (visto il ritardo nel primo diradamento rispetto al modello teorico) si avrebbe a 100 anni di età una superficie di copertura delle chiome (supposte di forma quadrata) pari a 9.615 m<sup>2</sup>, ovvero il massimo possibile di saturazione dello spazio a disposizione (96,2% della superficie).

**Figura 3.4** - Andamento del raggio medio di chioma di piante cresciute isolate ed in bosco in funzione del diametro del fusto a 1,30 m.

Per esigenze di semplicità e di facile replicabilità dell'intervento si suggerisce di scegliere le piante candidate in modo che sul terreno siano disposte spazialmente secondo un disegno regolare.

Si consiglia di operare la martellata con una squadra di due operatori. Partendo dalla quota inferiore dell'area oggetto dell'intervento e procedendo per curve di livello a quote via via superiori, una volta scelta e marcata con una striscia di vernice la prima candidata, un operatore rimane accanto ad essa, mentre il secondo si sposta sulla seconda candidata. In tal modo sarà possibile valutare sinteticamente la distanza tra le candidate (circa 10 metri). Ripetendo l'operazione alle curve di livello superiori le strisce poste sulle candidate saranno di supporto per la corretta disposizione spaziale regolare tra le candidate.

La regolarità della spazializzazione non è ovviamente una regola rigida. Le 100 piante per ettaro rappresentano un numero indicativo, così come anche la distanza dei 10 metri tra una candidata e l'altra deve essere considerata una distanza media. L'operatore dovrà di volta in volta valutare l'opportunità di variare tale regola in funzione della eventuale assenza di piante candidabili alla distanza teorica, oppure per emergenze locali di tipo stazionale (zone rocciose, scoscendimenti del terreno ecc.).

### 3.3.1 Caratteristiche delle piante candidate

Per la scelta delle piante candidate si dovranno valutare:

- la composizione specifica;
- la vigoria;
- il grado di stabilità meccanica;
- i danni meccanici e/o patologici (eventuali);
- i nuclei di stabilità.

#### La composizione specifica

Con la scelta delle piante candidate si ha l'opportunità di indirizzare il popolamento dal punto di vista della composizione specifica. Si tratta di una scelta gestionale e strettamente dipendente dalle caratteristiche del popolamento oggetto dell'intervento. Le pinete di pino nero appenniniche, infatti, hanno spesso un certo grado di mescolanza specifica, dovuta o all'impianto localizzato di specie diverse dal pino al momento del rimboschimento (frequentemente acero montano e abete bianco alle quote più elevate o cerro, leccio o altre conifere quali il cipresso a quote più basse), oppure per la preesistenza del bosco degradato prima dell'impianto (spesso castagno o querce).

La scelta di candidare altre specie rispetto al pino dovrà essere oculata e limitarsi a quei soggetti che, si reputa, possano garantire con la loro vigoria una buona reazione all'intervento. In presenza di specie sporadiche di alto valore economico (specie sporadiche di pregio) o ecologico (eventuali alberi *habitat*) sarà buona norma una loro scelta come candidate.

#### La vigoria

Le piante candidate dovranno appartenere al piano dominante del popolamento (e quindi dovranno essere caratterizzate da diametri ed altezze superiori ai parametri medi del popolamento). Saranno quindi privilegiati i soggetti dominanti che hanno vegetato per un lungo periodo sopra il piano delle chiome degli alberi loro adiacenti.

È importante che le piante candidate abbiano una chioma il più possibile densa.

#### La stabilità meccanica

Vista la funzione prevalentemente protettiva delle pinete di pino nero appenniniche, la valutazione di questo parametro riveste la massima importanza.



Nel diradamento selettivo delle pinete di pino nero una fase molto importante è quella della scelta delle piante candidate. La scelta deve basarsi sul fenotipo in funzione della stabilità meccanica e della vigoria.

La scelta di effettuare questa modalità di diradamento è strettamente dipendente dalla presenza nel popolamento di un numero sufficiente di piante stabili da candidare. Boschi carenti di piante meccanicamente stabili dovranno essere trattati con altre modalità di diradamento. La pianta candidata dovrà avere:

- un basso rapporto ipsodiametrico (inferiore a 90);
- una elevata profondità di chioma;
- la chioma il più possibile simmetrica;
- la chioma il più possibile ampia.

### Danni meccanici e/o patologici

Le piante candidate dovranno essere esenti da danni di origine meccanica (stroncamenti o biforcazioni della chioma, danni da fulmine al fusto, danni da ungulati, ecc.) e da danni patologici (evidenza di corpi fungini o di attacchi di insetti).

## PARAMETRI DI STABILITÀ DEI POPOLAMENTI FORESTALI

### Proposta di un metodo speditivo per la determinazione della stabilità meccanica dei pini neri

I più comuni parametri morfometrici della stabilità meccanica di un albero proposti dalla letteratura scientifica sono:

il **rapporto ipsodiametrico** =>  $H_{tot}/DBH$  di seguito HD

la **profondità relativa** della chioma =>  $(H_{tot}-H_{ins})/H_{tot}$

la **superficie** della chioma => intesa come proiezione al suolo della chioma ( $m^2$ )

il **grado di eccentricità** della chioma => raggio di chioma maggiore/raggio di chioma minore.

Di questi parametri solo il rapporto ipsodiametrico presenta dei **valori soglia** testati sperimentalmente che discriminano la stabilità e l'instabilità meccanica della singola pianta. Per questo motivo esso rappresenta il parametro di gran lunga più adottato. Per le pinete di pino nero il valore HD 90 (valore cautelativo), può essere considerata la soglia limite di stabilità per popolamenti di pino nero a stadi di sviluppo di giovane fustaia/fustaia adulta (CANTIANI e CHIAVETTA 2015, CANTIANI *et al.* 2015). Un metodo speditivo per la valutazione a vista del grado di stabilità dei pini appenninici prevede la conta dei palchi vivi del pino (LWN - living whorls number). Prove sperimentali hanno dimostrato che pini neri con un numero di palchi vivi superiore a 16 (Figura 3.5) hanno un rapporto ipsodiametrico sufficientemente basso da essere meccanicamente stabili (CANTIANI e CHIAVETTA 2015).

Chiaramente in fase di valutazione della qualità dell'albero l'operatore, oltre alla conta dei palchi, dovrà tenere presente anche altri aspetti morfologici e funzionali, quali la forma della chioma, eventuali biforcazioni del fusto, danni patologici o meccanici, ecc. tali da far catalogare la pianta come "instabile" anche nel caso di un numero di palchi elevato. La valutazione della stabilità dovrà essere particolarmente curata, con considerazioni indipendenti da quella della conta dei palchi, in condizioni stazionali particolari, quali zone con rocce affioranti o con suoli superficiali, dove andranno valutati piuttosto gli aspetti legati all'ancoraggio al terreno dell'apparato radicale.



**Figura 3.5** - Rappresentazione grafica del modello (linea verde) e del suo errore (linee marroni). Le linee tratteggiate indicano i valori soglia (conservativo e non conservativo) di LWN.



## I nuclei di stabilità

È possibile candidare gruppetti di due o più piante laddove si reputa che essi rappresentino un gruppo di stabilità (collettivi), costituito da insiemi di piante dominanti con chiome compenstrate tra loro. I gruppi di alberi candidati saranno considerati come una singola pianta candidata e quindi, come tali, seguiranno le regole del diradamento.

## 3.4 LIBERAZIONE DELLE CANDIDATE DALLE loro concorrenti

La fase successiva alla definizione delle candidate è liberare la loro chioma da quella delle immediate concorrenti. Le piante concorrenti sono quelle che intralciano direttamente lo sviluppo naturale delle chiome delle candidate. Ai fini dell'efficacia dell'intervento sarebbe quindi sufficiente liberare le candidate dalle piante dominanti e codominanti (nel piano superiore delle chiome) che siano in diretta competizione con esse. Affinché l'intervento abbia anche una maggiore efficacia nell'accrescere il grado di differenziazione strutturale del popolamento, e concorra ad aumentare le mutazioni microclimatiche al suolo (luce ed acqua) e favorire la biodiversità a livello del suolo, si raccomanda di asportare anche le piante del piano dominato limitrofe alla candidata.

L'asportazione delle piante concorrenti ha lo scopo di liberare integralmente le chiome delle piante candidate creando discontinuità tra tutta la corona della chioma di ciascuna pianta candidata e quella delle sue potenziali future piante competitori.

La matrice del popolamento non soggetta direttamente al diradamento selettivo può essere trattata alternativamente con due modalità:



Il diradamento selettivo determina la liberazione delle chiome delle piante candidate. Vengono asportate tutte le piante direttamente concorrenti con le candidate.



La martellata nel diradamento selettivo prevede le seguenti fasi:

- A) individuazione delle piante candidate (pianta con anello blu);
- B) individuazione delle dirette competitrici (piante con croce rossa);
- C) diradamento localizzato a favore delle candidate.

Il diradamento ha la finalità di lasciare spazio libero alle chiome delle piante candidate. Un nuovo intervento di diradamento dovrà essere effettuato al momento in cui le piante candidate abbiano la chioma nuovamente a contatto con nuove piante competitrici.

- rilasciare integralmente questa frazione del popolamento;
- effettuare nella matrice un diradamento dal basso di grado moderato.

Ambedue le scelte non incidono sulla funzionalità del sistema di diradamenti dal punto di vista tecnico. Si tratta infatti di asportare o meno una quota di soggetti del piano dominato, i quali non hanno comunque influenza sui rapporti di concorrenza del piano dominante. Tuttavia la scelta del rilascio integrale della matrice concorre a differenziare maggiormente la struttura (coesistenza di zone di popolamento dense e di micro *gap* nella copertura delle chiome).

### La frequenza degli interventi

I diradamenti successivi dovranno essere ripetuti nel momento in cui le chiome delle piante candidate saranno nuovamente in competizione con quelle delle loro dirette concorrenti.

Il periodo di tempo tra un intervento e quello successivo (frequenza degli interventi) dipende da diversi fattori:

- l'intensità del primo diradamento selettivo. Il periodo tra un intervento e quello successivo è direttamente correlato all'intensità del primo intervento (e quindi alla distanza tra le chiome venute a creare in seguito al diradamento);
- lo stadio evolutivo del popolamento. La maggior capacità reattiva di crescita delle piante a stadi evolutivi giovanili fa supporre una maggiore frequenza tra interventi se il primo diradamento selettivo è stato effettuato in fase di perticaia/giovane fustaia;
- la fertilità della stazione (correlazione inversa tra grado di fertilità e frequenza degli interventi).

### La modalità dei diradamenti successivi al primo intervento selettivo

I diradamenti successivi concettualmente seguono quanto già visto per il primo intervento.

Punto cardine è sempre quello di operare in modo da liberare dalla competizione per la luce le chiome delle piante candidate al primo diradamento.

Operativamente le piante candidate, attorno alle quali agire con l'intervento, saranno riconoscibili dalla striscia di vernice indelebile apposta nella fase della prima martellata selettiva.

Laddove si riscontrino fallanze tra le candidate, oppure qualcuna di essa si presenti danneggiata, sarà possibile (se necessario) sostituire la candidata con un'altra pianta vigorosa limitrofa.

## 3.5 CONSIDERAZIONI

Il metodo selvicolturale proposto presenta a nostro avviso i seguenti punti di forza:

- è stato concepito partendo dall'analisi delle reali strutture dei popolamenti artificiali di pino nero presenti attualmente in Appennino (per lo più giovani fustaie la cui densità dipende esclusivamente dall'autodiradamento);
- è un sistema di diradamenti di semplice applicazione e di facile replicabilità;
- è un metodo sufficientemente elastico, pur con la necessaria rigidità di applicazione per alcuni parametri (limite di un numero massimo delle candidate e, soprattutto, l'importanza della scelta di piante candidate di buone caratteristiche fisico biologiche);
- è un metodo che favorisce le valutazioni di controllo degli interventi (la marcatura indelebile delle piante candidate garantisce il controllo *ex post* sulla bontà delle scelte effettuate);
- stimola nel breve periodo l'incremento del grado di stabilità meccanica complessivo del popolamento;

- garantisce prelievi maggiori sia in termini di massa asportata, sia in termini di qualità degli assortimenti ottenuti;
- incrementa la diversità delle strutture orizzontali e verticali dei popolamenti trattati;
- incrementa la diversità di microambienti e quindi la diversità biologica a livello del suolo;
- rende più flessibile la scelta delle varie opzioni gestionali per la rinnovazione/successione delle pinete.

Chiaramente in questo tipo di intervento non potrà essere elusa la fase di martellata, per la quale si presuppone una sufficiente preparazione tecnica. Tuttavia, numerose e pregresse esperienze di divulgazione pratica del metodo a personale tecnico ci incoraggiano circa la sua efficace replicabilità.

I tempi tecnici per la martellata del diradamento selettivo non subiscono allungamenti rispetto a quelli necessari alla martellata classica dal basso. Nel caso si decida di non operare il diradamento dal basso nella matrice del popolamento non soggetta all'intervento selettivo, il tempo impiegato per la scelta delle candidate e per la loro marcatura vengono compensati dall'assenza di martellata nella zona non toccata dall'intervento.

L'abbattimento delle piante concorrenti alle candidate necessita una maggior perizia tecnica da parte degli operatori rispetto al diradamento dal basso, in quanto:

- le piante abbattute hanno dimensioni mediamente maggiori rispetto a quelle utilizzate col diradamento dal basso;
- è necessario evitare danni alle chiome delle piante candidate durante l'abbattimento delle concorrenti.

La distanza media di 10 metri tra le candidate è generalmente sufficiente per non creare intralcio nella fase di esbosco dei tronchi; solo localmente la distribuzione regolare delle candidate sul terreno renderà necessario organizzare linee di esbosco non perfettamente rettilinee.

## Bibliografia

BERNETTI G., CANTIANI M., HELLRIGL B., 1969 - **Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana.** L'Italia Forestale e Montana, 1: 10-41.

BIANCHI L., PACI M., BRESCIANI A., 2010 - **Effetti del diradamento in parcelle sperimentali di pino nero in Casentino (AR): risultati a otto anni dall'intervento.** Forest@ 7: 73-83.

CANTIANI P., 2012 - **Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti.** Sherwood n. 184: 15-19.

CANTIANI P., PIOVOSI M., 2009 - **La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione.** Annali CRA-SEL, 35:35-42.

CANTIANI P., CHIAVETTA U., 2015 - **Estimating the mechanical stability of *Pinus nigra* Arn. using an alternative approach across several plantations in central Italy.** iForest (early view): e1-e7 [www.sisef.it/forest/contents?id=ifor130007](http://www.sisef.it/forest/contents?id=ifor130007)

CANTIANI P., CHIAVETTA U., MARCHI M., 2015 - **Valutazione in bosco della stabilità di piante di pino nero. Il metodo speditivo della conta dei palchi vivi.** Sherwood 215: 5 - 8.

PIUSSI P., ALBERTI G., 2015 - **Selvicoltura generale. Boschi, società e tecniche colturali.** Scienze Forestali e Ambientali. Compagnia delle Foreste. 434 pp.

SERRADA R., MONTERO G., REQUE J.A., 2008 - **Compendio de Selvicoltura Aplicada en España.** Publisher: M<sup>o</sup> Educación y Ciencia / Fund. Conde del Valle Salazar, 1178 pp,



L'apertura di spazi nel piano delle chiome sotto forma di micro *gap* della copertura determina una variabilità del microclima a livello del suolo che avvantaggia la biodiversità.

# 4

## STUDI DEGLI EFFETTI DEI DIRADAMENTI SU SOTTOBOSCO E SUOLO

La pianificazione forestale si è storicamente concentrata sulla produzione di legname, ma la globalizzazione del mercato del legno, nonché le preoccupazioni legate appunto alla protezione degli ecosistemi, hanno fatto aumentare l'importanza anche di altri organismi presenti nelle foreste (BONET *et al.* 2010). Ed è per questo che oggi si cercano strumenti di gestione forestale atti a salvaguardare e implementare non solo la produzione del legno, intesa come risorsa da sfruttare, ma anche la presenza di tutti gli altri organismi.

La valenza economica diretta di alcuni rimboschimenti come quelli a *Pinus nigra* J.F. Arnold è scarsa per il valore limitato delle produzioni possibili, tanto che la gestione attiva di queste formazioni è generalmente episodica e limitata soprattutto alle stazioni con maggior accessibilità, dove i costi per la selvicoltura si contengono e dove è possibile adottare un grado di meccanizzazione più spinto. D'altro canto le pinete assolvono ancora in modo ottimale la funzione protettiva per la quale sono state concepite. Il forte impegno di investimento pubblico che ha portato alla loro realizzazione può però essere vanificato dall'assenza o dalla non corretta esecuzione degli interventi colturali necessari.

In questo contesto si inserisce questo Progetto che si pone come obiettivo principale quello di conservare e incrementare, attraverso un nuovo approccio selvicolturale, la biodiversità forestale in popolamenti artificiali di pino nero.

In particolare viene valutato l'effetto di un diradamento di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso) e all'assenza di trattamento su popolamenti di pineta in fase giovanile. Si dimostra che questa tecnica gestionale, modificando la diversità strutturale orizzontale e verticale del popolamento forestale determina un diverso regime di luce, acqua e temperatura a livello del suolo favorendo l'accrescimento della biodiversità e la funzionalità complessiva dell'ecosistema (con conseguente incremento del valore economico, turistico e di protezione idrogeologica). Nel seguente capitolo si descrivono in sintesi le metodologie di rilievo e di misura messe in campo per dimostrare l'influenza positiva del trattamento proposto sugli indicatori di biodiversità e di qualità del suolo.

## 4.1 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SULLA DIVERSITÀ FLORISTICA

*Elisa Bianchetto, Isaac Sanz Canencia*

In una comunità vegetale la diversità può essere determinata secondo criteri diversi. Parliamo di ricchezza specifica quando si determina il numero di specie presenti, oppure parliamo di *Evenness* quando facciamo riferimento all'equiripartizione degli individui fra le specie presenti.

Può accadere che una comunità vegetale caratterizzata da un elevato numero di specie ma con 2 o 3 specie dominanti sia meno biodiversa di un'altra comunità nella quale le specie, presenti in numero minore, sono caratterizzate da un numero di individui simile.

Ma quali sono gli eventi che portano a variazioni nella composizione specifica di in una comunità vegetale?

Un soprassuolo forestale non disturbato si evolve secondo i meccanismi e i tempi relativi all'evoluzione naturale che possono modificare la composizione specifica della vegetazione e la struttura spaziale.

L'accelerazione dei processi che portano a modifiche dei soprassuoli forestali possono essere conseguenza di fenomeni casuali (eventi meteorici, incendi, problemi fitosanitari, ecc.) o programmati dall'uomo come ad esempio gli interventi gestionali (diradamenti, tagli a raso, ecc.). Tutti questi eventi portano alla scomparsa o alla riduzione della copertura forestale e all'attivazione dei processi a carico della vegetazione che possono identificarsi in successioni vere e proprie o semplicemente in variazioni della composizione specifica del sottobosco. Le variazioni a carico delle comunità vegetali possono interessare la presenza di specie in termini numerici, con aumento o diminuzione del numero delle specie presenti, oppure avere riscontri qualitativi con la comparsa di specie erbacee tipiche di altri ambienti,



*Cephalanthera damasonium* (Mill.) orchidea che si trova comunemente nelle pinete.

in particolare di aree aperte non boscate.

I diradamenti portano alla riduzione della copertura arborea e di conseguenza alla variazione delle condizioni stagionali in particolare per quanto riguarda i quantitativi di luce, temperatura e umidità a livello del suolo (MATTIOLI *et al.* 2008).

Nel Progetto con le diverse tesi si creano quindi situazioni eterogenee sulla superficie interessata dal taglio grazie alla creazione di piccole aperture distribuite in maniera disomogenea. Di conseguenza gli effetti sulla biodiversità con i due tipi di diradamento sono diversi proprio in relazione alla diversa distribuzione delle aperture che si sono create con il taglio e che determinano nuove condizioni stagionali.

Con il diradamento ci aspettiamo un aumento del livello di diversità floristica infatti, soprattutto grazie alla maggiore quantità di luce al suolo si assiste ad un ingresso di specie eliofile e in generale di specie tipiche di ambienti non forestali (BARAGATTI *et al.* 2004, RIONDATO *et al.* 2005). La persistenza di queste specie dipende sicuramente dalla densità della copertura forestale che con il passare del tempo tende a chiudersi riducendo le aperture create al momento dell'intervento.

Studi pregressi hanno dimostrato un aumento del numero delle specie del sottobosco e una loro persistenza nel corso del tempo e hanno fornito indicazioni sulla possibilità di programmare gli interventi non solo in funzione degli obiettivi produttivi ma anche considerando gli aspetti ecologici legati alla biodiversità (CAREY 2003).

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

Il rilievo è stato realizzato all'interno dei 27 *plot* di 10 m di raggio individuati complessivamente per i tre trattamenti previsti dal Progetto in ogni area di monitoraggio. Il rilievo della vegetazione del sottobosco è previsto prima della realizzazione dei trattamenti e successivamente in ogni anno per la durata del Progetto nel periodo primaverile-estivo al momento in cui la vegetazione è in fioritura e quindi più facilmente riconoscibile.

**Metodologia di rilievo:** metodo fitosociologico (BRAUN BLANQUET 1932)

Rilievo della copertura:

- stima sul terreno della proiezione della copertura totale esercitata dalla vegetazione.
- stima sul terreno della proiezione della copertura esercitata dalla componente legnosa.
- stima sul terreno della proiezione della copertura esercitata dalla componente erbacea.

Successivamente all'interno della superficie dei *plot* è stato determinato l'elenco floristico completo e ad ogni specie individuata è stato assegnato, tramite stima visiva, il valore secondo la scala di abbondanza-dominanza prevista dalla metodologia.

**Vantaggi:**

- rapidità di esecuzione;
- facilità di esecuzione;

**Svantaggi:**

- con la stima rischio di soggettività;
- il rilevatore deve essere esperto nel riconoscimento delle specie.

Dall'elaborazione dei dati raccolti sarà possibile caratterizzare la vegetazione e calcolare gli indici di biodiversità utili a cogliere le variazioni di composizione della vegetazione a seguito della realizzazione degli interventi.

## Bibliografia

BARAGATTI E., FRATI L., CHIARUCCI A., 2004 - **Cambiamenti nella diversità della vegetazione in seguito a diversi tipi di matricinatura in boschi di cerro**. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. n. 33, 39-50.

BRAUN-BLANQUET J., 1932 - **Plant Sociology: The Study of Plant Communities (English translation)**. McGraw Hill, New York.

CAREY A.B., 2003 - **Biocomplexity and restoration of biodiversity in temperate coniferous forest: inducing spatial heterogeneity with variable-density thinning**. Forestry, Vol. 76, No. 2, 2003, 127-136.

MATTIOLI W., PINELLI A., FILIBECK G., PORTOGHESI L., SCOPPOLA A., CORONA P., 2008 - **Relazioni tra gestione selvicolturale, tipo forestale e diversità floristica in cedui castanili**. Forest@ n. 5, 136-150.

RIONDATO R., COLPI C., DEL FAVERO R., 2005 - **Indicatori di biodiversità in ostriro-querzeti cedui di diversa età sui Colli Euganei (PD)**. L'Italia Forestale e Montana 65 (4), 405-427.

## 4.2 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SULLA DIVERSITÀ MICOLOGICA

*Elena Salerni*

### 4.2.1 Comunità macromicetiche

I macrofunghi si distinguono per avere un distinto corpo fruttifero caratterizzato da diverse forme: a cappello e gambo, coralloide, globoso, a forma di coppa, ecc., e che sia visibile ad occhio nudo, le cui dimensioni superino 1 mm, che sia prelevabile a mano (ARNOLDS 1981, CHANG e MILES 1992, MUELLER *et al.* 2007).

La maggior parte dei macrofunghi terrestri possono essere saprotrofi svolgendo un ruolo importante nel ciclo del carbonio e di altri elementi attraverso la decomposizione dei residui vegetali lignocellulosici e sterco animale, oppure micorrizici essendo coinvolti in associazioni simbiotiche con le radici delle piante. Quelli lignicoli invece sono esclusivamente o saprotrofi o agenti patogeni (MUELLER *et al.* 2007, SAVOIE e LARGETEAU 2011).

La gestione dei popolamenti forestali finalizzata alla produzione dei funghi è nota come “micoselvicultura” ed è una tecnica che sta assumendo una crescente importanza in tutta Europa (BONET *et al.* 2010, EGLI *et al.* 2010, GARCIA-BARRERA e REYNA 2012, 2013, MARTINEZ DE ARAGÓN *et al.* 2012, PILZ *et al.* 2006, RINEAU *et al.* 2010, SALERNI e PERINI 2004, 2010, SMIT *et al.* 2003, WANG e HALL 2004).

Da queste indagini è emerso che il diradamento favorirebbe la crescita dell’albero incrementandone la capacità fotosintetica, tale aumento indurrebbe anche ad una maggiore produzione non solo dei corpi fruttiferi delle specie ectomicorriziche associate alla pianta stessa, ma anche delle altre specie terrestri saprotrofe.



Campionamento micocenologico: raccolta di tutti i corpi fruttiferi visibili ad occhio nudo le cui dimensioni superino 1 mm.



Ripartizione in specie per il successivo calcolo della biomassa fungina.

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

Per la caratterizzazione della compagine macrofungina sono stati effettuati rilievi micocenologici, secondo la metodologia proposta da ARNOLDS (1981): in particolare nei 54 plot (27 in Pratomagno e 27 in Amiata) sono stati identificati e contati tutti i corpi fruttiferi di funghi epigei presenti nel periodo di maggior produzione fungina (tarda primavera ed autunno). I rilievi per la caratterizzazione delle comunità macrofungine sono previsti prima della realizzazione dei trattamenti e successivamente in ogni anno per la durata del Progetto. La determinazione dei campioni rinvenuti è stata effettuata in laboratorio preferibilmente su materiale fresco, ma anche su essiccati, secondo le consuete tecniche macro e microscopiche. Durante ogni campionamento è stata anche rilevata la biomassa fungina presente in termini sia di peso fresco che di peso secco. Per rilevare quest'ultimo dato ogni carpoforo rilevato è stato posto in stufa a 50°C per circa 24 ore e successivamente pesato.

Dall'elaborazione dei dati raccolti sarà possibile ottenere:

- composizione specifica;
- numero di specie;
- abbondanza (numero di carpofori) per ogni specie rinvenuta;
- gruppo trofico di riferimento ad ogni specie rinvenuta;
- peso fresco e peso secco di ogni specie rinvenuta;
- gli indici di biodiversità.

## Bibliografia

ARNOLDS E., 1981 - **Ecology and coenology of macrofungi in grassland and moist heathland in Drenthe, the Netherlands.** In vol. 83 of *Biblioteca Mycologica* 407 pp.

BONET J.A., PALAHI M., COLINAS C., PUKKALA T., FISCHER C.R., MIINA J., MARTINEZ DE ARAGÓN, 2010 - **Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of the Central Pyrenees in northeastern Spain.** *Can. J. For. Res.* 40: 347-356.

CHANG S.T., MILES P.G., 1992 - **Mushroom biology, a new discipline.** *Mycologist* 6:64-65.

EGLI S., AYER F., PETER M., EILMANN B., RIGLING A., 2010 - **Is forests mushroom productivity driven by tree growth? Results from a thinning experiment.** *Ann For Sci* 67:509p1-509p9.

GARCIA-BARRERA S., REYNA S., 2012 - **Below-ground ectomycorrhizal community in natural *Tuber melanosporum* truffle grounds and dynamics after canopy opening.** *Mycorrhiza*, 22: 361-369.

GARCIA-BARRERA S., REYNA S., 2013 - **Response of *Tuber melanosporum* fruiting to canopy opening in a Pinus-Quercus forest.** *Ecological Engineering*, 53: 54-60.

MARTINEZ DE ARAGÓN J., FISCHER C., BONET A.J., OLIVERA A., OLIACH D., COLINAS C., 2012 - **Economically profitable post fire restoration with black truffle (*Tuber melanosporum*) producing plantations.** *New Forest*, 43: 615-630.

MUELLER G.M., SCHMIT J.P., LEACOCK P.R., BUYCK B., CIFUENTES J., DESJARDIN D.E., HALLING R.E., HJORTSTAM K., ITURRIAGA T., LARSSON K.-H., LODGE D.J., MAY T.W., MINTER D., RAJCHENBERG M., REDHEAD S.A., RYVARDEN L., TRAPPE J.M., WATLING R., WU Q., 2007 - **Global diversity and distribution of macrofungi.** *Biodivers. Conserv.* 16: 37-48.

PILZ D., MOLINA R., MAYO J., 2006 - **Effects of thinning young forests on chanterelle mushroom production.** *J Forest* 104:9-14.

RINEAU F., MAURICE J.P., NYS C., VOIRY H., GARBEY J., 2010 - **Forest liming durably impact the commu-**

**nities of ectomycorrhizas and fungal epigeous fruiting bodies.** *Ann For Sci* 67:110.

SALERNI E., PERINI C., 2004 - **Experimental study for increasing productivity of *Boletus edulis* s.l. in Italy.** *For Ecol Manag.* 201:161-170.

SALERNI E., PERINI C., 2010 - **Macrofungal communities in Italian fir woods - short-term effects of silviculture and its implications for conservation.** *Cryptogamie, Mycologie* 31(3):251-283.

SAVOIE J.M., LARGETEAU M.L., 2011 - **Production of edible mushrooms in forests: trends in development of a mycosilviculture.** *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 89: 971-979.

SMIT E., VEENMAN C., BAAR J., 2003 - **Molecular analysis of ectomycorrhizal basidiomycete communities in a *Pinus sylvestris* L. stand reveals long-term increased diversity after removal of litter and humus layers.** *FEMS Microbiol Ecol* 45:49-57.

WANG Y., HALL I.R., 2004 - **Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements.** *Can J Bot* 82:1063-1073.

## 4.2.2 Comunità ectomicorriziche

Le specie fungine e quelle vegetali capaci di formare ectomicorrizze (ECM) sono rispettivamente circa 6.000 e 25.000 (BRUNDRETT 2009, RINALDI *et al.* 2008) e dominano praticamente tutti gli ambienti forestali del globo. In uno stesso bosco sono presenti numerose specie fungine ectomicorriziche, molte delle quali condividono la stessa pianta e addirittura la medesima radichetta.

Fra questi funghi si instaura un rapporto di reciproca competizione per la conquista delle giovani radichette non ancora colonizzate. In questa sorta di “guerra” sotterranea nessun fungo risulta in assoluto più forte ma il “vincitore” è quello che meglio si adatta alle particolari condizioni presenti nel suolo in quel momento. Un qualsiasi cambiamento può spostare gli equilibri a favore di una specie o di un'altra. Per questo motivo la composizione delle comunità fungine ectomicorriziche è estremamente dinamica e varia nel tempo in funzione di numerosi fattori biotici ed abiotici ancora in parte sconosciuti. Esiste una rete sotterranea di connessione tra le ife fungine, che permette una sorta di comunicazione e trasferimento sia di energia sia di sostanze nutritive e tutto ciò si manifesta con la comparsa di corpi fruttiferi delle specie ectomicorriziche implicate (RAYNER 1998).

La conoscenza della composizione delle comunità fungine è il primo importante passo per comprendere sia i rapporti che intervengono fra pianta e funghi sia l'effetto dei fattori (clima, tipo di suolo, intervento dell'uomo) che li regolano.



Campionamento degli apici radicali micorrizzati (ECM).



A) Micorrizza di *Inocybe pseudorubens* vista allo stereo microscopio. B) Iife di *Inocybe pseudorubens* viste al microscopio ottico. C) Particolare del mantello della micorrizza di *Inocybe pseudorubens* visto al microscopio ottico.

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

I rilievi per la caratterizzazione delle comunità ectomicorricizie sono state fatte nei 54 *plot* (27 in Pratomagno e 27 in Amiata) prima della realizzazione degli interventi selvicolturali e verranno ripetuti alla fine del Progetto. Durante il rilievo degli apici radicali micorizzati (ECM) sono stati prelevati, con un apposito cilindro in acciaio dal diametro di 6 cm, campioni di terreno ad una profondità di circa 30 cm (lo strato in cui si sviluppa la maggior parte del micelio e delle micorrizze). In laboratorio le radici sono state poi separate dal terreno tramite setacci con maglia di 2 mm, le micorrizze formate da differenti specie fungine sono state osservate allo stereo-microscopio (x 12) ed assegnate ai diversi tipi morfologici sulla base del loro colore e della presenza e delle caratteristiche di ife e cistidi, secondo la metodologia descritta da AGERER (1991, 1987-2002). Tutti gli apici micorizzati attribuiti a ciascun morfotipo sono stati contati e riportati in percentuale sul numero totale. Le analisi molecolari sono state condotte selezionando le ectomicorricize più turgide da ogni morfotipo amplificando e sequenziando regioni ITS del DNA ribosomiale direttamente da porzioni di mantello fungino, secondo la metodologia proposta da IOTTI e ZAMBONELLI (2006).

Dall'elaborazione dei dati raccolti sarà possibile ottenere:

- differenziazione in morfotipi
- composizione specifica
- abbondanza delle singole specie (i)

$$i = (x_i / n) * 100,$$

n = numero delle micorrizze analizzate o numero di cloni analizzati

$x_i$  = numero di micorrizze/cloni appartenenti alla specie i.

- gli indici di biodiversità.

## Bibliografia

AGERER R., 1987-2002 - **Colour Atlas of Ectomycorrhizas**. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.

AGERER R., 1991 - **Characterization of ectomycorrhiza**. In: NORRIS J.R., READ DJ, VARMA A (eds.), Techniques for the study of mycorrhiza. Methods in microbiology, vol 23. Academic Press, London, pp. 25-73.

BRUNDRETT M.C., 2009 - **Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis**. Plant and Soil, 320:37-77.

IOTTI M., ZAMBONELLI A., 2006 - **A quick and precise technique for identifying ectomycorrhizas by PCR**. Mycological Research 110: 60-65.

RAYNER A.D.M., 1998 - **Fountains of the forest - The interconnectedness between trees and fungi**. Mycological Research, 102:1441-1449.

RINALDI A. C., COMANDINI O., KUYPER T.W., 2008 - **Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the whet from chaff**. Fungal Diversity, 33:1-45.

## 4.3 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SULLA DIVERSITÀ DELLA MACROFAUNA

Gianni Bettini

I Carabidi sono considerati a livello internazionale un importante gruppo di organismi bioindicatori molto affidabile, costituiscono un indice anche nelle procedure operative che consentono di valutare lo stato di conservazione dell'ambiente che ne ospita la comunità. I coleotteri Carabidi sono largamente usati per la valutazione e il monitoraggio dei mutamenti ambientali in rapporto alle modifiche verificatesi in biotopi e paesaggi.

In Italia sono presenti 1.300 specie di Coleotteri Carabidi che sono distribuite in modo disomogeneo in diversi biomi che costituiscono la Biosfera e in particolare il manto vegetale del paese.

I Coleotteri Carabidi sono Insetti epigei geofili la cui distribuzione spaziale e i cui caratteri morfo-ecologici (es. morfologia alare, dieta e lunghezza corpo) sono fortemente influenzati dai parametri fisici (es. umidità, temperatura) e chimici (pH, concentrazione metalli) nel suolo (GOBBI *et al.* 2007), questo rende tali Insetti indicatori degli effetti dei cambiamenti ambientali (es. riscaldamento suoli, gestione e inquinamento) sui suoli e sulle forme di humus. Il declino che la biodiversità dei Carabidi ha avuto nell'ultimo secolo in Europa e il ruolo che questi Coleotteri hanno come predatori di Insetti infestanti e come prede di molti Vertebrati, rende prioritaria la conoscenza della loro distribuzione spaziale in relazione alle attività antropiche (BRANDMAYR 1980).

È ormai accertato che da anni le ali dei Carabidi tendono a ridursi e diventare rudimentali in ambienti stabili e costanti nel tempo e le carabidocenosi rispondono al crescere della instabilità ambientale aumentando la percentuale di specie Macrottere e Pteridimorfiche, quelle cioè con ali più grandi e più alto potere dispersivo.



Fasi di preparazione delle *pit-fall traps* nelle aree di intervento del Progetto LIFE. A destra particolare della trappola.

La maggior presenza di specie silvicole e Microterre è presente nei siti maturi con alberi ad alto fusto che non hanno subito ceduzione da diversi anni (BRANDMAYR *et al.* 2002).

Le specie con ali ridotte, predatrici e di grandi dimensioni sono legate agli stadi più maturi della vegetazione e quindi ai suoli più sviluppati, che sono meno perturbati e nei quali vi è la maggior disponibilità trofica. Negli habitat più perturbati si nota un elevato numero di specie con dieta generalista, ali completamente sviluppate e ridotte dimensioni corporee.

Per questo motivo si è scelto di selezionare questi organismi indicatori prima e dopo il trattamento selvicolturale per il monitoraggio della biodiversità del suolo del Progetto SelPiBioLife.

Il rilievo sul campo e l'analisi della diversità della carabidofauna è iniziato a Giugno 2015, ed è consistito essenzialmente nell'allestimento di 108 trappole *pitfalls* in totale: 54 trappole (2 per *plot*) per ciascuna delle 2 aree: Pratomagno e Amiata. Negli ambienti mediterranei il periodo di campionamento potrebbe durare tutto l'anno, ma l'attività dei Carabidi è comunque concentrata in primavera o in autunno, per cui si è ripetuta la procedura di campionamento a giugno e a ottobre nelle due aree. Le *pitfalls* sono state collocate nei pressi del centro dei *plot*.

Sono state analizzate le forme biologiche perché come accennato, la modalità di alimentazione ci indica l'*habitat* di elezione della specie (bosco maturo, ambiente aperto).

La comunità dei Coletteri Carabidi è stata analizzata in merito al rapporto fra specie "non volatrici" e specie in grado di volare (macroterre + pteridomorfe) perché tale analisi offre un quadro della variazione del potere di dispersione lungo i più importanti gradienti ecologici dell'area di studio.

A) *Percus passerinii*, endemismo italiano dell'Appennino centro-settentrionale, montano e silvicolo, microterro.

B) *Nebria tibialis subcontracta* specie endemica dell'Appennino, microterro.

C) *Abax parallelepipedus* (=ater) elemento silvicolo microterro.



A



B



C

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

La metodologia seguita prevede l'utilizzo di trappole a caduta (*pitfall-traps*) (GREENSLADE 1964, ADIS 1979, VAN DEN BERGHE 1992) per la cattura dei Coleotteri Carabidi. Esse sono costituite da bicchieri di plastica (altezza 12 cm e diametro alla bocca 8,5 cm) interrati fino al bordo e contenenti una soluzione satura di cloruro di sodio in aceto di vino e poco alcool al 95% per la conservazione dei campioni. Il campionamento è stato effettuato in ciascun *plot* di 10 metri di raggio (27 *plot* per area di monitoraggio).

Al fine di riparare le trappole dalle precipitazioni, dal fogliame e dal disturbo di animali, ciascun bicchiere è stato coperto da pietre. La raccolta del materiale che cade nelle trappole è stata effettuata ad intervalli di 10-15 giorni durante la stagione di attività dei Coleotteri Carabidi. Il materiale che cade nella trappola viene raccolto sul campo e separato dai liquidi (acqua piovana e soluzione di aceto) tramite un colino a maglia sottile (0,75 mm circa), ed introdotto in appositi contenitori di plastica numerati sulla base del *plot* (da 1 a 9) e dotati di doppio tappo di chiusura. Nei contenitori viene aggiunto alcool puro al 95% per conservare il materiale raccolto fino al momento dello smistamento.

Attraverso questa analisi si percepiscono cambiamenti nel grado di biodiversità della mesofauna del suolo in quanto i Coleotteri Carabidi sono predatori e quindi importanti rappresentanti di questa componente.

## Bibliografia

ADIS J., 1979 - **Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps.** Zool. Anz. 202: 177-184.

BRANDMAYR P., 1980 - **Entomocenosi come indicatori delle modificazioni antropiche del paesaggio e pianificazioni del territorio: esempi basati sullo studio di popolamenti a Coleotteri Carabidi.** Atti del XII Congr.Naz.Ital.Entomol. Roma : 263-283.

BRANDMAYR P., ZETTO T., COLOMBETTA G., MAZZEI A., SCALERCIO S., PIZZOLOTTO R., 2002 - **I Coleotteri Carabidi come indicatori predittivi dei cambiamenti dell'ambiente: clima e disturbo antropico.** Atti XIX Congresso nazionale italiano di Entomologia Catania 10-15 giugno 2002: 283-295

GOBBI M., ROSSARO B., VATER A., DE BERNARDI F., PELFINI M., BRANDMAYR P., 2007 - **Environmental features influencing Carabid beetle (Coleoptera) assemblages along a recently deglaciated area in the Alpine region.** Ecol. Entom., 32: 282-289.

GREENSLADE P.J.M., 1964 - **Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera).** J. unim. Ecol. 33: 301-310.

VAN DEN BERGHE E., 1992 - **On pitfall trapping invertebrates.** Entomol. News. 103, 149-156.

## 4.4 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SULLA DIVERSITÀ DELLA MESOFAUNA DEL SUOLO

*Silvia Landi, Giuseppe Mazza, Giada d'Errico, Giulia Torrini,  
Pio Federico Roversi*

La lettiera e il suolo forestale costituiscono i maggiori serbatoi di biodiversità animale, in particolare per quanto attiene gli organismi inseriti nei Phylum Arthropoda e Nematoda, e sono luogo di numerosi processi di riciclo dei materiali e dei nutrienti. Gli artropodi del suolo contribuiscono in modo determinante alla demolizione della sostanza organica, altrimenti destinata a rimanere immobilizzata per lungo tempo, nutrendosi di tessuti vegetali e/o animali morti che vengono così trasformati in un substrato più facilmente degradabile dai microrganismi. Inoltre, concorrono alla formazione di sostanze umiche e aggregati complessi di materia organica con elementi minerali del suolo. I nematodi, perfettamente adattati all'ambiente interstiziale, sono considerati gli animali più abbondanti sulla Terra e le loro comunità presenti nel suolo svolgono ruoli fondamentali nella regolazione delle popolazioni microbiche, favorendo inoltre l'umificazione e la stabilità strutturale dei suoli, oltre a rivestire un peso non trascurabile tra i fattori biotici di regolazione delle densità di differenti categorie di artropodi terricoli. Microartropodi e nematodi nel loro complesso stabiliscono, infatti, complesse e sinergiche interazioni a vari livelli trofici, partecipando al delicato sistema di relazioni fondamentali per il mantenimento delle capacità omeostatiche e delle potenzialità produttive degli ecosistemi forestali (ROVERSI e NANNELLI 2012).

Dato il ruolo essenziale esercitato dalla mesofauna nei suoli, è evidente quanto sia fondamentale poter valutare l'impatto delle diverse pratiche forestali sulla biodiversità animale tellurica. La mancanza di metodi standardizzati di campionamento e le difficoltà di riconoscimento delle singole specie sono alcune delle principali ragioni per cui la mesofauna è stata poco studiata in passato. A seguito dell'accresciuta consapevolezza dell'importanza di questi componenti delle biocenosi, nematodi e microartropodi sono stati utilizzati in modo



Campionamento dei nematodi liberi del suolo tramite carotatore ed estrazione tramite il metodo Baermann modificato.



Selettori Berlese-Tullgren per l'estrazione dei microartropodi del suolo.

crescente per valutare l'impatto delle attività umane sull'ambiente, anche grazie alla loro abbondanza e alle capacità di questi metazoi di rispondere in tempi brevi a fattori di disturbo diversi. La messa a punto di metodiche standardizzate di campionamento e l'elaborazione di indici qualitativi che prevedono il riconoscimento della fauna a livello di ordine per gli artropodi e di famiglia per i nematodi, hanno semplificato gli studi del settore e hanno fornito una misura quantitativa per confrontare modalità gestionali diverse. L'Indice "Qualità Biologica del Suolo" (QBS) messo a punto da *PARISI et al.* (2005) si basa sul concetto che la qualità del terreno è tanto superiore, quanto maggiore è il numero dei gruppi di microartropodi ben adattati agli ambienti edafici. Il QBS-ar, infatti, separa i microartropodi in base ai caratteri morfologici di adattamento alla vita ipogea quali la riduzione o la perdita di pigmentazione e di organi visivi, la forma del corpo, la riduzione delle appendici, la riduzione o la perdita della capacità di volare, saltare o correre e la riduzione dello spessore della cuticola. I nematodi, che si muovono nel suolo utilizzando le pellicole di acqua che rivestono le particelle di terreno, offrono anch'essi strumenti utili per valutare la qualità biologica degli ecosistemi terrestri in ragione della loro elevata diversità e dello stretto contatto con varie sostanze presenti nel terreno. Validi indicatori delle condizioni dell'ecosistema suolo sono il *Maturity Index* (MI), messo a punto da *BONGERS* (1990) basato sul gradiente c-p (nematodi colonizzatori a strategia r e nematodi di ecosistemi maturi a strategia k), nonché gli indici basati sulla catena alimentare di *FERRIS et al.* (2001).

I diradamenti dei soprassuoli forestali vengono effettuati con il duplice scopo di mantenere condizioni di illuminazione ottimali per l'attività fotosintetica delle piante e di garantire alle radici spazio sufficiente per le necessità di acqua e nutrienti. Mentre gli effetti di tali pratiche, diverse a seconda della composizione dei boschi e della forma di governo, sono stati ampiamente indagati con riferimento alla produttività, non molti sono gli studi disponibili relativamente al loro impatto sulla biodiversità animale dei suoli. Ricerche svolte in pinete della Finlandia hanno evidenziato analogie con attività di disboscamento, pur sottolineandone il minore impatto (*HUHTA et al.* 1967). La notevole diminuzione della densità



Microartropodi del suolo.

di nematodi, collemboli e coleotteri rilevata in questo studio è stata ricondotta a tre fattori: i residui dell'abbattimento degli alberi, le variazioni delle condizioni microclimatiche e il cambiamento vegetazionale del sottobosco. Mentre con i diradamenti la quota di materia organica che rimane sul terreno è in genere modesta, è necessario considerare con attenzione gli effetti legati alla maggiore esposizione alla luce solare del terreno e le variazioni di umidità e temperatura, così come le modifiche nello strato arbustivo ed erbaceo con il conseguente sviluppo di nuove radici nello strato superiore del terreno.

Il principale scopo della riforestazione con pino nero lungo la dorsale Appenninica è stato quello di fornire una prima copertura con specie pioniere in zone degradate a rischio di erosione. Il taglio selettivo, eseguito nella primavera del 2015, ha modificato la chioma e conseguentemente il tasso di luce e la temperatura a livello del suolo. Nei successivi tre anni, i monitoraggi di entrambe le aree del progetto saranno mirati a indagare i cambiamenti nella composizione della microartropofauna e della nematofauna.



Nematodi del suolo.



## Bibliografia

BONGERS T., 1990 - **The maturity index - an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition.** *Oecologia* 83: 14-19.

FERRIS H., BONGERS T., DE GOEDE R.G.M., 2001 - **A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept.** *Appl. Soil Ecol.*, 18: 13-29.

HUHTA V., KARPINEN E., NURMINEN M., VALPAS A., 1967 - **Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil.** *Annales Zoologici Fennici*, 4: 89-145.

PARISI V., MENTA C., GARDI C., JACOMINI C., MOZZANICA E., 2005 - **Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy.** *Agr Ecosys. Environ.*, 105: 323-333.

ROVERSI P.F., NANNELLI R., 2012 - **Arthropods and nematodes: functional biodiversity in forest ecosystems.** In: *Forest Ecosystems more than just trees*, Edited by JUAN A. BLANCO and YUEH-HSIN LO, INTECH, pp. 29-52.

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

### MICROARTROPODI

- Prelievo di un cubo di terra di 10 cm di lato mediante apposito carotatore
- Estrazione dei microartropodi mediante estrattore Berlese-Tullgren
- Determinazione limitata all'identificazione dei *taxa* fino a livello di ordine
- Valutazione della comunità dei microartropodi attraverso: abbondanza degli individui/m<sup>2</sup>, ricchezza di *taxa*, rapporto acari/collemboli (A/C), Qualità biologica del suolo QBS-ar (valori espressi come punteggio EMI, indice eco-morfologico, variabile da 1 a 20 per ogni forma biologica adattata alla vita edafica).

### NEMATODI

- Prelievo di 5 carote di terra (profondità 0-15 cm)
- Omogeneizzazione del campione
- Estrazione di 100 ml di suolo con il metodo Baerman modificato per 48 ore.
- Determinazione limitata all'identificazione dei *taxa* fino a livello di famiglia.
- Valutazione della nematofauna attraverso: abbondanza degli individui/100 ml suolo, ricchezza dei *taxa*, indici qualitativi quali *maturity index* (MI), *plant parasitic index* (PPI), *basal index* (BI), *Enrichment index* (EI), *Structure index* (SI), *channel index* (CI).

## 4.5 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SULLA DIVERSITÀ MICROBICA DEL SUOLO

Stefano Mocali, Arturo Fabiani, Carolina Chiellini, Fabrizio Butti

Le teorie ecologiche nello studio della diversità biologica (biodiversità) sono state sviluppate essenzialmente per gli ecosistemi presenti sulla superficie del suolo, trascurando per lungo tempo tutte quelle forme di vita che sono presenti all'interno di esso, in particolare i microrganismi, e che invece rappresentano una enorme quantità di "vita invisibile" di fondamentale importanza per l'intera vita sulla terra (WARDLE e GILLER 1996). Infatti, la microflora tellurica rappresenta la parte più rilevante della biomassa del suolo, ed è quella che maggiormente influisce sulle sue proprietà biologiche regolandone tutti i processi biochimici che ne determinano le proprietà nutrizionali fondamentali per le piante (NANNIPIERI *et al.* 2003). I microrganismi intervengono, infatti, nella mineralizzazione della sostanza organica, nella sintesi dell'azoto, nella formazione dell'*humus* e agiscono inoltre sulla mobilizzazione degli elementi minerali e sul mantenimento della fertilità del suolo. Oltre a ciò occorre ricordare i rapporti che i microrganismi instaurano con le piante nella fascia rizosferica, fillosferica e spermosferica, nonché nella simbiosi micorrizica. I microrganismi rappresentano dunque una componente di fondamentale importanza per la fertilità dei terreni e svolgono un ruolo insostituibile, in mancanza del quale il terreno rappresenterebbe semplicemente un inerte supporto meccanico. La diversità dei microrganismi è quindi un elemento chiave per il mantenimento in uno stato qualitativamente salutare del suolo e dell'ecosistema (BORNEMAN *et al.* 1996).

Inoltre, molte comunità microbiche possono mantenere la medesima composizione ma modificare alcuni processi metabolici con conseguenze a livello funzionale ed ecologico. Ecco che occorre introdurre il concetto di "diversità funzionale" dei microrganismi del suolo. Pertanto, poiché il numero dei microrganismi presenti nel suolo e l'abbondanza relativa di ciascun gruppo microbico variano enormemente sia tra suoli differenti che in relazione alle specie vegetali, agli altri organismi presenti e alle condizioni ambientali in genere, essi possono essere utilizzati come sensibili "bioindicatori" per la qualità del suolo (BLOEM *et al.* 2006). Essi infatti svolgono delle funzioni chiave nella degradazione e nel riciclo della sostanza organica e dei nutrienti rispondendo prontamente ai cambiamenti dell'ambiente suolo.

Una delle componenti principali che condiziona lo sviluppo dei microrganismi e, di conseguenza, della fertilità del suolo è la sostanza organica, che è la fonte di energia necessaria per lo svolgimento della vita microbica. La sostanza organica dunque è un parametro molto importante per la fertilità biologica di un suolo perché interviene non solo sulla formazione dell'*humus*, ma anche sulla formazione di sostanze specifiche microbiche e sul loro metabolismo. La fertilità biologica unitamente alla fertilità chimica ed a quella fisica costituisce la fertilità agronomica o integrale dalla quale dipende la produttività. La fertilità tuttavia non è sinonimo di produttività in quanto la prima dipende dal terreno mentre la seconda sia dal terreno che dalla pianta. La produttività di un suolo è strettamente correlata, infatti, al concetto di "qualità": *"La capacità del suolo di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e promuovere la salute animale e vegetale"* (DORAN e PARKIN 1994).

### Che effetti possono avere temperatura e umidità del suolo?

È noto che le condizioni pedoclimatiche influenzano in maniera significativa la biodiversità genetica ma - soprattutto - quella funzionale del suolo. È infatti stato osservato come l'attività microbica decresca sia con la temperatura che con la carenza di acqua (PAPATHE-



Prelievo del campione di suolo nello strato superficiale da 0 a 20 cm.

## Bibliografia

ALEF K., NANNIPIERI P., 1995 - (eds) **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press, London.

BLOEM J., BENEDETTI A., HOPKINS D.W., 2006 - (eds) **Microbiological Methods for Assessing Soil Quality**. CABI, Wallingford, UK, pp. 23-49.

BORNEMAN J., SKROCH P.W., O'SULLIVAN K.M., PALUS J.A., RUMJANEK N.G., JANSEN J.L., NIENHUIS J., TRIPLETT E.W., 1996 - **Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin**. Appl. Environ. Microbiol. 62: 1935-1943

DORAN J.W., PARKIN T.B., 1994 - **Defining and assessing soil quality**. In: J.W. DORAN, D.C. COLEMAN, D.F. BEZDICEK, B.A. STEWART (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, Soil Sci. Soc. Am., Spec. Pub. No. 35 (1994) Madison, WI

NANNIPIERI P., ASCHER J., CECCHERINI M.T., LANDI L., PIETRAMELLARA G., RENELLA G., 2003 - **Microbial diversity and soil functions**. *Europ. Journal of Soil Science*, 54, Iss. 4: 655-670.

PAPATHODOROU E.M., ARGYROPOULOU M.D., STAMOU G.P., 2004 - **The effects of large- and small-scale differences in soil temperature and moisture on bacterial functional diversity and the community of bacterivorous nematodes**. *Appl. Soil Ecol.*, 25, Issue 1: 37-49.

VANCE E.D., BROOKES P.C., JENKINSON D.S., 1987 - **An extraction method for measuring soil microbial biomass C**. *Soil Biol. Biochem.* 19, N.6: 703-707.

WARDLE D.A., GILLER K.E., 1996 - **The quest for a contemporary ecological dimension to soil biology**. *Soil Biol. Biochem.*, 28, No. 12: 1549-1554.

ODOROU *et al.* 2004). Pertanto, in seguito all'intervento selvicolturale, la minore copertura delle chiome della pineta comporterà un aumento di luce (e quindi temperatura) e acqua a livello del suolo. Di conseguenza, la biodiversità microbica dovrebbe trarne un generale beneficio, aumentando sia in termini assoluti che di attività metabolica. Al fine di evitare gli effetti stagionali dovuti alle temperature troppo fredde (inverno) e troppo calde (estate), il campionamento del suolo viene effettuato in primavera.



Analisi morfologica delle colonie batteriche isolate dal suolo.

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

Lo studio dei microrganismi richiede necessariamente strumenti e metodologie differenti rispetto a quelli utilizzati per lo studio degli organismi superiori. È infatti relativamente semplice contare e catalogare piante ed animali sulla base di parametri facilmente identificabili senza bisogno di utilizzare alcuna strumentazione. Ben più complicato diventa invece osservare e catalogare migliaia di organismi che, nonostante il loro elevatissimo numero, non si vedono a occhio nudo (le dimensioni medie di un batterio sono infatti di circa un milionesimo di metro) e il loro studio richiede l'utilizzo di strumenti e tecnologie sofisticate.

### Sequenziamento massivo del DNA (NGS)

Il punto di partenza dell'analisi molecolare è l'estrazione diretta del DNA dal suolo, che è stata effettuata da tutti i campioni utilizzando il kit commerciale "FastDNA™ SPIN Kit for Soil", dell'azienda MP Biomedicals, che prevede l'estrazione del DNA da 0,5 g di suolo vagliato a 2 mm. Il DNA così ottenuto è stato quantificato e inviato ad una ditta specializzata per effettuare il sequenziamento massivo (NGS). Dai dati ottenuti con questo tipo di analisi è possibile caratterizzare la composizione della comunità microbica (batterica e fungina) dei suoli analizzati e, comparando i dati delle diverse parcelle, valutare l'effetto delle differenti tipologie di taglio sulla stessa.

### Analisi biochimiche

Per ottenere dati quantitativi e qualitativi sulla comunità microbica nel suo complesso, sono state effettuate le seguenti analisi biochimiche: la determinazione della respirazione microbica (metodo di ALEF 1995) e la determinazione della biomassa microbica (metodo di VANCE *et al.* 1987). Dai dati ottenuti da queste analisi è possibile valutare lo stato fisiologico e l'abbondanza della comunità microbica del suolo in relazione alla qualità della sostanza organica presente nel suolo.

## 4.6 EFFETTO DEI DIRADAMENTI SUL LEGNO MORTO

*Isabella De Meo, Anna Graziani*

Che cosa si intende per legno morto o necromassa? Secondo la definizione del Global Forest Resources Assessment 2005 tutta la biomassa legnosa non vivente sia in piedi, a terra o nel suolo e non contenuta nella lettiera. In questa definizione rientrano gli alberi interi, i frammenti di legno appoggiato a terra, le radici morte e le ceppaie purché superiori ad una soglia dimensionale prestabilita (FAO 2004).

La presenza del legno morto in un bosco ha rivestito nel tempo ruoli diversi, legati all'evoluzione del concetto di gestione forestale. In particolare, fino a pochi decenni fa il legno morto nei boschi veniva considerato un fenomeno di disturbo ed un segno di cattiva gestione. La presenza di legno morto infatti favoriva possibili attacchi di parassiti, aumentava il rischio di incendi ed anche da un punto di vista prettamente estetico era considerata negativamente (CAMIA *et al.* 2001, MORELLI *et al.* 2007).

Con l'affermarsi del concetto di Gestione Forestale Sostenibile (GFS) sono stati riconosciuti alla presenza del legno morto in bosco una serie di effetti positivi che vanno dalla conservazione della biodiversità dell'ecosistema (il legno morto fornisce i microhabitat necessari agli organismi "saproxilici" la cui presenza rappresenta circa il 30 % della biodiversità di una foresta (VALLAURI *et al.* 2005) allo stoccaggio del carbonio (LAIHO e PRESCOTT 1999), dal mantenimento della fertilità favorevole alla rinnovazione naturale alla conservazione del suolo alla protezione dal rischio idrogeologico (HAGAN e GROVE 1999). Attualmente la quantità di legno morto rappresenta un indicatore di GFS ratificato dalla Conferenza Interministeriale Europea e il suo rilievo è compreso negli inventari forestali nazionali (PIGNATTI *et al.* 2009).

Nell'ambito del Progetto il legno morto, considerato prevalentemente nel suo ruolo di conservazione della biodiversità, viene rilevato sia dal punto di vista quantitativo (volume, numero di pezzi e distribuzione diametrica) che qualitativo (specie dove riconoscibile e classe di decadimento). Vengono inoltre realizzate prove specifiche, in collaborazione con altri partner del Progetto, finalizzate a studiare le comunità fungine e microbiche presenti, in relazione al diverso stato di degradazione del legno.



Necromassa ad elevato stato di degradazione.



Applicazione della metodologia LIS per la stima del volume della necromassa.

## PROTOCOLLO DEI RILIEVI

Il rilievo è stato realizzato nelle due aree di studio, Pratomagno e Amiata, nei 27 *plot* di 10 m di raggio individuati per i tre trattamenti previsti dal Progetto. Il rilievo del legno morto è previsto prima della realizzazione dei trattamenti e successivamente in ogni anno per la durata del Progetto.

La metodologia di rilievo utilizzata è stata il campionamento di tipo lineare *Line Intersect Sampling* o LIS (WARREN e OLSEN 1964).

All'interno di ogni *plot* sono stati individuati due *transect* passanti per il centro e ortogonali tra loro, della lunghezza di 26 m ciascuno, il primo in direzione Nord-Sud e il secondo in direzione Est-Ovest. Lungo ciascun segmento di campionamento, per ogni elemento di necromassa intersecato con diametro nel punto di contatto con il *transect* superiore a 4,5 cm, sono stati rilevati:

due diametri tra loro ortogonali nell'esatto punto di contatto con il *transect* (cm);

- specie di appartenenza, o se questa non è riconoscibile, perché il legno risulta troppo decomposto, l'indicazione "conifera" o "latifolia";
- classe di decomposizione del legno facendo riferimento al sistema internazionale a 5 classi (PALETTO *et al.* 2014).

Successivamente si è proceduto alla stima del volume del legno morto presente ad ettaro attraverso l'impiego dell'algoritmo di VAN WAGNER (1968):

$$V = (\pi^2/8 * L) * \sum d_i^2$$

dove:

$V$  = volume (m<sup>3</sup>/ha);

$L$  = lunghezza del LIS in m (13 m);

$d_i$  = diametro (media delle due misure) nell' $i$ -esima intersezione (cm).

### Vantaggi:

- rapidità di esecuzione;
- facilità di esecuzione;

### Svantaggi:

- rischio di sovrastimare o sottostimare il volume reale della necromassa.

## Bibliografia

CAMIA A., CORONA P., MARCHETTI M., 2001 - **Mappatura delle componenti ambientali predisponenti il rischio di incendi boschivi in Italia**. L'Italia Forestale e Montana 6: 455-476.

FAO, 2004 - **Global Forest Resources Assessment Update 2005: Terms and Definitions**. Working Papers 83/E, Forest Resources Assessment Programme, Rome.

HAGAN J.M., GROVE S.L., 1999 - **Coarse woody debris**. Journal of Forestry 1: 6-11.

LAIHO R., PRESCOTT C.E., 1999 - **The contribution of coarse woody debris to carbon, nitrogen, and phosphorus cycles in three Rocky Mountain coniferous forests**. Canadian Journal of Forest Research 29: 1592-1603.

MORELLI S., PALETTO A., TOSI V., 2007 - **Il legno morto dei boschi: indagine sulla densità basale del legno di alcune specie del Trentino**. Forest@ 4: 395-406.

PALETTO A., DE MEO I., CANTIANI P., FERRETTI F., 2014 - **Effects of forest management on the amount of deadwood in Mediterranean oak ecosystems**. Annals of Forest Science, 71(7), 791-800.

PIGNATTI G., DE NATALE F., GASPARINI P., PALETTO A., 2009 - **Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale**. Forest@ 6: 365-375.

VALLAURI D., ANDRÉ J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R., RAMBAUD D., 2005 - **Bois mort et à cavités. Un clé pour des forêts vivantes**. Editions Tec & Doc, Paris, pp. 405.

VAN WAGNER C.E., 1968 - **The line intersect method in forest fuel sampling**. Forest science, 14(1), 20-26.

WARREN W.G., OLSEN P.F., 1964 - **A line intersect technique for assessing logging waste**. Forest Science, 10(3), 267-276.



## **LE AREE DEL PROGETTO**



# 5

## L'AREA DI STUDIO PRATOMAGNO

*Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Stefano Samaden*

### 5.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, geologico, litologico e climatico

L'area di studio Pratomagno ricade nel comune di Loro Ciuffenna (AR), sul massiccio del Pratomagno (Figura 5.1). Da un punto di vista geologico la formazione presente, denominata Arenarie del Monte Falterona, affiora in tutta l'area e costituisce l'essenza del massiccio del Pratomagno. Litologicamente è caratterizzata da un'alternanza di arenarie quarzoso-feldspatiche con siltiti e argilliti. Le argilliti e le siltiti si presentano con uno spessore molto basso che va da pochi centimetri a punte massime di 15 centimetri, mentre più consistente è lo spessore degli strati di arenaria che supera generalmente il mezzo metro; ciò comporta l'affioramento di grossi banchi di arenaria compatta le cui testate sono ben visibili e che sono i responsabili di frequenti balzi di roccia e di una morfologia accidentata costituita prevalentemente da versanti con vallecole subparallele mediamente lunghi, spesso con canali di erosione di notevoli dimensioni, da fortemente pendenti a molto scoscesi (pendenza e comprese fra 40 e 100%), soggetti ad erosione idrica forte di tipo prevalentemente incanalato.

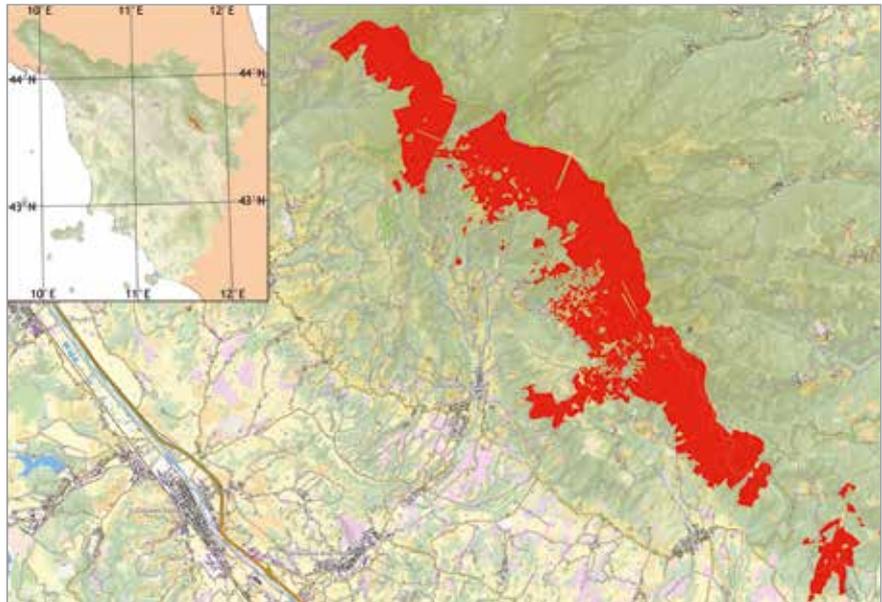
L'area è situata su un versante con vallecole a "v", esposto a Sud Ovest, avente una pendenza variabile da forte nella parte alta a estrema nella parte bassa. Sono presenti affioramenti rocciosi in quantità moderata e la pietrosità di piccole, medie e grandi dimensioni è sempre presente in quantità frequente, localmente abbondante. Sono evidenti fenomeni erosivi in prossimità delle incisioni e laddove la copertura del soprassuolo non è continua.

I suoli presenti nell'area campione, a profilo tipo O-A-Bw-R, sono da poco a moderatamente profondi, con contenuto elevato di sostanza organica nell'orizzonte superficiale A, da ghiaioso grossolani a fortemente ghiaioso grossolani, ciottolosi e pietrosi in tutto il profilo, a tessitura prevalentemente franco sabbiosa e franca, non calcarei, da estremamente a moderatamente acidi, con saturazione in basi moderatamente bassa, talvolta eccessivamente drenati.

Per quanto riguarda la profondità utile alle radici delle piante, i suoli rilevati sono general-



Il paesaggio del Pratomagno ha subito drastiche mutazioni in seguito all'opera di rimboscimento iniziata a metà 900. Oggi prevalgono le formazioni forestali di conifere (soprattutto pino nero e abete bianco).



**Figura 5.1** - L'area di studio Pratomagno.

mente moderatamente profondi, anche se sono localmente diffusi, a causa della forte erosione, suoli poco profondi; per entrambi l'impedimento all'approfondimento radicale è costituito dalla presenza della roccia coerente; la notevole quantità di frammenti di roccia, delle dimensioni delle ghiaie, dei ciottoli e delle pietre, costituisce un'importante limitazione.

Il regime pluviometrico è di tipo submontano appenninico (piovosità media 997 mm), con valore massimo assoluto in autunno, relativo in primavera e minimo assoluto nel mese di luglio. La temperatura media annua è di 10,5°C (valore massimo di 19°C a luglio e minimo di 1,5°C a gennaio) (dati stazione termo pluviometrica di Villa Cognola, 663 m s.l.m.).

## 5.2 CAMBIAMENTI D'USO DEL SUOLO nell'area di studio Pratomagno

### 5.2.1 Materiali e metodi

L'area oggetto del progetto è stata inizialmente analizzata tramite la carta forestale della milizia del 1936 (Figura 5.2). Successivamente sono state effettuate le analisi diacronica a coppie dei mutamenti di uso suolo tramite la fotogrammetria aerea del 1954, del 1978 e del 2015. Il limite dell'interpretazione che ha portato al discriminare solo di questi tipi di uso del suolo dipende dalla scala delle riprese e dall'impossibilità di operare la "verità a terra" per il materiale del 1954.

La superficie forestale al 1936 appare molto frammentata, intervallata da ampie zone non boscate che, da materiale descrittivo di archivio erano per lo più pascoli e, localmente, seminativi (Figura 5.3). La fascia di crinale era pascolata. Sottostante vi era una fascia di ceduo a sterzo di faggio. Alcuni appezzamenti erano stati rimboschiti con abete bianco mentre i boschi a prevalenza di quercia (soprattutto cerro) governati a ceduo erano assai limitati.

La situazione boscata al 1954 è di particolare interesse, in quanto testimonia la situazione dell'uso del suolo immediatamente prima dell'opera di rimboscimento. La ripresa aerea testimonia come l'area fosse per la quasi totalità oggetto di sistemazioni a gradoni,

alcuni preesistenti a scopo agricolo, per la maggior parte effettuati come preparazione al rimboschimento.

Il decremento di copertura forestale durante il periodo bellico fu notevole: da una copertura pari a circa il 76% del 1936 si passa a poco più del 20% a 10 anni dalla fine della guerra.

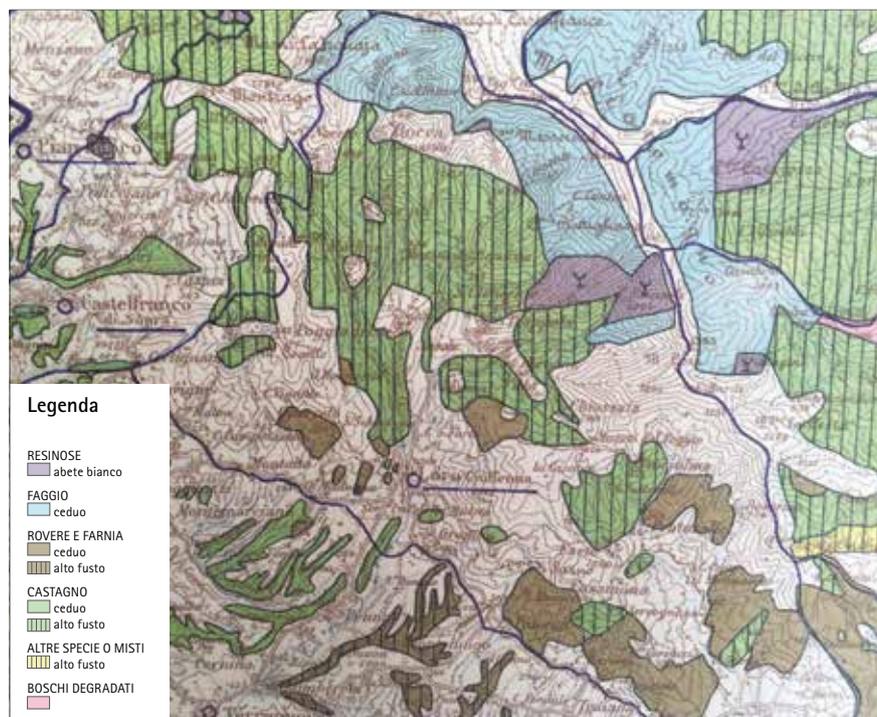


Figura 5.2 - Carta Forestale della Milizia Forestale 1936. Foglio 114 (Arezzo). Scala 1:100.000 (dettaglio da originale).

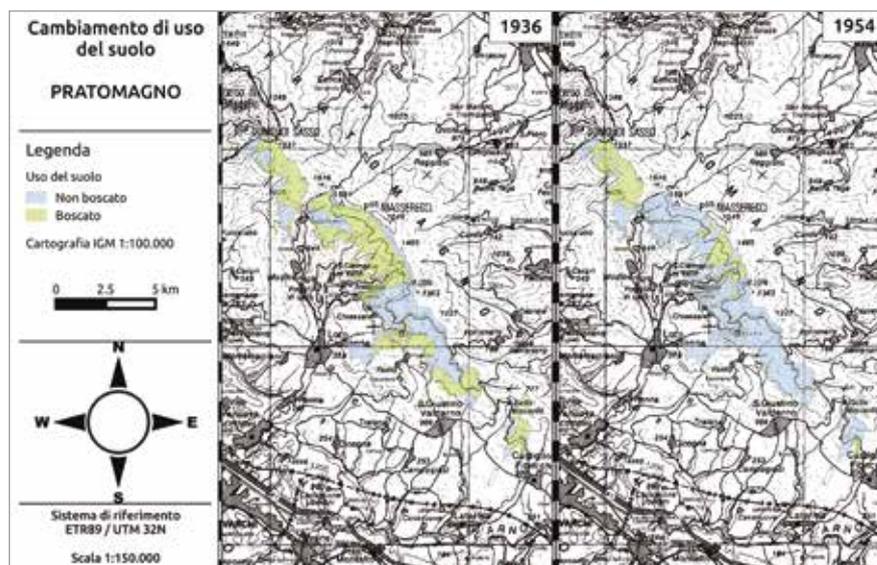
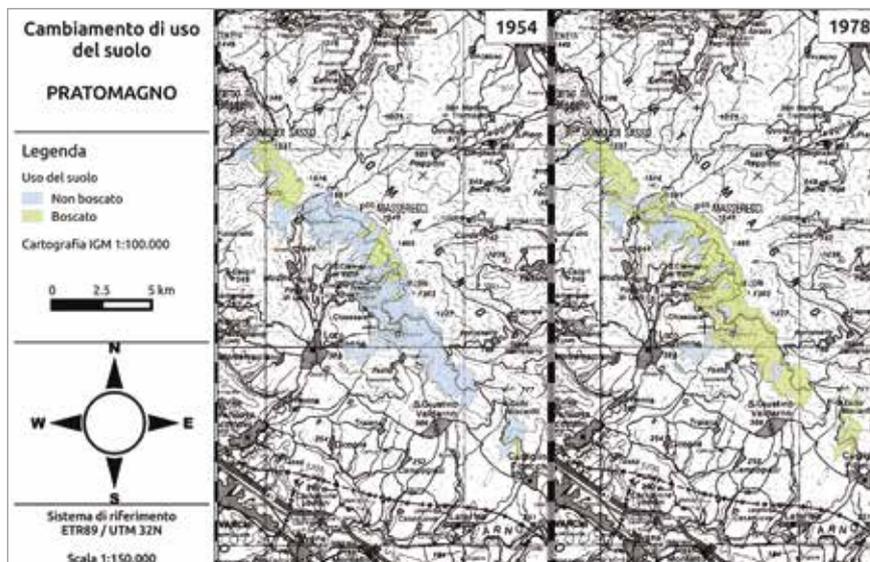


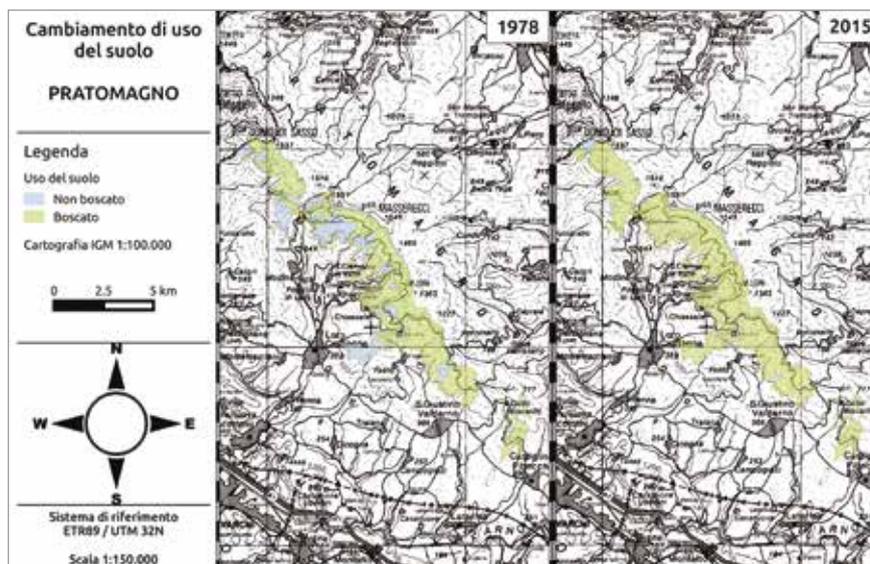
Figura 5.3 - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1936 - 1954.

zona "non bosco"	1936	1954	1978	2015
Totale Area (ha)	1.882,3	2.631,2	917,8	158,9
Totale Perimetro (m)	186.426	192.309	150.603	31.196
Area/Perimetro (m)	101,0	136,8	60,9	50,9
zona "bosco"				
Totale Area (ha)	1.429,3	679,3	2.396,0	3.151,7
Totale Perimetro (m)	149.303	41.959	212.059	181.601
Area/Perimetro (m)	95,7	161,9	113,0	173,5

**Tabella 5.1** - Analisi dei mutamenti di uso del suolo tra il 1936 e il 2015.



**Figura 5.4** - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1954 - 1978.



**Figura 5.5** - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1978 - 2015.

L'analisi 1954-1978 dimostra il fondamentale impatto dei rimboschimenti sull'uso del suolo del comprensorio (Figura 5.4). La copertura forestale post rimboschimento passa dal 20% al 72%. È interessante notare come anche la frammentazione delle tessere di uso del suolo subisca un forte decremento. Il rapporto area/perimetro delle tessere di uso del suolo esprimono tale grado (Tabella 5.1). La diminuzione di questo indice è testimonianza di un uso del suolo maggiormente "monotono": aumentano le superfici delle singole tessere a discapito del loro numero (espresso dalla somma dei perimetri delle tessere).

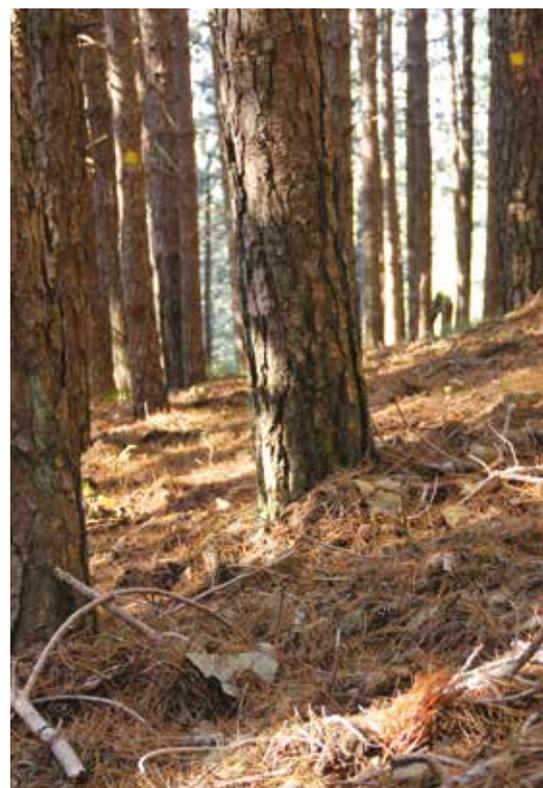
Dal 1978 all'attualità si completa l'opera di rimboschimento del comprensorio. Contemporaneamente, soprattutto alle quote inferiori, si nota un imboschimento naturale soprattutto come boschi misti di querce e di castagno governati a ceduo. Al 2015 la percentuale di copertura boscata del comprensorio è pari al 95%. (Figura 5.5)

L'uso del suolo riferito alle specifiche aree dell'area di studio del Progetto mostra come nel 1954, a circa 2 anni prima del rimboschimento, la maggior parte dei *plot* di monitoraggio erano non boscati. Il rimboschimento fu effettuato su suolo coperto da cedui degradati di faggio solo nei *plot* alle quote superiori dell'area di monitoraggio (Figura 5.6). Oggi tutta l'area appare coperta da bosco (Figura 5.7).

### 5.2.2 L'opera di rimboschimento in Pratomagno

Nel complesso del Pratomagno, l'opera di rimboschimento iniziò nel 1954 e terminò negli anni '80. L'investimento risultò notevole soprattutto in senso ecologico e idrogeologico ma anche monetario. Il terreno fu sistemato a buche, distanti circa 2 m e di dimensioni pari a 40x40x50 cm, e a gradoni, uno ogni 3 file e di larghezza pari a 80 cm con una profondità di 50 cm, laddove la pendenza risultò di ostacolo all'opera. Non tutta la superficie forestale fu interessata dal rimboschimento. Le aree boscate degradate ma persistenti laddove possibile furono migliorate: cedui di cerro, castagneti, faggete, ecc..

La specie impiegata nei primi anni del rimboschimento è stato il pino laricio (per l'80%). Il pino nero austriaco è stato privilegiato nelle zone a scarsa fertilità (soprattutto praterie di crinale).



La pineta di pino nero se non è soggetta a regolari diradamenti presenta un sottobosco molto povero.

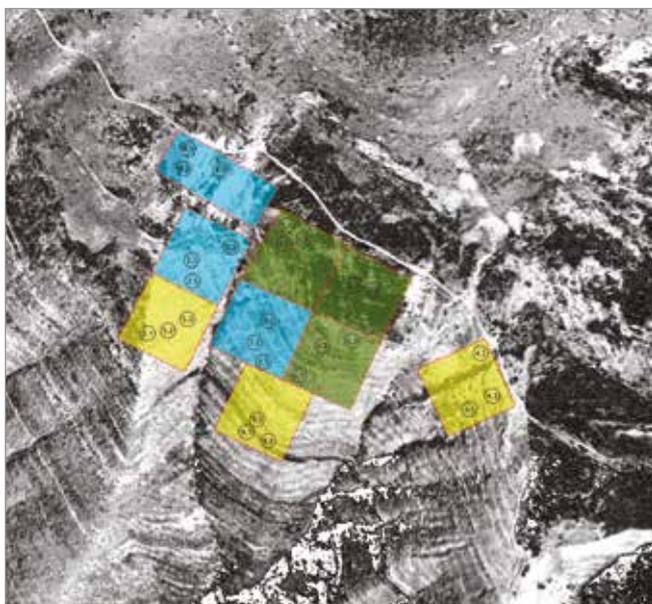


Figura 5.6 - Foto aerea volo 1954.



Figura 5.7 - Foto aerea volo 2015.

Per l'area occupata dai *plot* di monitoraggio del Pratomagno è stata possibile la consultazione del registro dei lavori di rimboschimento:

ANGERILLI A., 1970 - *Comune di Loro Ciuffenna. Rimboschimenti eseguiti nei terreni dell'A.S.F.D. dall'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Arezzo. Documento su base catastale.*

Dal documento si evince che nella zona in questione il rimboschimento è stato realizzato nel biennio 1955 - 1957. Tutta l'area è stata sottoposta, prima della messa a dimora delle piante, da lavorazioni a buche e gradoni (ben visibili anche dalla ripresa aerea del 1954).

In tutti i *plot* la specie principale del rimboschimento è stata il pino laricio. La specie consociata più adottata è stata l'abete bianco (per lo più a gruppetti di poche centinaia di metri quadri nelle zone orograficamente più vocate) e, nelle aree più prossime al crinale anche faggio. In pochi casi è stato impiantato anche l'acero montano.

Ad un anno dall'impianto è stato effettuato il risarcimento, per lo più di pino laricio. Solo in pochi casi è stato necessario un secondo risarcimento ad 8 anni dall'impianto per il quale fu adottato pino nero e carpino nero.

Ad un decennio circa dall'impianto tutte le aree rimboschite furono oggetto di ripuliture.

### 5.3 LE CARATTERISTICHE DEI POPOLAMENTI e dei diradamenti in SelPiBioLife

L'area di monitoraggio del Pratomagno è posta ad una quota media di 1.150 metri s.l.m., esposizione prevalente Sud-Ovest e pendenza media del 40%.

La pineta nel 2015 aveva un'età media di 59 anni.

Le caratteristiche dendrometriche sono sinteticamente descritte in Tabella 5.2

Si tratta di una pineta coetanea e monoplana ad assoluta prevalenza di pino laricio, consociato localmente a gruppi di abete bianco (soprattutto alle quote superiori dell'area) più

Specie	Pianta n ha <sup>-1</sup>	Diametro medio di area basimetrica cm	Altezza media m	Area basimetrica m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Volume m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Rapporto ipsodiametrico HD
Pino nero	889	29,5	19,2	59,1	538,4	65,0
Altre	188	20,5	15,5	9,5	-	-
TOTALE	1.077	28,7	18,8	68,6	632,6	68,0

Tabella 5.2 - Principali parametri dendrometrici del popolamento di studio (valori medi per tutti i *plots*).



Fustaia di pino nero in buone condizioni di fertilità. È necessario un intervento di diradamento per regolare l'eccessiva densità.

un contributo marginale delle sporadiche latifoglie. In complesso le altre specie contribuiscono per il 13,8% in termini di area basimetrica sul totale (Figura 5.8).

La densità della pineta è eccessiva per l'età del popolamento rispetto al modello alsometrico, che prevederebbe circa 800 piante ad ettaro. Le piante di pino laricio di caratteristiche medie hanno il rapporto ipsodiametrico pari a 65, a testimonianza di un buon grado di stabilità medio del popolamento.

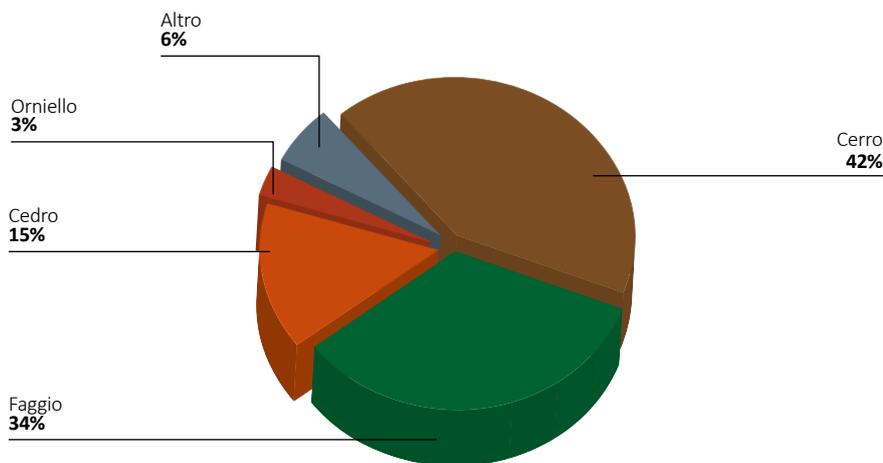
I diradamenti effettuati secondo le due tesi di trattamento previste (diradamento dal basso e diradamento selettivo) sono sintetizzati secondo i principali parametri dendrometrici relativi al pino laricio in Tabella 5.3.

Prima dell'intervento i popolamenti non presentavano differenze significative nei parametri dendrometrici tra i *plot* soggetti alle due tesi di diradamento.

Le due modalità di intervento mutano sensibilmente la struttura selvicolturale della pineta. In particolare il diradamento selettivo, pur asportando un minor numero di piante rispetto a quello dal basso, agisce però anche su piante di grandi dimensioni. Scopo dell'intervento infatti è quello di liberare le candidate dalle loro competitori, per la qual cosa è necessario eliminare piante nel piano codominante e dominante (vedi Paragrafo 3.4).

Le percentuali di prelievo in termini di area basimetrica e di volume tra le due tesi di diradamento hanno forti differenze (statisticamente significative) a favore del diradamento selettivo. In particolare le maggiori dimensioni delle piante utilizzate col criterio selettivo garantiscono una maggior differenziazione degli assortimenti legnosi potenzialmente ritraibili con questa modalità di diradamento. Per quanto riguarda invece l'impatto sulla superficie delle chiome, il diradamento classico ha ridotto la copertura del 7% circa mentre quello selettivo del 18%.

Le due tesi di diradamento hanno effetti sulla copertura delle chiome molto differenziati.



**Figura 5.8** - Contributo percentuale in area basimetrica delle specie diverse dal pino e dall'abete bianco.



Con il diradamento selettivo si opera il taglio delle piante concorrenti delle candidate. Ciò crea una maggiore irregolarità della struttura orizzontale e l'apertura di gaps che concorrono all'aumento della biodiversità a livello del suolo.

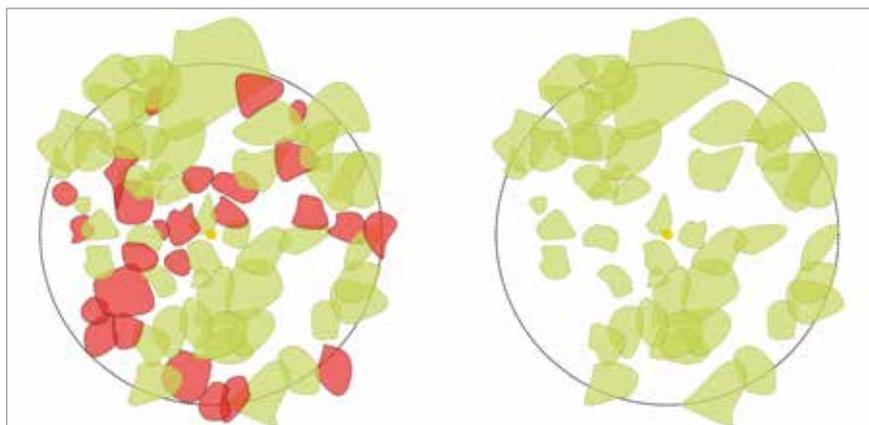
	prima del diradamento					dopo il diradamento					percentuale prelievo		
	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>
		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m			
Classico	1.085	72,6	722,3	29,3	19,1	695	56,1	582,9	32,1	19,9	35,9	22,6	19,3
Selettivo	1.056	66,6	586,6	28,6	18,9	731	47,0	412,6	28,6	19,0	30,8	29,4	29,7

**Tabella 5.3** - Caratteristiche dendrometriche dei diradamenti.

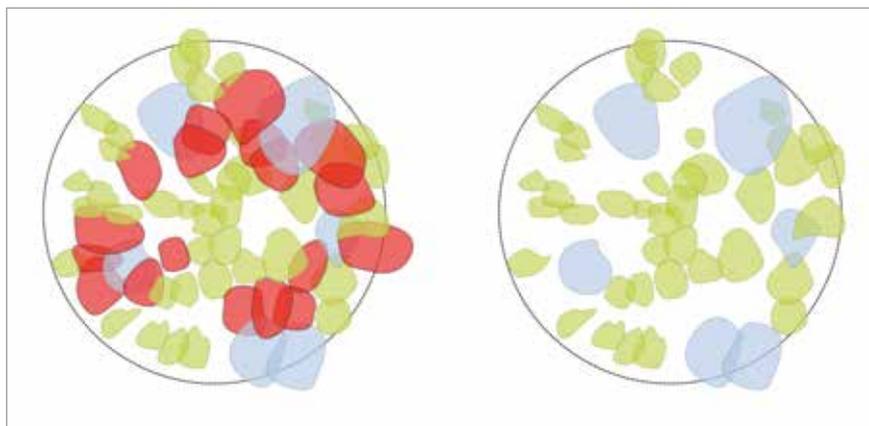
Le Figure 5.9 e 5.10 rappresentano un esempio in *plot* campioni degli effetti sulla struttura orizzontale *post* intervento per le due tesi di diradamento applicate.

In Tabella 5.4 si riportano le caratteristiche morfometriche delle piante candidate col diradamento selettivo.

Le piante candidate sono disposte tra loro ad una distanza di circa 10 metri. Sono tutte piante che dimostrano una particolare vigoria e stabilità. I parametri diametro medio, altezza dendrometrica sono superiori a quelli medi del popolamento. Il rapporto ipsodiametrico è invece sensibilmente inferiore a quello medio del popolamento e ben al di sotto di quello limite per la stabilità meccanica del pino nero (vedi Paragrafo 3.3).



**Figura 5.9** - Struttura orizzontale della pineta prima e dopo il diradamento dal basso.



**Figura 5.10** - Struttura orizzontale della pineta prima e dopo il diradamento selettivo.

Area monitoraggio	Dbh 1,30m	H totale	HD	Raggio di chioma	Distanza	Nr. competitori	
1	39,3	21,7	55	2,89	8,33	4	MEDIA
	±5,2	±1,79	±6	±0,5	±4,09	±2	DEV.ST.
2	37,4	20,5	55	3,00	12,38	3	MEDIA
	±3,3	±1,14	±4	±0,48	±3,24	±1	DEV.ST.
6	38,9	20,5	53	2,89	10,44	3	MEDIA
	±3	±0,93	±2	±0,48	±2,76	±1	DEV.ST.

**Tabella 5.4** - Diradamento selettivo. Caratteristiche delle piante candidate.



Struttura del piano delle chiome dopo il diradamento dal basso di moderata intensità. La copertura non subisce sensibili mutazioni dopo l'intervento.



Struttura del piano delle chiome dopo il diradamento selettivo. Evidente l'apertura intorno alla candidata.



# 6

## L'AREA DI STUDIO AMIATA

*Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Piergiuseppe Montini*

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, geologico, litologico e climatico

L'area di studio dell'Amiata ricade nel comune di Castiglione d'Orcia (SI), nei pressi della località Laghi nelle vicinanze di Vivo d'Orcia (Figura 6.1).

Buona parte del territorio del Comune di Castiglione d'Orcia è costituito da una serie di formazioni geologiche argillose, fra le quali l'Unità delle Argille a Palombini, litofacies calcareo marnosa, un complesso litologico formato da argille fissili, argille siltose, argille marnose con sporadiche intercalazioni di calcari, calcareniti di base. Talvolta tali intercalazioni si infittiscono e gli elementi calcareo-marnosi assumono colore più scuro e raggiungono spessori maggiori.

Tali litotipi formano delle morfologie costituite da versanti lunghi, ondulati a pendenza prevalentemente da moderata a forte, soggetti ad erosione idrica incanalata e a movimenti di massa. Sono frequenti infatti fenomeni di instabilità, frane e smottamenti.

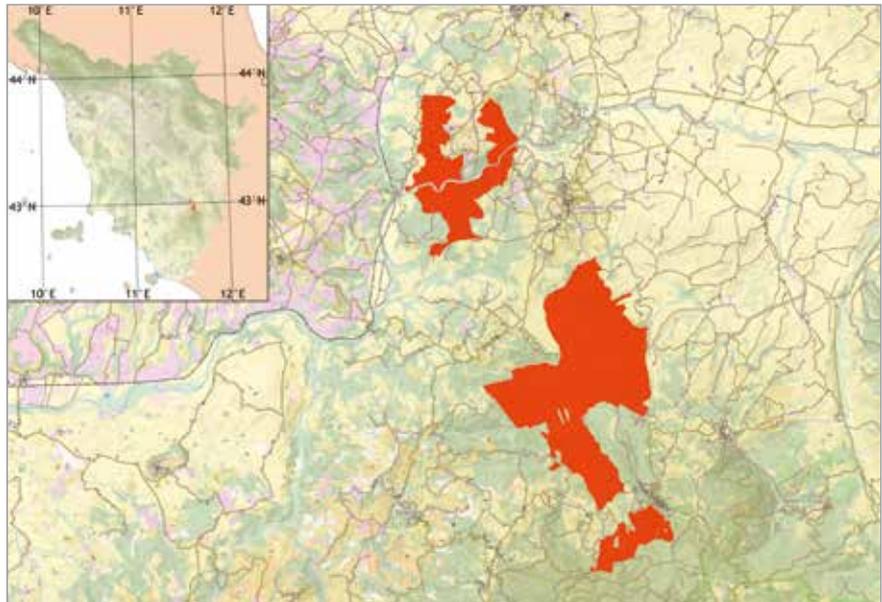
L'area campione è situata su un versante lungo ed ondulato, esposto a Nord Est, avente una pendenza variabile da debole a forte. Non sono presenti affioramenti rocciosi se non occasionalmente, mentre la pietrosità superficiale di piccole dimensioni è comune, scarsa o assente la pietrosità di medie e grandi dimensioni. Non sono evidenti fenomeni erosivi di significativa importanza.

I suoli presenti nell'area campione sono profondi, a profilo O-A-Bw-(Bg)-C, ben dotati di sostanza organica nell'orizzonte superficiale A, da scarsamente ghiaiosi a ghiaiosi in profondità, a tessitura prevalentemente franco limoso argillosa e argillosa, da debolmente a moderatamente calcarei, debolmente alcalini, con saturazione in basi molto alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati.

Per quanto riguarda la profondità utile alle radici delle piante, i suoli rilevati risultano essere tutti profondi (>100 cm) e secondariamente moderatamente profondi (fra 50 e 100 cm); molto localizzati e occasionali risultano gli impedimenti all'approfondimento radicale dovuti alla presenza di roccia coerente (banchi di calcari marnosi) nel profilo; sono invece



I diradamenti non hanno lo scopo di favorire la rinnovazione. Tuttavia il maggior afflusso di luce al suolo determina condizioni ecologiche che favoriscono la nascita di semenzali. L'analisi della "prerinnovazione" in pineta può fornire utili indicazioni sulle dinamiche naturali future.



**Figura 6.1** - L'area di studio Amiata.

presenti suoli con quantitativi di scheletro delle dimensioni delle ghiaie e dei ciottoli che costituiscono una moderata limitazione all'approfondimento radicale.

Per quanto riguarda il clima, facendo riferimento alla stazione meteo di Castiglione d'Orcia (516 m s.l.m.), è caldo e temperato. L'inverno ha molta più piovosità dell'estate. Secondo Köppen e Geiger il clima è stato classificato come Csb. Castiglione d'Orcia ha una temperatura media di 12,5 °C e una piovosità media annuale di 687 mm.

Luglio è il mese più secco con 28 mm, mentre novembre è quello con maggiori precipitazioni (media di 88 mm). Luglio è il mese più caldo dell'anno con una temperatura media di 21,7 °C. Durante l'anno gennaio ha una temperatura media di 4,5 °C la più bassa di tutto l'anno.

## 6.2 CAMBIAMENTI D'USO DEL SUOLO nell'area di studio Amiata

### 6.2.1 Materiali e metodi

L'area oggetto del progetto è stata inizialmente analizzata tramite la carta forestale della milizia del 1936 (Figura 6.2). Successivamente è stata fatta l'interpretazione diacronica della fotogrammetria aerea del 1954, del 1978 e del 2015 ed è stata fatta l'analisi delle tessere dell'uso del suolo bosco e superficie non boscata. Il limite dell'interpretazione che ha portato al discriminare solo di questi tipi di uso del suolo dipende dalla scala delle riprese e dall'impossibilità di operare la "verità a terra" per il materiale del 1954.

Dal un punto di vista dell'analisi della mutazione del tessuto spaziale delle componenti bosco-superficie non boscata, la mutazione del mosaico paesaggistico nel periodo considerato presenta differenze molto meno sensibili a quanto riscontrato nel Pratomagno (Tabella 6.1). La vera differenza sta nella sostituzione quasi integrale del tipo di bosco, sia dal punto di vista specifico (da formazioni a latifoglie a formazioni a conifere) sia dal punto del governo (dal ceduo alla fustaia).

La carta forestale del 1936 mostra l'area coperta da zone non boscate (per lo più aree pascolive intervallate da seminativi) e aree occupate da cedui misti a prevalenza di querce (cerro e roverella).

Nel periodo 1936 - 1954 si assiste ad un incremento della superficie boscata, (dal 77 al 94 della superficie totale) dovuta con molta probabilità all'abbandono delle attività agricole (Figura 6.3). I boschi (soprattutto cedui quercini) appaiono a copertura lacunosa. Si tratta soprattutto di cedui a doppia attitudine di legno e pascolo.

Dal 1954 al 1978 si assiste invece ad un decremento della superficie boscata (dal 94% all'89% sulla superficie totale del comprensorio) (Figura 6.4).

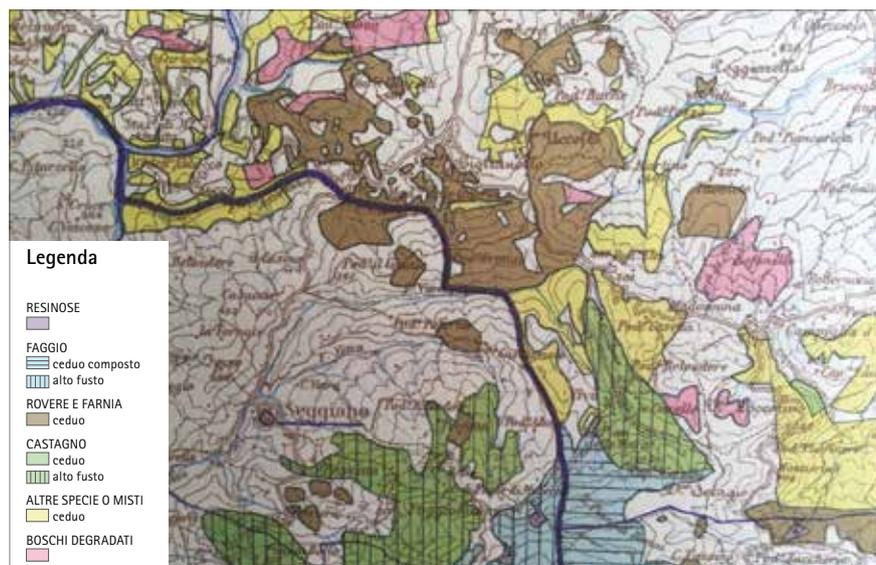


Figura 6.2 - Carta Forestale della Milizia Forestale 1936. Foglio 129 Santa Fiora. Scala 1:100.000.

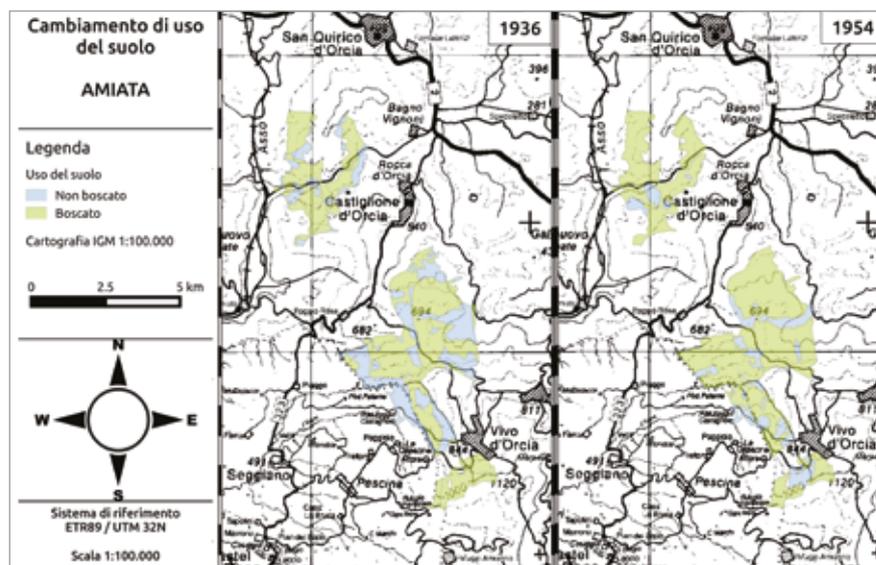
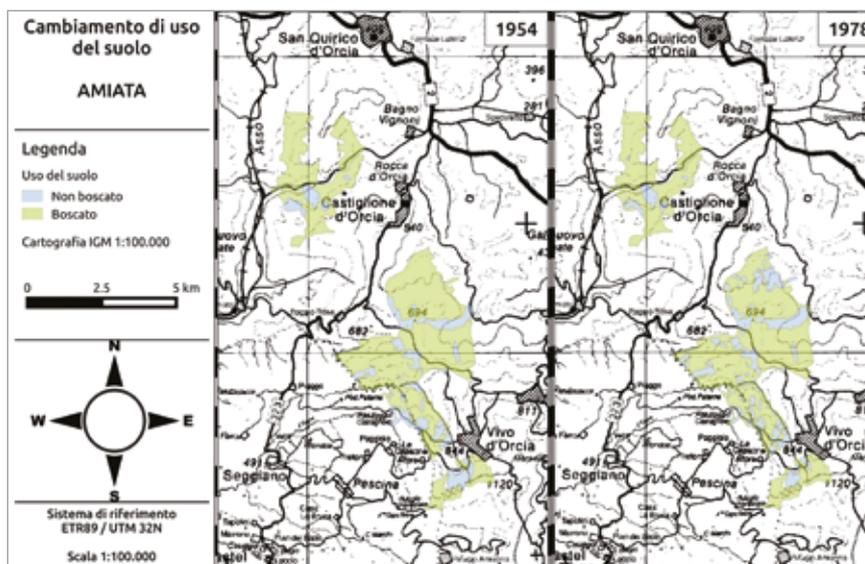


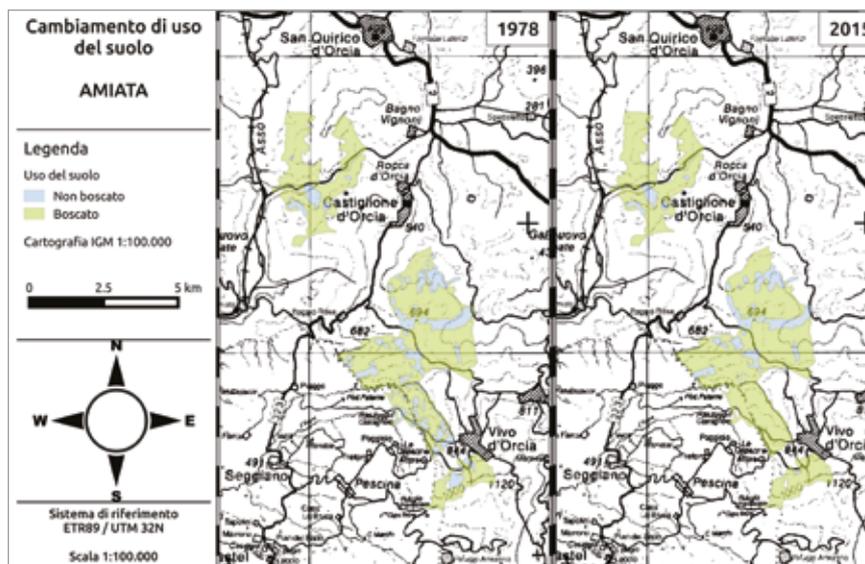
Figura 6.3 - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1936 - 1954.

zona "non bosco"	1936	1954	1978	2015
Totale Area (ha)	710,4	366,9	459,9	276,4
Totale Perimetro (m)	84.861	51.253	89.297	38.733
Area/Perimetro (m)	83,7	71,6	51,5	71,4
zona "bosco"				
Totale Area (ha)	1499,9	1839,5	1759,1	1.930,1
Totale Perimetro (m)	123.898	94.148	120.727	85.731
Area/Perimetro (m)	121,1	195,4	145,7	225,1

**Tabella 6.1** - Analisi dei mutamenti di uso del suolo tra il 1936 e il 2015.



**Figura 6.4** - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1954 - 1978.



**Figura 6.5** - Cambiamenti dell'uso del suolo nel periodo 1978 - 2015.

Dal 1978 al 2015 la superficie boscata aumenta nuovamente, soprattutto a causa dell'opera di rimboscimento avvenuto sia su cedui degradati che su terreno nudo (ex pascolivi e seminativi) (Figura 6.5). Il rimboscimento ha l'effetto paesaggistico di diminuire la frammentazione delle tessere (a livello delle superfici boscate aumenta sensibilmente l'indice Area/Perimetro) (Tabella 6.1).

Relativamente alla zona ove è stato impiantato il disegno di monitoraggio del Progetto, il *trend* di mutazioni dell'uso del suolo rispecchia quanto analizzato per l'intero comprensorio. Il decremento tra bosco e superfici non boscate è particolarmente evidente nel periodo pre-bellico e, ovviamente l'effetto del rimboscimento porta ad una copertura boscata totale all'attualità (Figure 6.6, 6.7, 6.8).

## 6.2.2 L'opera di rimboscimento in Amiata

La storia dei rimboscimenti amiatini è strettamente collegata alla crisi dell'attività mineraria della zona. Una delle motivazioni più importanti che hanno determinato l'attività di rimboscimento fu infatti il dirottare la disoccupazione di massa dovuta alla crisi del comparto minerario verso "attività socialmente utili" quale appunto fu ritenuto l'impiego nella realizzazione dei rimboscimenti (GATTESCHI e FEDELI 1994 Annali Acc. It. Sc. For. (43) 31-51). Dagli inizi degli anni '50 alla metà degli anni '90 furono realizzati nelle zone limitrofe al Monte Amiata circa 3.700 ha di rimboscimenti di conifere. Precedentemente la seconda guerra mondiale (soprattutto fra il 1922 e il 1933) erano stati rimbosciti soprattutto con pino nero ed abete bianco circa 1.000 ha con fondi delle migliori boschive oppure per iniziativa delle società minerarie.

Nel 1952 fu istituito da parte del Ministero Agricoltura e Foreste l'Ispettorato Distrettuale autonomo delle foreste di Piancastagnaio, che gestì i fondi per le successive opere di rimboscimento. Accanto a grossi corpi di rimboscimento ci fu anche un fiorire di piccole opere di rimboscimento non sempre razionali e coerenti.

In pratica l'attività dipese molto dal fluire dei fondi pubblici *ad hoc*, tanto che in certi casi ci furono contemporaneamente anche 600 operai al lavoro sui rimboscimenti e sulle opere di sistemazione idraulica dei versanti.

L'area oggetto del Progetto, ovvero la proprietà di "Madonna della Querce" diventa negli anni 60 di proprietà dell'Azienda di Stato per le foreste demaniali. La proprietà fu successivamente trasferita alla Regione Toscana e da questa ulteriormente ampliata fino agli attuali 2.177 ha.



La rottura della monotonia strutturale delle pinete di pino nero favorisce un piano accessorio di specie della successione futura del bosco.

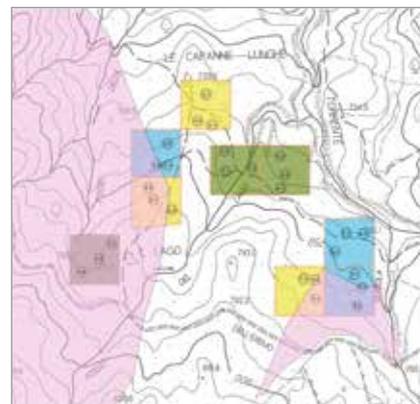


Figura 6.6 - 1936. Uso del suolo prima del rimboscimento.

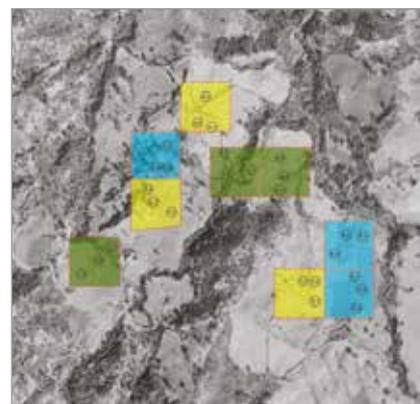


Figura 6.7 - 1954. Uso del suolo prima del rimboscimento.



Figura 6.8 - Foto aerea volo 2015.

La gestione dei rimboschimenti passò successivamente alle “nuove” Comunità Montane mentre l’Ispettorato fu chiuso definitivamente nel 1982. Da allora la gestione si è maggiormente incentrata verso la cura dei boschi esistenti piuttosto che verso l’ampliamento delle superfici rimboschite.

## 6.3 LE CARATTERISTICHE DEI POPOLAMENTI e dei diradamenti in SelPiBioLife

L’area di monitoraggio del Monte Amiata è posta ad una quota media di 780 metri s.l.m., esposizione prevalente Sud-Ovest e pendenza media del 15%.

La pineta nel 2015 aveva un’età media di 44 anni.

In Tabella 6.2 si riportano le principali caratteristiche medie del popolamento prima del taglio.

La pineta è monoplana di seconda classe di fertilità secondo il modello alsometrico del pino nero della Toscana. La composizione specifica è a netta prevalenza di pino laricio con un contributo marginale di altre specie (soprattutto cerro) derivanti da lembi residuali del precedente uso del suolo (cedui degradati e pascolo con isolate querce). In termini percentuali di area basimetrica le altre specie contribuiscono alla composizione specifica per meno del 3% del totale. La diversità specifica delle specie sporadiche è però molto più composita

Specie	Pianta n ha <sup>-1</sup>	Diametro medio di area basimetrica cm	Altezza media m	Area basimetrica m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Volume m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Rapporto ipsodiametrico HD
Pino nero	959	24,3	18,1	43,6	386,4	76,0
Altre	91	16,7	12,8	1,2	-	-
TOTALE	1.050	23,6	17,8	44,8	394,1	78,0

**Tabella 6.2** - Principali parametri dendrometrici del popolamento di studio (valori medi per tutti i *plot*).



Gli anni immediatamente successivi al diradamento denotano una drastica diminuzione del piano della flora del sottobosco per l’impatto del taglio e dell’esbosco. Il maggior apporto di luce al suolo determina però in poche stagioni vegetative un rapido riscoppio ed un incremento della flora.

in termini di numero di specie rispetto al popolamento del Pratomagno (Figura 6.9).

La densità media della pineta è inferiore a quella del Pratomagno anche se il popolamento è più giovane. Probabilmente alcuni tratti di pineta sono stati oggetto in passato di un leggero diradamento dal basso. Le piante di pino laricio di caratteristiche medie hanno il rapporto ipsodiametrico pari a 75, valore superiore a quello riscontrato in Pratomagno, anche se ricadente nel *range* di stabilità per la specie.

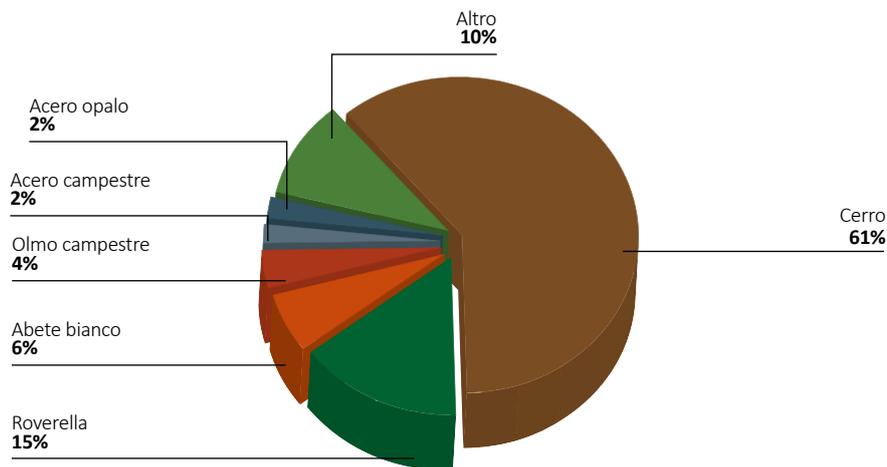
I diradamenti effettuati secondo le due tesi di trattamento previste (diradamento dal basso e diradamento selettivo) sono sintetizzati secondo i principali parametri dendrometrici relativi al pino laricio in Tabella 6.3.

Prima dell'intervento i popolamenti non presentavano differenze significative nei parametri dendrometrici tra i *plot* soggetti alle due tesi di diradamento.

Le caratteristiche degli interventi rispetto all'area basimetrica ed al volume asportato ricalcano quanto effettuato in Pratomagno (vedi Capitolo 5).

Vista la diversità strutturale tra i due popolamenti campione derivanti anche dalla diversa età e quindi dalla diversa strutturazione sociale delle piante ci sono differenze tra gli interventi tra i popolamenti delle due aree in termini di numero di piante asportate: in Amiata risulta maggiore il numero delle competitori asportate per singola candidata (Tabella 6.4); in termini numerici, nella tesi diradamento selettivo, il prelievo supera quello effettuato nella tesi diradamento dal basso.

Dopo l'intervento la struttura dei popolamenti tra le due tesi di diradamento è diversa per tutti i parametri dendrometrici con evidenza statistica. Il diradamento classico ha aspor-



**Figura 6.9** - Contributo percentuale in area basimetrica delle specie, diverse dal pino e dall'abete bianco. Raggruppate in "Altro" le specie la cui area basimetrica totale è inferiore a  $0,1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (ciliegio; pero, ginepro, salicone, ciavardello, ontano napoletano, ontano nero, acero di monte, douglasia, melo, orniello, carpino nero, ginestra, biancospino e corniolo).

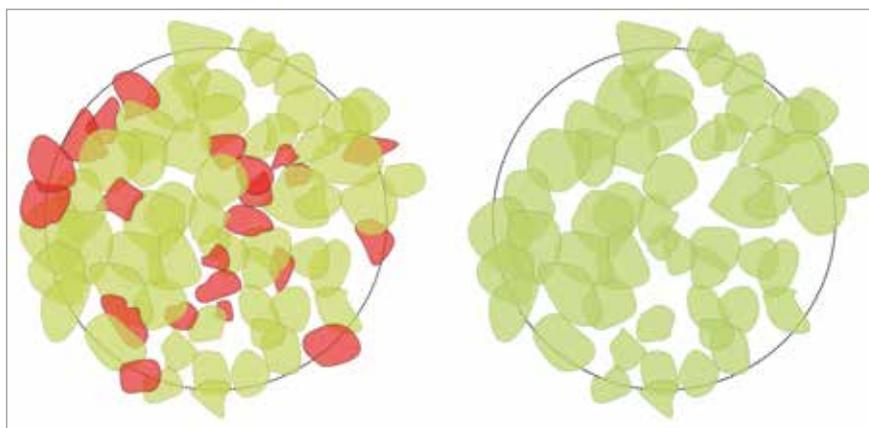
	prima del diradamento					dopo il diradamento					percentuale prelievo		
	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>
		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m			
Classico	971	42,3	357,6	23,7	17,9	675,7	34,0	290,8	25,3	18,3	30,4	19,7	18,7
Selettivo	971	47,4	446,4	24,9	18,2	638,3	32,3	309,2	25,4	18,4	34,3	31,9	30,7
Testimone	935	41,2	354,8	23,9	17,9	935,3	41,2	354,8	23,9	17,9			

**Tabella 6.3** - Caratteristiche dendrometriche dei diradamenti.

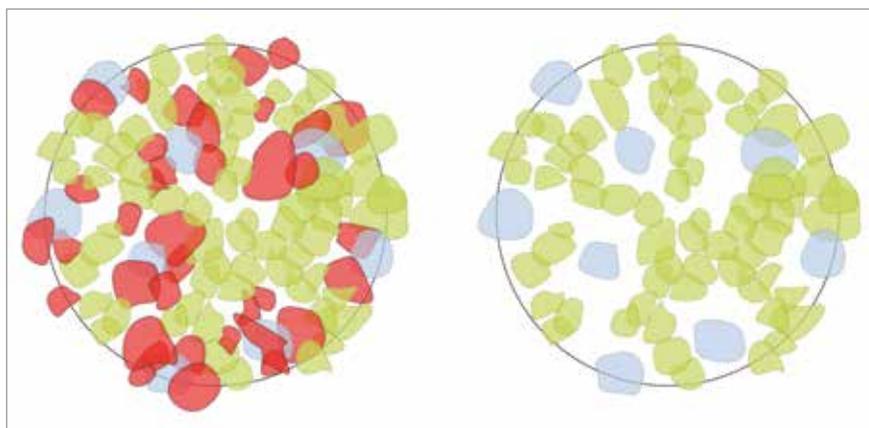
tato il 13% della copertura delle chiome mentre quello selettivo il 20%.

Nelle Figure 6.10 e 6.11 si riporta la visualizzazione della variazione della struttura orizzontale prima e dopo il diradamento in due *plot* campione rispetto alle due tesi di trattamento applicate.

In Tabella 6.4 si sintetizzano i parametri delle piante candidate nella tesi diradamento selettivo. La distanza media tra le piante è pari a 10,1 m. Le candidate hanno tutte altezze e diametri superiori a quelli medi, rapporti ipsodiametrici bassi (media 66,7) e regolare conformazione delle chiome a garanzia della loro stabilità meccanica.



**Figura 6.10** - Struttura orizzontale della pineta prima e dopo il diradamento dal basso.



**Figura 6.11** - Struttura orizzontale della pineta prima e dopo il diradamento selettivo.

Area monitoraggio	Dbh 1,30m	H totale	HD	Raggio di chioma	Distanza	Nr. competitori	
1	30,1	20,6	69	2,59	11,55	4	MEDIA
	±3,3	±1,61	±7	±0,36	±1,65	±1	DEV.ST.
5	30,9	20,8	68	2,44	9,90	4	MEDIA
	±3	±1,51	±8	±0,92	±2,88	±1	DEV.ST.
6	32,6	20,2	63	2,60	9,01	4	MEDIA
	±7,5	±2,97	±6	±0,63	±2,83	±1	DEV.ST.

**Tabella 6.4** - Diradamento selettivo. Caratteristiche delle piante candidate.

## CONCLUSIONI

I diradamenti sono l'azione selvicolturale fondamentale del trattamento delle fustaie coetanee.

Le aspettative del diradamento riguardano il miglioramento del sistema bosco nei riguardi delle sue diverse funzioni:

- la produttività di legno, dal punto di vista quantitativo e qualitativo;
- la protezione idrogeologica: la minore densità degli alberi determina una crescita più armonica degli individui restanti e quindi un loro miglior fenotipo nei riguardi delle caratteristiche meccaniche utili alla resistenza al vento ed agli altri agenti atmosferici;
- miglioramento della fruibilità del bosco per escursioni e turismo: l'aumento di luce al suolo determina una maggior visibilità rende l'ambiente più gradevole e fruibile;
- la biodiversità: i mutamenti microclimatici al suolo stimolano la diversità complessiva del sistema agendo su tutte le sue componenti.

Qualunque manipolazione dell'uomo sul bosco, a fronte delle aspettative in positivo, è causa anche di disturbi. L'abbattimento di alcune piante del popolamento può comportare danni meccanici alle piante che rimangono in piedi; le attività classiche di esbosco, anche se effettuate con forme di meccanizzazione leggera, producono comunque impatti al livello del terreno (incisioni localizzate del suolo, costipamenti ecc.).

L'esbosco a strascico dei fusti interi inoltre può produrre danni meccanici alle piante rimaste (scortecciamenti, ferite, ecc.). Abbiamo già discusso di come la diminuzione della densità delle piante determinata dal diradamento comporti un periodo di alcuni anni, immediatamente successivo l'intervento, nel quale il popolamento è indebolito dal punto di vista della stabilità meccanica complessiva (vedi Capitolo 3). Gli effetti positivi apportati dal maggiore spazio a disposizione tra le piante si traducono però in uno stimolo incrementale sulla crescita delle chiome e dei fusti che entro alcuni anni (periodo variabile in funzione della specie e dello stadio evolutivo in cui si opera il diradamento) aumentano il grado complessivo di stabilità meccanica del popolamento oggetto dell'intervento.

Affinchè il diradamento sia efficace per il miglioramento funzionale complessivo del bosco bisogna che esso sia effettivamente incisivo. In altri termini è necessario che gli effetti positivi dell'intervento superino gli effetti negativi dovuti al disturbo al sistema.

Gli interventi selvicolturali devono avere effettive caratteristiche di “colturalità”, ovvero essere realmente incisivi sui rapporti di competizione delle piante (nello spazio aereo e nel suolo) modificando effettivamente in positivo il regime microclimatico nel bosco.

La prassi gestionale forestale degli ultimi decenni si è indirizzata verso una eccessiva cautela nella modalità di attuazione degli interventi selvicolturali. Questo ha portato, nel caso specifico dei diradamenti delle fustaie, ad agire quasi esclusivamente nel piano dominato, secondo la logica di “disturbare” il meno possibile la componente dominante del popolamento. Spesso le normative in materia di diradamenti pongono come limite di prelievo una percentuale del numero delle piante e prescrivono di agire dal basso, ovvero generalmente nel solo piano dominato. I motivi di ciò stanno soprattutto nella maggior facilità del controllo del taglio rispetto alla normativa e nel basso impatto visivo dell'intervento. Tuttavia, come visto nel Capitolo 2, nel caso di boschi a prevalenza di specie eliofile (come i pini) ciò non comporta alcun beneficio sui fenomeni di effettiva competizione tra le piante e sui parametri climatici e fisiologici. Spesso quindi questi interventi non rispondono alla logica di miglioramento delle funzioni produttive, protettive, sociali ed ecologiche, ma potrebbero altresì apportare solo effetti negativi al sistema bosco.

Considerando anche il fatto che spesso i diradamenti su fustaie scarsamente produttive quali quelle di pino nero rappresentano una voce di costo per il gestore, si ritiene che gli interventi debbano avere la massima efficacia possibile per il miglioramento di tutte le funzioni del bosco, nella logica dunque di minimizzare il rapporto costi/benefici. In questo senso oltre che la modalità e l'intensità del singolo intervento, il ragionamento va esteso anche al regime dei diradamenti entro l'intero ciclo di vita del popolamento. Potrebbe essere infatti opportuno, laddove l'assetto strutturale del popolamento lo permetta, allungare i tempi tra diradamenti effettuando i singoli interventi con maggiore incisività; ciò garantirebbe una minore spesa e un minore impatto complessivo sul sistema (riduzione del numero di interventi).

Il diradamento selettivo proposto dal Progetto SelPiBioLife è coerente con questa logica. I punti cardine della modalità dell'intervento sono:

- l'incisività dell'intervento ad apportare effettivi stimoli alla crescita e al miglioramento della forma dei soggetti candidati (funzioni produttiva e protettiva);
- la creazione di un ambiente microclimatico complessivo ottimale per l'incremento della biodiversità vegetale ed animale.

Il metodo proposto comporta che l'analisi del popolamento sia più accurata rispetto a quanto necessario per il classico diradamento dal basso. La scelta delle piante candidate e delle loro competitori impone infatti un maggiore sforzo di ragionamento in fase di martellata. Si tratta di scelte che impongono quindi al selvicoltore l'assunzione di effettive responsabilità.

Si ritiene che le semplici e replicabili regole di ragionamento per effettuare la martellata del diradamento selettivo esposte in questo Manuale siano di effettivo supporto per il tecnico selvicoltore. Il manuale rappresenta pure un supporto per la fase di controllo a posteriori della qualità delle scelte di martellata.





**Coordinatore** Progetto



**Partner**



Unione dei Comuni del  
**PRATOMAGNO**  
(Provincia di **AREZZO**)

*[www.selpibio.eu](http://www.selpibio.eu)*

