

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento del Territorio e Sistemi Agro-Forestali
Corso di Laurea in tecnologie Forestali e Ambientali

Effetti incrementali nel breve periodo in seguito
a diradamento selettivo su un popolamento
artificiale di pino nero.

Relatore
Prof. *Mario Pividori*
Correlatore
Dott. *Paolo Cantiani*

Laureando
Riccardo Scanferla
Matricola n. 1092471

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

INDICE

RIASSUNTO-ABSTRACT.....	1
CAPITOLO 1 - IL PINO NERO	3
1.1 Inquadramento Geografico E Sistemtico	4
1.2 Inquadramento Ecologico	6
1.3 Rimboschimenti	7
CAPITOLO 2 - PROGETTO SelpiBioLife	11
2.1 Confronto Tra Diradamento Tradizionale E Selettivo	13
2.2 Selezioni Positiva Delle Piante Candidate	16
2.3 Liberazione Delle Candidate Dalle Loro Concorrenti	19
CAPITOLO 3 - AREA DI STUDIO	21
3.1 Inquadramento Territoriale	21
3.2 Cenni Storici E Rimboschimento In Amiata	22
3.3 Le Caratteristiche Del Popolamento E Deidiradamenti	24
CAPITOLO 4 - MATERIALI E METODI	27
4.1 Protocollo Sperimentale	28
4.2 Fase Operativa	29
CAPITOLO 5 - RISULTATI	31
CAPITOLO 6 - DISCUSSIONE	37
CAPITOLO 7 - CONCLUSIONI	41
BIBLIOGRAFIA	43

RIASSUNTO

L'elaborato confronta gli effetti sulla funzione di produttività del sistema bosco in seguito a diverse modalità di diradamento su un popolamento artificiale di pino nero, (*Pinus Nigra* J.F. Arnold) impiantato agli inizi degli anni '70.

Nello specifico, grazie ai valori delle ampiezze anulari registrati nel quinquennio precedente al taglio (2011-2015) e all'evoluzione del seguente biennio (2015-2017), è stato possibile confrontare l'andamento dell'incremento di diametro corrente medio e periodico registrato nel periodo PRE, e POST trattamento.

Un ulteriore parametro calcolato è stato l'incremento di area basimetrica periodico (BAI).

Per l'estrazione dei campioni di legno, è stato utilizzato il succhiello di Pressler, prelevando una carota lignea per ogni pianta candidata (appartenenti al piano dominante al fine di evidenziare maggiormente gli effetti del diradamento), mentre le misure anulari sono state condotte grazie all'impiego di uno stereoscopio (SMIL3) con precisione millimetrica.

La pineta oggetto di studio, è situata nel versante senese del Monte Amiata e il protocollo sperimentale utilizzato è quello applicato dal progetto SelpiBioLife [LIFE13 BIO/IT/000282]. L'obbiettivo del progetto è dimostrare come, una modalità di trattamento selvicolturale selettiva in pinete di pino nero, incrementi la funzionalità complessiva dell'ecosistema e il grado di biodiversità.

Nonostante sia stata dimostrata la sua efficacia sugli effetti incrementali e di stabilità dei popolamenti artificiali di pino nero, per le pinete Toscane, la pratica colturale tradizionale resta il diradamento dal basso.

Lo scopo dello studio è avvalorare l'efficacia del diradamento selettivo sulla funzione di produzione del bosco nel breve termine.

ABSTRACT

The aim of this work is to compare productive function of forest after different types of thinnings in an artificial stand of pinus nigra J.F Arnold reforested at the beginning of 70's.

Thanks to annual width values, recorded five years before thinning (2011-2015 period pre treatment) and in the following 2 years later (2015-2017 period post treatment) has been possible to compare the increase of current and periodic diameter recorded since 2011 to 2017.

An additional parameter calculated has been periodic basal area increment (BAI).

For the extraction of the sample was used an increment borer who extract a single sample for each candidate trees (must belong to the stand dominant layer to highlight thinning's effects) meanwhile anular width was measured thanks to a stereoscope (SMIL 3) very precise.

The pine forest subject of study, is located on senese's side of Amiata Mount and the experimental protocol used is the same applied to SelPiBioLife's project.

The main goal of the SelPiBioLife project is to demonstrate how a selective silvicultural treatment applied to pine forests of Pinus nigra J.F. Arnold could increases biodiversity and forest's functionality.

Despite its effectiveness has been demonstrated on incremental effects and stability of artificial black pine stands, silvicultural treatment commonly applied in the Apennines pine forests remain thinning from below.

The purpose of the study is to support SelpibioLife's selective thinning about wood productive functionality in short term.

1 - IL PINO NERO

Il Pino nero (*Pinus nigra* Arnold) è una conifera sempreverde appartenente alla famiglia delle Pinaceae, caratterizzata da polimorfismo dipendente dall'area su cui cresce. Raggiunge i 30 metri di altezza (raramente arriva a 50 metri), con diametro che può superare il metro.

Il tronco, generalmente dritto, a volte può presentarsi contorto o diviso in due, con una corteccia grigia suddivisa in ampie placche che nel tempo diventa sempre più fessurata. Il portamento è arboreo e la chioma si presenta in età giovanile a forma piramidale, per poi assumere una conformazione irregolare con l'andare del tempo. A seconda della sottospecie i rami variano da grossi, sottili e nodosi distribuiti in verticilli ben distinguibili e leggermente ascendenti nelle piante giovani.

Gli aghi verdi scuri, dall'apice appuntito ma non sempre pungente, presentano una forma dritta o leggermente incurvata, sono lunghi da 4 a 24 centimetri, spessi 1-2 millimetri e riuniti a coppie da una guaina persistente.

Il pino nero è una conifera monoica e raggiunge la maturità sessuale intorno a 20 anni in ambienti favorevoli e non troppo densi; la fioritura ha luogo tra aprile e giugno, con infiorescenze femminili (macrosporofilli) terminali sui rami dell'anno e rosse intense a maturazione, mentre le infiorescenze maschili (microsporofilli) sono gialle a maturazione e situate alla base dei rami dell'anno.

Dopo la fecondazione, gli strobili (subsessili o leggermente pedunculati) maturano nel giro di 2 anni, misurando dai 5 ai 12 centimetri di lunghezza e fino a 4 centimetri di larghezza con colore che si avvicina ad un bruno chiaro; disseminano durante l'inverno del terzo anno dopo l'impollinazione e cadono di solito nella primavera successiva. I coni contengono circa 40 semi, grigi, equipaggiati da una lunga ala (20-25mm) che facilita la diffusione anemocora.

L'apparato radicale della pianta matura è robusto e vasto, con un grosso fittone che si estende in profondità e larghe radici laterali che si espandono orizzontalmente ancorando in modo efficiente la pianta al suolo. Qui si creano simbiosi micorriziche con varie specie fungine quali bianchetto, tartufo nero invernale e scorzone.

Per quanto concerne il legno, la colorazione rossastra del duramen e la colorazione bianca-giallognola dell'alburno consentono una netta distinzione tra legno primaverile e legno autunnale.

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E SISTEMATICO

L'areale di distribuzione del Pino nero è superiore a 3.5 milioni di ettari e risulta frammentato, estendendosi su tutto l'arco del Mediterraneo fino a raggiungere l'Asia minore e Nord Africa.

Tale distribuzione disgiunta, porta a differenze morfologiche all'interno della specie *Pinus nigra* e di conseguenza la classificazione tassonomica risulta piuttosto complessa e controversa.

Una classificazione ampiamente adottata è quella proposta da Fukarek (1958) che, seguendo basi prevalentemente geografiche, distingue una "grande specie" e quattro "piccole specie" con un totale di 14 sottospecie:

- **P. clusiana Clem:**

1. *P. mauretana* Mayre et Peyr → Nord Africa;
2. *P. salzmannii* (Dunal) Tanch → Francia meridionale;
3. *P. hispanica* Cook → Spagna.

- **P. laricio Poiret:**

4. *P. corsicana* Loud → Corsica;
5. *P. calabrica* Delamare → Calabria e Sicilia.

- **P. nigricans:**

6. *P. austriaca* (Höss) Novak → Austria, Slovenia, Friuli e Veneto;
7. *P. illyrica* Vidak;
8. *P. dalmatica* Visiani → Costa dalmata;
9. *P. pindica* Formanek → Grecia;
10. *P. italica* Hochst → (Pino di Villetta Barea) Abruzzo.

- **P. pallasiana Lamb:**

11. *P. banatica* Georg. Et Ion → Romania settentrionale;
12. *P. tatarica* Fukarek → Crimea;
13. *P. caramaniva* Loud → Turchia;
14. *P. fenzlii* Ant. Et Kot → Cipro.

In seguito Debazac (1977) rinominerà le "piccole specie" individuate da Fukarek a sottospecie divise a loro volta in varietà.

Un'altra divisione ancora utilizzata è quella condotta da Gausson et al. in la "Flora Europaea" (1964).

L'autore individua 5 sottospecie per l'Europa considerando, oltre all'areale, la rigidità e la lunghezza dell'ago:

1. subsp. Nigra → spazia dall'Appennino Italiano al nord della Grecia attraverso le Alpi Giulie e le montagne Balcaniche coprendo più di 800.000 ettari;

2. subsp. salzmannii (Dunal) Franco → copre circa 350.000 ettari solo tra le Comunità Autonome Spagnole di Andalusia e Catalogna e si trova anche in popolazioni isolate nei Pirenei;

3. subsp. laricio (Poiret) Maire → si trova in Corsica su più di 22.000 ettari e in Sicilia e Calabria;

4. subsp. dalmatica (Vis.) Franco → risiede sulle Alpi Dinariche meridionali e sulla costa Croata;

5. subsp. palladiana (Lamb.) Holmboe → copre l'area più estesa di circa 2.5 milioni di ettari tra Grecia e Turchia, ed arriva fino a Cipro e Crimea.

Secondo recenti studi (Barbéro et al. 1998), alle precedenti sottospecie individuate da Gausson, andrebbe aggiunta la subsp. mauretana dell'Africa dividendo la specie collettiva *Pinus nigra* Arnold in sei sottospecie allopatriche secondo morfologia, anatomia e fitogeografia. Quest'ultima specie coprirebbe alcuni ettari nelle Montagne del Rif e Djurdjura rispettivamente in Marocco e Algeria.

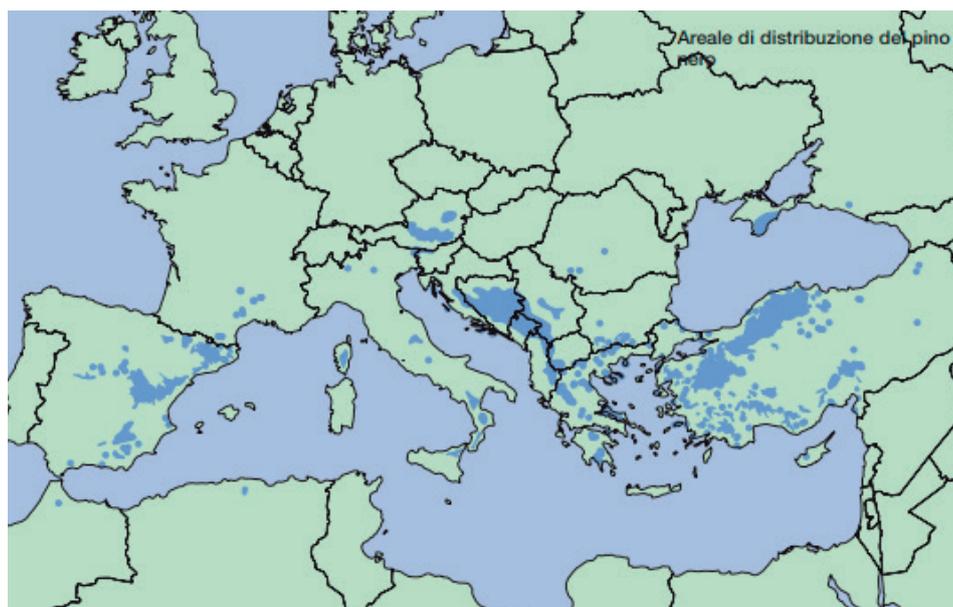


Figura 1.1 - Distribuzione naturale del pino nero in Europa (Euforgen)

Nello specifico, le aree di indigenato occupate dalle entità italiane sono:

- **P.nigricans ssp. Austriaca** → interessa il nord est italiano con grande diffusione in Friuli (17.000 ettari), principalmente in Val Cellina e Val Fella, e nella valle del Piave in Veneto (2.000 ettari);
- **P.nigricans ssp. Italiaca (pino di Villetta Barrea)** → presente maggiormente in alta Val di Sangro e nel Parco Nazionale dell'Abruzzo ma segnalato anche in Campania, Basilicata e nei Monti di Orsomarso in Calabria;
- **P.laricio ssp. Calabrica** → distribuito in prevalenza sulla Sila con 37.000 ettari ed a concentrazioni minori per l'Aspromonte (3.000 ettari) e le pinete di Linguaglossa (3.500 ettari) collocate nel versante settentrionale dell'Etna (Menschini e Longhi, 1995; Bernetti, 1995).

1.2 INQUADRAMENTO ECOLOGICO

Il Pino nero vanta una grande capacità di adattamento a diverse situazioni.

Il range altitudinale ideale va dagli 800m fino a 1500m anche se alcuni popolamenti sono stati rilevati a 350m fino a 2.200m (Praciak, 2013).

Per le entità endemiche italiane, Bernetti (1995) identifica la distribuzione nella fascia montana subatlantica e nella frangia superiore della fascia delle latifoglie eliofile "con spinte nella frangia inferiore dei boschi sopramediterranei di rovere...L'ottimo climatico viene individuato nella transizione inferiore della fascia montana...con temperature medie annue di 7-12° e con media del mese più freddo superiore a -2°C".

In generale non risente delle basse temperature invernali, ed ha una buona resistenza ai danni da neve. Il pino austriaco risulta il più resistente alle basse temperature ed è il meno termofilo mentre il laricio necessita temperature più elevate.

Il pino nero predilige terreni superficiali molto porosi e ricchi di scheletro grossolano, a discapito di terreni troppo umidi, e argillosi. Il pino austriaco e il pino di Villetta Barrea sanno adattarsi alla presenza di rocce verdi ed a suoli carbonatici, mentre il pino laricio privilegia suoli silicatici e tollera suoli calcarei nelle prime fasi dello sviluppo.

In generale il pino nero è una specie molto efficiente nei riguardi del consumo idrico, capace di assorbire rapidamente l'acqua e di destinarla principalmente ai processi fotosintetici.

Non appena si ha una riduzione della disponibilità idrica il pino nero reagisce prontamente chiudendo gli stomi. Se le carenze idriche si prolungano nel tempo si ha un completo blocco della crescita, anche durante la stagione vegetativa (Del Favero, 2010; Bernetti, 1995).

Negli alberi maturi, l'esteso apparato radicale permette di prelevare l'acqua anche in profondità.

Il pino nero è una specie pioniera e di conseguenza eliofita (meno rispetto al pino silvestre), intollerante all'ombra, ma resistente al vento e alla siccità.

Tollera alte densità d'impianto (dalle 3.000 piante ad ettaro nei rimboschimenti più antichi alle 1.500 - 2.000 piante), garantendo così, in breve tempo, la completa copertura del terreno (Federici, 2005) e scaturendo una certa tolleranza per la concorrenza laterale.

Cresce in popolamenti puri o più raramente in associazione con altri pini come *P. sylvestris* o *P. uncinata*.

1.3 RIMBOSCHIMENTI

Secondo Gambi (1983) le qualità del pino nero hanno reso tale specie la più impiegata nei rimboschimenti delle aree montane e collinari sul suolo italiano, tanto da attribuirle l'appellativo di specie emblematica di quell'attività di bonifica montana atta a recuperare a bosco le aree abbandonate dall'agricoltura per un eccessivo sfruttamento. Oltre ad una spiccata capacità di adattamento, la preferenza del pino nero come specie, risiede anche per la facilità di allevamento delle piantine in vivaio e la reperibilità del seme. (Del Favero, 2010).



Figura 1.2 - Rimboschimento Vallombrosa 1936
(archivio selvicoltura)

Il primo grande rimboschimento ha luogo nella bassa Austria nel '700 estendendo i nuclei originali già esistenti. Ad oggi tali pinete raggiungono una superficie di 80.000 ettari (Debazac, 1971).

Il successivo rimboschimento fu quello Francese di Les Barres eseguito ad inizio '800 con pino laricio calabrese.

In Italia le prime attività di rimboschimento videro protagonista il pino nero austriaco negli ex territori Austriaci; Bernetti (1995), per quanto concerne l'utilizzo delle altre entità afferma: "L'attività dell'amministrazione forestale italiana è iniziata intorno al 1880 con immediata aggiunta del pino laricio calabrese; l'impiego del pino di Villetta Barrea è successivo al 1920". I rimboschimenti si protrassero fino agli anni '70 in tutte le regioni (a minori estensioni in Puglia, Sardegna, e Sicilia).

Grazie allo studio condotto da Gambi (1983) sulla distribuzione cronologica, risulta evidente come negli anni 1952 e 1972, le opere di rimboschimento si intensificarono notevolmente:

Prima del 1922	7%
Tra 1922 e 1942	18%
Tra 1942 e 1952	7%
Tra 1952 e 1962	37%
Tra 1962 e 1972	31%

Pavari (1952) delineò le condizioni d'impiego ottimale per le sottospecie presenti nel territorio Italiano:

- Il pino laricio doveva essere impiegato su suoli silicatici poco degradati e in stazioni non troppo fredde;
- Il pino austriaco su suoli calcarei delle stazioni più fredde;
- Il pino di Villetta Barrea, che presenta caratteristiche intermedie alle 2 entità sopra citate, in suoli calcarei e stazioni meno fredde.

Tali direttive spesso non sono state di facile applicabilità poiché la distinzione delle precedenti entità è stata complicata per i pochi caratteri morfologici distintivi (Bernetti, 1995).

Come anticipato ad inizio paragrafo, la gran parte dei rimboschimenti d'Italia e della Toscana furono inizialmente condotti a scopi soprattutto di protezione idrogeologica e di produzione, interessando terreni nudi, pascoli degradati, seminativi abbandonati, ma anche boschi cedui degradati a causa dell'intenso sfruttamento, del pascolo e degli incendi.

Ciabatti (2009) afferma: "I rimboschimenti eseguiti con finalità produttive, realizzati principalmente nel secondo dopoguerra, non sempre hanno realizzato gli obiettivi economici prefissati, sia per sfavorevoli condizioni strutturali e congiun-

turali di mercato, sia talora per la non buona riuscita e/o l'abbandono colturale di molti impianti".

Viceversa, la protezione idrogeologica è stata fronteggiata egregiamente poiché la copertura forestale dei primi insediamenti si è sviluppata in tempi brevi, migliorando la regimazione delle acque e proteggendo i terreni da fenomeni di erosione.

L'attività di rimboschimento protettivo, in passato, è stata criticata per la pressanta scarsa capacità miglioratrice della conifera impiegata, per il ricorso eccessivo alla monospecificità degli impianti e per il non indigenato del pino nero nelle stazioni rimboschite (Giacobbe, 1962).

Attraverso i risultati ottenuti sulle ampie superfici censite, è possibile affermare come l'obbiettivo primario di ricostruzione della copertura forestale, e di preparazione del suolo, sia stato ampiamente raggiunto.

L'attenzione al giorno d'oggi va per la ricerca alle scelte gestionali e alle modalità tecniche selvicolturali più sostenibili e appropriate per il trattamento di tali popolamenti; spesso sono state omesse le prime cure colturali (sfolli e diradamenti della perticaia) principalmente per l'elevato costo d'intervento (Amorini e Fabbio, 1992).

Le condizioni delle pinete, ad oggi, risultano quindi precarie dal punto di vista della funzionalità complessiva del sistema (assenza del piano arbustivo o erbaceo, carenza di fenomeni successionali o di rinnovazione naturale) e in termini di densità con conseguenze sulla stabilità del popolamento.

Lo strumento selvicolturale maggiormente incisivo per garantire la stabilità dei popolamenti di origine artificiale a struttura compositiva e cronologica semplificata è il diradamento (La Marca, 1986).

L'ampliamento dello spazio a disposizione delle chiome dei popolamenti monoplani, ha effetti positivi se effettuata a stadi di sviluppo nei quali la stabilità meccanica degli alberi non sia compromessa.

2 - IL PROGETTO SELPIBIOLIFE [LIFE13 BIO/IT/000282]:

Come si evince dal nome, il progetto SelPiBioLife rientra nella categoria dei cosiddetti progetti LIFE.

LIFE è il programma dedicato all'ambiente dell'unione Europea che, attraverso co-finanziamenti di progetti di valore e rilevanza comunitaria, ha come obiettivo generale di contribuire all'implementazione, allo sviluppo e all'aggiornamento della politica e della legislazione ambientale dell'Unione Europea.

Il progetto SelPiBioLife si propone di dimostrare come il diradamento selettivo, rispetto all'assenza di trattamento, e alla modalità tradizionale (diradamento dal basso di moderata intensità), apporti effetti positivi nei confronti dell'incremento sia della biodiversità vegetale del sottobosco che di quella del suolo e, allo stesso tempo, migliori gli aspetti legati alla produzione (stimolo della crescita) e alla protezione (miglioramento parametri di stabilità meccanica) a livello del popolamento forestale.

Il diradamento selettivo, applicato in pinete di origine artificiale di Pinus Nigra J.F Arnold, modifica la diversità strutturale orizzontale e verticale del popolamento forestale, e quindi la modalità di copertura delle chiome, determinando un diverso regime di luce, acqua e temperatura a livello del suolo. Al variare di tali condizioni si favorisce un aumento dell'insediamento di vegetazione erbacea-arbustiva (biodiversità vegetale), della diversità micologica e microbiologica e della 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 con conseguente incremento del valore economico, turistico e di protezione idrogeologica.

L'ente coordinatore del progetto è il CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria) affiancato da diversi partner quali: L'Università di Siena, Unione dei Comuni Del Pratomagno, Unione dei comuni Amiata Val d'Orcia e la Compagnia delle Foreste s.r.l.

Le immagini sottostanti mostrano le azioni e lo stato di avanzamento di queste ultime: alcuni risultati dal punto di vista floristico sono già a disposizione e vedono un aumento del numero delle specie del sottobosco con una persistenza nel corso del tempo. Dal punto di vista micologico, dove il diradamento favorisce la crescita dell'albero e migliora la capacità fotosintetica, aumenta anche una maggiore produzione non solo di corpi fruttiferi delle specie ectomicorriziche associate alla pianta stessa, ma anche delle altre specie terrestri saprotrofe (Cantiani, 2016).

I risultati degli effetti su macro e mesofauna, legno morto e microrganismi sono tuttora in fase di validazione.

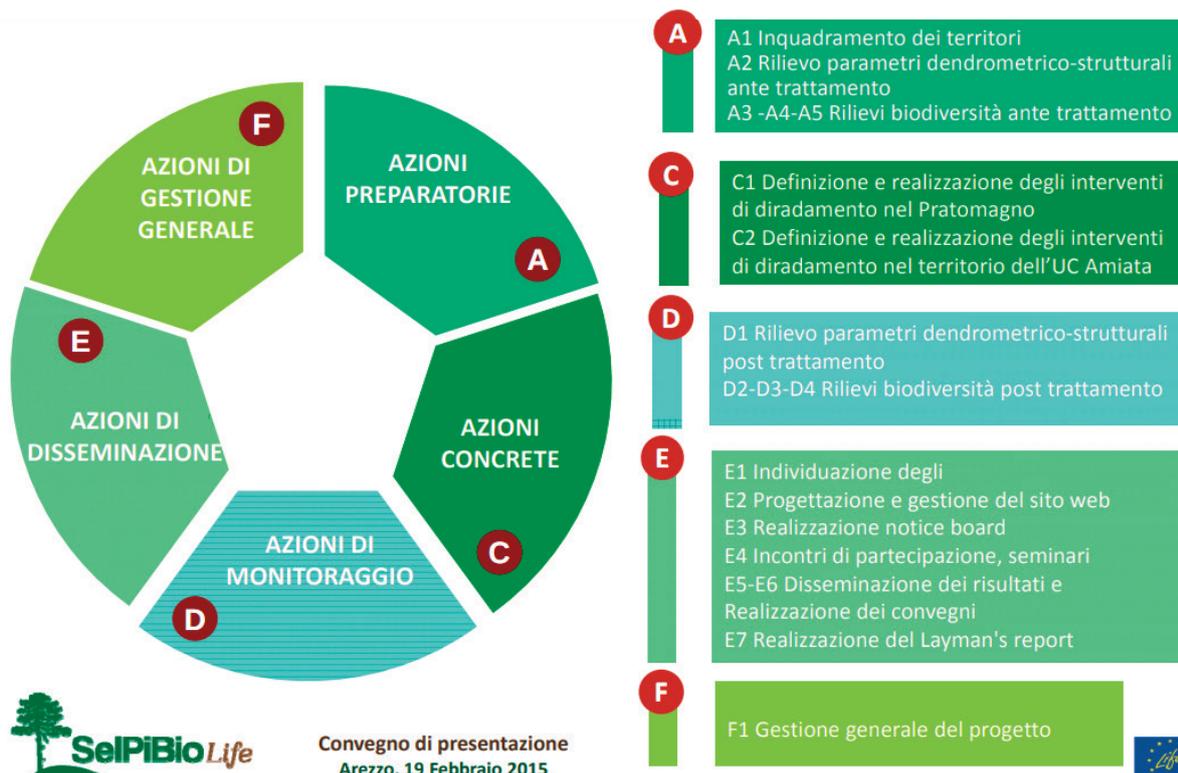


Figura 2.1 - Descrizione azioni del progetto SelPiBiolife.
(Convegno di presentazione, Arezzo 19 Febbraio 2015, Isabella De Meo)

Azione	2014		2015				2016				2017				2018				2019		
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
A1																					
A2																					
A3																					
A4																					
A5																					
C1																					
C2																					
D1																					
D2																					
D3																					
D4																					
E1																					
E2																					
E3																					
E4																					
E5																					
E6																					
E7																					
F1																					
F2																					

Legend:

- Azione conclusa
- Azione in svolgimento
- Azione non cominciata

Figura 2.2 - Stato di avanzamento delle Azioni proposte dal Progetto
(<https://www.selpibio.eu/il-progetto.html#stato-d-%E2%80%99avanzamento>)

2.1 CONFRONTO TRA DIRADAMENTO TRADIZIONALE E SELETTIVO

I tagli intercalari, sono definiti da Piussi e Alberti (2015) come: "tagli che nei boschi monoplani sono eseguiti prima della scadenza prevista per i tagli di rinnovazione" dove prevengono l'autodiradamento e regolano la competizione locale per le risorse mediante la riduzione della densità delle piante. Il loro obiettivo non è quello di ottenere la rinnovazione del bosco, ma eventualmente, di creare le condizioni favorevoli di microclima e suolo all'insediamento del novellame nel momento in cui verranno attuati i tagli di rinnovazione .

I tagli intercalari, a seconda della fase cronologica della fustaia, vengono suddivisi in sfollamento (sfolli) se eseguiti in novelleti e spessine, e in diradamenti, se effettuati in perticaie e giovani fustaie. Attraverso interventi che possono differire nelle modalità, il diradamento punta ad ottenere contemporaneamente più obiettivi: maggiore stabilità meccanica, incremento biodiversità con mescolanza di specie e miglioramenti qualitativi e quantitativi della produzione. I diradamenti stimolano lo sviluppo equilibrato delle varie componenti caratterizzanti delle singole piante quali fusto, chioma, e apparato radicale, aumentando la reattività delle pinete alla successione verso soprassuoli con caratteri compositivi e strutturali in grado di garantire maggiore stabilità ecologica (Cantiani e Piovosi, 2009).

Generalmente i parametri che descrivono l'intervento di diradamento sono:

- **Tipo di diradamento:** determina la posizione sociale delle piante che verranno abbattute;
- **Intensità o grado di diradamento:** viene precisata la massa legnosa che viene prelevata (in percentuale);
- **Età di inizio:** attributo temporale aggettivato con precoce o tardivo, oppure con l'età del soprassuolo;
- **Frequenza** con cui i diradamenti si ripetono durante il turno.

Si possono inoltre classificare quattro tipi di diradamento, a seconda del piano sociale soggetto ad intervento:

- **diradamenti dal basso** → verranno abbattute solo le piante comprese nel piano dominato e raramente, alcune piante dominanti in condizioni vegetative sfavorevoli;
- **diradamenti dall'alto** → si favorisce lo sviluppo dei migliori alberi situati nel piano dominante;

● **diradamenti liberi** → l'indicazione delle piante da abbattere è fatta su caratteristiche specifiche dell'albero;

● **diradamenti meccanici** → la distribuzione delle piante da abbattere è scelta in base ad una disposizione spaziale stabilita a priori.

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).

Con il diradamento basso si intende abbattere solo le piante che rientrano nel piano dominato conservando la struttura monoplana.

■ Piante del piano dominato
■ Piante del piano dominante

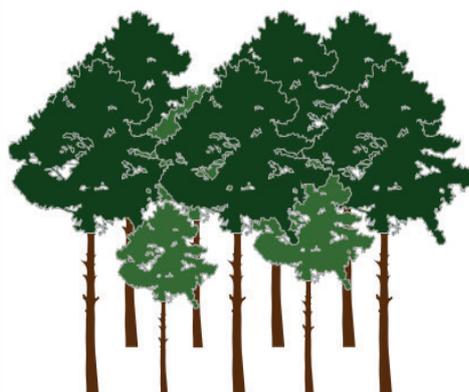
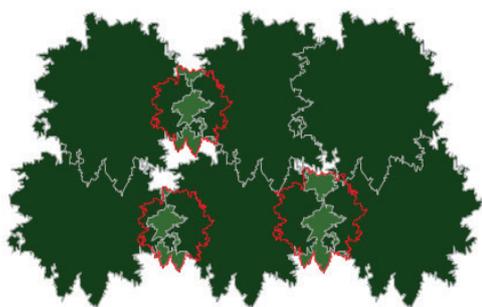


Figura 2.3 - Diradamento tradizionale in una giovane fustaia coetanea. La struttura del bosco prima del diradamento

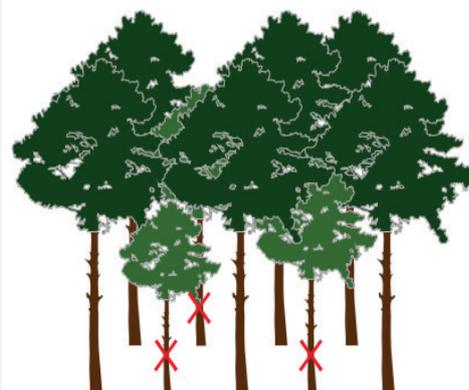
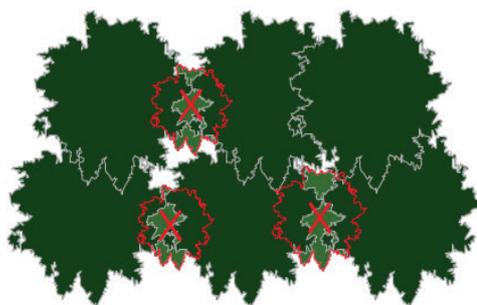


Figura 2.4 - La martellata a carico del piano dominato

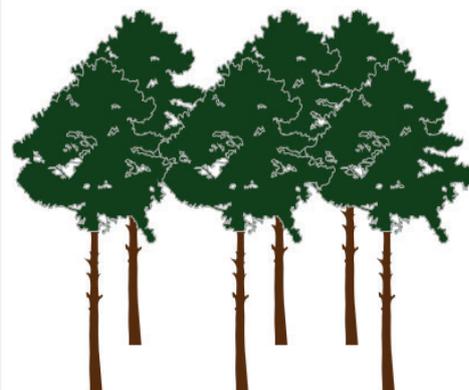
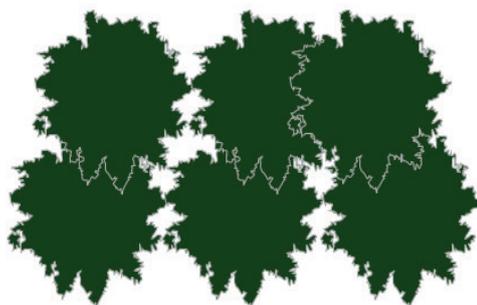


Figura 2.4 - Struttura del bosco dopo il diradamento. La copertura delle chiome resta pressoché invariata. (Manuale selvicoltura)

Con questa pratica si allontanano dal soprassuolo soggetti che vegetano in condizioni sfavorevoli, malformati e morti in piedi. Con tale diradamento, gli assortimenti ottenuti sono di scarso valore poiché le piante interessate sono di limitate dimensioni, tant'è che spesso rappresenta una voce economica negativa (Cantiani, 2012).

Il diradamento dal basso tende a conferire maggiore uniformità al bosco indirizzandolo ad una tessitura grossolana e ad una struttura verticale monoplana: dai parametri dendrometrici risulta evidente come la curva ipsometrica tende ad "appiattirsi", la curva di distribuzione diametrica assume una forma "a campana più accentuata" e infine vi è una riduzione della variazione delle classi diametriche.

L'eliminazione esclusiva di soggetti dominati non influenza in alcun modo la quantità di luce che arriva al suolo e non gioca nemmeno un ruolo determinante ai fini della concorrenza tra gli individui rimasti.

Per il proseguimento dell'elaborato sarà utile definire il diradamento selettivo proposto dal progetto Selpibiolife; il diradamento selettivo rientra nella categoria di diradamenti liberi con selezione libera.

I diradamenti sono detti liberi quando non prevedono una specifica categoria di piante da asportare e si incentrano piuttosto sulle caratteristiche specifiche e fenotipiche di quelle da rilasciare. In letteratura, con il termine "diradamento selettivo", ci si riferisce al diradamento definito da Schaedelin (perfezionato da Leibundgut nel 1946) il quale intende una forma di diradamento libero legato alla selvicoltura naturalistica, con precise regole (Piussi e Alberti, 2015): la selezione può essere negativa con l'abbattimento degli individui ammalati, malformati o predominanti con ampiezza eccessiva della chioma, oppure positiva se si vuole favorire le specie di pregio e maggior valore abbattendo i diretti rivali. D'ora in avanti per diradamento selettivo intenderemo il metodo proposto dal Dott. Cantiani Paolo.

In pinete di *Pinus nigra* con funzione principale quella protettiva si cercherà di selezionare quei soggetti che garantiscano il massimo grado di stabilità meccanica che generalmente saranno pure quelli con miglior potenzialità produttiva.

Con il progetto SelPiBioLife ci si prefigge di agire con il primo intervento a 30-40 anni (fustaia giovane) in popolamenti mai diradati o al massimo sottoposti ad interventi deboli dal basso.

Con un iter ben preciso da seguire il metodo in questione punta ad essere facilmente replicabile a condizione che i popolamenti abbiano una densità regolare, un buon vigore vegetativo e privi di patologie.

La martellata del primo diradamento sarà articolata in 2 fasi:

- Selezione positiva delle piante candidate a costruire il popolamento di fine turno;
- Identificazione delle piante che rappresentano un ostacolo alla libera crescita della chioma anche dette "dirette concorrenti".

2.2 LA SELEZIONE DELLE PIANTE CANDIDATE

La selezione delle piante da valorizzare in boschi di conifere si consiglia attuarla in fase di giovane fustaia, quando la differenziazione fenotipica e sociale è ben evidente.

Il primo passo, dunque, sarà la selezione delle piante candidate dove verranno valutati in primis i seguenti parametri:

1. La composizione specifica: vi è un certo grado di mescolanza specifica nelle pinete di pino nero appenniniche dovuta alla preesistenza del bosco degradato prima dell'impianto (querce e castagno) oppure dovuta all'impianto localizzato di specie diverse dal pino al momento del rimboschimento (alle quote più elevate acero montano e abete bianco, mentre cerro, leccio o altre conifere alle quote più basse). Con la scelta delle piante candidate si può indirizzare il popolamento dal punto di vista della composizione.

2. Vigoria: le candidate dovranno appartenere al piano dominante possedendo quindi parametri superiori di diametri e altezze medie del popolamento. La densità di chioma può aiutarci con il scegliere la pianta candidata: più è densa e più il soggetto può essere candidabile.

3. Stabilità meccanica: la pianta dovrà avere un basso rapporto ipsodiametrico (<90); la chioma dovrà avere un'elevata profondità, dovrà essere il più possibile ampia e simmetrica. È il parametro più importante vista la funzione prevalentemente protettiva delle pinete di pino nero appenninico.

4. Danni meccanici e/o patologici: si evita di scegliere piante candidate con patologie e danni di origine meccanica (danni da fulmine al fusto, danni da ungulati, stroncamenti o biforcazioni della chioma)

5. Nuclei di stabilità: se 2 o più piante costituiscono un gruppetto di insieme di piante dominanti con chiome compenstrate tra loro si possono considerare i gruppetti come singola pianta

Grazie alla costruzione di un modello ad hoc sul potenziale sviluppo delle chiome ad un età di 100 anni e dall'analisi dei modelli di sviluppo delle chiome del pino nero cresciuto in assenza di concorrenza laterale (Bernetti et al. 1969, Cantiani e Piovosi, 2009), Cantiani propone 100 piante ad ettaro come numero medio di candidate, dove la distanza tra ciascuna pianta sarà di circa 10 metri.

Le cifre sopra riportate rappresentano comunque numeri indicativi poichè lo schema non è fisso e la possibilità di variare (entro i limiti) aumenta la flessibilità nella fase di applicazione.

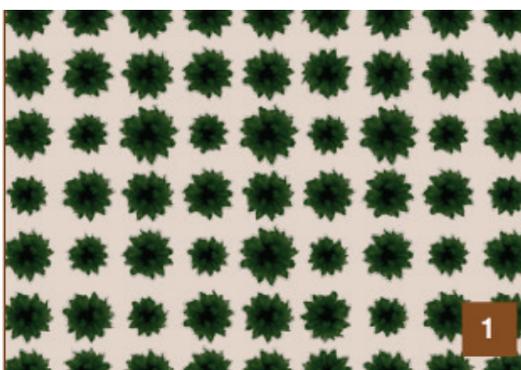


Figura 2.6 - Pineta di origine artificiali giovane

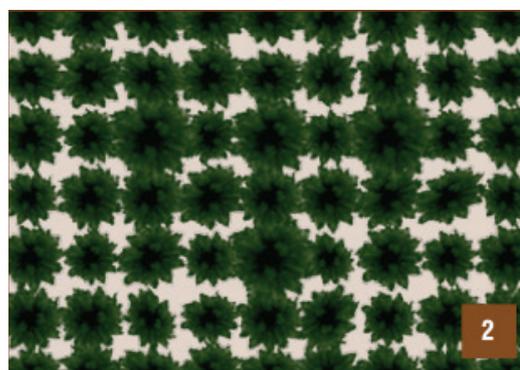


Figura 2.7 - Fase in cui le piante entrano in competizione. Le chiome si toccano. È il momento di diradare

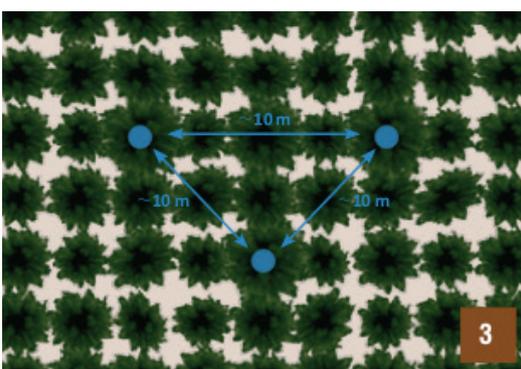


Figura 2.8 - Individuazione piante candidate

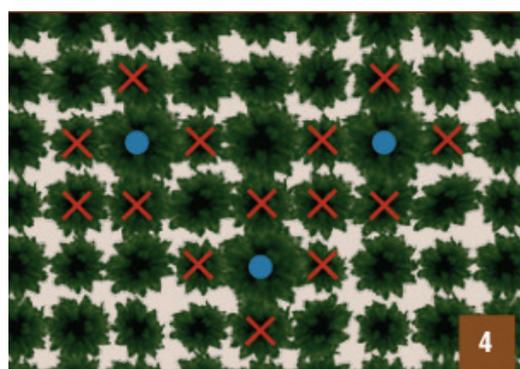


Figura 2.9 - Individuazione dirette concorrenti

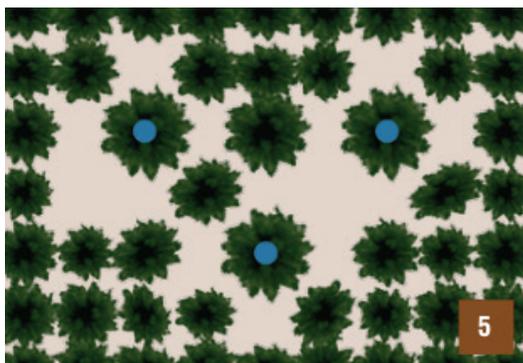


Figura 2.10 - Situazione dopo il diradamento

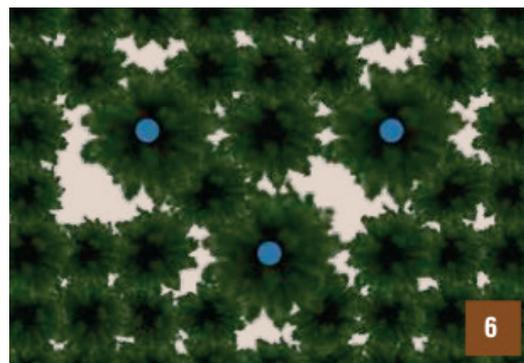


Figura 2.11 - Le piante candidate e quelle di margine si avvantaggiano degli spazi creati dal diradamento.

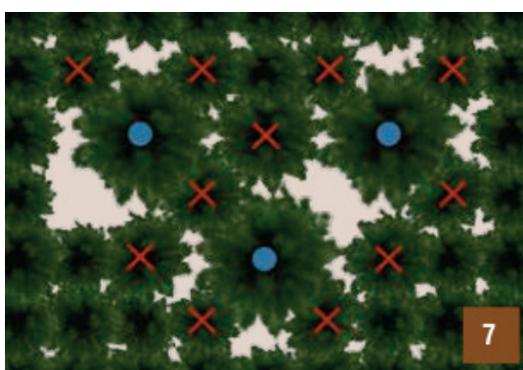


Figura 2.12 - Situazione in cui si necessita un nuovo diradamento selettivo

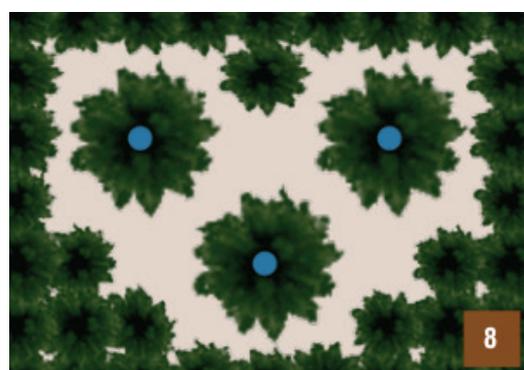


Figura 2.13 - Situazione dopo il secondo diradamento

Le sequenze di immagini precedentemente riportate permettono di vedere come le piante candidate vengono scelte secondo un disegno regolare nel terreno per esigenze di facile replicabilità e semplicità, infatti, non vi è una regola rigida inerente alla spazializzazione delle candidate e sarà il compito dell'operatore, valutare candidate alternative valide quando, per esempio, la distanza teorica viene meno.

2.3 LIBERAZIONE DELLE CANDIDATE DALLE I LORO CONCORRENTI

Le piante concorrenti intralciano direttamente lo sviluppo naturale delle chiome delle candidate.

Come si può intuire, nella fase successiva del diradamento selettivo si asportano tutte le piante direttamente concorrenti con le candidate.

Cantiani (2016) afferma: "Affinché l'intervento abbia 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'eliminazione delle 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. Quando le chiome delle piante candidate saranno nuovamente in competizione con quelle delle dirette competitori, si applicheranno i diradamenti successivi.

La frequenza degli interventi nonché il periodo di tempo tra un intervento e quello successivo dipende dai seguenti fattori:

1. Fertilità della stazione
2. Lo stadio evolutivo del popolamento
3. Intensità del primo diradamento selettivo.

3 - DESCRIZIONE AREA DI STUDIO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La pineta artificiale oggetto di studio è situata sul versante senese del Monte Amiata, e ricade nel comune di Castiglione d'Orcia (SI), nei pressi della località Laghi.

L'area, posizionata nel Complesso Forestale Madonna delle Querce, vanta una superficie catastale di 2168,60 ettari ed è collocata ad una quota media di 780 metri sopra il livello del mare.

Il versante che ospita l'area di studio è ondulato e lungo, con esposizione prevalentemente Sud-Ovest, e avente una pendenza media del 15%. Rari sono gli affioramenti rocciosi, mentre comune è la pietrosità superficiale di piccole dimensioni, scarsa o assente quella di medie e grandi dimensioni. Evidenti fenomeni erosivi non sono stati registrati. I suoli sono profondi, ben dotati di sostanza organica nell'orizzonte superficiale con tessitura prevalentemente franco sabbiosa e franca.

Per quanto concerne il clima, viene considerato caldo e temperato e Köppen e Geiger lo classificano come Csb. L'inverno ha molta più piovosità rispetto all'estate. I dati registrati dalla stazione meteo di Castiglione D'Orcia (516 m.s.l.m) rilevano una temperatura media di 12,5 °C e una piovosità media annuale di 687 mm con novembre protagonista di maggiori fenomeni di precipitazione (media di 88 mm). Viceversa, il mese più secco e caldo è luglio con 28 mm di precipitazione e una temperatura media di 21,7°C (Cantiani, 2016; Cantiani et al, 2017)

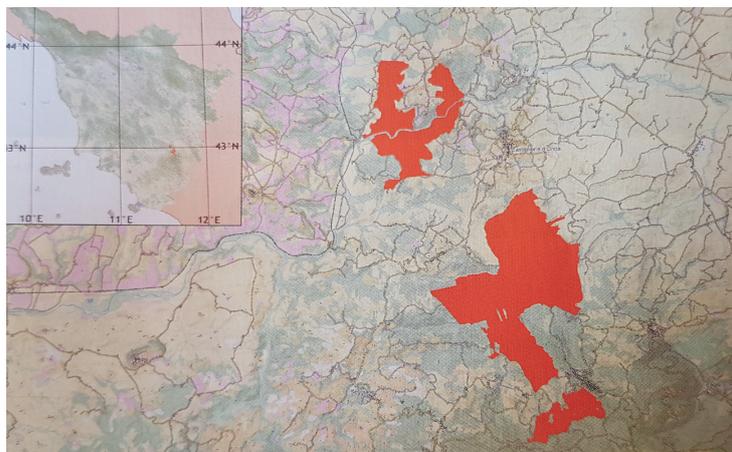


Figura 3.1 - L'area di studio Amiata

3.2 CENNI STORICI E RIMBOSCHIMENTO IN AMIATA

L'analisi della carta forestale della milizia del 1936 e il confronto diacronico della fotometria area del 1954, 1978 e 2015 hanno permesso di ricostruire l'evoluzione nel tempo dell'area oggetto di studio.

Inizialmente il territorio presenta aree occupate da cedui misti a prevalenza di *Quercus cerris*, *Q. pubescens* e zone non boscate adibite alla semina e al pascolo. Con l'abbandono delle attività agricole, tra gli anni 1936 e 1954, si assiste ad un forte incremento della superficie boscata che passa dal 77% al 94% mentre nel periodo che va dall'anno 1954 al 1978 si registra un leggero decremento della copertura forestale. Infine, dal 1978 al 2015, grazie a interventi di rimboschimento con grande utilizzo di pino nero, l'area coperta dal bosco arriva a toccare quasi 2000 ettari diminuendo la frammentazione delle tessere a livello paesaggistico.

La tipologia di bosco cambia drasticamente: si passa da formazioni di latifoglie a formazioni di conifere e la forma di governo ceduo sostituisce la fustaia (Cantiani, 2016; Cantiani et al, 2017).

Di particolare interesse è l'evolversi delle opere di rimboschimento in Amiata, influenzate dall'attività mineraria della zona: l'enorme domanda di fulminato di mercurio (Caselli et al, 2007) utilizzato nelle attività militari della Grande Guerra provoca una crescita produttiva esponenziale dell'attività mineraria con l'affermazione sul mercato internazionale e fu proprio per iniziativa delle società minerarie, e talvolta grazie a fondi di miglione boschive, che si assistette alla prima opera di rimboschimento di circa 1000 ettari con pino nero ed abete bianco.

Al contrario, il settore minerario, negli anni 1948 e 1949, subisce gli effetti negativi di una crisi mondiale dovuta alla sovrapproduzione, che porterà al crollo del prezzo della bombola di mercurio e costringerà i dirigenti a ridurre drasticamente il personale: fu il dirottare la disoccupazione di massa verso "attività socialmente utili", che determinò l'attività di rimboschimento (Gatteschi e Fedeli, 1994). Dagli inizi degli anni 50 alla metà degli anni 90 furono realizzati circa 3700 ettari di rimboschimento di conifere.

Inizialmente i rimboschimenti furono concepiti come opera pubblica, di conseguenza era compito dello Stato, affiancato all'operato del CFS e dei Consorzi di Bonifica, ad occuparsi della gestione dell'impianto.

La competenza passa, nel 1972, alle Regioni con il "DPR 15 gennaio 1972 n 11" per poi migrare negli anni 80 agli enti locali come province e comunità montane (Cantiani 2012).

L'area oggetto di studio è attualmente affidata alla gestione all'Unione dei comuni Amiata-Val d'Orcia.

L'ultimo Piano di gestione prevede per l'area il taglio raso a turno di 70 anni e rinnovazione artificiale posticipata considerata la difficoltà di rinnovazione naturale (D.R.E.Am 1996).

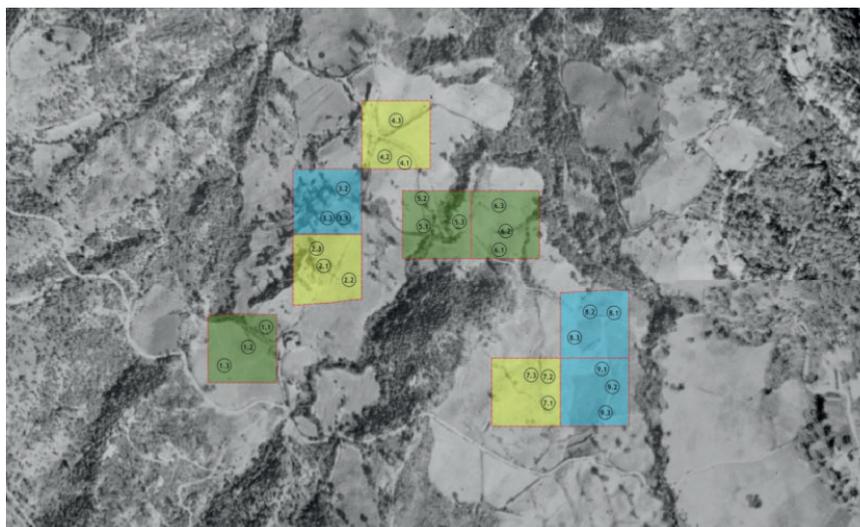


Figura 3.2 - Foto aerea dell'area nel 1954



Figura 3.3 - Foto aerea dell'area nel 2017

3.3 LE CARATTERISTICHE DEL POPOLAMENTO E DEI DIRADAMENTI

La pineta presenta una struttura verticale monoplana.

La composizione specifica vede il pino laricio nettamente prevalente (più del 91%) rispetto alle altre specie arboree dovuta principalmente all'opera di rimboschimento svolta tra gli anni 1978 e 2015 su terreni nudi (ex pascolivi e seminativi) e su cedui degradati (cerro, roverella). Secondo il modello alsometrico del pino della Toscana (Bernetti et al. 1969) la pineta rientra nella seconda classe di fertilità con sottobosco abbondante di rovi mista a gramineto. Nel 2015 viene stimata un'età media di 44 anni. I principali parametri dendrometrici del popolamento (valori medi per tutti i plot) di studio sono riassunti nella tabella sottostante:

Specie	Pianta (n ha ⁻¹)	Diametro medio di area basimetrica (cm)	Altezza media (m)	Area basimetrica (m ² ha ⁻¹)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Rapporto iposodiametrico (H/D)
Pino nero	959	24,3	18,1	43,6	386,4	76,0
Altre	91	16,7	12,8	1,2		
TOTALE	1050	23,6	17,8	44,8	394,1	78,0

Tabella 3.1 principali parametri dendrometrici del popolamento

I diradamenti previsti hanno il compito di condurre a maturazione i soprassuoli che hanno svolto la funzione di difesa del suolo, armonizzando la crescita dei migliori individui, e contemporaneamente, devono favorire il processo spontaneo di rinaturalizzazione, che prevede l'ingresso e l'affermazione di latifoglie spontanee, prediligendole quando presenti. È possibile confrontare i diradamenti relativi al pino nero effettuati nelle 2 aree trattate:

Prima dell'intervento					
	n ha ⁻¹	G ha ⁻¹ (m ²)	V ha ⁻¹ (m ³)	Dgm (cm)	Hm (m)
Classico	971	42,3	357,6	23,7	17,9
Selettivo	971	47,4	446,4	24,9	18,2
Testimone	935	41,2	354,8	23,9	17,9

Tabella 3.2 Caratteristiche dendrometriche prima dell'intervento

Dopo l'intervento					
	n ha ⁻¹	G ha ⁻¹ (m ²)	V ha ⁻¹ (m ³)	Dgm (cm)	Hm (m)
Classico	675,7	34,0	290,8	25,3	18,3
Selettivo	638,3	32,3	309,2	25,4	18,4
Testimone	935	41,2	354,8	23,9	17,9

Tabella 3.3 Caratteristiche dendrometriche

Percentuale di prelievo			
	n ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹
Classico	30,4 %	19,7 %	18,7 %
Selettivo	34,4 %	31,9 %	30,7 %

Tabella 3.4 Percentuali di asporto

4 - MATERIALI E METODI

Lo scopo del presente studio è stato quello di mettere a confronto come diverse modalità di diradamento, realizzate nel 2015, abbiano inciso sull'incremento di piante bersaglio (candidate). Nello specifico, si vuole analizzare la crescita registrata nel quinquennio precedente all'intervento (2011-2015) con l'evoluzione del biennio successivo al diradamento (2016-2017). Dalla scelta di condurre lo studio solo alle piante candidate e non all'intero popolamento ci si aspetta di riscontrare effetti maggiori sull'accrescimento.

La metodologia usata per la stima della produttività, è l'analisi dei valori di ampiezza anulare, un metodo diretto, che prevede il prelievo di carote lignee incrementali. In questa tipologia di indagini, è necessario ricorrere a strumenti adeguati poiché la lettura di numerose ampiezze anulari richiede molto tempo e soprattutto, può essere oggetto di numerosi errori nella fase di misurazione delle ampiezze e nella fase di demarcazione tra gli anelli annuali di accrescimento (Clyde e Titus, 1987). Al fine di diminuire l'errore è stato impiegato un sistema costituito da uno stereomicroscopio con annesso crocefilo, da una tavola traslante con supporti in grado di fissare le carotine legnose, e da un sistema di acquisizione dati composto da computer con video.

Di notevole importanza si è rivelata la possibilità di rotazione dell'oculare con il crocefilo. Infatti, grazie ad un goniometro, è possibile misurare l'angolo tra la direzione di spostamento da un anello all'altro e la perpendicolare alla tangente al bordo dell'anello. Il valore di tale angolo, associato alla misura dello spostamento lineare consente di stimare l'ampiezza reale di ciascun anello diminuendo notevolmente le possibilità di errore in fase di misurazione. L'apparecchiatura SMIL 3, prodotta in Italia, è nata da una collaborazione tra l'Istituto di Assesamento e Tecnologia forestale ed il "Laboratorio di Meccanica di Precisione" dell'Ing. Lega (Corona et al., 1989).

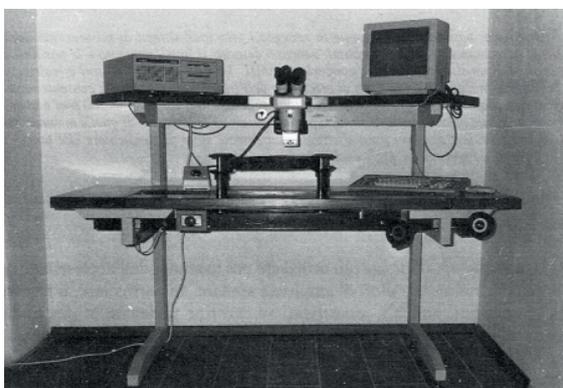


Figura 4.1 - Dendrodronografo smil 3

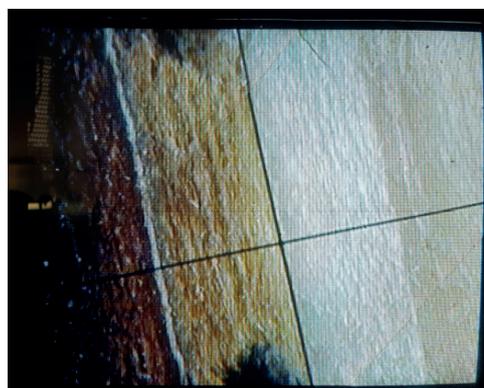


Figura 4.2 - Proiezione immagine di anelli di accrescimento su monitor policromatico

4.1 Protocollo sperimentale

L'area in analisi è regolata da un protocollo sperimentale ben definito, comprendente 9 aree di monitoraggio aventi ciascuna un ettaro. Considerati i trattamenti applicati al bosco otterremo:

- 3 aree sperimentali diradate secondo i criteri del diradamento selettivo: selezione di 100 piante candidate ad ettaro e intervento di diradamento finalizzato a isolare le chiome delle piante scelte. (si rimanda al capitolo del progetto selpibio per i criteri di selezione di una pianta candidata);
- 3 aree diradate con metodo classico (diradamento dal basso di moderata intensità);
- 3 aree testimone o di controllo (nessun trattamento).

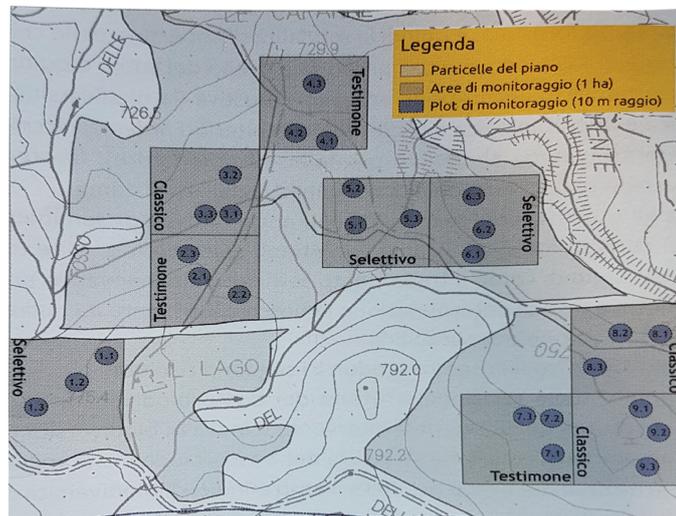


Figura 4.3 - Aree di monitoraggio e dei plot

È importante specificare fin da subito che la ripartizione delle tesi di trattamento è stata fatta tramite sorteggio, ottenendo così 3 ripetizioni per ciascuna tesi. Per tutte le aree di monitoraggio, secondo criteri random, sono stati collocati 3 plot circolari aventi raggio di 10 metri per analisi di biodiversità e di 13 metri per analisi dendrometriche/strutturali. La scelta delle piante candidate è stata effettuata anche nell'area non trattata e nell'area a diradamento classico allo scopo di confrontare l'accrescimento in funzione del tipo di intervento selvicolturale applicato.

Le variabili dendrometriche rilevate nei rispettivi 27 plot sono:

- 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);

4.2 Fase operativa

I rilievi, finalizzati allo studio degli accrescimenti legnosi, sono stati eseguiti tra Febbraio e Marzo del 2018. Per ogni pianta candidata, mediante trivella di Presler, è stata prelevata una carota lignea in direzione radiale all'asse longitudinale ed a 1,30 mt di altezza rispetto al suolo ottenendo 81 campioni.

La fase successiva all'estrazione, è la fase di preparazione del campione: le carote lignee vengono prontamente incollate con colla vinilica in listelli di legno e delicatamente fresate da levigatrice a nastro utilizzando carta abrasiva a diverse tessiture, decrescendo con la granulometria della carta abrasiva (Leal, 2008) al fine di evidenziare meglio le demarcazioni tra anelli di accrescimento.

Le granulometrie variavano da 80 a 200.

La lettura delle carotine è stata effettuata nel laboratorio di Dendroecologia del centro di ricerca CREA (AR) con dendrocronografo Lega SMIL 3 (Corona et al, 1989) che consente di misurare gli incrementi annuali con una risoluzione di 0,01 mm.

L'installazione di una telecamera al tubo oculare dello stereomicroscopio ha permesso di proiettare le immagini ingrandite delle sezioni delle carotine in un monitor policromatico.

I valori delle ampiezze vengono salvati in sequenza in un database nel computer ottenendo le misure delle seriazioni anulari per ogni singola carota e poi inseriti in un foglio Excel, ordinandoli in base al trattamento eseguito alla pianta.

L'elaborazione dei dati ha fornito i seguenti valori di accrescimento:

- incremento diametrico corrente dal 2011 al 2017;
- incremento corrente di diametro e area basimetrica nel periodo precedente al trattamento (2011-2015) e al biennio successivo all'intervento (2016-2017).

Il calcolo dell'incremento dell'area basimetrica (BAI), è stato realizzato grazie ai dati derivanti da cavallettamenti eseguiti nel 2015.



Figura 4.4 - Fase di levigatura



Figura 4.5 - Prelievo campioni



Figura 4.5 - Misurazione ampiezze anulari

5 - RISULTATI

I dati relativi ai valori delle ampiezze anulari registrati dalle carote lignee, sono stati posti in un foglio di calcolo e ordinati a seconda del trattamento applicato all'area di studio, permettendo di arrivare ai valori di incremento di diametro.

Le tabelle sottostanti riportano tutti i dati d'incremento diametrico con il calcolo delle rispettive medie di accrescimento nel periodo PRE intervento(2011-2015) e POST intervento (2016-2017).

Per facilitare l'interpretabilità delle sigle al lettore, in ogni tabella viene inserito il numero dell'area di monitoraggio, il numero del plot e il codice identificativo della pianta candidata carotata.

Diradamento dal basso di moderata intensità: (aree di monitoraggio 3, 8 e 9):

	3.1 A63	3.1 B43	3.1 C46	3.2 A23	3.2 B43	3.2 C51	3.3 A31	3.3 B12	3.3 C57
ANNO	(cm)								
2017	0,194	0,226	0,4	0,204	0,356	0,524	0,354	0,342	0,29
2016	0,264	0,326	0,514	0,416	0,268	0,602	0,688	0,622	0,296
2015	0,324	0,294	0,486	0,428	0,336	0,714	0,708	0,428	0,486
2014	0,336	0,424	0,438	0,42	0,478	0,886	0,688	0,232	0,446
2013	0,212	0,386	0,174	0,338	0,224	0,562	0,428	0,26	0,298
2012	0,244	0,272	0,13	0,324	0,256	0,542	0,416	0,392	0,362
2011	0,258	0,402	0,82	0,35	0,344	0,754	0,516	0,718	0,442
MEDIA INCR PRE	0,275	0,356	0,410	0,372	0,328	0,692	0,551	0,406	0,407
dev st	0,053	0,068	0,278	0,048	0,099	0,143	0,140	0,193	0,076
MEDIA INC POST	0,229	0,276	0,457	0,310	0,312	0,563	0,521	0,482	0,293
dev st	0,049	0,071	0,081	0,150	0,062	0,055	0,236	0,198	0,004

Tabella 5.1 - incremento diametrico registrato nei 9 plot dell' area di monitoraggio 3

	8.1 A58	8.1 B18	8.1 C65	8.2 A101	8.2 B37	8.2 C27	8.3 A17	8.3 B40	8.3 C61
ANNO	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
2017	0,274	0,186	0,272	0,21	0,238	0,286	0,424	0,33	0,264
2016	0,294	0,198	0,296	0,248	0,252	0,322	0,43	0,364	0,29
2015	0,22	0,258	0,17	0,314	0,378	0,364	0,472	0,34	0,342
2014	0,276	0,196	0,224	0,254	0,366	0,29	0,812	0,484	0,338
2013	0,232	0,164	0,142	0,186	0,174	0,248	0,208	0,252	0,252
2012	0,116	0,126	0,112	0,194	0,17	0,23	0,298	0,25	0,336
2011	0,148	0,138	0,208	0,286	0,166	0,256	0,414	0,29	0,474
MEDIA INCR PRE	0,198	0,176	0,171	0,247	0,251	0,278	0,441	0,323	0,348
dev st	0,065	0,053	0,046	0,056	0,111	0,053	0,231	0,097	0,080
MEDIA INC POST	0,284	0,192	0,284	0,229	0,245	0,304	0,427	0,347	0,277
dev st	0,014	0,008	0,017	0,027	0,010	0,025	0,004	0,024	0,018

Tabella 5.2 - incremento diametrico registrato nei 9 plot dell' area di monitoraggio 8

	9.1 A58	9.1 B22	9.1 C70	9.2 A24	9.2 B40	9.2 C26	9.3 A21	9.3 B43	9.3 C36
ANNO	(cm)								
2017	0,102	0,21	0,152	0,326	0,32	0,458	0,256	0,208	0,28
2016	0,296	0,346	0,366	0,422	0,548	0,6	0,384	0,216	0,33
2015	0,506	0,526	0,246	0,464	0,594	0,704	0,378	0,486	0,39
2014	0,554	0,638	0,504	0,558	0,566	0,384	0,398	0,472	0,368
2013	0,566	0,708	0,446	0,48	0,312	0,298	0,378	0,348	0,288
2012	0,392	0,25	0,226	0,332	0,296	0,296	0,32	0,25	0,25
2011	0,398	0,254	0,168	0,332	0,304	0,308	0,334	0,334	0,216
MEDIA INCR PRE	0,483	0,475	0,318	0,433	0,414	0,398	0,362	0,378	0,302
dev st	0,084	0,214	0,148	0,099	0,152	0,175	0,033	0,100	0,075
MEDIA INC POST	0,199	0,278	0,259	0,374	0,434	0,529	0,320	0,212	0,305
dev st	0,137	0,096	0,151	0,068	0,161	0,100	0,091	0,006	0,035

Tabella 5.3 - incremento diametrale registrato nei 9 plot dell' area di monitoraggio 9

Diradamento selettivo (area di monitoraggio 1, 5, 6)

	1.1 A52	1.1 B26	1.1 C12	1.2 A51	1.2 B36	1.2 C17	1.3 A45	1.3 B50	1.3 C2
ANNO	(cm)	(cm)							
2017	0,576	0,562	0,562	0,518	0,558	0,36	0,536	0,418	0,556
2016	0,628	0,518	0,686	0,474	0,604	0,336	0,414	0,658	0,678
2015	0,446	0,358	0,852	0,506	0,414	0,366	0,46	0,494	0,576
2014	0,586	0,368	0,718	0,384	0,272	0,486	0,58	0,588	0,766
2013	0,432	0,218	0,474	0,262	0,352	0,338	0,398	0,504	0,586
2012	0,364	0,298	0,49	0,298	0,374	0,29	0,308	0,41	0,324
2011	0,428	0,454	0,488	0,3	0,326	0,32	0,31	0,474	0,418
MEDIA INCR PRE	0,451	0,339	0,604	0,350	0,348	0,360	0,411	0,494	0,534
dev st	0,082	0,088	0,172	0,098	0,053	0,076	0,114	0,064	0,170
MEDIA INC POST	0,602	0,540	0,624	0,496	0,581	0,348	0,475	0,538	0,617
dev st	0,037	0,031	0,088	0,031	0,033	0,017	0,086	0,170	0,086

Tabella 5.4 - incremento diametrale registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 1

	5.1 A19	5.1 B72	5.1 C79	5.2 A71	5.2 B84	5.2 C10	5.3 A33	5.3 B9	5.3 C44
ANNO	(cm)	(cm)	(cm)						
2017	0,464	0,55	0,524	0,488	0,52	0,422	0,414	0,362	0,646
2016	0,34	0,314	0,426	0,526	0,412	0,408	0,448	0,448	0,724
2015	0,224	0,394	0,514	0,542	0,222	0,488	0,698	0,76	0,984
2014	0,222	0,326	0,282	0,508	0,188	0,548	0,756	0,832	0,778
2013	0,14	0,18	0,274	0,41	0,166	0,404	0,39	0,396	0,48
2012	0,14	0,132	0,202	0,392	0,208	0,25	0,5	0,41	0,562
2011	0,22	0,232	0,276	0,47	0,384	0,42	0,558	0,368	0,908
MEDIA INCR PRE	0,189	0,253	0,310	0,464	0,234	0,422	0,580	0,553	0,742
dev st	0,045	0,107	0,119	0,064	0,087	0,112	0,148	0,224	0,217
MEDIA INC POST	0,402	0,432	0,475	0,507	0,466	0,415	0,431	0,405	0,685
dev st	0,088	0,167	0,069	0,027	0,076	0,010	0,024	0,061	0,055

Tabella 5.5 incremento diametrale registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 5

	6.1 A30	6.1 B54	6.1 C39	6.2 A26	6.2 B51	6.2 C52	6.3 A30	6.3 B33	6.3 C63
ANNO	(cm)								
2017	0,558	0,48	0,414	0,616	0,272	0,468	0,44	0,78	0,96
2016	0,68	0,536	0,428	0,6	0,24	0,396	0,834	0,828	0,996
2015	0,442	0,58	0,486	0,648	0,414	0,604	0,664	0,78	0,698
2014	0,446	0,49	0,482	0,918	0,752	0,304	0,722	0,794	0,59
2013	0,464	0,536	0,332	0,622	0,292	0,44	0,582	0,732	0,654
2012	0,574	0,498	0,384	0,348	0,274	0,408	0,416	0,428	0,482
2011	0,502	0,598	0,46	0,574	0,43	0,506	0,366	0,6	0,466
MEDIA INCR PRE	0,486	0,540	0,429	0,622	0,432	0,452	0,550	0,667	0,578
dev st	0,055	0,048	0,068	0,204	0,192	0,112	0,154	0,154	0,103
MEDIA INC POST	0,619	0,508	0,421	0,608	0,256	0,432	0,637	0,804	0,978
dev st	0,086	0,040	0,010	0,011	0,023	0,051	0,279	0,034	0,025

Tabella 5.6 - incremento diametrico registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 6

Testimone (area di controllo) (area di monitoraggio 2, 4 e 7):

	2.1 A35	2.1 B16	2.1 C13	2.2 A24	2.2 B13	2.2 C52	2.3 A31	2.3 B35	2.3 C54
ANNO	(cm)								
2017	0,396	0,156	0,794	0,258	0,25	0,554	0,232	0,346	0,554
2016	0,444	0,43	0,966	0,34	0,384	0,556	0,472	0,478	0,556
2015	0,342	0,398	0,894	0,492	0,314	0,548	0,368	0,69	0,548
2014	0,562	0,446	1,418	0,518	0,444	0,356	0,434	0,496	0,356
2013	0,368	0,396	0,698	0,286	0,206	0,226	0,272	0,198	0,226
2012	0,494	0,25	0,744	0,198	0,142	0,234	0,326	0,32	0,234
2011	0,768	0,47	0,76	0,274	0,196	0,39	0,442	0,516	0,39
MEDIA INCR PRE	0,507	0,392	0,903	0,354	0,260	0,351	0,368	0,444	0,351
dev st	0,172	0,085	0,297	0,143	0,120	0,132	0,072	0,190	0,132
MEDIA INC POST	0,420	0,293	0,880	0,299	0,317	0,555	0,352	0,412	0,555
dev st	0,034	0,194	0,122	0,058	0,095	0,001	0,170	0,093	0,001

Tabella 5.7 - incremento diametrico registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 2

	4.1 A52	4.1 B31	4.1 C102	4.2 A30	4.2 B31	4.2 C39	4.3 A23	4.3 B42	4.3 C12
ANNO	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
2017	0,226	0,186	0,21	0,248	0,188	0,23	0,25	0,474	0,242
2016	0,224	0,258	0,214	0,372	0,236	0,184	0,414	0,736	0,49
2015	0,356	0,308	0,4	0,436	0,37	0,162	0,558	0,896	0,47
2014	0,286	0,248	0,376	0,404	0,384	0,286	0,792	1,176	0,644
2013	0,186	0,264	0,264	0,186	0,184	0,268	0,432	0,798	0,41
2012	0,232	0,188	0,234	0,168	0,204	0,382	0,598	0,606	0,354
2011	0,254	0,274	0,29	0,206	0,3	0,388	0,678	0,724	0,376
MEDIA INCR PRE	0,263	0,256	0,313	0,280	0,288	0,297	0,612	0,840	0,451
dev st	0,064	0,044	0,072	0,129	0,092	0,093	0,134	0,216	0,117
MEDIA INC POST	0,225	0,222	0,212	0,310	0,212	0,207	0,332	0,605	0,366
dev st	0,001	0,051	0,003	0,088	0,034	0,033	0,116	0,185	0,175

Tabella 5.8 incremento diametrico registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 4

	7.1 A28	7.1 B36	7.1 C30	7.2 A59	7.2 B36	7.2 C10		7.3 B39	7.3 C57
ANNO	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
2017	0,19	0,34	0,436	0,158	0,29	0,174	0,312	0,396	0,416
2016	0,358	0,496	0,62	0,164	0,354	0,298	0,394	0,418	0,35
2015	0,44	0,668	0,918	0,352	0,4	0,284	0,452	0,624	0,524
2014	0,406	0,38	0,932	0,318	0,392	0,38	0,502	0,468	0,534
2013	0,228	0,248	0,556	0,36	0,378	0,336	0,392	0,288	0,44
2012	0,296	0,278	0,508	0,254	0,408	0,238	0,402	0,29	0,404
2011	0,286	0,232	0,568	0,26	0,3	0,292	0,446	0,342	0,458
MEDIA INCR PRE	0,331	0,361	0,696	0,309	0,376	0,306	0,439	0,402	0,472
dev st	0,089	0,181	0,210	0,050	0,044	0,054	0,044	0,144	0,056
MEDIA INC POST	0,274	0,418	0,528	0,161	0,322	0,236	0,353	0,407	0,383
dev st	0,119	0,110	0,130	0,004	0,045	0,088	0,058	0,016	0,047

Tabella 5.9 - incremento diametrico registrato nei 3 plot dell' area di monitoraggio 7

I parametri statistici impiegati in questo studio sono:

- valore medio di ampiezza diametrica (Idm)

$$Idm = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^{y=n} X_t$$

con X_t rappresentante l'ampiezza di diametro nell'anno y e n il numero di anni considerati.

Questo parametro riassume i diversi fattori che possono influenzare gli accrescimenti, come la fertilità stagionale, l'età, e la specie.

- la deviazione standard (SD):

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_t - Idm)^2}$$

la quale ha fornito un indice di dispersione dei valori indagati intorno al valore medio.

La seguente tabella, da cui è stata estrapolata l'immagine 5.1, riporta le variazioni di incremento corrente di diametro calcolato come la media di tutte le piante campionate e divise per tesi di studio durante il periodo 2011-2017

INCREMENTO CORRENTE			
	BASSO	SELETTIVO	TESTIMONE
ANNO	(cm)	(cm)	(cm)
2017	0,285	0,519	0,315
2016	0,378	0,540	0,415
2015	0,421	0,541	0,489
2014	0,446	0,544	0,516
2013	0,317	0,410	0,337
2012	0,273	0,362	0,333
2011	0,357	0,439	0,403

Tabella 5.10 - media degli incrementi correnti di diametro

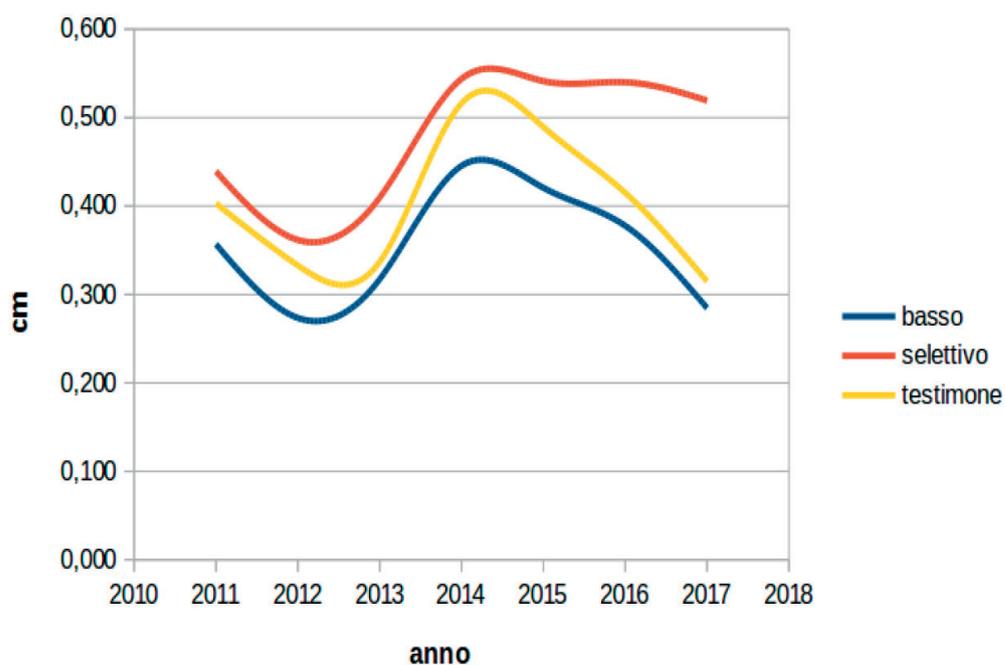


Figura 5.1 - media degli incrementi correnti di diametro

Un ulteriore indicatore utile per studiare gli accrescimenti dei diversi trattamenti è stato il calcolo dell'incremento periodico medio (IpmPRE) nel periodo precedente all'intervento (2011-2015) e l'incremento periodico nel successivo biennio (IpmPOST) post intervento (2016-2017).

	BASSO	SELETTIVO	TESTIMONE
	(cm)	(cm)	(cm)
IpmPOST	0,331	0,530	0,365
dev st	0,066	0,015	0,071
IpmPRE	0,363	0,459	0,416
dev st	0,071	0,081	0,085

Tabella 5.11 - medie e deviazioni standard incrementi periodici PRE e POST intervento

Con questi 2 parametri, all'interno di ogni trattamento, è stato possibile quantificare in termini percentuali la differenza di incremento di diametro tra il biennio successivo all'intervento (2016 - 2017) e la situazione registrata nel quinquennio precedente (2011 - 2015)

$$\text{diff percentuale} = [(IpmPOST - IpmPRE) / IpmPRE] * 100$$

	Basso	Selettivo	Testimone
Incremento %	-8,688	15,380	-12,173

Tabella 5.12 - incremento %

Inoltre grazie ad un cavallettamento effettuato nel 2015 è stato possibile risalire all'incremento medio periodico di area basimetrica grazie al calcolo dell'incremento dell'area basimetrica (BAI) espresso in cm² anno⁻¹ (Piovesan et al. 2008)

$$BAI = \frac{\pi}{4} [DBh_{15}^2 - (DBh_{15} - 2i)^2]$$

con Dbh che rappresenta il diametro cavallettato nel 2015 e *i* l'incremento radiale corrente moltiplicato per 2 volte.

	Basso (cm ² /anno)	Selettivo (cm ² /anno)	Testimone (cm ² /anno)
BAI PRE	17,221	22,077	19,391
BAI POST	15,747	25,387	16,916
Incremento %	-9,360	13,040	-14,633

Tabella 5.13 - BAI medio PRE e POST intervento

6 - DISCUSSIONE

Il metodo utilizzato per lo studio dell'incremento di diametro, basato sul prelievo di carote lignee, ha permesso di confrontare gli effetti incrementali ottenuti nei diversi trattamenti applicati al popolamento in esame.

La scelta delle piante candidate carotate è stata effettuata secondo i criteri proposti dal progetto Selpibiolife, selezionando piante con buona vigoria per tutte le tesi oggetto di studio (sebbene per il trattamento a diradamento dal basso e testimone sarebbe più opportuno parlare di piante "candidabili") ed evitando così la raccolta di campioni con possibili riduzioni delle ampiezze anulari, dovute, per esempio, alla competizione intraspecifica (frequente in piante dominate). Nella fase di misurazione dei campioni non si sono registrati danni alle carotine e, grazie alla precisione del dendrocronografo SMIL 3, la demarcazione tra i vari anelli di accrescimento è sempre stata di facile lettura.

I valori ottenuti dalla lettura delle ampiezze degli anelli incrementali consente il recupero di serie storiche d'accrescimento, mostrandoci l'evoluzione della crescita radiale dell'albero nel tempo.

L'analisi delle serie storiche può essere considerata sia come strumento utile a definire la fase di sviluppo del singolo albero, sia come stima di crescita in seguito alla reazione di fattori ecologici, climatici e colturali.

Nello specifico, le ampiezze anulari, forniscono un esatto responso di tutti i fattori di disturbo esogeni ed endogeni che agiscono sia nel breve, e sia nel lungo periodo nell'ecosistema bosco (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988).

I diradamenti riducono la competizione tra individui di un popolamento forestale con l'effetto di ripartire una maggiore quantità di risorse alle piante rilasciate. La distribuzione di tali risorse dipende sia dal modo in cui si modifica la struttura del popolamento, sia dall'intensità del diradamento. L'accrescimento di diametro come afferma Ciancio (2000) " è un parametro di sintesi utile per valutare questo fenomeno e, soprattutto, evidenziare la durata dell' «effetto utile» di un intervento".

Lo studio dell'accrescimento su alberi appartenenti al piano dominante ha evidenziato relazioni tra interventi selvicolturali e accrescimento legnoso.

Le tre tesi di trattamento in esame hanno riportato un andamento dell'incremento corrente medio molto simile nel quinquennio precedente al taglio, con l'area trattata a diradamento selettivo leggermente più fertile rispetto alle altre: il biennio 2011- 2012 registra inizialmente un andamento decrescente per poi invertire la tendenza e giungere al picco dell'incremento tra gli anni 2014-2015. L'ipotesi più attendibile per giustificare il trend dell'incremento corrente nel pe-

riodo PRE trattamento, è da attribuire a fattori di carattere ambientale (andamento climatico), poiché non si sono registrati eventi di riduzione della densità dovuti a cause naturali come schianti e sradicamenti.

Per di più, l'ipotesi si avvalora considerando il fatto che i campioni presi in esame appartengono tutti alla stessa specie legnosa e stazionano su medesime condizioni ambientali.

L'evoluzione dell'incremento di diametro si fa interessante nelle 2 stagioni vegetative successive al trattamento:

- L'andamento dell'area lasciata ad evoluzione naturale registra un calo drastico costante del ritmo di crescita. In termini percentuali, la crescita d'incremento periodico medio cala del -12,17 % rispetto al quinquennio PRE trattamento. Per poter giustificare una riduzione così intensa, possiamo ipotizzare che l'azione di fattori climatici particolarmente sfavorevoli e l'aumento nel tempo della pressione competitiva dell'area, abbiano agito in sinergia.
- L'andamento del trattamento selvicolturale a diradamento basso non si discosta di molto dalla curva di crescita osservata nell'area testimone, riportando una diminuzione d'incremento rispetto al periodo PRE trattamento del -8,69%.
- L'andamento del trattamento selvicolturale a diradamento selettivo si differenzia significativamente dalle altre due tesi analizzate mantenendo costante l'incremento corrente di diametro per le 2 stagioni vegetative successive. Si registra in quest'area un aumento periodico medio del 15,38% rispetto all'incremento periodico medio misurato nel periodo PRE intervento.

Un altro indicatore utilizzato per esprimere la produttività è l'incremento di area basimetrica (BAI), espresso in cm^2/anno .

Misurando l'ampiezza di un anello di accrescimento si ottiene il valore dell'incremento radiale della pianta, di conseguenza, il calcolo dell'area di tale ampiezza ci restituisce l'incremento di area basimetrica.

L'incremento di area basimetrica è considerato un ottimo indicatore della produttività poiché presenta il vantaggio di essere meno dipendente dalle dimensioni/età, rispetto alle ampiezze anulari.

(Nakawatase & Peterson, 2006).

Dalla tabella 5.13 risulta evidente come l'incremento periodico di area basimetrica rispecchi l'accrescimento diametrico periodico medio.

I diradamenti, riducendo la densità, apportano cambiamenti strutturali che alterano le condizioni microclimatiche migliorando le condizioni di crescita degli individui rimasti.

D'altra parte può anche riscontrarsi un declino nella crescita nel breve e medio termine, fenomeno chiamato "shock da diradamento (thinning shock)" documentato per alcuni soprassuoli e specie forestali (Harrington, 1983).

Lo shock da diradamento porta a risposte negative in termini di accrescimento diametrico e altimetrico, a clorosi fogliare, e danni o mortalità associata ad una maggiore esposizione ai raggi solari degli individui.

Per l'area trattata a diradamento classico, risulta difficile affermare con certezza se sia realmente stata disturbata dall'intervento tanto da scaturire il sopracitato fenomeno di shock da diradamento.

Come nel periodo tra il 2011 e 2015, anche nell'arco temporale post intervento non si sono registrati fenomeni di schianti e sradicamenti, tanto meno individui affetti da clorosi fogliare.

L'ipotesi di shock perde di valore in base a studi effettuati da Cantiani et al. (2004) che riscontrano nei popolamenti artificiali di pino nero una notevole reattività agli interventi colturali in termini di sviluppo del fusto e delle chiome anche a stadi evolutivi relativamente avanzati.

D'altra parte, la riduzione della densità delle piante, causa un periodo di alcuni anni immediatamente successivi all'intervento dove il popolamento è indebolito per possibili danni meccanici alla piante, e per le conseguenze dovute all'attività di esbosco seguito dalla produzione di uno stimolo incrementale (periodo variabile in funzione della dello stadio evolutivo e della specie diradata) che aumenterà il grado di stabilità meccanica.

Come affermato precedentemente, l'area a trattamento selettivo risulta leggermente più fertile rispetto alle altre 2 tesi ma poiché le aree di monitoraggio vegetano nelle medesime condizioni assumiamo come irrilevante questo leggero squilibrio di fertilità stazionaria.

Le possibili cause che hanno consentito la differenziazione delle 2 tesi di diradamento sono da attribuire a variabili quali:

- Densità di popolamento → nel diradamento classico la percentuale prelevata di individui ad ettaro è del 30,4% rispetto al 34,3% prelevata nel selettivo.
- Intensità di taglio → nel diradamento classico la percentuale di area basimetrica asportata ad ettaro è del 19,7% contro il 31,9% del selettivo.

La differenza nei confronti dell'area basimetrica asportata risulta piuttosto marcata. Il diradamento selettivo, isolando completamente le piante ed agendo anche sul piano dominante, ha permesso agli individui obbiettivo di crescere in condizioni di isolamento, mentre per il diradamento dal basso, (che ha interessato soprattutto quei soggetti del piano inferiore esercitanti una minima competizione nei confronti delle piante prescelte) è possibile che le intensità applicate

non sono state sufficienti ad allentare la pressione competitiva.

Gli interventi selvicolturali devono essere realmente incisivi sui rapporti di competizione delle piante. In letteratura diversi esperimenti sui diradamenti hanno riconosciuto un maggiore incremento diametrico con il diminuire della densità del popolamento (Clutter et al., 1983): Perez De Lis ed altri autori (2011) hanno testato vari regimi di diradamento dal basso in un popolamento di *Pinus Canariensis* di 35 anni situato a Tenerife, Spagna.

Gli autori hanno proceduto ad estrarre il 20-30% e il 40% di area basimetrica. A 10 anni dal diradamento, solo il diradamento più intenso è stato in grado di apportare un evidente incremento.

È chiaro come, 2 stagioni vegetative successive all'intervento, sia un lasso di tempo troppo azzardato per trarre delle conclusioni: l'influenza delle condizioni microstazionali e delle dinamiche di crescita sono variabili difficili da ponderare. Sarà necessario arrivare ad una serie di dati almeno quinquennale per potersi esprimere sull'effetto dell'intervento e per lasciare il tempo necessario alla ripresa dello stimolo incrementale.

In merito ai risultati ottenuti, di notevole interesse è la risposta incrementale registrata nel breve periodo dell'area trattata a diradamento selettivo.

In quest'area gli effetti di disturbo al sistema e del possibile clima sfavorevole sono stati bilanciati dagli effetti positivi dell'intervento.

7 - CONCLUSIONI

L'obiettivo dell'elaborato è quello di fornire una panoramica sulle situazioni registrate in un popolamento artificiale di pino nero in seguito a diversi interventi di diradamento.

Le pinete artificiali in Italia sono sistemi estremamente semplificati, gestiti spesso senza troppe attenzioni e caratterizzati da uno basso livello di biodiversità. La loro funzione primaria era quella di migliorare e preparare il suolo per una futura rinnovazione naturale di specie autoctone. Inizialmente, per il passaggio da bosco di conifere a bosco misto, si ipotizzò il taglio raso con rinnovazione artificiale, ma recenti studi hanno dimostrato che anche grazie ai diradamenti si può attuare la sostituzione in modo decisamente più graduale.

L'intento dei diradamenti è quello di migliorare il sistema bosco nelle sue funzioni.

Nello specifico, con questo lavoro, si sono confrontate le risposte incrementali nel breve periodo (2 stagioni vegetative) su un'area lasciata ad evoluzione naturale, un'area trattata a diradamento classico e una a diradamento selettivo.

Il periodo analizzato non consente di azzardare ipotesi previsionali pertanto sarà necessario arrivare ad una serie di dati almeno quinquennale (pari al periodo PRE intervento) per potersi esprimere sull'effetto dell'intervento e sul possibile stimolo incrementale registrato ad alcuni anni di distanza.

Dalla rielaborazione dei dati raccolti risulta:

- nell'area lasciata ad evoluzione naturale si registra un marcato decremento dovuto con ogni probabilità alla sinergia di effetti particolarmente sfavorevoli dovuti al clima e ad un aumento della pressione di competitiva.

- L'area trattata a diradamento dal basso non sembra presentare i sintomi del fenomeno chiamato "shock da diradamento". L'intervento dal basso non risulta incisivo sui rapporti di competizione considerando che, si tendono ad eliminare le piante dominate che la selezione ha già posto in condizioni di inferiorità.

Gli effetti negativi dovuti a possibili danni meccanici e disturbi nella fase di esbosco sono maggiori di quelli positivi.

- Per l'area trattata a diradamento selettivo i risultati ottenuti sono molto incoraggianti. L'incremento costante del diametro corrente consente di affermare la validità del diradamento selettivo.

Il diradamento selettivo crea le condizioni ottimali che permettono al pino nero di reagire ad interventi colturali anche a stadi evolutivi relativamente avanzati.

Il diradamento selettivo, in altri studi, ha già dimostrato di favorire l'accrescimento della funzionalità complessiva del sistema bosco (incremento valore economico, di protezione idrogeologico e turistico) e della biodiversità ma non è mai stato effettivamente applicato.

Attualmente, infatti, nei popolamenti artificiali di pinete toscane, il modulo selvicolturale classico del trattamento prevede che i diradamenti siano di intensità moderata, effettuati dal basso e ponendo un limite di prelievo.

I risultati ottenuti avvalorano l'efficienza del diradamento selettivo, a discapito del diradamento tradizionale, che sembrerebbe in grado di apportare benefici alla funzione di produzione anche in brevi termini di tempo.

Bibliografia

- Amorini E., Fabbio G. 1992- La gestione dei rimboschimenti con pino nero. *Monti e Boschi*, 4: 27-29.
- Barbéro M., Loisel R., Quézel P., Richardson DM, Romane F. 1998-Pines of the Mediterranean Basin. In: Richardson DM. 1998-Ecology and Biogeography of Pinus. Cambridge University Press. pp. 153 – 170.
- Bernetti G. 1995- *Selvicoltura speciale*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- 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.
- Cantiani P., Iorio G., Pelleri F., Piovosi M., Samaden S. 2004- I rimboschimenti centroappenninici di pino nero. Prove sperimentali di trattamento selvicolturale.
- 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. 2012 - Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti. *Sherwood -Foreste ed Alberi Oggi* n.184, giugno.
- Cantiani P. 2016- Il diradamento selettivo. Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero. *Manuale tecnico SelPiBioLife*. Compagnia delle Foreste. Arezzo, Italia, 62 pp.
- Cantiani P., Marchi M., Plutino M. 2017- SelPiBioLife per i popolamenti di pino nero. Una strategia selvicolturale per pinete artificiali con funzioni e destinazioni diverse. *Sherwood*, 225, 21-24.
- Caselli G., Rosati C., Simone M. 2007- La popolazione dei comuni minerari dell'Amiata. *Popolazione e storia*, volume 8, 65.
- Ciabatti G., Gabellini A., Ottaviani C., Perugi A. 2009- I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione. P115.
- Ciancio O., Garfi V., Nocentini S. 2000- L'intervallo di ripetizione dei diradamenti in giovani popolamenti di Douglasia. *L'italia forestale e montana*. 1.
- Clyde M.A., e Titus S.T. 1987- A new computerized system for tree ring measurement and analysis. *Forestry Chronicle* 63: 23-27.
- Clutter J.L., Fortson J.C., Pienaar L.V., Bristar G.H., Bailey R.L. 1983- Timber management: A quantitative approach. John Wiley and Sons, p. 66-81.
- Corona P., Ferrara A., La Marca O. 1989- Un sistema di misura delle ampiezze anulari. il dendrocronografo SMIL 3. *L'italia Forestale e Montana*, XLIV (5): 391-404.
- Debazac EF. 1971- Contribution à la connaissance de la répartition et de l'écologie de Pinus nigra Arn Dans le Sud-Est de l'Europe. *Annales des Sc. Forestières* 28(12):91-139.
- Debazac EF. 1977- Manuel des conifères. Ecole Nat. Des Eaux et Forêts, Nancy, pp.172.
- Del Favero R. 2010- I boschi delle regioni dell'Italia centrale. Tipologia, funzionamento, selvicoltura, Padova, CLEUP.
- D.R.E.Am Italia 1996 - Piano di Gestione Forestale della Tenuta di Abbadia San Salvatore 1996-2016. *Comunità Montana Amiata Senese*. Zona I-2.

- Federici S. 2005- La gestione forestale ed i rimboschimenti di pino nero dei rilievi dell'Italia peninsulare. I.F.M. n. 1.
- Fritts H.C. 1976- Tree Rings and Climate. Academic Press, London: 567 pp.
- Fukarek P. 1958- Prilog Poznavanju crnog bora (Pinus nigra Arn. S. lat.). Radovi Poljoprivredno-sumarskog Fakulteta B. Sumarstvo 3. Sarajevo. pp: 3-92.
- Gambi G. 1983 - Il pino nero, pianta della bonifica montana. Annali Istituto sperimentale per la selvicoltura, 14: 3-46.
- Gaussen H., Haywood V.H., Chater A.O. 1964 - Pinus. In: Flora Europaea, Vol. 1 (ed. Tutin TG), pp. 32-35. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- Gatteschi P., Fedeli V. 1994- I rimboschimenti del Monte Amiata con particolare riferimento a quelli eseguiti dall'Ispettorato forestale di Piancastagnaio. Annali Accademia italiana di Scienze forestali, vol. 43: 31-51.
- Giacobbe A. 1962- L'ecologia dei rimboschimenti. Annali Accademia di Scienze Forestali, 11:17-40.
- Harrington C.A., Reukema D.L. 1983- Initial shock and long-term stand development following thinning in a Douglas-fir plantation. For. Sci. 29, 33-46.
- La Marca O. 1986 - Gli schianti nei boschi. La gestione delle foreste e la difesa del suolo - Cellulosa e Carta, 4: 14-22.
- Leal S., Nunes E., Pereira H. 2008- Cork oak (Quercus suber L.) wood growth and vessel characteristics variations in relation to climate and cork harvesting. European Journal Forest Research, 127: 33-41.
- Meschini A., Longhi G. 1955- Le pinete di pino laricio. Loro conservazione e loro miglioramento. In Atti Congresso Nazionale di Selvicoltura per il Miglioramento e la Conservazione dei Boschi Italiani.
- Nakawatase J.M., Peterson D.L. 2006- Spatial variability in forest growth-climate relationships in the Olympic Mountains, Washington. Canadian Journal of Forest Research, 36, 77-91.
- Piovesan G., Biondi F., Di Filippo A. 2008- Drought-driven growth reduction in old beech (Fagus sylvatica L.) forests of the central Apennines, Italy. Global Change Biology 14:1265- 1281.
- Piussi P., Alberti G. 2015 - Selvicoltura generale. Boschi società e tecniche colturali. Scienze forestali e ambientali. Compagnia delle foreste. 434pp.
- Praciak A. 2013- The CABI encyclopedia of forest trees. CABI. Oxfordshire, UK.
- Schweingruber F.H. 1988- Tree rings. Basics and applications in dendrochronology. Reidel, Dordrecht: 276 pp.

