

REGIONE
TOSCANA



Accademia Italiana
di Scienze Forestali



Linee guida
per la gestione sostenibile
delle fustaie a prevalenza
di pino nero e delle fustaie
e dei cedui “invecchiati”
di cerro della Toscana



REGIONE
TOSCANA



Accademia Italiana
di Scienze Forestali



Linee guida
**per la gestione sostenibile
delle fustaie a prevalenza
di pino nero e delle fustaie
e dei cedui “invecchiati”
di cerro della Toscana**

Linee guida per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui “invecchiati” di cerro della Toscana

Queste Linee guida sono il risultato delle attività svolte nell'ambito del Progetto di ricerca “*MOGFUS - Nuove metodologie operative per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui “invecchiati” di cerro della Toscana*”, finanziato dalla Regione Toscana a seguito del bando di ricerca: *Interventi selvicolturali per incrementare la funzionalità dei boschi* (BURT 5/7/2006 n. 27)

Coordinamento scientifico

Susanna Nocentini e Piermaria Corona

Autori

Anna Barbati
Francesca Bottalico
Piermaria Corona
Giacomo Del Bianco
Marco Fioravanti
Silvia Fiorentini
Giacomo Goli
Enrico Marchi
Enrico Marone
Francesco Neri
Susanna Nocentini
Franco Piegai
Nicola Puletti
Sandro Sacchelli
Davide Travaglini

Supporto tecnico e coordinamento con la Regione Toscana

Antonio Faini

Direzione dei rilievi in campo

Franco Piemontese

Foto: le foto sono degli Autori

Cura redazionale, grafica e impaginazione

Giovanna Puccioni

<http://dx.doi.org/10.4129/mogfus>

ISBN 978-88-87553-23-9

Fuori commercio, vietata la vendita

© 2016 – Accademia Italiana di Scienze Forestali
Piazza T.A. Edison, 11 - 50133 Firenze

INDICE

	<i>Pag.</i>
1. Introduzione	5
2. Rimboschimenti di pino nero in Toscana (a cura di <i>Francesca Bottalico, Silvia Fiorentini e Susanna Nocentini</i>)	7
3. Fustaie e cedui “invecchiati” a prevalenza di cerro in Toscana: diffusione e problematiche colturali (a cura di <i>Francesca Bottalico, Silvia Fiorentini e Susanna Nocentini</i>)	11
4. Individuazione su area vasta della suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione (a cura di <i>Anna Barbatì, Piermaria Corona, Susanna Nocentini e Davide Travaglini</i>)	15
5. Pino nero: moduli colturali differenziati e parametrizzazione degli interventi (a cura di <i>Piermaria Corona e Susanna Nocentini</i>)	21
6. Moduli colturali differenziati per i cedui “invecchiati” e i soprassuoli transitori di cerro (a cura di <i>Francesca Bottalico, Susanna Nocentini e Nicola Puletti</i>)	31
7. Modalità di organizzazione delle utilizzazioni forestali (a cura di <i>Francesco Neri, Enrico Marchi e Franco Piegai</i>)	41
8. Valutazione morfologica/qualitativa dei fusti in piedi e miglioramento delle prestazioni tecnologiche del legno di pino nero e di cerro (a cura di <i>Marco Fioravanti, Giacomo Goli e Giacomo Del Bianco</i>)	53
9. Valutazioni economico-finanziarie e sistemi di supporto alle decisioni (a cura di <i>Enrico Marone e Sandro Sacchelli</i>)	59

1. Introduzione

Queste Linee guida sono il risultato delle attività di ricerca e sperimentazione condotte nell'ambito del Progetto MOGFUS – *Nuove metodologie operative per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui “invecchiati” di cerro della Toscana*. Il Progetto, coordinato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali, è stato finanziato dalla Regione Toscana in quanto vincitore del bando di ricerca *Interventi selvicolturali per incrementare la funzionalità dei boschi* (BURT 5/7/2006 n. 27).

Le attività di ricerca del Progetto, che ha coinvolto un largo gruppo di ricercatori e tecnici, sono state possibili grazie al determinante supporto di alcuni enti territoriali che hanno curato la realizzazione in campo della sperimentazione: l'Unione dei Comuni Montani Amiata Grossetana, l'Unione dei Comuni Montani del Casentino e l'Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieve.

Il Progetto ha mirato a definire indicatori e parametri bio-ecologici, economici e operativi facilmente rilevabili e utili per il miglioramento complessivo dei boschi di cerro e dei rimboschimenti di pino nero. Sono state prese in considerazione diverse scale di analisi: dalla dimensione regionale, tramite la definizione della suscettibilità a interventi di miglioramento per le due tipologie considerate, alla scala aziendale e di popolamento per la quale sono stati individuati indicatori utili a guidare le scelte degli operatori, in particolare in relazione agli aspetti colturali, di organizzazione dei cantieri e di miglioramento della produzione legnosa. Infine, sono state elaborate procedure semplificate per la valutazione economica delle diverse opzioni gestionali e in relazione alle diverse opportunità di valorizzazione dei prodotti legnosi ritraibili.

Il Progetto si è basato su una fase sperimentale in campo, su indagini di laboratorio e su successive elaborazioni. La sperimentazione in campo, condotta per un periodo relativamente breve di osservazione determinato dalla durata del Progetto (4 stagioni vegetative), non avrebbe da sola consentito di ottenere risposte esaustive in merito agli aspetti colturali e gestionali delle diverse ipotesi colturali sperimentate. Tuttavia, per i rimboschimenti di pino nero l'integrazione di questi primi risultati con dati provenienti da aree sperimentali permanenti sulla rinaturalizzazione dei rimboschimenti di questa specie, già disponibili presso i partecipanti al Progetto, ha consentito di formulare indicazioni operative basate sulla parametrizzazione degli interventi. Per quanto riguarda i cedui “invecchiati” e le fustaie di cerro, i risultati della sperimentazione insieme con quanto già presente in letteratura hanno portato alla definizione operativa di moduli colturali innovativi per il miglioramento di questi soprassuoli, i cui risultati potranno compiutamente essere valutati nel tempo.

2. Rimboschimenti di pino nero in Toscana

A cura di Francesca Bottalico, Silvia Fiorentini e Susanna Nocentini

Il pino nero (*Pinus nigra* Arnold) è stato ampiamente diffuso nei rimboschimenti eseguiti in Italia e la Toscana non fa eccezione. L'analisi più recente sulla situazione del pino nero in Toscana si deve a CIABATTI *et al.* (2009) a cui si rimanda per maggiori dettagli. Secondo questi Autori i boschi a prevalenza di pino nero interessano in Toscana 12.357 ettari, e costituiscono, in assoluto, la formazione più diffusa tra gli impianti artificiali. In ambito regionale le province con maggior presenza di rimboschimenti di pino nero sono Firenze (ha 3.145), Siena (ha 2.670) e Arezzo (ha 2.412) (CIABATTI *et al.*, 2009).

Questi dati sono in linea con quanto rilevato nell'Inventario Nazionale (INFC, 2007) che attribuisce ai rimboschimenti di pino nero una superficie pari a 18.427 ettari, di cui 10.117 sono rappresentati da boschi puri. Secondo l'Inventario Forestale della Toscana (HOFMANN *et al.*, 1998) sul territorio regionale erano presenti 20.496 ettari di boschi a prevalenza di pino nero, di cui circa 7.500 ettari sono cedui coniferati e fustaie miste.

I primi rimboschimenti con il pino nero (in Toscana sono stati eseguiti fra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento con piccoli impianti a Vallombrosa e a Bivigliano (MONDINO e BERNETTI, 1998).

Dal 1930 fino alla metà degli anni settanta, il pino nero è stato abbondantemente impiegato e ha interessato grandi comprensori dislocati in più province, sia su terreni privati che su terreni demaniali o successivamente acquisiti dal Demanio forestale. In particolare, tra i complessi di maggiore estensione, si ricordano quelli di Monte Morello, Consuma, Calvana e Mugello, in provincia di Firenze, nonché quelli di Comano, in provincia di Massa, Sillano, in provincia di Lucca, Orsigna e Valle del Pescia, in provincia di Pistoia, Cornate di Gerfalco, in provincia di Grosseto, Rio Grosso, Rigutino, Scopetone, Poti e Monti della Modina, in provincia di Arezzo (CIABATTI *et al.*, 2009).

In provincia di Firenze la massima utilizzazione di questa specie è avvenuta nel periodo antecedente il secondo conflitto mondiale, quando fu utilizzata in purezza nella realizzazione del 50% degli impianti e in consociazione per un restante 20%. Nelle province di Siena e Arezzo, la frazione più consistente dei rimboschimenti è stata eseguita tra il secondo dopoguerra e la metà degli anni settanta del secolo scorso (CIABATTI *et al.*, 2009).

Le fustaie di pino nero hanno avuto finalità eminentemente protettive; in occasione dei rimboschimenti tale specie è stata impiegata sia in purezza, sia consociata ad altre conifere e latifoglie. Lo stato di purezza o di predominanza della specie è da attribuire alle grandi capacità di attecchimento e di adattabilità anche in situazioni stazionali difficili, come quelle caratterizzate dall'eccessiva superficialità del suolo (CIABATTI *et al.*, 2009). La specie si è rivelata insostituibile per la ricostituzione della copertura forestale su terreni montani degradati (GAMBI, 1983). I rimboschimenti di pino nero sono stati eseguiti su substrati divenuti proibitivi per lo sviluppo di altre specie arboree – a causa di incendi, distruzione degli strati più ricchi

di sostanza organica, dilavamento dei nutrienti minerali a causa dello scorrimento idrico superficiale, ecc. La specie, infatti, riesce ad attecchire e svilupparsi in modo relativamente rapido anche su terreni dove sono presenti solo orizzonti poco evoluti o addirittura il solo scheletro.

Alle quote inferiori e nelle stazioni più aride, comunque, dopo aver attecchito senza particolari problemi, numerose pinete di pino nero sembrano incontrare problemi di longevità, soprattutto a causa delle esigenze in termini di rifornimento idrico delle piante adulte, che non sempre possono essere soddisfatte. La principale avversità parassitaria del pino nero è la Processionaria del pino (*Thaumetopea pityocampa* Sch.). La vulnerabilità della pineta di pino nero al fitofago dipende, in ogni caso, dall'artificialità del sistema e dalla sua semplificazione (TIBERI e ROVERSI, 2001).

Attualmente in Toscana, se si eccettuano le aree di interesse sociale (Monte Morello) o le grandi proprietà private, anche forestali (ex Cartiere Binda, Tenuta di Montepiano), ci troviamo di fronte a soprassuoli perlopiù abbandonati, nei quali la mancanza dei tagli intercalari ha originato fustaie a densità eccessiva, caratterizzate da piante poco differenziate e con portamento filato, che compromettono talvolta la stabilità del popolamento (CIABATTI *et al.*, 2009).

In queste situazioni non sono sempre facili le scelte sul trattamento da applicare, che risultano aggravate anche dalla prevalente "monotonia" paesaggistica, specifica, cronologica e strutturale di vasti comprensori (CANTIANI, 2000).

Vari Autori hanno preso in esame la problematica della gestione e del diradamento dei popolamenti di pino nero in Italia (AMORINI, 1983; GUIDI, 1983; FABBIO, 1983; AMORINI e FABBIO, 1992; CANTIANI, 2000, 2012; BIANCHI *et al.*, 2005; CANTIANI *et al.*, 2005; CANTIANI e PLUTINO, 2009; BIANCHI *et al.*, 2010), sottolineandone l'utilità ai fini del consolidamento delle strutture, dell'accelerazione della differenziazione diametrica e sociale degli individui che le edificano, dell'aumento del diametro medio dei tronchi e dunque del valore economico degli assortimenti ritraibili dalle pinete attraverso l'utilizzazione finale.

Diversi studi sperimentali hanno cercato di analizzare la struttura e gli effetti di interventi di diradamento in pinete di pino nero, in termini di diversificazione strutturale del popolamento, accrescimento, suscettibilità ai processi di rinaturalizzazione (CANTIANI *et al.*, 2005; CANTIANI e PLUTINO, 2009; BIANCHI *et al.*, 2010).

Al di là dello spettro di interventi consentiti e regolamentati dalla normativa regionale (sottopiantagioni di latifoglie, taglio raso, taglio a buche, taglio a strisce ecc.) – la cui scelta ed esecuzione nei singoli casi dipende da considerazioni inerenti la tutela del paesaggio, le condizioni bioecologiche dei popolamenti, la conservazione del suolo e la necessità di tutelare popolamenti inclusi in aree protette di varia tipologia – la ricerca si è da tempo orientata verso il problema della scelta del trattamento più opportuno ai fini della rinaturalizzazione degli impianti e dell'aumento della loro funzionalità.

La possibilità dell'ingresso di un piano inferiore di latifoglie in stazioni a esse favorevoli – che costituisce la premessa per una ulteriore evoluzione – o viceversa le prospettive di rinnovazione naturale del pino nero nelle situazioni meno favorevoli alle latifoglie, cambiano notevolmente a seconda delle caratteristiche della stazione. Generalmente, gli impianti adulti di pino nero, nelle situazioni di miglior fertilità,

evolvono piuttosto velocemente verso il bosco misto con latifoglie (MONDINO e BERNETTI, 1998, BIANCHI e PACI, 2002). Esistono già evidenze sperimentali sul fatto che con interventi appropriati si possano creare le condizioni favorevoli per l'avvio di queste dinamiche (NOCENTINI e PULETTI, 2009; BIANCHI *et al.*, 2010).

Le tecniche colturali per favorire la graduale evoluzione della pineta tramite processi di rinnovazione naturale si incentrano sulla regolazione della copertura del pino e quindi sul controllo del regime luminoso e idrico al suolo. I metodi proposti prevedono aperture di lacune nella copertura su superfici di limitata estensione come i tagli a piccole buche oppure interventi di diminuzione della copertura omogenei, in pratica un sistema di alleggerimento progressivo della copertura tramite diradamenti opportunamente calibrati (NOCENTINI e PULETTI, 2009; BIANCHI *et al.*, 2010).

Pur tuttavia, esiste la necessità di fornire agli operatori linee guida generali per poter calibrare gli interventi alle diverse situazioni, sia stazionali che operative, tenendo conto anche della necessità di prevedere una applicazione flessibile e caso per caso, della normativa vigente (vedi CANTIANI, 2012).

A ciò si aggiunge che i cambiamenti ambientali in atto, e in particolare quelli climatici, potrebbero cambiare in maniera significativa le condizioni in molte aree, aggiungendo un ulteriore elemento di incertezza alle scelte gestionali di questi rimboschimenti. In particolare, diviene necessario valutare come la rinnovazione naturale di specie diverse che si sta insediando autonomamente in molte situazioni possa contribuire a un migliore adattamento dei soprassuoli alle future, ancorché non esattamente prevedibili, condizioni climatiche.

Riferimenti bibliografici

- AMORINI E., FABBIO G., 1992 – *La gestione dei rimboschimenti con pino nero*. Monti e Boschi, 4: 27-29.
- AMORINI E., 1983 – *Prove di diradamento nella pineta di pino nero di Monte della Modina sull'Appennino Toscano*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 14: 103-147.
- BIANCHI L., PACI M., 2002 – *Tipologia delle pinete di pino nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 51: 73-120.
- BIANCHI L., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., 2005 – *Il pino nero e il pino laricio*. In: "La selvicoltura delle pinete della Toscana" (eds. Bianchi L., Giovannini G., Maltoni A., Mariotti B., Paci M.). Arsia, Regione Toscana. p. 25-62.
- 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.
<http://dx.doi.org/10.3832/efor0616-007>.
- CANTIANI P., PLUTINO M., 2009 – *Le pinete di impianto di pino nero. Indagini sperimentali sul trattamento selvicolturale*. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 Ottobre 2008, p. 1465-1471.
- CANTIANI P., IORIO G., PELLERI F., 2005 – *Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Norcia, Perugia)*. Forest@, 2 (2): 207-216. <http://dx.doi.org/10.3832/efor0292-0020207>.
- CANTIANI P., 2000 – *Indicazioni gestionali in rimboschimenti di pino nero dell'Appennino centro-settentrionale*. In: "Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale Italiana" (Bucci G., Minotta G., Borghetti M. eds.), SISEF Atti II, Edizioni Avenue media, Bologna, p. 125-130.
- CANTIANI P., 2012 – *Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 184: 15-20.
- CIABATTI G., GABELLINI A., OTTAVIANI C., PERUGI A., 2009 – *I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione*. Regione Toscana. Arsia. 166 p.
- FABBIO G., 1983 – *Studio auxometrico ed ipotesi di diradamento di un giovane popolamento di pino nero sull'Appennino umbro, in Loc. Gualdo Tadino*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 14: 150-210.

- GAMBI G., 1983 – *Il pino nero, pianta della bonifica montana*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 14: 5-45.
- GUIDI G., 1983 – *I rimboschimenti di pino nero in Molise*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 14: 215-245.
- HOFMANN A., GORETTI D., MERENDI G.A., TABACCHI G., VIGNOLI M., BERNETTI G., 1998 – *L'inventario Forestale*. Serie "Boschi e macchie di Toscana", Giunta Regionale, Firenze.
- INFC, 2007 – *Le stime di superficie 2005. Seconda parte*. In: "Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio" (Tabacchi G., De Natale F., Di Cosmo L., Floris A., Gagliano C., Gasparini P., Salvadori I., Scrinzi G., Tosi V. eds). MiPAF, Corpo Forestale dello Stato, Ispettorato Generale, CRA - ISAFSA, Trento. [online] URL: <http://www.infc.it>
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. In: *Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.
- NOCENTINI S., PULETTI N., 2009 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Prova sperimentale su un popolamento di pino nero e laricio*. In: *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*. Taormina (ME) 16-19 Ottobre 2008, p. 217-227.
- TIBERI R., ROVERSI F.P., 2001 – *Gli insetti fitofagi coinvolti nel fenomeno del deperimento dei boschi della Toscana: il complesso forestale di Monte Morello*. *Linea Ecologica*, 23 (3): 51-58.

3. *Fustaie e cedui “invecchiati” a prevalenza di cerro in Toscana: diffusione e problematiche culturali*

A cura di Francesca Bottalico, Silvia Fiorentini e Susanna Nocentini

In Toscana, secondo l'Inventario Forestale Regionale (HOFMANN *et al.*, 1998), i cedui occupano poco più di 670.000 ettari, pari a circa il 75% della superficie forestale regionale. I cedui classificati come “invecchiati”, cioè i cedui che al momento del rilievo avevano un'età superiore a due volte il turno minimo previsto dalle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale (ora sostituite dal Regolamento 8 agosto 2003, n. 48/R, Regolamento Forestale della Toscana), erano l'11% del totale, con notevoli differenze fra i cedui costituiti dalle diverse specie, a conferma di un diverso *trend* nelle utilizzazioni. In particolare risultavano “invecchiati” circa il 50% dei cedui di faggio e solo il 5% dei cedui di cerro e di roverella.

Le formazioni pure e a prevalenza di cerro (*Quercus cerris* L.) rappresentano la tipologia forestale più diffusa in Toscana. Dai dati dell'Inventario Forestale della Toscana (1998) risulta che queste formazioni occupano 239.000 ettari di superficie, di cui le “fustaie” costituiscono solo il 7% (17.400 ettari) e 9.500 ettari risultavano, al momento dell'Inventario, derivare da avviamenti alla conversione. La restante superficie è caratterizzata da cedui semplici matricinati o composti.

I boschi di cerro presentano un ampio areale di distribuzione nella Regione, sono diffusi a partire dalla zona collinare retrostante la costa tirrenica, attraverso la Toscana centrale fino ai rilievi preappenninici e alla fascia medio montana dell'Appennino. La presenza di questa specie è elevata nelle province di Siena, Grosseto, Arezzo, Pisa e Firenze.

I cedui di cerro sono stati in genere trattati come cedui semplici matricinati con il rilascio di 60-70 matricine per ettaro, più raro è stato il trattamento a ceduo composto perché la ghianda del cerro rispetto a quella di altre specie quercine (es. roverella) è meno appetita dagli animali domestici (MONDINO e BERNETTI, 1998).

I prodotti ritraibili dai cedui di cerro si sono modificati nel corso degli anni e con essi sono cambiate le forme di gestione. Fino al 1950 la produzione di questi cedui era costituita da fascine, legna da ardere e corteccia da tannino, con turni compresi tra 10-15 anni (BERNETTI, 1987; MONDINO e BERNETTI, 1998).

A partire dagli anni sessanta dello scorso secolo, l'introduzione e la diffusione di altre fonti di energia a basso costo e il contemporaneo spopolamento della montagna e di gran parte dell'alta collina hanno determinato la crisi del ceduo e il progressivo abbandono di molti di questi boschi. In alcuni, soprattutto di proprietà pubblica, è stata avviata la conversione a fustaia. Una parziale inversione di tendenza si è verificata alla fine degli anni ottanta. L'aumento dei prezzi dei combustibili fossili conseguente alla crisi energetica e la diffusione di sistemi di riscaldamento a legna nelle case in campagna e in montagna hanno determinato un rinnovato interesse per la legna da ardere. Questo ritorno di interesse verso l'utilizzazione del ceduo si sta oggi addirittura intensificando, soprattutto in quelle zone dove condizioni di buona accessibilità e il notevole accumulo di massa legnosa a seguito della sospensione delle

utilizzazioni nei decenni precedenti, rendono di nuovo finanziariamente conveniente l'utilizzazione.

Negli ultimi decenni il panorama gestionale dei cedui di cerro è quindi caratterizzato dal ritorno al tradizionale ceduo matricinato, da cedui che hanno oltrepassato il turno consuetudinario, generalmente quelli nelle peggiori condizioni di accessibilità e fertilità, e da soprassuoli transitori, derivanti da uno o più interventi di avviamento a fustaia, per lo più eseguiti in terreni di proprietà pubblica.

Le ceduazioni ripetute hanno comportato in molte situazioni la semplificazione della composizione e della struttura dei boschi di cerro con la scomparsa delle specie consociate quali la rovere, la farnia e altre latifoglie a legno pregiato (l'acero di monte, l'acero opalo, l'acero riccio, il frassino meridionale, il ciliegio selvatico e i tigli). Tuttavia, i querceti di cerro localizzati su suoli moderatamente acidi sono tra gli ecosistemi forestali quelli che presentano la maggiore ricchezza di specie e risultano i più eterogenei in una ristretta scala spaziale (CHIARUCCI *e al.*, 2001). Inoltre, secondo l'Inventario forestale della Toscana (TABACCHI e VIGNOLI, 1998) nei “cedui produttivi” di cerro, è presente un numero variabile ma a volte anche relativamente elevato di esemplari di specie sporadiche a legno pregiato (Tabella 3.1).

Tabella 3.1 – Dati dell'Inventario Forestale Regionale relativi a presenza, diametro e altezza medi di alcune specie di latifoglie nei cedui produttivi di cerro della Toscana.

Specie	Numero medio di alberi per ettaro	Diametro medio	Altezza media
Cerro	1938,1	8,8	10,9
Acero campestre	96,7	5,4	7,6
Sorbi	49,1	4,9	7,8
Ciliegio selvatico	20,5	6,2	8,9
Pero selvatico	19,9	4,7	6,3
Rovere	11,3	12	11,0
Acero montano	6,4	5,8	8,9
Tigli	4,2	9,3	10,0

Queste specie sono protette dal Regolamento Forestale della Toscana, che prescrive di preservare dal taglio le specie “minori” o sporadiche, quando presenti con densità inferiore a venti piante ad ettaro per singola specie e con diametro superiore a 8 centimetri.

Questa norma, oltre alla tutela della diversità compositiva dei popolamenti forestali, rappresenta un utile strumento per conservare la presenza delle specie sporadiche a legno pregiato, anche nei cedui gestiti “a regime”. Affinché esse possano essere valorizzate appieno, tuttavia, occorre scegliere moduli colturali in grado di conservare e valorizzare questa ricchezza specifica (MELINI e NOCENTINI, 2007).

La scelta del *mantenimento del governo a ceduo* per i cedui di cerro in Toscana nel prossimo futuro verosimilmente continuerà perché, come già ricordato, il mercato richiede legna da ardere.

L'impiego di biomassa per energia, da molti auspicato per creare un nuovo sbocco alla produzione cedua anche per i cedui di cerro, pone invece una serie di problemi.

L'industria, ancorché riuscisse a ottenere finanziamenti *ad hoc* per la creazione di piccole e medie centrali con materiale legnoso in *chips*, non sembra in grado di corrispondere per la produzione cedua prezzi remunerativi: la legna da ardere è un assortimento che spunta oggi prezzi troppo alti per l'industria. Un uso della biomassa legnosa prodotta dal ceduo per la produzione di energia è quindi possibile solo se si riuscisse a ottenere una forte riduzione dei costi, con conseguenti forti rischi per una utilizzazione ancor più intensiva del ceduo (tagliate su ampie superfici, impiego di mezzi meccanici di elevata potenza, creazione di una viabilità capillare) difficilmente sopportabile in un territorio come quello toscano a morfologia estremamente variegata e strutturalmente complessa. Un uso locale di biomassa proveniente da cedui di cerro e altre specie quercine può avvenire solo nel contesto di una attenta pianificazione di filiere corte, basate sulla reale disponibilità nel tempo e su un suo prelievo; sempre e comunque per impianti di riscaldamento domestico di piccole dimensioni.

Al contrario, il ceduo in un prossimo futuro potrà avere spazio anche e soprattutto per motivi che non riguardano esclusivamente gli aspetti finanziari connessi alla produzione di legno. Il valore del bosco ceduo in questi ultimi anni è notevolmente aumentato e sta assumendo sempre più un significato positivo dal punto di vista storico, culturale, paesaggistico ed economico. Nuove attività sono state messe in atto e altre stanno sorgendo per valorizzare un patrimonio che per antica tradizione ha valenza sociale. In Toscana, a esempio, come in altre Regioni, intorno al ceduo si è sviluppato l'agriturismo, sono state costituite aziende faunistico-venatorie e turistico-venatorie, con utili sul piano finanziario.

La certificazione dei sistemi di gestione e dei prodotti forestali, secondo criteri e indicatori definiti a livello internazionale, è una opportunità da non sottovalutare per il mantenimento del ceduo. Infatti, se essa da un lato pone vincoli rispetto agli attuali metodi di utilizzazione, riducendo talvolta in modo significativo l'ampiezza delle tagliate, l'estensione per unità di superficie della viabilità, la pendenza delle aree in cui ceduire ecc., dall'altro ha un effetto positivo per l'immagine delle aziende e per i prezzi che i prodotti certificati riusciranno a spuntare sul mercato sempre più attento ai vari aspetti ambientali.

Tuttavia, sul mantenimento del governo a ceduo esistono alcune criticità relative in particolare ai rischi per la conservazione del suolo, la maggiore suscettibilità agli incendi, il possibile impatto negativo degli ungulati selvatici ove questi siano presenti in densità elevate.

La *conversione a fustaia* rappresenta l'opzione che, nel lungo periodo, dovrebbe riguardare una parte dei cedui di cerro. E questo perché sempre più viene sentita l'esigenza di conservare in condizioni ottimali un patrimonio che svolge molteplici funzioni e che nell'immaginazione della gente comune ha un valore ben al di sopra di quello puramente finanziario legato alla produzione di legno.

Prove sperimentali di avviamento a fustaia in cedui di cerro in Toscana sono numerose e ben descritte nella letteratura scientifica e tecnica (vedi a esempio GIANNINI e PIUSSI, 1976; AMORINI e FABBIO, 1986; 1987; 1991; AMORINI, 1992; CIANCIO e NOCENTINI, 2004; FABBIO e AMORINI, 2006; MANETTI e GUGLIOTTA, 2006; AMORINI *et al.*, 2006). Questi studi hanno confermato che l'avviamento alla conversione modulato sul reale sviluppo del ceduo asseconda il trend di crescita del bosco, determina un aumento della naturale ripresa incrementale e regola la composizione specifica del

soprassuolo. Non sono invece state ancora documentate prove di vera e propria conversione di soprassuoli transitori di cerro. I protocolli sperimentali delle prove sopra richiamate prevedono il trattamento del soprassuolo transitorio secondo il modello dei tagli successivi uniformi, ma in nessuna area sperimentale risulta che questo trattamento sia stato applicato.

Riferimenti bibliografici

- AMORINI E., 1992 – *Evoluzione della struttura, della composizione specifica e della biometria in una cerreta mista di origine cedua, in funzione del trattamento*. Annali dell'Istituto Sperimentale della Selvicoltura, vol. 23: 7-40.
- AMORINI E., FABBIO G., 1986 – *L'avviamento ad alto fusto nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 15 anni dalla sua impostazione. Primo contributo*. Annali dell'Istituto Sperimentale della Selvicoltura, vol. 17: 5-101.
- AMORINI E., FABBIO G., 1987 – *L'avviamento ad alto fusto nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 15 anni dalla sua impostazione. Studio auxometrico. Secondo contributo*. Annali dell'Istituto Sperimentale della Selvicoltura, vol. 18: 17-70.
- AMORINI E., FABBIO G., 1991 – *Ricerche sull'“invecchiamento” dei cedui: riflessi sul trattamento di conversione*. L'Italia Forestale e Montana, 46 (3): 193-204.
- AMORINI E., FABBIO G., CANTIANI P., 2006 – *Avviamento ad altofusto e dinamica naturale nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 35 anni dalla sua impostazione. Il protocollo di Valsavignone (Arezzo)*. Ann. Ist. Sper. Selv., Vol. 33, 2002-2004: 115-132.
- BERNETTI G., 1987 – *I cedui di querce caducifoglie nell'Italia centrale: proposte di politica forestale*. Cellulosa e Carta, 38 (5): 4-10.
- CHIARUCCI A., DE DOMINICIS V., WILSON J.B., 2001 – *Structure and floristic diversity in permanent monitoring plots in forest ecosystem of Tuscany*. Forest Ecology and Management, 141: 201-210.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00329-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00329-7)
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004 – *Il bosco ceduo, selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze forestali, Firenze.
- FABBIO G., AMORINI E., 2006 – *Avviamento ad altofusto e dinamica naturale nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 35 anni dalla sua impostazione. Il protocollo di Caselli (Pisa)*. Ann. Ist. Sper. Selv., vol. 33, 2002-2004: 79-104.
- GIANNINI R., PIUSSI P., 1976 – *La conversion des taillis en futaie: l'expériences italienne*. Proceedings of XVI IUFRO World Congress, Norway, p. 388-396.
- HOFMANN A., GORETTI D., MERENDI G.A., TABACCHI G., VIGNOLI M., BERNETTI G., 1998 – *L'inventario Forestale. Serie “Boschi e macchie di Toscana”*, Giunta Regionale, Firenze.
- MANETTI M.C., GUGLIOTTA O.I., 2006 – *Effetto del trattamento di avviamento ad altofusto sulla diversità specifica e strutturale delle specie legnose in un ceduo di cerro*. Ann. Ist. Sper. Selv. - Vol. 33, 2002-2004: 105-114.
- MELINI D., NOCENTINI S., 2007 – *Riflessioni sulla possibilità di produrre legname pregiato nei cedui del Senese*. In: “Un bosco dalle mille facce” Associazione Culturale di Murlo (SI). Tipografia Il Bandino (FI), p. 23-31.
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. Serie Boschi e macchie di Toscana. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.
- TABACCHI G., VIGNOLI M., 1998 – *Inventario forestale della Toscana*. Serie Boschi e Macchie di Toscana. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.

4. Individuazione su area vasta della suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione

A cura di Anna Barbati, Piermaria Corona, Susanna Nocentini e Davide Travaglini

Per pianificare gli indirizzi di politica forestale e ottimizzare l'allocazione delle risorse disponibili nello spazio e nel tempo occorre conoscere quali siano le priorità di intervento. In particolare, per pianificare su vasta scala è utile disporre di informazioni geografiche relative alle condizioni di maggiore o minore suscettività alla rinaturalizzazione dei diversi complessi boscati presenti sul territorio. La disponibilità di indicatori più puntuali su scala locale e aziendale consente poi di collegare in maniera coerente gli indirizzi della pianificazione di area vasta alla concreta programmazione degli interventi.

Attraverso un'analisi cartografica realizzata con il supporto di sistemi GIS è stato elaborato un percorso metodologico per l'individuazione su area vasta della suscettività a interventi di rinaturalizzazione e di miglioramento di rimboschimenti di pino nero (*Pinus nigra* Arn.) e di soprassuoli di cerro (*Quercus cerris* L.), in particolare i cedui cosiddetti "invecchiati" e i soprassuoli transitori, che ha condotto alla realizzazione di apposita rappresentazione cartografica (figure 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Il database cartografico è stato realizzato sulla base della carta di uso e copertura del suolo del progetto Corine Land Cover, IV livello tematico (Bologna *et al.*, 2004), prendendo in considerazione le seguenti classi Corine: boschi a prevalenza di querce caducifoglie, boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani, boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie, boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani. Questi dati sono stati integrati con quelli dell'Inventario Forestale della Toscana (Regione Toscana - Giunta Regionale, 1993), con la carta della vegetazione forestale realizzata a corredo dello studio delle principali unità fisionomiche e fitosociologiche della Toscana (Regione Toscana - Giunta Regionale, 1998) e con i piani di gestione e di assestamento forestale disponibili localmente, appositamente messi a disposizione da DREAM Italia.

A supporto dell'analisi è stato inoltre utilizzato il Modello Digitale del Terreno (DTM), che fornisce informazioni sulla quota e dal quale è stata derivata la carta della pendenza del terreno per l'intera Toscana.

Sono stati scelti cinque fattori, di tipo bioecologico ed economico, ciascuno espressione di un criterio per la valutazione su area vasta della vocazione a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione e tali da poter essere quantificati mediante dati cartografici disponibili per l'intera Toscana. I fattori presi in considerazione sono:

- a) accessibilità;
- b) indice di efficienza ecologico-produttiva (IEF) (AISF, 2005);
- c) indice di interconnessione delle tessere forestali;
- d) diversità fisionomica tra tessere del paesaggio forestale;
- e) dimensione delle superfici forestali.

La logica dietro la scelta di questi fattori è la seguente:

a) *accessibilità*

L'accessibilità è un elemento fondamentale ai fini delle possibilità operative di attuare interventi di rinaturalizzazione e miglioramento. L'accessibilità può essere valutata ricorrendo alla pendenza media (derivata dall'elaborazione del Modello Digitale del Terreno). Alle aree con pendenza nulla, considerate facilmente accessibili, può essere assegnata la massima attitudine mentre le aree con pendenze più elevate sono quelle caratterizzate da minore accessibilità e, dunque sotto questo profilo, minore attitudine a interventi di rinaturalizzazione.

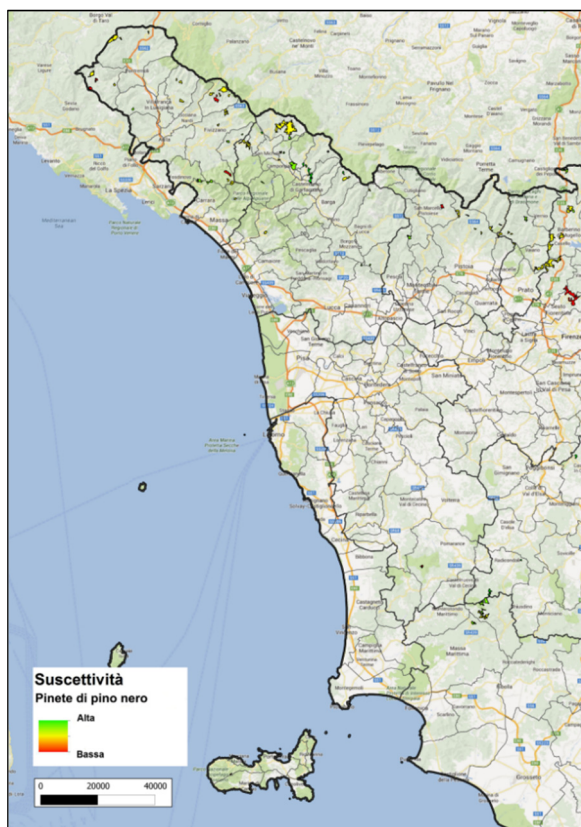


Figura 4.1 – Suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione di rimboschimenti di pino nero. Toscana, settore Ovest.

b) *indice di efficienza ecologico-produttiva*

Una valutazione oggettiva dell'efficienza funzionale dei boschi toscani è stata ottenuta dalla mappa dell'indice di efficienza ecologico-produttiva (IEF) elaborata da AISF (2005). L'indice IEF esprime l'efficienza relativa dei popolamenti forestali rispetto alle potenzialità produttive della stazione, definite sulla base dei parametri bioclimatici: esso racchiude gli effetti dei fattori antropici di degrado e dei fattori pedologici che possono deprimere la capacità produttiva dei soprassuoli rispetto alla potenzialità bioclimatica della stazione. In questo caso si è considerata minima la suscettività a interventi di rinaturalizzazione sia per i popolamenti più degradati, dove occorre almeno temporaneamente consentire il rinnesco autonomo dei processi funzionali attraverso il naturale accumulo di una quantità minimale di biomassa, sia per i popolamenti con organizzazione e struttura a elevato grado di efficienza ecobiologica, dove i processi di autorganizzazione che si instaurano naturalmente tendono in genere autonomamente alla naturalizzazione (in assenza di disturbi significativi).

c) *indice di interconnessione delle tessere forestali*

L'indice quantifica il grado di interconnessione (in senso geometrico) delle diverse classi forestali all'interno dei mosaici paesaggistici forestali della Toscana. In sostanza, l'indice aumenta se i soprassuoli appartenenti ad una determinata classe forestale tendono ad essere adiacenti a soprassuoli appartenenti a classi forestali diverse. Si è assunto che l'attitudine a interventi di rinaturalizzazione è maggiore se le tessere boscate confinano con tessere afferenti ad altre classi forestali. Ad esempio, nel caso dei rimboschimenti, si suppone vi sia maggiore probabilità che si verifichino fenomeni di ricolonizzazione spontanea dei popolamenti artificiali da parte dei soprassuoli di latifoglie autoctone circostanti, mentre, nel caso dei cedui che hanno superato il turno consuetudinario e sono oggetto di interventi di avviamento, si suppone che vi sia maggiore probabilità di ingresso di rinnovazione naturale di specie diverse da quella dominante se il ceduo è situato a contatto con soprassuoli appartenenti a classi forestali diverse. Viceversa, tale probabilità si annulla nel caso in cui le tessere forestali siano completamente circondate da classi non forestali (es. pascoli, arbusteti, superfici agricole).

d) *diversità fisionomica tra tessere del paesaggio forestale*

Questo fattore indica la diversità compositiva del paesaggio (α -diversità). Si considera che la potenzialità alla rinaturalizzazione sia massima per soprassuoli situati in mosaici paesaggistici poco diversi.

e) *dimensione*

La funzionalità ecologica delle superfici forestali dipende dalla dimensione delle stesse: si può considerare che per tessere con dimensioni superiori, a scala di paesaggio, corrisponde un maggior potenziale evolutivo e funzionale. In questo caso la dimensione delle tessere forestali è stata valutata determinando la superficie dei boschi identificati dalla carta di uso e copertura del suolo Corine Land Cover.

Per ciascun fattore considerato è stato prodotto un modello cartografico che ne descrive le variazioni su tutto il territorio della Toscana. In seguito, ogni singolo fattore è stato valutato per esprimere il grado di suscettività alla rinaturalizzazione in una scala di valori continui compresi tra 0 (suscettività nulla) e 1 (suscettività massima). Infine, i fattori, dopo essere stati valutati, sono stati combinati per ottenere il valore complessivo di suscettività a interventi di rinaturalizzazione. Per maggiori dettagli sul procedimento utilizzato si rimanda a Barbati *et al.* (2008).

La suscettività a interventi di rinaturalizzazione è espressa nella scala di valori compresi tra 0 (suscettività nulla) e 1 (suscettività massima). Si può ritenere che i soprassuoli con valori maggiori della mediana (Tabella 4.1) abbiano buona suscettività e sono quindi da preferire in una scala di priorità di intervento.

Per i rimboschimenti di pino nero le superfici con maggior suscettività a interventi di rinaturalizzazione sono ubicate in corrispondenza dei rilievi dell'Appennino in provincia di Arezzo e nei rilievi della Toscana meridionale (Monte Amiata) (Figure 4.1 e 4.2). Per le cerrete, i soprassuoli con la maggiore suscettività sono localizzati nelle province di Pisa, Siena (Colline Metallifere) e, in minor misura, nell'Appennino in provincia di Arezzo (Figure 4.3 e 4.4).

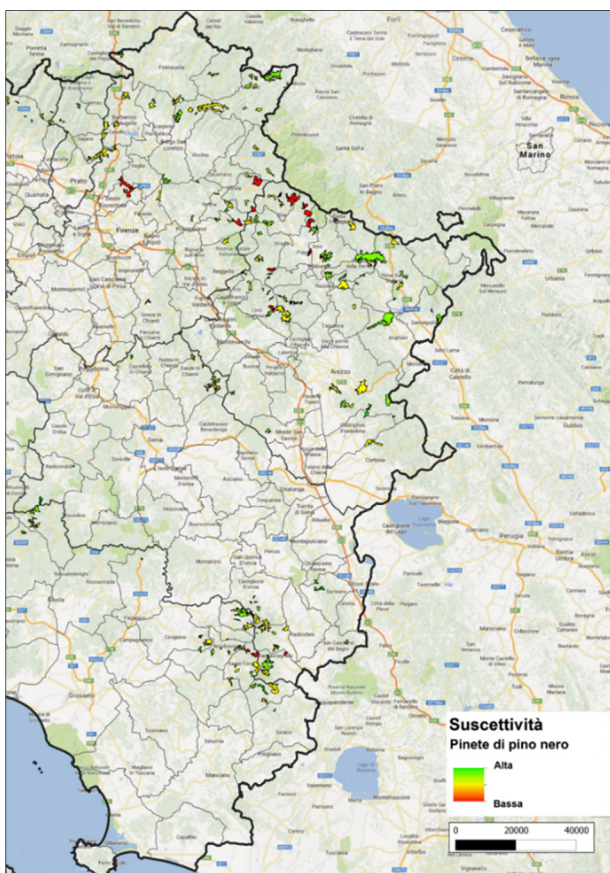


Figura 4.2 – Suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione di rimboschimenti di pino nero. Toscana, settore Est.

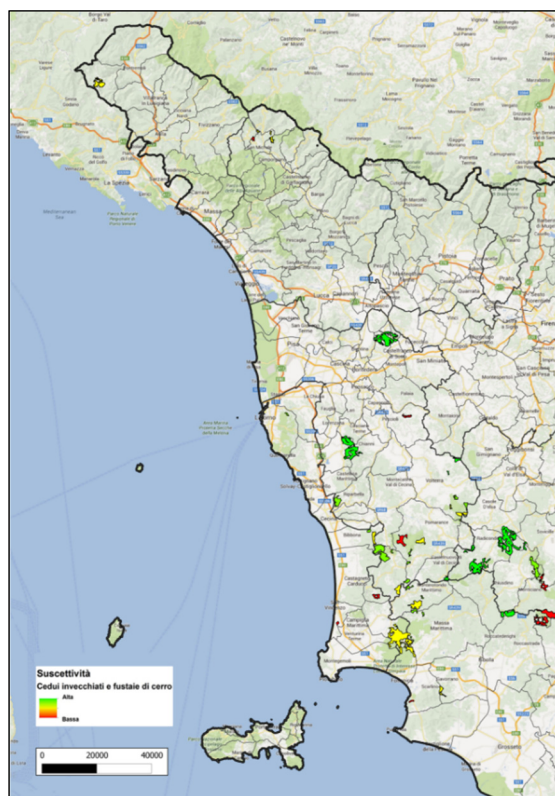


Figura 4.3 – Suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione di cedui “invecchiati” di cerro. Toscana, settore Ovest.

Tabella 4.1 – Media e mediana dei valori di suscettività a interventi di rinaturalizzazione per i soprassuoli afferenti, rispettivamente, a fustaie di pino nero e cedui invecchiati e fustaie di cerro.

Specie	Media	Mediana
Pino nero	0,314	0,318
Cerro	0,391	0,394

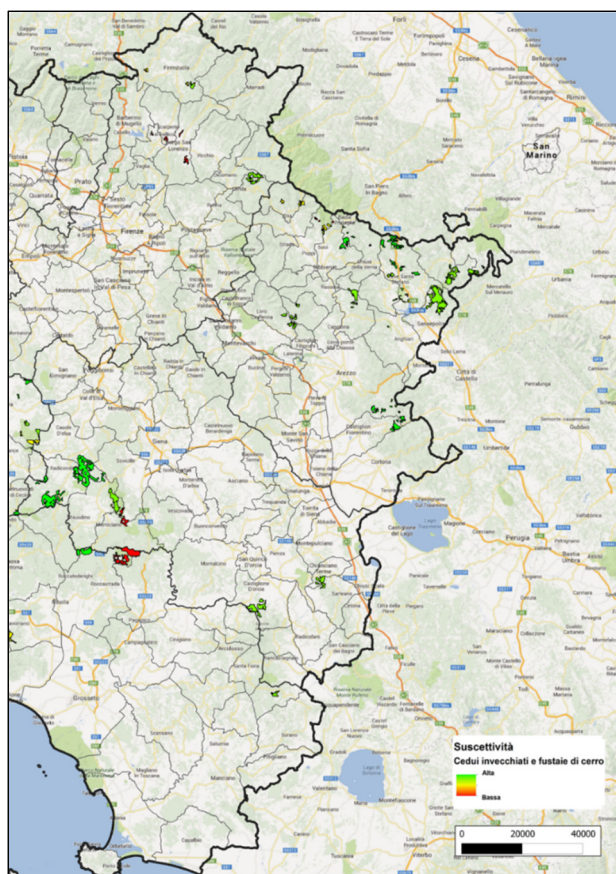


Figura 4.4 – Suscettività a interventi di miglioramento e rinaturalizzazione di cedui “invecchiati” di cerro. Toscana, settore Est.

Riferimenti bibliografici

- ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI, 2005 – *Foreste, biodiversità e cambiamenti climatici*. Rapporto finale, Firenze.
- BARBATI A., LAMONACA A., MELINI D., NOCENTINI S., CORONA P., 2008 – *Valutazione multicriteriale della suscettività a interventi di rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero e dei soprassuoli di cerro in Toscana*. *L'Italia Forestale e Montana* 63 (4): 307-319. <http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2008.4.02>
- BOLOGNA S., CHIRICI G., CORONA P., MARCHETTI M., PUGLIESE A., MUNAFÒ M., 2004 – *Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti seminaturali in Italia*. Atti, 8ª Conferenza ASITA, Roma, p. 467-472.
- REGIONE TOSCANA - GIUNTA REGIONALE, 1993 – *Boschi e macchie di Toscana. L'inventario forestale*. Regione Toscana, Dipartimento dello Sviluppo Economico, Firenze.
- REGIONE TOSCANA - GIUNTA REGIONALE, 1998 – *Boschi e macchie di Toscana. La vegetazione forestale*. Regione Toscana, Dipartimento dello Sviluppo Economico, Firenze.

5. Pino nero: moduli colturali differenziati e parametrizzazione degli interventi

A cura di Piermaria Corona e Susanna Nocentini

Vari aspetti della selvicoltura dei rimboschimenti di pino nero in Toscana sono stati affrontati in due volumi della collana “Supporti tecnici alla Legge Regionale Forestale della Toscana”:

- BIANCHI, GIOVANNINI, MALTONI, MARIOTTI e PACI (2005) “La selvicoltura delle pinete toscane”;
- CIABATTI, GABELLINI, OTTAVIANI e PERUGI (2009) “I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione”.

Per la maggior parte dei rimboschimenti di pino nero in Toscana sia BIANCHI *et al.* (2005) che CIABATTI *et al.* (2009) indicano come obiettivo prevalente la rinaturalizzazione, ossia l'applicazione di interventi selvicolturali tendenti a favorire l'ingresso e l'affermazione delle specie tipiche dell'ambiente, prevalentemente latifoglie.

In particolare CIABATTI *et al.* (2009) ribadiscono che con il termine *rinaturalizzazione* non si deve intendere, come viene fatto da alcuni, la successione tesa a raggiungere un assetto vegetazionale ritenuto originario o potenziale poiché tale interpretazione non considera che orientare il soprassuolo verso un modello predefinito costituisce comunque una semplificazione rispetto ai complessi meccanismi di conservazione e di evoluzione dell'ecosistema, tenuto conto soprattutto che si opera sempre su lunghi periodi, in cui molti sono i fattori che possono subire variazioni. Essi ritengono più confacente la definizione secondo cui non si tratta di concentrare l'attenzione sulla ricerca di uno stato originario, naturale, quanto piuttosto di favorire il ripristino dei processi naturali, cioè dei meccanismi di autoregolazione, di autoperpetuazione e l'aumento della resistenza e della resilienza del sistema (NOCENTINI, 2000). La gestione dei rimboschimenti e gli interventi selvicolturali attraverso cui si attua la rinaturalizzazione devono quindi assecondare e favorire i processi naturali di successione e di evoluzione forestale, senza dimenticare che tali processi si determinano compiutamente in lunghi periodi ed è quindi necessario agire sempre con gradualità, cioè con interventi articolati nel tempo e nello spazio, valutando ogni volta la risposta dell'ecosistema e i risultati conseguiti al fine di verificare e di adattare, ove necessario, i criteri di intervento.

Secondo questi Autori il trattamento si attua mediante diradamenti del soprassuolo finalizzati a ridurre progressivamente la densità, ottenendo così sia la migliore stabilità dei soggetti residui, e con essa la possibilità di un allungamento del turno di utilizzazione, sia le condizioni idonee all'insediamento e allo sviluppo delle latifoglie autoctone. Essi ricordano inoltre che la tipologia, l'intensità e la frequenza dei diradamenti non può che essere determinata in riferimento alle specifiche condizioni del soprassuolo e della stazione in cui si opera: i criteri e i limiti indicati dal Regolamento forestale della Toscana (art. 30) lasciano ampi margini di scelta, anche perché attraverso specifica autorizzazione o piano di gestione o dei tagli (art. 44) è possibile superare e adeguare le modalità e i limiti indicati in prima istanza.

BIANCHI *et al.* (2005) distinguono le modalità applicative degli interventi orientati alla rinaturalizzazione in base alla diversa tipologia dei rimboschimenti di pino nero, che dipende a sua volta dalla fertilità della stazione e dalla fase evolutiva del soprassuolo. In particolare, per le pinete con età inferiori al turno indicano come priorità quella di diradare progressivamente i soprassuoli, facendo dipendere l'intensità degli interventi dalla fertilità della stazione. Per le pinete che hanno raggiunto e superato il turno minimo previsto dal Regolamento forestale della Regione Toscana (40 anni) prevedono interventi differenziati: in presenza di un piano successionale ben sviluppato propongono il progressivo alleggerimento della copertura del pino, rilasciando, almeno temporaneamente, un numero limitato di grossi pini a svettare sul piano di latifoglie; dove invece il piano successionale assume sviluppo limitato viene proposta l'apertura di buche finalizzate a creare condizioni favorevoli all'insediamento delle latifoglie e localmente anche altre specie (es. abete bianco).

Sulla base dei risultati della sperimentazione MOGFUS, a ulteriore specificazione di quanto proposto da CIABATTI *et al.* (2009), in queste Linee guida si riportano alcune indicazioni per la parametrizzazione dell'intensità di diradamento nei rimboschimenti più giovani e per la realizzazione di interventi tendenti a diversificare la struttura e la composizione dei popolamenti di pino nero che hanno superato orientativamente l'età di 50-60 anni o nei quali siano già presenti nuclei di rinnovazione di altre specie.

5.1 Parametrizzazione dell'intensità di diradamento

La definizione dell'intensità di un diradamento attraverso parametri oggettivi è un aspetto importante sia per impostare prove sperimentali di confronto fra regimi diversi di diradamento, sia per tradurre i risultati della sperimentazione in indicazioni operative utili alla gestione dei soprassuoli forestali.

In letteratura sono stati proposti vari metodi per quantificare l'intensità di diradamento. La maggior parte di questi metodi fa riferimento all'area basimetrica del soprassuolo (es. ASSMANN, 1970) oppure all'altezza dominante (es. BECKING, 1953), ritenuti parametri utili a definire in maniera oggettiva e replicabile l'intensità del diradamento,

Con il Progetto MOGFUS è stato messo a punto un metodo che deriva dalla teoria di ASSMANN (1970), integrata con la fertilità dei popolamenti rappresentata dall'altezza dominante (per maggiori dettagli si rimanda a CORONA e NOCENTINI, 2009).

Secondo ASSMANN (1970) è possibile definire soglie variabili di densità in relazione all'area basimetrica massimale (B_{max}) del popolamento; questa si identifica con l'area basimetrica raggiunta, alle diverse età, da soprassuoli mai diradati dove la riduzione della densità avviene solo per mortalità naturale. L'area basimetrica massimale di un popolamento coetaneo dipende dalla fertilità della stazione e può essere espressa in funzione dell'altezza dominante (H_{dom}) (STERBA, 1987; SKOVSGAARD e VANCLAY, 2007). Utilizzando i dati dall'Inventario Forestale regionale (REGIONE TOSCANA, 1998) e i dati acquisiti nell'ambito delle campagne dendrometriche condotte dall'Istituto di Assestamento Forestale dell'Università di Firenze sui soprassuoli di pino nero della Toscana (Bernetti *et al.*, 1969; HERMANIN e SANI, 1989) e nell'ambito dello stesso progetto MOGFUS, è stata individuata la seguente equazione che interpreta le variazioni di B_{max} in funzione di H_{dom} per i rimboschimenti a prevalenza di pino nero della Toscana:

$$B_{max} = 110 * (1 - e^{-0.056 * H_{dom}}) \quad [1]$$

Per quantificare, su basi parametriche, l'intensità del prelievo di area basimetrica, espresso in termini percentuali, è stato elaborato il seguente indice:

$$ICN = \alpha * \left(1 - \frac{0,15 * B_{max}}{B} \right) \quad [2]$$

dove: ICN = valore percentuale di area basimetrica da eliminare con il diradamento; B = area basimetrica (in m^2ha^{-1}) del popolamento oggetto di intervento; B_{max} = area basimetrica massima teorica (in m^2ha^{-1}); α = parametro variabile in funzione dell'area basimetrica ottimale (*sensu* ASSMANN). Con l'indice ICN l'intensità di prelievo è linearmente decrescente tra la condizione di area basimetrica massima e quella di chiusura delle chiome appena raggiunta. In questo modo l'intensità di diradamento viene parametrizzata sia sulla fertilità della stazione, sia sulla densità reale del popolamento al momento dell'intervento. Per esempio, un valore di α pari a 25 indica che il diradamento tende a mantenere i popolamenti a densità pari al 25% della densità massima per quella fertilità, un valore di α pari a 30 indica una densità di coltivazione pari al 30% dell'area basimetrica massima teorica per quella stazione, e così via.

Nelle tabelle 5.1, 5.2 e 5.3, è riportato il valore percentuale del prelievo di area basimetrica in relazione alla fertilità della stazione (definita dall'altezza dominante, H_{dom}) e alla densità del soprassuolo prima del diradamento (definita dall'area basimetrica a ettaro, B), per valori di α rispettivamente di 25 (tab. 5.1), 35 (tab. 5.2) e 45 (tab. 5.3).

A parità di α e di H_{dom} l'intensità di diradamento sarà maggiore nei soprassuoli che presentano maggiore area basimetrica. Viceversa, a parità di α e di area basimetrica, l'intensità di diradamento diminuisce all'aumentare di H_{dom} : ciò perché il metodo parte dal presupposto che stazioni più fertili sostengono valori di area basimetrica massima maggiori rispetto a stazioni che presentano minore fertilità.

La scelta di α dipende dalle condizioni generali del soprassuolo: tenendo conto contemporaneamente della fertilità della stazione e della densità di ciascun singolo popolamento al momento del diradamento in relazione alla densità massima teorica, il metodo consente di graduare gli interventi sulle reali condizioni del bosco. Valori di α intorno a 20 dovranno essere adottati dove si ritiene opportuno mantenere un prelievo più contenuto, a esempio su suoli superficiali, in zone a elevata pendenza, in zone esposte a forti venti. Valori di α intorno a 35 potranno essere invece adottati in soprassuoli che vegetano in suoli relativamente profondi, in zone più riparate e a pendenza ridotta. In ogni caso è opportuno non superare un valore di α di 45.

Va evidenziato che il metodo può essere utilizzato per quantificare in modo univoco l'intensità di diradamento in prove sperimentali di confronto: noti B_{max} (v. formula 1) e B , possono infatti essere messe a confronto intensità diverse di diradamento parametrizzate attraverso valori diversi di α . Di conseguenza, una volta individuato dai risultati della sperimentazione il valore di α che dà i migliori risultati per gli scopi della coltivazione, la stessa intensità di intervento può essere riproposta nella realtà operativa in funzione delle reali condizioni di ogni singolo soprassuolo, cioè in funzione dei valori di altezza dominante e B che lo caratterizzano (v. formula 2).

5.2 Interventi per la diversificazione strutturale e compositiva dei rimboschimenti di pino nero

La scelta del tipo di intervento per la diversificazione compositiva e strutturale delle pinete a prevalenza di pino nero in Toscana dipende da diversi fattori tra cui assumono

particolare importanza le condizioni edafiche della stazione e la densità e la struttura del soprassuolo, con particolare riguardo alla presenza o meno di uno strato di latifoglie insediatisi autonomamente sotto la copertura del pino.

Tabella 5.1 – Valore percentuale di area basimetrica da eliminare per $\alpha = 25$ in funzione dell'altezza dominante (H_{dom}) e dell'area basimetrica a ettaro del popolamento (B).

B (m ² /ha)	H_{dom} (m)															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
31	19	19	18	18	19	18	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
32	19	19	19	18	19	18	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
33	20	19	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
34	20	19	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
35	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
36	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	16
37	20	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17
38	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	17
39	20	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	17	17	17
40	21	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	17	17
41	21	20	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	17
42	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18
43	21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
44	21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18
45	21	21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	18	18	18
46		21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	18	18
47		21	21	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	18
48		21	21	21	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19
49		21	21	21	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19
50			21	21	21	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19
51			21	21	21	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19
52			21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
53			21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
54				21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19
55				21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	19	19
56				21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	19
57				21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20
58					21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20
59					21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20
60						21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20
61						21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20
62							21	21	21	21	21	20	20	20	20	20

Tabella 5.2 – Valore percentuale di area basimetrica da eliminare per $\alpha = 35$ in funzione dell'altezza dominante (H_{dom}) e dell'area basimetrica a ettaro del popolamento (B).

B (m ² /ha)	H_{dom} (m)															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
31	27	26	26	25	25	24	24	24	23	23	22	22	22	22	21	21
32	27	27	26	26	25	25	24	24	24	23	23	23	22	22	22	21
33	27	27	26	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	22	22	22
34	28	27	27	26	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	22	22
35	28	27	27	26	26	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	23
36	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	24	24	23	23	23
37	28	28	27	27	27	26	26	25	25	25	24	24	24	24	23	23
38	28	28	28	27	27	26	26	26	25	25	25	24	24	24	24	24
39	29	28	28	27	27	27	26	26	26	25	25	25	25	24	24	24
40	29	28	28	28	27	27	26	26	26	26	25	25	25	25	24	24
41	29	29	28	28	27	27	27	26	26	26	26	25	25	25	25	24
42	29	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	25	25	25	25	25
43	29	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	26	25	25	25	25
44	29	29	29	28	28	28	27	27	27	26	26	26	26	25	25	25
45	29	29	29	28	28	28	27	27	27	27	26	26	26	26	26	25
46		29	29	29	28	28	28	27	27	27	27	26	26	26	26	26
47		29	29	29	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26
48		29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	26	26	26	26
49		30	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	26	26	26
50			29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26
51			29	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26
52			30	29	29	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27
53			30	29	29	29	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27
54				29	29	29	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27
55				30	29	29	29	29	28	28	28	28	28	27	27	27
56				30	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	27	27
57				30	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	27
58					30	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	27
59					30	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28
60						30	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28
61							30	29	29	29	29	29	28	28	28	28
62								29	29	29	29	29	29	28	28	28

Tabella 5.3 – Valore percentuale di area basimetrica da eliminare per $\alpha = 45$ in funzione dell'altezza dominante (H_{dom}) e dell'area basimetrica del soprassuolo (B).

B (m^2/ba)	H_{dom} (m)															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
31	35	34	33	33	32	31	31	30	30	29	29	28	28	28	27	27
32	35	34	34	33	32	32	31	31	30	30	29	29	29	28	28	28
33	35	35	34	33	33	32	32	31	31	30	30	29	29	29	28	28
34	36	35	34	34	33	33	32	32	31	31	30	30	30	29	29	29
35	36	35	35	34	33	33	32	32	32	31	31	30	30	30	29	29
36	36	36	35	34	34	33	33	32	32	31	31	31	30	30	30	29
37	36	36	35	35	34	34	33	33	32	32	31	31	31	30	30	30
38	37	36	35	35	34	34	33	33	33	32	32	31	31	31	31	30
39	37	36	36	35	35	34	34	33	33	33	32	32	32	31	31	31
40	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	32	32	32	32	31	31
41	37	37	36	36	35	35	34	34	33	33	33	32	32	32	32	31
42	37	37	36	36	35	35	35	34	34	33	33	33	32	32	32	32
43	38	37	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	32	32	32
44	38	37	37	36	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33	33	32
45	38	37	37	36	36	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33	33
46		38	37	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	33	33	33
47		38	37	37	36	36	36	35	35	35	34	34	34	34	33	33
48		38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	34	34	34	34	33
49		38	38	37	37	36	36	36	35	35	35	35	34	34	34	34
50			38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	34	34	34	34
51			38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	35	34	34	34
52			38	38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	35	34	34
53			38	38	37	37	37	36	36	36	36	35	35	35	35	34
54				38	38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	35	35
55				38	38	37	37	37	36	36	36	36	35	35	35	35
56				38	38	37	37	37	37	36	36	36	36	35	35	35
57				38	38	38	37	37	37	36	36	36	36	36	35	35
58					38	38	37	37	37	37	36	36	36	36	36	35
59					38	38	38	37	37	37	37	36	36	36	36	36
60						38	38	37	37	37	37	36	36	36	36	36
61						38	38	38	37	37	37	37	36	36	36	36
62							38	38	37	37	37	37	37	36	36	36

In linea generale gli interventi possono iniziare quando è presente rinnovazione di altre specie, anche in diverso stadio di sviluppo. Solitamente fino ai 40-50 anni la densità dei soprassuoli richiede di procedere con diradamenti (vedi par. 5.1) per favorire la permanenza di una stabile ed efficiente copertura da parte dei pini in grado di creare le condizioni edafiche per l'inserimento di rinnovazione.

Secondo MONDINO e BERNETTI (1998) i soprassuoli a prevalenza di pino nero in Toscana possono essere classificati nelle seguenti tipologie, che si distinguono per fertilità della stazione e per composizione e sviluppo dell'eventuale strato di latifoglie:

1. *Pineta eutrofica acidofila*: pinete della I e II classe di fertilità, per lo più sostitutive di boschi di castagno oppure di campi, in ambienti potenzialmente di competenza della *Cerreta eutrofica ad acer opalus* s.l. Nei popolamenti ancora molto giovani e densi il sottobosco si limita a poca felce aquilina. I popolamenti di oltre 60 anni hanno un piano di successione ben sviluppato e, talvolta, molto ricco di specie. Si possono trovare: abete bianco e faggio anche in posizione di discesa; castagno derivante da polloni, cerro, roverella, acero di monte, acero riccio, acero opalo, acero campestre, carpino nero, carpino bianco, orniello, frassino maggiore, più una grande varietà di specie arbustive.
2. *Pineta neutro-acidoclima su rocce calcaree o arenaceo-argillose, montana e submontana*: pinete della II classe di fertilità (raramente della I oppure della III), in ambienti di cerrete potenziali. Nel tipo prevalgono rimboschimenti più recenti da cui derivano popolamenti spesso tenuti a densità colma. Il sottobosco (e con esso anche la classe di fertilità) varia molto secondo le esposizioni: dal gramineto alle masse di rovi eventualmente combinate con un piano di successione di olmo campestre, orniello, acero campestre, carpino nero, cerro, roverella, ecc.
3. *Pineta neutro-basifila su rocce calcaree o arenaceo-argillose, sopramediterranea*: pinete di classe di fertilità variabile fra la IV e la II (rarissima la I classe), in ambienti propri dei querceti termo-xerofili. Prevale il sottobosco a gramineto non solo a brachipodio rupestre, ma anche con specie dello xerobrometo.

In presenza di uno strato di latifoglie, gli interventi possono fare riferimento ai seguenti criteri:

- progressiva riduzione della densità dei pini in relazione a distribuzione e sviluppo dello strato sottostante di latifoglie, liberando in primo luogo gli individui di latifoglie affermati nel livello superiore, per favorire l'ampliamento della chioma e i processi di fruttificazione e disseminazione laterale;
- alleggerimento della copertura superiore in corrispondenza dei tratti di rinnovazione più promettenti, per attivare i processi di crescita e selezione naturale tra gli individui;
- eliminazione delle conifere deperienti e morte in piedi, con rilascio di parte della biomassa prodotta sul terreno per favorire l'arricchimento dell'orizzonte organico; è comunque consigliabile scortecciare i fusti da rilasciare a terra per non costituire punti di diffusione di xilofagi.

Quando non vi è uno strato affermato di latifoglie, gli interventi avranno in primo luogo l'obiettivo di creare le condizioni per il loro inserimento e successiva affermazione. Questo può avvenire attraverso l'esecuzione di diradamenti nei soprassuoli più giovani e con tagli a piccole buche di dimensioni variabili fra 100 e 250 m² nei soprassuoli di età orientativamente >50 anni.

Tabella 5.4 – Rapporto fra area basimetrica a ettaro (B) e area basimetrica massimale (B_{max}) in funzione dell'altezza dominante (H_{dom}) e all'area basimetrica del popolamento. Vedere il testo per la spiegazione.

	H_{dom} (m)															
	10	11	12	13	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
B (m^2/ba)	B_{max} (m^2/ba)															
	47,17	50,59	53,82	56,88	59,78	62,51	65,10	67,54	69,86	72,04	74,11	76,06	77,91	79,66	81,31	82,87
31	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
32	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
33	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
34	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
35	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
36	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
37	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
38	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
39	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
40	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
41	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
42	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
43	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
44	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
45	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
46		0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
47		0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
48		0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
49		1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
50			0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
51			0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
52			1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
53			1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
54				0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
55				1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
56				1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
57				1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
58					1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
59					1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
60						1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
61						1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
62							1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7

Questi valori derivano dall'osservazione di quanto avviene naturalmente in situazioni in cui si sono create delle aperture nella copertura dei pini. A esempio, una indagine nei rimboschimenti di Monte Morello (FI) (BRUNDU, 2010) ha rilevato come il maggior numero di piantine si trovi in aperture di superficie compresa fra 50 e 250 m² (Fig. 5.1). L'inserimento e l'affermazione delle diverse specie è comunque un fenomeno molto variabile che dipende dalle caratteristiche della stazione (altitudine, esposizione, caratteri climatici, condizioni edafiche etc.) oltre che dalle dimensioni delle aperture. Per questo motivo gli interventi andranno regolati in base alle caratteristiche dei soprassuoli avendo cura di creare una varietà di situazioni in modo da favorire lo sviluppo di una struttura diversificata sia sul piano orizzontale che su quello verticale.

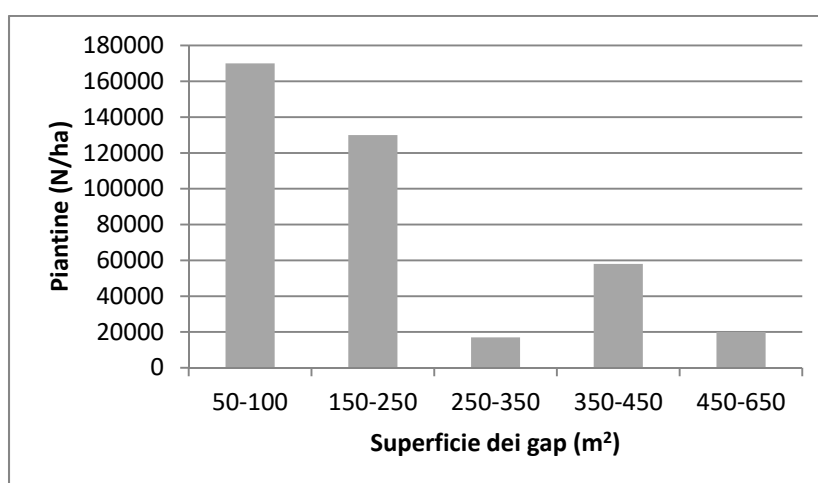


Figura 5.1 – Rimboschimenti di pino nero di Monte Morello. Relazione densità della rinnovazione e dimensione dei gap (da BRUNDU 2010 modificato).

Il rapporto fra area basimetrica reale (B) e area basimetrica massima (B_{max}) (vedi par. 5.1) può essere utilizzato in fase di pianificazione per trarre una indicazione di larga massima sulla tipologia di intervento da applicare. Nella Tab. 5.4, in relazione all'altezza dominante del popolamento (H_{dom}) e all'area basimetrica reale (B), sono evidenziati in turchese i valori di B/B_{max} in corrispondenza dei quali, in linea generale, è indicato procedere con diradamenti di tipo basso o misto. In rosa sono evidenziati i valori di B/B_{max} dove è possibile procedere con tagli a piccole buche se sono presenti segni di rinnovazione di latifoglie, altrimenti proseguire con diradamenti di tipo basso o misto. In giallo sono evidenziati i valori di B/B_{max} che indicano popolamenti a densità relativamente ridotta ove: a) nel caso di presenza di uno strato di latifoglie ben affermato, è opportuno procedere con interventi per favorirla (in relazione al tipo di distribuzione della rinnovazione: tagli a piccole buche oppure graduale eliminazione dei pini); b) in assenza di rinnovazione affermata è opportuno verificare le condizioni del suolo o di altri fattori limitanti, e orientativamente lasciare a evoluzione naturale.

Riferimenti bibliografici

- ASSMANN E., 1970 – *Principles of yield studies*. Pergamon Press, Oxford.
BECKING, J.H., 1953 – *Einige Gesichtspunkte fuer Durchfuehrung von vergleichenden Durchforstungsversuchen in gleichaltrigen Bestanden*. In: Proceedings, XIth IUFRO World Congress, Rome, Italy, p. 580-582.

- BERNETTI G., CANTIANI M., HELLRIGL B., 1969 – *Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio in Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, 24 (1): 10-41.
- BIANCHI L., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., 2005 – *Il pino nero e il pino laricio*. In: "La selvicoltura delle pinete della Toscana" (eds. Bianchi L., Giovannini G., Maltoni A., Mariotti B., Paci M.). Arsia, Regione Toscana, p. 25-62.
- BRUNDU P., 2010 – *Studio delle dinamiche di rinaturalizzazione in rimboschimenti di pino nero con implementazione di Sistemi Informativi Geografici: il caso di Monte Morello*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Firenze.
- CIABATTI G., GABELLINI A., OTTAVIANI C., PERUGI A., 2009 – *I rimboschimenti in Toscana e la loro gestione*. Regione Toscana - Arsia, 166 p.
- CORONA P., NOCENTINI S., 2009 – *Un metodo per la quantificazione su basi parametriche dell'intensità di diradamento*. L'Italia Forestale e Montana, 64 (6): 351-358. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2009.6.02>
- HERMANIN L., SANI L., 1989 – *Indagini sulla produzione del pino laricio in Toscana*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Vol. XX.
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. In: *Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.
- NOCENTINI S., 2000 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana 55 (4): 211-218.
- REGIONE TOSCANA - GIUNTA REGIONALE, 1998 – *Boschi e macchie di Toscana. L'inventario forestale*. Regione Toscana, Dipartimento dello Sviluppo Economico, Firenze.
- SKOVSGAARD J.P., VANCLAY J.K., 2007 – *Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands*. Forestry, 81: 13-31. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpm041>
- STERBA H., 1987 – *Estimating potential density from thinning experiment and inventory data*. Forest Science, 33: 1022-1034.

6. Moduli colturali differenziati per i cedui “invecchiati” e i soprassuoli transitori di cerro

A cura di Francesca Bottalico, Susanna Nocentini e Nicola Puletti

6.1 DEFINIZIONI E AMBITO DI APPLICAZIONE

Al fine di poter proporre alternative colturali e gestionali facilmente traducibili nella pratica operativa per i cedui “invecchiati” e i soprassuoli transitori di cerro della Toscana, è necessario dare una definizione univoca di alcuni termini qui utilizzati in relazione a espressioni di uso corrente sul piano tecnico e normativo.

a) Ceduo “invecchiato”

L’espressione “ceduo invecchiato”, spesso usata in letteratura e nel gergo tecnico per indicare cedui che hanno superato il turno consuetudinario, non è surrogata da argomenti validi sul piano biologico. Come sostengono AMORINI e FABBIO (1991), è evidente nel termine una notazione negativa del fenomeno evolutivo in atto nei popolamenti, spesso assunta a giudizio di ordine biologico sulla ridotta funzionalità del ceduo. I cedui in evoluzione naturale evidenziano nel tempo consistenti mutamenti strutturali, che si traducono in una accresciuta competizione fra i polloni, con conseguente riduzione del loro numero e mortalità di intere ceppaie. Secondo gli stessi Autori, questo ultimo aspetto strutturale, la mortalità elevata, spiega l’adozione del termine “invecchiamento” per indicare lo stadio evolutivo di cedui che hanno superato da qualche decennio il turno consuetudinario. D’altra parte, la facoltà pollonifera della maggior parte delle specie che formano i nostri cedui si mantiene sostenuta anche a età nettamente superiori al turno consuetudinario, come si può facilmente verificare nei tanti cedui in cui, dopo la crisi e il conseguente abbandono degli anni sessanta, è in corso la ripresa delle utilizzazioni.

In considerazione di quanto sopra non ha senso definire “invecchiato” un ceduo di pochi decenni di età. È certamente più appropriato e più corretto definire questi boschi come *cedui che hanno superato il turno consuetudinario* (CIANCIO e NOCENTINI, 2004).

Il Regolamento Forestale della Regione Toscana (art. 19), al fine di fornire un limite facilmente verificabile nella realtà, definisce “boschi cedui invecchiati” i cedui in cui i polloni hanno età superiore a 36 anni, senza alcun riferimento a elementi di tipo biologico. Il taglio di questi cedui, secondo il Regolamento forestale, è soggetto ad autorizzazione, mentre i boschi cedui che hanno superato l’età di 50 anni sono soggetti all’avviamento a fustaia (art.25).

b) Ceduo in avviamento e soprassuolo transitorio

I *cedui in avviamento* sono quelli nei quali è iniziato un processo di conversione attraverso l’applicazione di specifiche operazioni colturali. Si tratta di cedui che in genere hanno superato il turno consuetudinario. Il trattamento in atto, costituito da tagli colturali, è teso a far evolvere un ceduo verso una fustaia a struttura coetanea o disetanea.

I *cedui in avviamento* nel linguaggio tecnico vengono talvolta indicati con espressioni quali: “fustaia transitoria”, “fustaia da polloni”, “fustaia su ceppaie”, “alto fusto da polloni” etc. L’uso di questi termini viene giustificato sulla base dell’aspetto fisionomico che tende ad assumere il soprassuolo a seguito dell’applicazione degli interventi di avviamento. Per evitare confusione e mantenere salda la distinzione fra ceduo e fustaia che si basa sulla forma biologica della rinnovazione (agamica nel primo caso e gamica nel secondo) qui si adotta il termine “soprassuolo transitorio” per definire i cedui in cui sia iniziato il processo di avviamento a fustaia, processo che si concluderà con la conversione vera e propria, cioè con la sostituzione del soprassuolo di origine agamica con uno di origine gamica.

Con *soprassuolo transitorio* qui si intendono i soprassuoli che il Regolamento Forestale della Regione Toscana definisce “fustaie transitorie originate da tagli di avviamento ad alto fusto di boschi cedui” (art. 29) assimilandole, ai fini delle prescrizioni relative al trattamento, a fustaie.

c) Tagli di avviamento e taglio di conversione

Con *taglio di avviamento* si intende un intervento effettuato in un ceduo dopo lo scadere del turno, finalizzato a preparare il popolamento alla conversione a fustaia. I tagli di avviamento si configurano come veri e propri interventi colturali, anche se spesso vengono identificati più semplicemente come diradamenti. Di questi condividono alcuni aspetti, a cui si aggiunge però la preminente funzione di guidare lo sviluppo del soprassuolo in modo da arrivare, nel più breve tempo possibile, ai tagli di rinnovazione.

Con *taglio di conversione* si intende un intervento effettuato in un soprassuolo transitorio al fine di ottenere la rinnovazione da seme. In genere i piani di assestamento per i cedui in conversione a fustaia prescrivono il trattamento a tagli successivi uniformi finalizzato alla conversione verso una fustaia coetanea. Per la conversione a fustaia disetanea il taglio di conversione può consistere in tagli a scelta per pedali o per piccoli gruppi.

6.2 IPOTESI GESTIONALI E MODULI COLTURALI

La scelta fra diversi moduli colturali per il miglioramento dei cedui di cerro che hanno oltrepassato il turno consuetudinario (cosiddetti “invecchiati”) e per i soprassuoli transitori di cerro dipende dalle condizioni del soprassuolo e della stazione e dagli obiettivi della gestione, che devono a loro volta trovare riscontro nelle indicazioni che scaturiscono dalla pianificazione.

Ai fini delle presenti linee guida si distinguono due casi:

- a) cedui di cerro che hanno una età pari ad almeno due volte il turno consuetudinario (36 anni) e che non sono stati interessati da interventi di avviamento;
- b) soprassuoli transitori di cerro, cioè cedui in cui sono stati eseguiti uno o più interventi di avviamento a fustaia.

a) Cedui di cerro con età superiore a 36 anni

In Toscana i cedui di cerro che hanno superato i 36 anni sono spesso cedui nei quali non è stata eseguita più alcuna operazione colturale poiché è venuto meno l’interesse del proprietario per la produzione legnosa e di fatto risultano abbandonati. Spesso si tratta di cedui degradati.

L'abbandono in genere è determinato dalla marginalizzazione economica del ceduo dovuta a diverse cause tra le quali le più frequenti sono:

1. l'andamento negativo del prezzo di macchiatico della legna da ardere;
2. la mancanza di manodopera;
3. livelli di produttività del ceduo insoddisfacenti a seguito di uno sfruttamento eccessivo o di altri fattori negativi;
4. l'insufficiente viabilità forestale.

Un caso particolare è rappresentato dai cedui che si trovano nella zona a "protezione integrale" all'interno di aree protette dove la scelta di lasciare il ceduo alla libera evoluzione è programmata e risponde principalmente a obiettivi di conservazione della natura.

Come già ricordato la sospensione delle ceduzioni non comporta di per sé rischi diretti e immediati per la stabilità e la funzionalità dei soprassuoli. Indagini svolte in cedui di cerro che hanno superato di alcuni decenni il turno consuetudinario hanno dimostrato che il ceduo in evoluzione naturale, pur rivelando un dinamismo verso strutture tipiche dei soprassuoli transitori interessati da interventi di avviamento, denotano rispetto a questi ultimi una maggiore variabilità strutturale e una migliore capacità di salvaguardare la mescolanza specifica. Inoltre, il mancato prelievo di parte della componente legnosa determina maggiori quantitativi di necromassa in piedi e a terra, con riflessi positivi sull'evoluzione del suolo, la conservazione e l'incremento della biodiversità complessiva e lo stoccaggio del carbonio (MANETTI e GUGLIOTTA, 2006).

b) Soprassuoli transitori di cerro

I soprassuoli transitori di cerro in Toscana derivano da interventi di avviamento eseguiti in passato.

Nella pratica il metodo di avviamento più spesso applicato alle cerrete in Toscana consiste in uno (o più raramente) due interventi in cedui di età superiore al turno consuetudinario, interventi che hanno avuto il carattere di un diradamento dei polmoni che ha teso ad eliminare i soggetti aduggiati, malformati etc. con intensità in genere assimilabile a quanto previsto dal Regolamento forestale.

Non sempre nella pianificazione di questi interventi è stata rispettata l'indicazione generale di avviare a fustaia cedui che presentavano condizioni di fertilità, composizione e struttura adeguate a sostenere la conversione.

Si trovano così soprassuoli transitori che hanno reagito positivamente agli interventi effettuati e presentano condizioni strutturali e di accrescimento soddisfacenti, mentre in altri casi i risultati non sono quelli attesi.

6.2.1 *Moduli colturali alternativi per l'avviamento a fustaia*

La scelta se programmare la conversione a fustaia per i cedui di cerro con età superiore a 36 anni, mai soggetti ad interventi di avviamento, dipende da una serie di fattori tra i quali sono sicuramente preminenti:

- le condizioni della stazione,
- le condizioni del soprassuolo,
- il tipo di proprietà,
- gli eventuali vincoli all'uso presenti nell'area.

Per quanto riguarda le *condizioni della stazione* la possibilità di raggiungere in tempi accettabili la conversione a fustaia di un ceduo dipende in primo luogo dalla fertilità e dalle caratteristiche edafiche.

In linea generale, l'avvio della conversione a fustaia dovrebbe essere la scelta prioritaria nei cedui che si trovano nelle migliori condizioni di fertilità, cioè orientativamente con altezza dominante maggiore di 17-18 m a 35-40 anni di età (Tab. 6.1). In relazione alle tipologie forestali individuate per la Toscana da MONDINO e BERNETTI (1998), le migliori condizioni di fertilità ospitano in genere i seguenti tipi: Cerreta eutrofica ad *Acer opalus* s.l.; Cerreta mesofila planiziale; Querceto di cerro e farnetto a *Pulicaria odora*; Cerreta mesofila collinare, eccettuato la variante con arbusti spinosi del Pruneto e con perastro.

Nelle condizioni intermedie, orientativamente con altezze dominanti comprese fra 13 e 17 m a 35-40 anni, l'opportunità o meno di avviare la conversione a fustaia dipende anche da considerazioni relative al tipo di proprietà e alla composizione e struttura del soprassuolo. La presenza di matricine e/o ceppaie di altre latifoglie, in particolare se rare o a legname pregiato, dovrebbe orientare la scelta verso l'avviamento a fustaia, operando eventualmente con il passaggio attraverso la fase a ceduo composto (cfr. par. 6.2.3). Per la presenza di specie importanti come la rovere, particolare attenzione per l'avviamento a fustaia, anche attraverso la conversione a ceduo composto, deve essere rivolta ai cedui nei seguenti tipi: Carpino-querceto mesofilo di cerro con rovere; Querceto acidofilo di rovere e cerro; Carpineto misto collinare (-submontano) a cerro; Cerreta acidofila dei terrazzi a paleosuoli nella variante con rovere.

Per i cedui che hanno superato il limite dei 36 anni e che si trovano nelle peggiori condizioni di fertilità ($H_{dom} < 12-13$ m a 35-40 anni), la messa a riposo rappresenta l'opzione da preferire per consentire al soprassuolo di migliorare le condizioni edafiche. Questa scelta dovrebbe essere supportata da una attenta pianificazione, che tenga conto anche dell'esigenza di intervenire eventualmente in aree ad alto rischio di incendio, come lungo le strade, per ridurre la continuità della biomassa combustibile. In Toscana le peggiori situazioni di fertilità ospitano in genere Cerrete mesoxerofile e Cerrete acidofile montane.

Tabella 6.1 – Fertilità dei cedui di cerro in Toscana in relazione all'età e all'altezza dominante.

Fertilità	ottima-buona	media	scadente
H_{dom} a 18 anni	> 12 m	8-12	< 8 m
H_{dom} a 36 anni	> 18 m	13-18 m	< 13 m
H_{dom} a 50 anni	> 23 m	17 - 23 m	< 15 m

In tutti i boschi cedui che hanno superato l'età del turno minimo il Regolamento forestale prevede che il taglio di avviamento a fustaia, se attuato secondo le norme tecniche previste dallo stesso Regolamento, sia soggetto solo a dichiarazione di taglio (art. 28). In pratica non può essere tagliato un numero di matricine superiori a un terzo di quelle esistenti, con priorità per i soggetti deperienti. Per ogni ceppaia deve essere rilasciato almeno il pollone di migliore sviluppo. Nel caso di ceppaie con più di tre polloni deve essere rilasciato un secondo pollone.

Le norme tecniche del Regolamento forestale danno quindi un limite di densità al di sotto del quale non si deve scendere con il primo intervento di avviamento, prescindendo di fatto da parametri quali l'età, la densità, la composizione e la struttura del ceduo. Si tratta di un riferimento abbastanza semplice di tipo generale, che non fornisce indicazioni più specifiche in relazione alle caratteristiche del soprassuolo di partenza che, nel caso dei cedui di cerro, possono essere anche molto diverse in termini di fertilità, composizione specifica, densità e condizioni vegetative generali.

Per avviare a fustaia i cedui di cerro in queste linee guida vengono proposti moduli colturali alternativi e differenziati secondo i parametrici caratteristici del bosco (Fig. 6.1).

Per l'avviamento e la successiva conversione a fustaia dei cedui di cerro è possibile scegliere tra 3 diversi moduli colturali:

- a) Il *metodo del rilascio intensivo di allievi*, che a sua volta può dare origine a:
 - i. una *fustaia coetanea* se la conversione vera e propria viene effettuata con il metodo dei tagli successivi uniformi, come in genere prescritto nei piani di assestamento;
 - ii. una *fustaia disetanea* se la conversione avviene favorendo la rinnovazione naturale all'interno di piccole buche (<200 m²) che vengono aperte gradualmente nel soprassuolo transitorio.
- b) Il passaggio attraverso *il ceduo composto*.

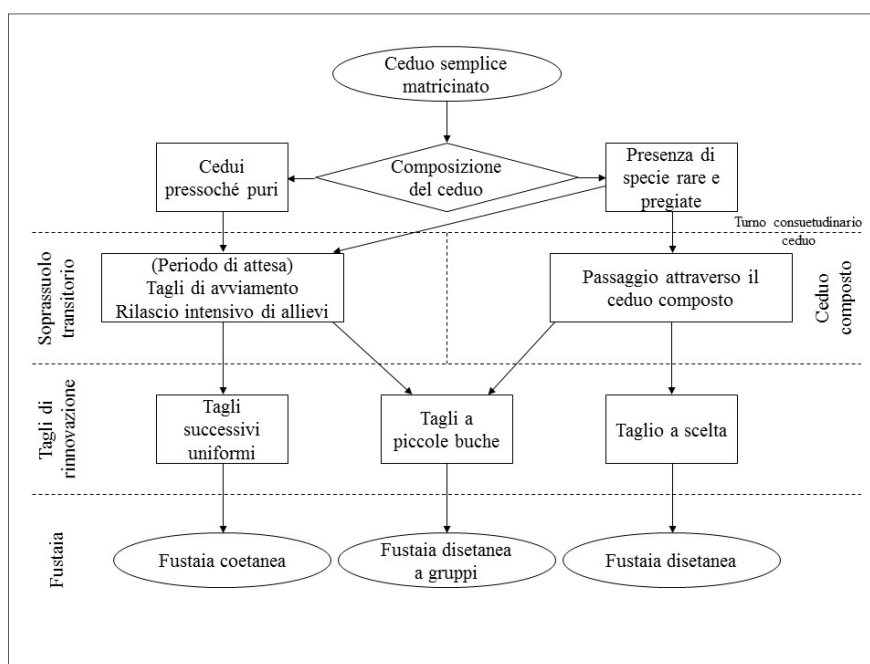


Figura 6.1 – Moduli colturali alternativi per la conversione a fustaia dei cedui di cerro.

a) Rilascio intensivo di allievi

Secondo l'impostazione classica, il metodo di *conversione a fustaia con rilascio intensivo di allievi* prevede una serie di interventi tendenti a ridurre gradualmente la densità dei polloni sulle ceppaie (in genere da 3 a 5) con intervallo di ripetizione in genere di 10 anni.

Con questo metodo può essere previsto un periodo di attesa di durata variabile in relazione a considerazione di ordine biologico, ecologico, culturale, tecnologico e finanziario.

Secondo Magini (inedito, in GIANNINI e PIUSSI, 1976; BARONI, 1975; FABBIO e AMORINI, 2006) la densità da conservare nel piano dominante dopo il primo intervento di avviamento deve variare in funzione dell'altezza del soprassuolo. Integrando i dati indicati da MAGINI in merito alla densità di polloni da rilasciare dopo l'intervento di avviamento, con quelli ottenuti nelle aree sperimentali MOGFUS, è stata definita la relazione fra numero di polloni a ettaro e altezza dominante (Fig. 6.2) e fra numero di polloni e altezza media ("Modello Magini", Fig. 6.3).

Queste relazioni devono essere prese come indicative per orientare gli interventi che in ogni caso dovranno seguire criteri culturali ed essere adattati alle singole situazioni.

Per gli interventi successivi al primo si dovranno adottare criteri strettamente culturali, privilegiando il rilascio di tutti quei soggetti, polloni ed eventuali piante da seme, che si presentano ben conformati, vigorosi e in grado di fruttificare. Anche per questi interventi, il riferimento al "Modello Magini" può essere utile come linea guida generale.

Per gli interventi successivi al primo il Regolamento forestale assimila il soprassuolo transitorio (definiti dal Regolamento "boschi costituiti da fustaie transitorie originate da tagli di avviamento ad alto fusto di boschi cedui", art. 29) a una fustaia.

Come per i cedui che hanno superato il turno consuetudinario, anche qui la fertilità è un buon indicatore per la scelta se e come proseguire con gli interventi di avviamento. Nei casi in cui l'avviamento sia stato iniziato in situazioni non idonee e il soprassuolo forestale mostri chiaramente segni di scarsa vitalità e accrescimento deve essere attentamente valutata l'opzione di non intervenire, in attesa che le condizioni edafiche possano gradualmente migliorare.

Per la vera e propria conversione a fustaia, con il *metodo del rilascio intensivo di allievi* è stato in genere prescritto il trattamento a tagli successivi uniformi, che porta verso una fustaia a struttura coetanea e composizione simile a quella del ceduo. Questo metodo è previsto dal Regolamento forestale della Toscana (art. 32) per le fustaie coetanee cui sono assimilati i soprassuoli transitori.

Tenuto conto che l'aumento della biodiversità rientra tra i criteri fondamentali della gestione sostenibile, si ritiene però opportuno indicare per questi soprassuoli una forma di trattamento in grado di favorirne la diversificazione strutturale e compositiva (Fig. 6.4). Questo comporta sia l'arricchimento della composizione specifica con la presenza di specie oggi rare e che possono avere anche un notevole interesse per la qualità del legno, sia la possibilità di aumentare la capacità di adattamento di questi soprassuoli a fronte dei cambiamenti che potrebbero modificare le attuali condizioni climatiche e ambientali.

Il metodo che più consente di rispondere a questi obiettivi è il *taglio a piccole buche*, attraverso l'abbattimento di piccoli gruppi di piante in modo da creare, a macchia di leopardo, le condizioni per l'insediamento e l'affermazione dei semenzali che potranno essere di cerro e delle altre specie presenti.

La dimensione delle buchette dovrà orientativamente essere compresa fra 100 e 300 m². La dimensione dipenderà dalle condizioni del soprassuolo, dall'eventuale presenza di nuclei di rinnovazione e dalla presenza di specie diverse. In particolare, l'apertura delle buchette dovrà tendere a favorire l'insediamento delle specie più rare, sporadiche o di particolare pregio. L'età di inizio varierà in funzione delle condi-

zioni del soprassuolo e soprattutto dalla capacità degli individui di fruttificare in maniera sufficiente. Orientativamente, i tagli di conversione potranno essere effettuati ad età variabili fra 60 e 80 anni in relazione alla fertilità della stazione e alla presenza di nuclei di rinnovazione già affermati.

In particolare nei cedui che presentano molte matricine di buona forma e in grado di fruttificare si può adottare un trattamento flessibile che inizialmente può consistere in una riduzione della densità dei polloni sulle ceppaie, avendo cura di liberare le matricine migliori. Non appena si notano i segni di rinnovazione da seme si procede anche in questo caso con tagli a piccole buche in modo da favorire la rinnovazione che una volta affermata darà vita a una fustaia disetanea per piccoli gruppi.

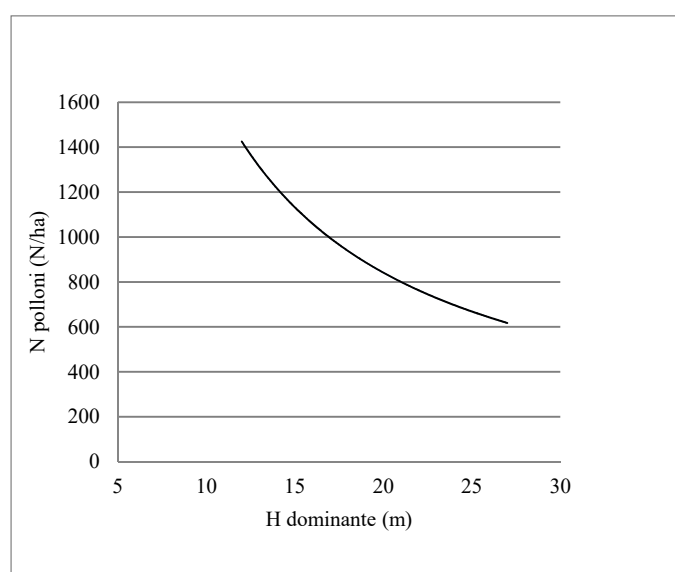
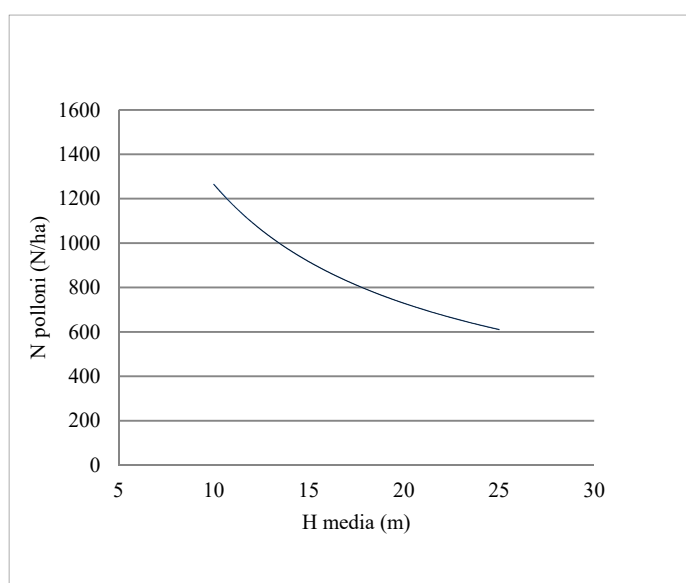


Figura 6.2 – Numero di polloni da rilasciare con l'intervento di avviamento in funzione dell'altezza dominante del ceduo secondo il "Modello Magini" integrato con i dati della sperimentazione MOGFUS.

Figura 6.3 – Numero di polloni da rilasciare con l'intervento di avviamento in funzione dell'altezza media del ceduo secondo il "Modello Magini" integrato con i dati della sperimentazione MOGFUS.



Così operando si orienterà gradualmente il soprassuolo verso una struttura disetanea a piccoli gruppi e a composizione diversificata. Questo tipo di intervento può rientrare in quanto previsto dal regolamento forestale della Toscana all'art. 34 -*Tagli per la trasformazione del trattamento coetaneo in trattamento disetaneo.*

Per indicazioni operative si rimanda al capitolo 7 sulle utilizzazioni forestali.

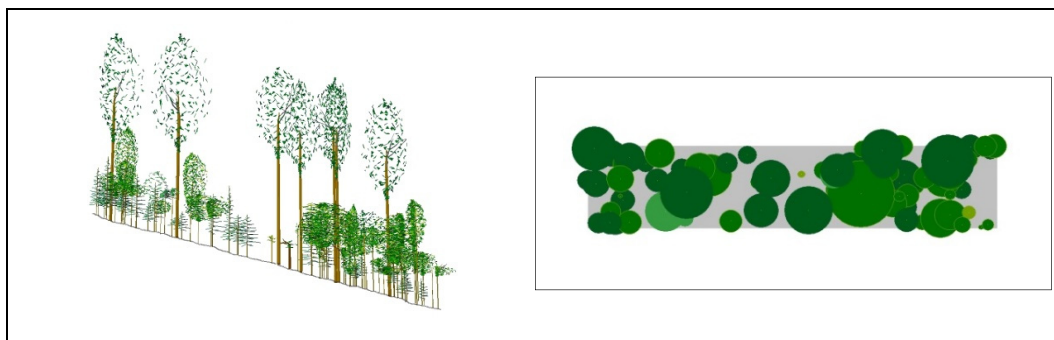


Figura 6.4 – Cerreta sul Monte Penna (Monte Amiata). Profilo strutturale.

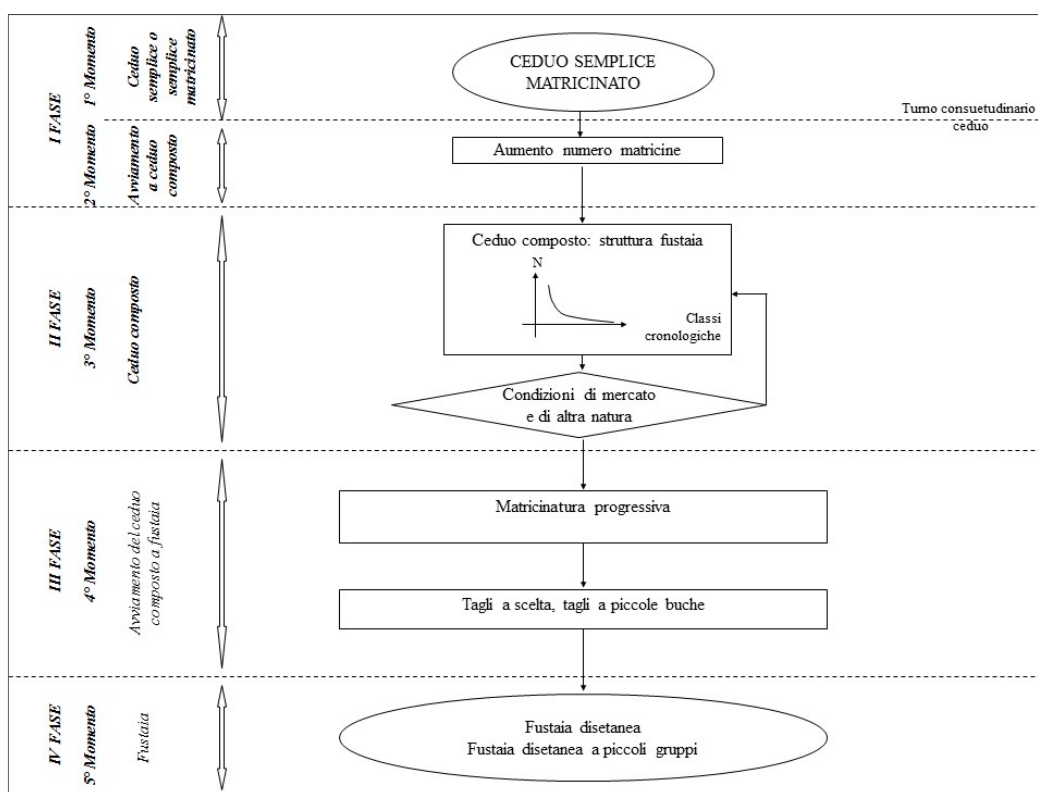


Figura 6.5 – Conversione a fustaia attraverso il passaggio a ceduo composto.

b) Il passaggio attraverso il ceduo composto

La conversione a fustaia passando attraverso il ceduo composto non ha avuto molta fortuna in Italia. Ma in particolare per i cedui di cerro con presenza di specie

rare o di pregio quali la rovere, può offrire una valida alternativa che non penalizza in maniera eccessiva il proprietario e che conduce gradualmente il bosco verso una fustaia a struttura disetanea favorendo proprio le specie di maggior valore. Il modulo colturale in questo caso prevede di continuare con il taglio del ceduo allo scadere del turno consuetudinario (Fig. 6.5), aumentando gradualmente il numero e soprattutto le classi di età delle matricine scegliendole fra quelle di migliore conformazione e favorendo le specie rare e di particolare pregio naturalistico (a es. specie fruttifere) e tecnologico. Quando la densità della fustaia formata dalle matricine è sufficiente a deprimere la rinnovazione agamica, il trattamento proseguirà con tagli a piccole buche per favorire la rinnovazione da seme e completare la conversione verso una fustaia a struttura disetanea per piccoli gruppi.

Riferimenti bibliografici

- AMORINI E., FABBIO G., 1991 – *Ricerche sull'“invecchiamento” dei cedui: riflessi sul trattamento di conversione*. L'Italia Forestale e Montana, 46 (3): 193-204.
- BARONI A., 1975 – *Piano colturale della foresta demaniale di Caselli per il quindicennio 1973-1987*. Istituto di Assestamento dell'Università di Firenze.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 188-190.
- FABBIO G., AMORINI E., 2006 – *Avviamento ad altofusto e dinamica naturale nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 35 anni dalla sua impostazione. Il protocollo di Caselli (Pisa)*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 33 (2002-2004): 79-104.
- GIANNINI R., PIUSSI P., 1976 – *La conversion des taillis en futaie: l'expériences italiennes*. Proceedings of XVI IUFRO World Congress, Norway, p. 388-396.
- MANETTI M.C., GUGLIOTTA O.I., 2006 – *Effetto del trattamento di avviamento ad altofusto sulla diversità specifica e strutturale delle specie legnose in un ceduo di cerro*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, vol. 33 (2002-2004): 105-114.
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 – *I tipi forestali*. In: *Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.

7. Modalità di organizzazione delle utilizzazioni forestali

A cura di Francesco Neri, Enrico Marchi e Franco Piegai

7.1 UTILIZZAZIONI FORESTALI

Il termine di “utilizzazioni forestali” viene impiegato per riferirsi alle attività di taglio, allestimento e movimentazione di legna o legname necessarie per l’esecuzione degli interventi selvicolturali (tagli di maturità, tagli intercalari, tagli fitosanitari ed accidentali, ecc.) (HIPPOLITI e PIEGAI, 2000). Tutte queste attività sono condizionate da aspetti tecnici (limiti d’impiego di macchine e mezzi), economici (costi degli interventi in relazione al valore del legname ricavato) ed “ecologici” (potenziali impatti sul suolo, sul soprassuolo ecc.).

Le prescrizioni selvicolturali costituiscono la base di partenza per la scelta dei sistemi e delle tecniche da applicare nelle utilizzazioni e rappresentano dei punti chiave che influiscono sulla fattibilità tecnica ed economica dell’intervento.

L’obiettivo delle utilizzazioni è la gestione corretta dei lavori attraverso l’adozione di provvedimenti tecnici e organizzativi finalizzati ad ottimizzare la produttività del lavoro e diminuire i costi del prodotto legno, anche sotto l’aspetto dell’impatto ambientale e del bilancio energetico, con la massima attenzione alla salute e sicurezza degli operatori.

La scelta del sistema di lavoro nelle utilizzazioni, in particolare del sistema di esbosco, è condizionata da diversi fattori (HIPPOLITI, 1997; HIPPOLITI e PIEGAI, 2000):

1. caratteristiche del terreno: pendenza ed accidentalità della superficie;
2. disponibilità di infrastrutture (strade forestali, piste forestali, piste temporanee di esbosco, imposti – AA.VV., 2005);
3. posizione delle strade e direzione di esbosco prescelta, in salita o in discesa;
4. tipo di soprassuolo e di intervento;
5. dimensioni del legname utilizzato (piccole dimensioni, diametro inferiore a 20 cm; grandi dimensioni diametro ≥ 30 cm; medie dimensioni, lotto formato prevalentemente, come numero di pezzi, da assortimenti di piccole dimensioni con una parte, in termini di volume anche rilevante, di assortimenti di grandi dimensioni), e intensità del prelievo (tagli deboli, fino a $30 \text{ m}^3/\text{ha}$; tagli medi, da 30 a $80 \text{ m}^3/\text{ha}$; tagli forti, oltre $80 \text{ m}^3/\text{ha}$);
6. disponibilità di personale adeguatamente formato e addestrato;
7. disponibilità di attrezzature idonee per praticare il sistema di lavoro ritenuto adatto alle specifiche condizioni operative.

La combinazione di questi fattori porta a definire situazioni operative molto diverse che richiedono l’adozione di modelli organizzativi e sistemi di lavoro adeguati allo specifico contesto.

7.2 SISTEMI DI LAVORO

Si possono distinguere tre principali sistemi di lavoro:

- a) Sistema del legno corto (*Cut-To-Length* – C.T.L.) che consiste nell'allestire (sramare e sezionare) i fusti sul letto di caduta e nell'esboscare gli assortimenti (tronchi o pezzi già sezionati alla lunghezza commerciale prescelta). È il sistema di lavoro tradizionale (GELLERSTEDT e DAHLIN, 1999, SPINELLI *et al.*, 2010). L'allestimento comprende la sramatura e la sezionatura alla lunghezza degli assortimenti finali a cui si può aggiungere talvolta la scortecciatura (effettuata solo per le conifere o il castagno), tradizionalmente effettuata in passato sul letto di caduta e oggi sempre più spesso posticipata all'imposto, o alle industrie di successiva lavorazione, dove può essere effettuata, a costi inferiori, con macchine scortecciatrici molto più produttive. Con questo sistema di lavoro i residui di utilizzazione (ramaglia e cimali) rimangono sul terreno, in modo sparso o raccolti in mucchi o andane, con effetti diversi sul piano ecologico, ambientale e operativo.
- b) Sistema del fusto intero (*Tree Length System* - T.L.S.) che consiste nell'esboscare i fusti sramati e cimati ma non sezionati, rimandando quest'ultimo lavoro all'imposto (HIPPOLITI, 1997; HIPPOLITI e PIEGAI, 2000). Questo sistema di lavoro permette di massimizzare le prestazioni di mezzi di esbosco potenti, soprattutto quando l'esbosco non presenta particolari difficoltà tecniche. Spesso si ricorre ad una via di mezzo fra il C.T.L. ed il T.L.S., esboscando i fusti sezionati in lunghezze multiple di quelle degli assortimenti definitivi: la sezionatura alle lunghezze definitive viene fatta successivamente all'imposto o alle industrie di successiva lavorazione. Con ciò si cerca di mediare tra le prestazioni di mezzi potenti e la difficoltà di esboscare fusti troppo lunghi (HIPPOLITI, 1997). Anche in questo caso i residui di utilizzazione rimangono sul terreno.
- c) Sistema dell'albero intero (*Whole-Tree Harvesting* – W.T.H.) che consiste nell'esboscare gli alberi interi, rimandando sia la sramatura che la sezionatura all'imposto. Si ricorre a questo sistema di lavoro quando anche la ramaglia viene utilizzata, se il terreno della tagliata deve essere sgomberato anche dalla ramaglia o se agli imposti possono essere impiegate macchine complesse, sramatrici e sezionatrici (*processors*) o sminuzzatrici (cippatrici) (SPINELLI *et al.*, 2006).

La scelta del sistema di lavoro è condizionata anche dal tipo di utilizzazione che può riguardare la raccolta del solo assortimento principale (legna da ardere, paleria, tondame, ecc.) o la raccolta integrata della biomassa, che comprende i residui di utilizzazione (ramaglia, cimali). Il primo è il sistema tradizionale nel quale le varie fasi del lavoro di utilizzazione mirano alla raccolta del solo assortimento principale e si basano sull'applicazione del sistema di lavoro a legno corto o fusto intero (C.T.L. o T.L.S.). La raccolta integrata invece si è diffusa negli ultimi decenni, da un lato, per la sempre maggiore importanza delle biomasse forestali per usi energetici (BERNDES *et al.*, 2003), dovuta alle caratteristiche proprie di questo materiale, quali la rinnovabilità della risorsa, la sua naturalità e la sua reperibilità, e dall'altro per l'introduzione di macchine operatrici combinate che hanno portato alla sempre maggiore diffusione di sistemi di lavoro che si basano sull'applicazione del sistema dell'albero intero (W.T.H.). In questo caso l'allestimento delle piante all'imposto prevede anche la riduzione in scaglie (*chips*) dei residui di utilizzazione per il successivo impiego a fini energetici.

L'introduzione di alti livelli di meccanizzazione e delle macchine operatrici combinate in genere *harvester* (Figura 7.1), *feller*, *macchine cippatrici* (Figura 7.2), rappresenta un'importante innovazione del processo produttivo che garantisce una

maggior produttività e sicurezza agli operatori (AXELSSON, 1998; FABIANO *et al.*, 2010), riducendo i rischi tipici delle lavorazioni manuali con motosega (SPINELLI *et al.*, 2010) dovuti principalmente all'esposizione a rumore, vibrazioni (PIEGAI *et al.*, 2009), gas di scarico e polveri di legno (MARCHI *et al.*, 2012) e i rischi di incidenti, dovuti alla pericolosità di queste fasi di lavoro in bosco.

Uno tra i maggiori fattori limitanti la diffusione di queste macchine ed attrezzature è la pendenza e l'accidentalità del terreno (STAMPFER, 1999); l'orografia del territorio italiano soltanto in alcuni casi offre situazioni ideali per l'impiego di *harvester* e *feller*, che trovano il loro ottimale campo d'impiego su pendenze massime fino al 40%, in ambienti litoranei o in zone alpine se caratterizzate da elevata accessibilità e da una densa rete di strade e piste forestali (SPINELLI *et al.*, 2008). Le macchine in grado di operare su pendenze elevate richiedono tuttavia grandi investimenti giustificati solo da grandi volumi lavorati con assortimenti di valore elevato, ben diversi da quelli ricavabili in generale dai diradamenti (FIGHT *et al.*, 1999; FIGHT *et al.*, 2003). Altri fattori limitanti sono: la carenza di infrastrutture, ed in particolare alla mancanza di una viabilità forestale in grado di garantire una buona accessibilità dei boschi; la scarsa informazione e formazione professionale della manodopera; la limitata dimensione aziendale.



Figura 7.1 – Diradamenti di pino nero - Monte Morello (FI), *harvester* e *forwarder*.



Figura 7.2 – Cippatura di pino nero all'imposto.

7.3 INDICAZIONI OPERATIVE PER INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO NEI CEDUI "INVECCHIATI" E SOPRASSUOLI TRANSITORI DI CERRO

In forma sintetica si riportano le seguenti indicazioni operative per interventi di miglioramento in cedui "invecchiati" e soprassuoli transitori di cerro.

a) *Tagli di avviamento a fustaia e primi diradamenti*

- *Pendenza del terreno < 40%*: terreno non o poco accidentato, piante di piccole dimensioni, allestimento della legna a 1 m sul letto di caduta, esbosco a soma con trattori. Il diradamento deve essere in parte geometrico, tagliando a raso strisce larghe circa 4 m (per predisporre le vie di penetrazione) orientate rigidamente a rittochino, spaziate fra loro mediamente di 20-30 m, in parte selettivo (fra le strisce).
- *Pendenza del terreno dal 30 al 60%*: terreno anche accidentato, ma esclusivamente per esbosco in discesa e su distanze fino a ca. 200 m: allestimento sul letto di caduta, esbosco per avvallamento con canalette. In questi casi è richiesta la disponibilità di strade forestali, o almeno di buone piste al piede delle tagliate, per l'eventuale successivo trasporto con trattori e rimorchi.

In generale è bene ricordare che non dovrebbero essere prescritti diradamenti (tagli di debole o anche media intensità) in cedui su terreni ripidi e privi di piste.

b) *Diradamenti successivi e tagli di conversione*

Nei diradamenti successivi (Figura 7.3) e nei tagli di conversione, aumentando le dimensioni del legname, può essere presa in considerazione l'opportunità di esboscare il legname "lungo" (T.L.S.), evitando la sezionatura a 1 metro sul letto di caduta. Si può ricorrere a sistemi a fune per l'esbosco del legname, quali trattore e verricello ed impianti di gru a cavo. In quest'ultimo caso il loro impiego dovrà essere attentamente valutato in relazione alla pendenza del terreno, alle specifiche tecniche degli impianti, al volume complessivo del legname da esboscare e alla disponibilità di infrastrutture (strade e piste forestali). Soltanto la presenza di un'adeguata rete di strade e piste forestali, consentirà di ridurre i costi di esbosco evitando inutili movimentazioni del legname sezionato da imposti secondari (per es. scarico della linea di gru a cavo) a imposti principali adibiti al carico dei mezzi pesanti per le successive fasi di trasporto.

c) *Taglio a piccolissime buche*

Fra diradamenti "classici" e tagli a piccolissime buche (60-100 m²) (Figura 7.4) non vi sono sostanziali differenze nella ripartizione dei tempi di lavoro rispetto al tempo netto, la fase più onerosa è come sempre la sramatura (50% del tempo netto). I tempi morti, dovuti essenzialmente ad inconvenienti e ad atterramenti difficoltosi hanno raggiunto nelle prove sperimentali effettuate circa il 30-40% del tempo lordo (Tabella 7.1). Nel taglio a piccole buche si riscontrano produttività complessive più elevate a causa dei minori i tempi di atterramento dovuti ai maggiori spazi a disposizione per gli atterramenti successivi rispetto al taglio colturale classico. Per gli stessi motivi risultano facilitate le operazioni di concentramento ed esbosco del materiale legnoso.

In questi casi il sistema di lavoro del legno “corto” consente di limitare i danni alla base dei fusti soprattutto nelle operazioni di esbosco; è un sistema di lavoro razionale che consente di contenere i costi di utilizzazione garantendo discrete produttività che sono risultate più elevate, sia in abbattimento, sia nell’esbosco, nel caso del taglio a piccole buche rispetto al taglio colturale classico.

Tabella 7.1 – Taglio a piccolissime buche nelle cerrete: l’esempio delle aree sperimentali MOGFUS - Alpe di Catenaia. Dati degli interventi e produttività con sistema di lavoro del legno “corto”.

		Taglio a piccole buche 8 buche di 60 m ² Superficie 2500 m ²	Taglio a piccole buche 5 buche di 100 m ² Superficie 2500 m ²
N° piante tagliate		32	22
Volume esboscato	(m ³)	9	10,2
Volume medio a pianta	(m ³)	0,28	0,46
Abbattimento e allestimento (3 operatori)			
Tempo lordo	ore	3,35	3,06
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	0,89	1,11
Esbosco (3 operatori)			
Tempo lordo	ore	2,23	3,46
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	1,34	0,98
Produttività totale	(m ³ /h/op.)	0,54	0,52



Figura 7.3 – Esbosco del legname lungo T.L.S.



Figura 7.4 – Diradamento di una cerreta in Casentino (AR) – taglio a buche.

Negli interventi a carico delle cerrete e in particolare nel confronto tra il taglio a piccole buche di 60 e di 100 m², è stato riscontrato che nel caso delle buche di più grandi dimensioni (100 m²) si riducono le difficoltà di atterramento, grazie ai maggiori spazi disponibili e tendono a ridursi i danni al soprassuolo in piedi. Nel caso delle buche più grandi, risultano anche facilitate le operazioni di esbosco della legna,

praticate con il sistema del legno corto (*Cut-To-Length* - C.T.L.), grazie al maggior quantitativo di legna concentrato in un unico sito. Nel caso di applicazione del sistema del fusto intero (*Tree Length System* - T.L.S.), mediante l'esbosco del legname lungo con sistemi a fune, tipo trattore e verricello, le buche più grandi facilitano la movimentazione del legname rispetto alle buche di dimensioni minori e anche in questo caso si riducono i danni al soprassuolo rimanente.

Parlando dei sistemi di lavoro è anche importante ricordare che sul mercato esistono macchine operatrici da piazzale, per la sezionatura e per lo spacco della legna da ardere, che garantiscono altissime produttività se alimentate con legname “lungo” non sezionato ad un metro.

d) Sistemi di lavoro innovativi per la raccolta della legna da ardere

Le gabbie affastellatrici (Figura 7.5) per legna da ardere offrono ottime prospettive per migliorare l'ergonomia del lavoro e per aumentare la sicurezza degli operatori nelle fasi di carico e trasporto della legna da ardere, dall'imposto alla successiva lavorazione.

Si tratta di gabbie metalliche progettate e realizzate per essere impiegate con un trattore con attacco a tre punti, costruite con telaio interno circolare di 1,0-1,60 m di diametro dove nella parte inferiore viene stivata manualmente la legna; nella parte superiore la gabbia è composta da due ganasce apribili grazie a due pistoni idraulici che provvedono a comprimere e stringere la stiva della legna trasformandola in un fastello circolare serrato successivamente con apposito filo di ferro sbobinato posto su ogni lato della macchina (o con spago agricolo o fascette).



Figura 7.5 – Gabbia affastellatrice per legna da ardere.

Il carico dei fastelli sul pianale dei mezzi di trasporto (Figura 7.6) può essere effettuato con gru idraulica senza necessità che altri soggetti salgano sul pianale di carico del mezzo di trasporto (tradizionale *modus operandi*), eliminando così il rischio di scivolamenti e cadute dall'alto (TALLURI e PIEGAI, 2012). La legna può essere compattata in fasci, direttamente in bosco sul letto di caduta (Figura 7.7) (su terreni con scarsa pendenza) o all'imposto dopo che ne è avvenuto l'esbosco con i metodi tradizionali sopra descritti.

Nel primo caso, la legna, dopo le operazioni di abbattimento, deve essere caricata manualmente nella gabbia affastellatrice. Successivamente si provvede all'esbosco del fascio di legna tramite trattore munito di apposite forche. In questo caso si riduce il tempo necessario per la movimentazione manuale complessiva della legna, dall'abbattimento al carico sul mezzo adibito al trasporto finale.

La preparazione dei fasci direttamente in bosco, ove la pendenza lo consenta, è facilitata nelle normali utilizzazioni dei cedui dove è previsto il taglio raso con rilascio di matricine, rispetto ai diradamenti e ai tagli di avviamento a fustaia. La motivazione consiste nei maggiori spazi che si hanno a disposizione nel taglio raso con rilascio di matricine anche per il deposito dei fasci in bosco e per le successive operazioni di trasporto dei fasci. In tutte le altre situazioni, dove l'esbosco viene effettuato con sistemi tradizionali (trattori con gabbie o rimorchi), l'impiego delle gabbie affastellatrici all'imposto ha la sola funzione di semplificare le operazioni di carico dei mezzi di trasporto per la commercializzazione della legna da ardere.



Figura 7.6 – Carico dei fasci di legna su auto-articolato con gru idraulica.



Figura 7.7 – Fasci di legna realizzati direttamente in bosco.

7.4 MODALITÀ DI LAVORO NEI RIMBOSCHIMENTI DI PINO NERO

In forma sintetica si riportano le seguenti indicazioni operative.

a) *Diradamenti di debole o media intensità, legname di piccole o medie dimensioni*

- *Pendenza del terreno <20%*: allestimento sul letto di caduta con depezzatura a lunghezze non inferiori a 4 m (Figura 7.8); esbosco a strascico. Il diradamento deve essere in parte geometrico, tagliando a raso strisce larghe 4 m (per predisporre le piste per trattori, se non sono già presenti), orientate a rittochino e possibilmente dritte, spaziate fra loro da 20 a 60 m secondo la densità del soprassuolo restante. Le piste per trattori sono indispensabili per contenere rischi e danni.
- *Pendenza del terreno 20-40%*: esbosco in discesa: come sopra. Sono indispensabili piste per trattori a integrazione o in sostituzione dei varchi nel soprassuolo; esbosco in salita: soltanto per tagli di almeno media intensità, allestimento sul letto di caduta di assortimenti, fusti o piante intere ed esbosco con gru a cavo, possibilmente con stazione motrice mobile, con distanze di esbosco fino a ca. 0,5 km.

- *Pendenza del terreno >40%*: soltanto per tagli di almeno media intensità, con allestimento sul letto di caduta di assortimenti, fusti o piante intere ed esbosco con gru a cavo, sia per l'esbosco in salita, preferibilmente con stazioni motrici mobili, che per l'esbosco in discesa.

Va ricordato che per l'impiego economico di gru a cavo, che si avvalgono di vie di esbosco provvisorie, sono necessari tagli di almeno media intensità, superiore a ca. 40 m³/ha.

In linea di massima diradamenti di debole intensità sono economicamente praticabili soltanto su terreni con pendenza inferiore al 20% o con pendenza compresa tra il 20 e il 40% in presenza di una rete di piste adeguata, ossia di vie di esbosco permanenti che permettono l'esbosco con trattori.

b) *Interventi di forte o almeno media intensità in soprassuoli di età >60 anni, legname di grandi dimensioni*

- *Pendenza del terreno <20%*: legname depezzato a lunghezze non inferiori a 4 m sul letto di caduta, meglio a lunghezze multiple, anche fusti o piante intere in condizioni facili; esbosco a strascico con trattori.
- *Pendenza del terreno 20-40%*: esbosco in discesa: come precedente, ma sono indispensabili piste per trattori (*piste forestali e piste temporanee di esbosco* - AA.VV., 2005), ne va verificata la disponibilità.
- *Esbosco in salita*: esbosco con gru a cavo di legname allestito sul letto di caduta, possibilmente a lunghezze multiple o anche a fusto intero o con chioma (per il successivo allestimento con processor allo scarico), per distanze massime di esbosco di ca. 1 km. I residui di utilizzazione vengono sminuzzati all'imposto per la produzione di cippato.
- *Pendenza del terreno >40%*: esbosco con gru a cavo, sia in salita che in discesa. Il ricorso alle gru a cavo con esbosco degli alberi interi (con chioma) e allestimento con processor a strada è particolarmente indicato.

c) *Taglio a piccole buche (100 m²)*

Fra diradamento "classico" e taglio a piccole buche non vi sono sostanziali differenze nella ripartizione dei tempi di lavoro rispetto al tempo netto, la fase più onerosa è come sempre la sramatura (50% del tempo netto). I tempi morti, dovuti essenzialmente ad inconvenienti e ad atterramenti difficoltosi hanno raggiunto circa il 30-40 % del tempo lordo.

Nel taglio a piccole buche (Figura 7.9) si riscontrano produttività complessive più elevate a causa dei minori i tempi di atterramento dovuti ai maggiori spazi a disposizione per gli atterramenti successivi rispetto al taglio culturale classico (Tabella 7.2).

Per gli stessi motivi risultano facilitate le operazioni di concentramento ed esbosco del materiale legnoso. Inoltre il volume medio per pianta è risultato più alto nell'area trattata con il taglio a piccole buche. In questi casi il sistema di lavoro del legno "corto" consente di limitare i danni alla base dei fusti soprattutto nelle operazioni di esbosco; è un sistema di lavoro razionale che consente di contenere i costi di utilizzazione garantendo discrete produttività che sono risultate più elevate, sia in abbattimento, sia nell'esbosco, nel caso del taglio a piccole buche rispetto al taglio culturale classico.



Figura 7.8 – Diradamento di pino nero in Casentino (AR).

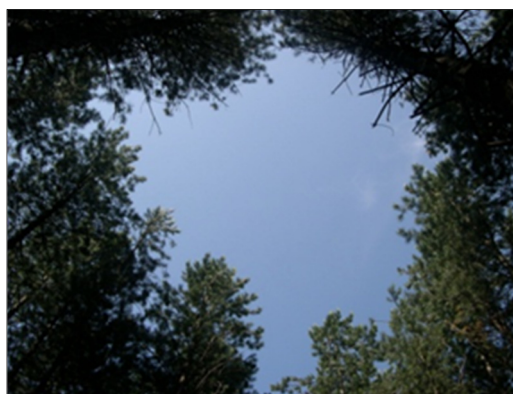


Figura 7.9 – Taglio a piccole buche (100 m²).

Tabella 7.2 – Taglio a piccolissime buche nei rimboschimenti di pino nero: l'esempio delle aree sperimentali MOGFUS - Alpe di Catenaia. Dati degli interventi e produttività con sistema di lavoro del legno "corto".

		Taglio a piccole buche 9 buche di 100 m ² Superficie 2500 m ²	Diradamento classico Superficie 2500 m ²
N° piante tagliate		47	77
Volume esboscato	(m ³)	21,45	15,2
Volume medio a pianta	(m ³)	0,46	0,2
Abbattimento e allestimento (3 operatori)			
Tempo lordo	ore	5,45	7,5
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	1,31	0,67
Esbosco (2 operatori)			
Tempo lordo	ore	7	7,23
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	1,53	1,05
Produttività totale	(m ³ /h/op.)	0,7	0,4

Nel caso di pinete con densità molto elevate, come nelle aree sperimentali di Rincine (Tabella 7.3) (con rapporto $G_{reale}/G_{massimale}$ intorno a 1, vedi capitolo 5) a causa dei ridotti spazi per gli atterramenti può essere necessario adottare il sistema di lavoro del legno "lungo" (W.T.H.) che consiste nella recisione della pianta al calcio e nell'atterramento con verricello. Tramite l'impiego dei ganci scorrevoli "choker" e delle carrucole di rinvio possono essere effettuati anche 4/5 atterramenti simultanei. Con questo sistema di lavoro si ha la contemporaneità delle fasi di abbattimento - atterramento e concentramento e s'instaura inevitabilmente una catena di lavorazione con notevoli tempi di concentramento e di attesa tra gli operatori. I vantaggi consistono nell'assenza della fase di sramatura in bosco e nella riduzione dei tempi di atterramento; da un punto di vista della sicurezza il trattore e verricello sono sempre a

disposizione del motoseghista per i casi di atterramento più difficili. Il 36% del tempo netto di lavoro è stato impiegato per l'aggancio delle catene e per lo stendimento della fune per la fase di concentramento - atterramento con verricello. I tempi morti sono stati pari al 30% del tempo lordo e sono dovuti ai tempi di attesa. Sono però possibili danni alla base dei fusti durante il concentramento. L'applicazione di questo metodo di lavoro risulta facilitata nel caso del taglio a piccole buche rispetto al taglio colturale classico, in quanto vi sono maggiori spazi a disposizione per gli atterramenti e per il concentramento (maggiore mobilità del trattore) e si riducono anche i danni alla base dei fusti.

Tabella 7.3 – Taglio a piccolissime buche nei rimboschimenti di pino nero: l'esempio delle aree sperimentali MOGFUS – Rincine. Dati degli interventi e produttività con sistema di lavoro con legno "lungo".

		Taglio a piccole buche 8 buche di 100 m ² Superficie 2500 m ²	Taglio colturale classico Superficie 2500 m ²
N° piante tagliate		88	95
Volume esboscato	(m ³)	47,3	42,3
Volume medio a pianta	(m ³)	0,53	0,44
Abbattimento e allestimento (2 operatori)			
Tempo lordo	ore	19,4	18,2
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	1,2	0,9
Esbosco (2 operatori)			
Tempo lordo	ore	19,4	18,2
Produttività lorda	(m ³ /h/op.)	1,2	0,9
Produttività totale	(m ³ /h/op.)	0,6	0,5

7.5. CONCLUSIONI

I sistemi di lavoro adottati nella maggior parte delle particelle sperimentali MOGFUS, sia a prevalenza di pino che di cerro sono riconducibili al sistema del legno corto "C.T.L.". Talvolta, soprattutto nelle pinete a densità elevata è stato necessario l'utilizzo del trattore e del verricello per completare gli atterramenti in sicurezza, in quei casi l'albero è stato esboscato intero "W.T.H" e successivamente lavorato all'imposto.

Negli interventi a carico delle pinete fra taglio colturale classico e taglio a piccole buche non sono state riscontrate sostanziali differenze nella ripartizione dei tempi di lavoro rispetto al tempo netto, la fase più onerosa è risultata, come di consueto, la sramatura. Nel taglio a piccole buche sono state evidenziate produttività complessive più elevate a causa dei minori i tempi di atterramento dovuti ai maggiori spazi a disposizione per gli atterramenti successivi rispetto al taglio colturale classico. Anche le operazioni di concentramento ed esbosco del materiale legnoso, nel caso del taglio a piccole buche, sempre grazie ai maggiori spazi a disposizione, sono risultate facilitate.

Nei casi in cui è stato applicato il sistema di lavoro del legno “lungo” (W.T.H.) mediante l’ausilio del trattore e verricello per gli atterramenti successivi, si è verificata la contemporaneità delle fasi di abbattimento – atterramento e concentramento, con possibili tempi di attesa.

I vantaggi dell’applicazione di questo sistema di lavoro consistono nell’assenza delle fasi di sramatura in bosco e nella riduzione dei tempi di atterramento e inoltre trattore e verricello sono sempre a disposizione per i casi di atterramento più difficili. Sono però possibili danni alla base dei fusti durante il concentramento.

L’applicazione di questo metodo di lavoro risulta facilitata nel caso del taglio a piccole buche rispetto al taglio colturale classico, in quanto vi sono maggiori spazi a disposizione per gli atterramenti e per il concentramento (maggiore mobilità del trattore) e si riducono anche i danni alla base dei fusti.

In conclusione, si può affermare che il sistema del legno “corto” consente di limitare i danni alla base dei fusti soprattutto nelle operazioni di esbosco; è un sistema di lavoro razionale che consente di contenere i costi di utilizzazione garantendo discrete produttività che sono risultate più elevate, sia in abbattimento, sia nell’esbosco, nel caso del taglio a piccole buche rispetto al taglio colturale classico. Con l’applicazione del sistema di lavoro dell’albero intero “W.T.H”, invece, si verifica la contemporaneità delle fasi di abbattimento - atterramento e concentramento e s’instaura inevitabilmente una catena di lavorazione con notevoli tempi di concentramento e di attesa tra gli operatori. Inoltre, per minimizzare i danni alla base dei fusti durante gli atterramenti simultanei e durante la fasi di concentramento è necessario un elevato livello di attenzione da parte degli operatori.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV., 2005 – *Legge Forestale Toscana e relativo Regolamento d’attuazione: (Legge regionale n.39 del 21/03/2000 aggiornata al 16/03/2010 e decreto n.48/R del 08/08/2003 - Regolamento forestale).*
- AXELSSON S.A., 1998 – *The mechanization of logging operations in Sweden and its effect on occupational safety and health.* Journal of Forest Engineering, 9: 25-31.
- BERNDES G., HOOGWYJK M., VAN DEN BROEK R., 2003 – *The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies.* Biomass and Bioenergy, 25: 1-28. [http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00185-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00185-X)
- FABIANO F., MAGAGNOTTI N., NERI F., PIEGAI F., SPINELLI R., 2010 – *Safety in mechanised forest operations: a Tuscan Project.* FORMEC 2010 Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment July 11-14, 2010, Padova, Italy.
- FIGHT R.D., GICQUEAU A., HARTSOUGH B.R., 1999 – *Harvesting costs for management planning for ponderosa pine plantations.* Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-467. Portland, OR. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- FIGHT R.D., XIAOSHAN Z., HARTSOUGH B.R., 2003 – *Users guide for STHARVEST: Software to estimate the cost of harvesting small timber.* Gen. Tech. Rep. PNW-GTR- 582. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- GELLERSTEDT S., DAHLIN B., 1999 – *Cut-To-Length: The Next Decade.* Int. J. For. Eng., 10 (2): 17-25.
- HIPPOLITI G., 1997 – *Appunti di meccanizzazione forestale.* Studio Editoriale Fiorentino, Firenze.
- HIPPOLITI G., PIEGAI F., 2000 – *Tecniche e sistemi di lavoro per la raccolta del legno.* Casa ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- MARCHI E., CAMBI M., NERI F., FABIANO F., SCIARRA G., 2012 – *Tree cutters’ hard wood dust and exhaust gases exposure. A case study in Tuscany.* In: Proceedings of 45th International Symposium on Forestry Mechanization, “Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today’s Environment” October 8-12, 2012 Dubrovnik (Cavtat) Croatia.
- PIEGAI F., FABIANO F., BERTUZZI L., GIANNELLI M., PAGNI D., SANGIORGI T., NERI F., 2009 – *Effect of machine, chain, operator and maintenance on chainsaw vibrations and worker exposure.* Formec 2009, 42^o International Symposium on Forestry Mechanisation, Praga 21-25 Giugno 2009.

- SPINELLI R., MAGAGNOTTI N., NATI C., 2006 – *Recupero di biomassa. Alcune utilizzazioni in boschi alpini*. Sherwood, 119: 21-27.
- SPINELLI R., MAGAGNOTTI N., DELLAGIACOMA F., 2008 – *Meccanizzazione nelle fustaie alpine. Due diversi sistemi di lavoro*. Sherwood, 147: 45-49.
- SPINELLI R., MAGAGNOTTI N., PICCHI G., 2010 – *Deploying mechanized cut-to-length technology in Italy: fleet size, annual usage and costs*. International Journal of Forest Engineering, 21: 23-31.
- STAMPFER K., 1999 – *Influence of terrain conditions and thinning regimes on the productivity of a track-based steep-slope harvester*. In: Proceedings of the International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. 20 March - 1 April 1999, Corvallis, Oregon.
- TALLURI F., PIEGAI F., 2012 – *Gabbie tradizionali e affastellatrici a confronto. Produttività, considerazioni economiche e sicurezza*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, n. 187 (08/2012).

8. *Valutazione morfologica/qualitativa dei fusti in piedi e miglioramento delle prestazioni tecnologiche del legno di pino nero e di cerro*

A cura di Marco Fioravanti, Giacomo Goli e Giacomo Del Bianco

Nell'ambito del Progetto MOGFUS sono state condotte le seguenti analisi, in campo e in laboratorio:

- 1) valutazione morfologica/qualitativa dei fusti in piedi di pino nero nelle seguenti aree della serie MOGFUS:
 - Monte Amiata: una parcella trattata con diradamento basso (valutate 75 piante) e una trattata a taglio a piccole buche (67 piante);
 - Rincine: una parcella sottoposta a diradamento basso (89 piante) e una trattata a taglio a buche (90 piante);
- 2) realizzazione di trattamenti termici ad alta temperatura (180°C) su campioni di pino nero e cerro e valutazione dell'effetto della temperatura sulle proprietà fisiche e meccaniche del materiale esaminato.

8.1 VALUTAZIONE MORFOLOGICA/QUALITATIVA DEI FUSTI IN PIEDI IN RIMBOSCHIMENTI DI PINO NERO

Per la valutazione morfologica/qualitativa dei fusti in piedi esiste il problema dell'assenza di norme di riferimento per la classificazione in piedi dei fusti. È stata quindi realizzata una scheda di valutazione basandosi su norme che riguardano la classificazione del legno tondo abbattuto, ma che viene qui proposta anche come guida per la valutazione del fusto in piedi (Tabella 8.1). Suddividendolo ipoteticamente il fusto in topi da 4 metri, in modo da poter assegnare ogni singolo toppo a una classe qualitativa di appartenenza, la categoria qualitativa peggiore presente in ogni fusto caratterizzerà la classe qualitativa della pianta in piedi.

Per i punteggi da assegnare ai difetti presenti su fusto si fa riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 844 che riguardano il legname tondo di Abete e Larice e altre informazioni contenute nelle norme UNI EN 1927 che riguardano il legname tondo di pino, larice ed abete. L'uso di questa tabella nelle aree sperimentali MOGFUS nei rimboschimenti di pino nero di Rincine e del Monte Amiata ha dimostrato che più del 75% delle piante presenta almeno un difetto di forma; particolare attenzione merita l'aspetto riguardante la curvatura del fusto che è presente mediamente per il 30% sulla parte bassa della pianta (base e I toppo) ma non è da sottovalutare nella parte alta, così come la biforcazione che ritroviamo sul 40% delle piante esaminate. Gli interventi di diradamento possono ridurre l'incidenza del numero di difetti di forma nei fusti portati a maturità: in particolare le curvature del fusto dovranno essere valutate diversamente a seconda che si collochino al di sopra o al di sotto della dimensione diametrica minima di trasformazione del tronco (20 cm sotto corteccia) (Fig. 8.1).

Tabella 8.1 – Classificazione dell'albero in piedi e dei fusti abbattuti.

SIGLA FUSTO																
Ø a 1.3m (cm)																
curvatura (cm/m)																
ovalizzazione (Ø min max)																
Biforcazioni																
altre annotazioni(callo cicatriziale, danni meccanici, protuberanze, ecc.)																
SIGLA TOPPO	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Geometria e dimensioni																
lunghezza toppo (m)																
Ø base (cm)																
Ø punta (cm)																
numero palchi																
midollo eccentrico (cm)																
curvatura (cm/m)																
dev.fibratura (cm/m)*																
Nodi																
Ø nodo sano max (cm)																
Ø nodo marcio max (cm)																
tasche di resina (s/n)																
accrescimento medio (mm)*																
legno reazione (%/Ø)*																
Alterazioni																
azzurramento (S/n)*																
fori insetti (s/n) Ø, mm																
carie (s/n)																

* parametro rilevabile solo su fusti abbattuti.

Per i soprassuoli di pino nero deve essere raccomandata la pratica della potatura, anche verde, praticata su soprassuoli giovani con una eventuale scelta precoce dei candidati su cui eseguire le operazioni. Lo scopo dovrebbe essere quello di ridurre il numero e le dimensioni dei nodi per una lunghezza di almeno 4 metri di fusto, meglio se 8, su un significativo numero di fusti per ettaro, da portare a maturità o comunque fino al raggiungimento del turno tecnico (Fig. 8.2).

Per il cerro l'avviamento a fustaia, con l'applicazione di adeguati moduli colturali, può consentire il raggiungimento di valori di classe diametriche compatibili con i requisiti dimensionali minimi richiesti per le diverse classi commerciali del legno per usi strutturali (travetti: 8x8 - 10x10 e travi 10x15 o superiori) (Fig. 8.3) da impiegare comunque in ambienti interni vista la modesta durabilità naturale mostrata dalla specie.



Figura 8.1 – Esempi di curvature a diverse altezze nel fusto: a parità di gravità quella presente nella parte basale ha un'incidenza maggiore sulla possibile resa commerciale del tronco.



Figura 8.2 – Fusti di pino nero sottoposti a potatura secca e non.



Figura 8.3 – Fusti di cerro all'imposto: la buona forma dei fusti può essere penalizzata dal mancato raggiungimento del diametro minimo commerciale (20 cm sotto corteccia).

8.2 MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI TECNOLOGICHE DEL LEGNO DI PINO NERO E DI CERRO

Per garantire un miglioramento delle prestazioni tecnologiche del legno di pino nero e di cerro, in particolare per aumentare la durabilità naturale e la stabilità dimensionale, possono essere eseguiti dei trattamenti termici al legno, sia durante la fase di essiccazione, sia successivamente a tale fase.

L'applicazione di questi trattamenti riduce alcune problematiche tipiche del legno di queste specie, quali la scarsa stabilità dimensionale del cerro e la scarsa durabilità naturale di entrambe le specie, potendo aprire ad un loro impiego più diffuso anche in ambienti esterni.

Le sperimentazioni eseguite hanno evidenziato come temperature di 180°C raggiunte in un ambiente anidro in presenza di ossigeno, o comunque a basso valore di umidità, consentono di ottenere piccole riduzioni nei valori di massa volumica, ma significativi effetti sulla umidità di equilibrio del legno. L'applicazione degli stessi valori di temperatura in ambienti a contenuto crescente di umidità riduce i tempi di trattamento fino a valori di 1-2 ore in ambiente saturo (Tabelle 8.2, 8.3, 8.4).

I trattamenti termici determinano un cambiamento del colore del legno trattato ed una riduzione dei valori di resistenza meccanica (Fig. 8.4).

Tabella 8.2 – Valori di perdita di massa a seguito del trattamento.

		Perdita massa anidra (%)	Perdita massa a umidità normale (%)
Cerro 23h 180°C	Media	2,48	3,87
	Dev. Std	0,63	1,08
Pino nero 23h 180°C	Media	2,65	4,50
	Dev. Std	0,46	0,73

Tabella 8.3 – Effetti del trattamento termico (TT) sull'Umidità Normale (UN) del legno.

		UN % Pre TT	UN % Post TT
Cerro 23h 180°C	Media	10,59	9,51
	Dev. Std	0,11	0,32
	Δ Pre/post (%)		-10,24%
Pino nero 23h 180°C	Media	12,26	10,32
	Dev. Std	0,17	0,36
	Δ Pre/post (%)		-15,82%

Tabella 8.4 – Coefficienti di ritiro dimensionale pre e post trattamento termico (TT).

		Ritiro Pre TT (%)			Ritiro Post TT (%)		
		Rad	Tang	Long	Rad	Tang	Long
Cerro 23h 180°C umido	Media	1,88	3,45	0,16	1,79	3,15	0,16
	Dev. Std	1,05	1,58	0,06	0,73	0,68	0,05
	Δ Pre/post (%)				-4,75	-8,73	1,82
Pino nero 23h 180°C umido	Media	1,88	2,82	0,43	1,70	2,28	0,36
	Dev. Std	1,11	1,10	0,21	0,59	1,01	0,21
	Δ Pre/post (%)				-9,51	-19,19	-15,35



Figura 8.4 – Effetto del trattamento sul colore, i campioni più chiari si riferiscono al legno non trattato.

9. *Valutazioni economico-finanziarie e sistemi di supporto alle decisioni*

A cura di Enrico Marone e Sandro Sacchelli

Uno degli obiettivi del progetto MOGFUS (BIANCHI *et al.*, 2009) è stato quello di definire indicatori e sistemi di supporto alle decisioni, atti a valutare in maniera sintetica l'economicità di diverse tipologie di intervento selvicolturale nelle fustaie a prevalenza di pino nero e nelle fustaie e nei cedui "invecchiati" di cerro della Toscana. La convenienza economica degli interventi finalizzati al miglioramento complessivo dei soprassuoli oggetto di queste Linee Guida può essere espressa in termini monetari, sia come valutazione finanziaria dell'intervento, cioè considerando esclusivamente il valore di macchiatico¹ dell'utilizzazione, sia come valutazione economica vera e propria, inserendo nell'analisi una monetizzazione degli impatti sulle diverse componenti della multifunzionalità forestale.

La prima parte del lavoro ha previsto l'analisi della normativa di riferimento e in particolare la definizione dei possibili interventi selvicolturali nelle diverse tipologie di soprassuolo, basati sui dettami della Legge Forestale della Regione Toscana (L.R. 39/2000 e s.m.i.) e del relativo Regolamento di attuazione. Successivamente, tramite analisi bibliografiche e colloqui con esperti del settore ai diversi livelli della filiera boschiva è stato possibile implementare una metodologia per la quantificazione della convenienza finanziaria dei diversi tipi di utilizzazione forestale. In tale fase sono stati definiti i costi e i ricavi del processo produttivo. I risultati sono stati elaborati tenendo in considerazione la tipologia di soprassuolo, le caratteristiche dell'intervento (trattamento, intensità del taglio, macchinari impiegati, ecc.) e le variabili relative alle singole aree forestali (altitudine, pendenza, accessibilità, ecc.).

Per quanto riguarda la caratterizzazione prettamente economica degli interventi, l'analisi di alcune recenti ricerche definite per l'ambito forestale regionale ha permesso di sviluppare metodi di indagine in grado di integrare valutazioni finanziarie con possibili impatti su alcune componenti della multifunzionalità forestale.

Il risultato di queste indagini si sintetizza in alcuni modelli potenzialmente impiegabili dal decisore pubblico e/o privato come strumento di supporto alle decisioni in ambito pianificatorio e gestionale, per la valutazione economico-finanziaria degli interventi nelle pinete di pino nero e nelle fustaie e nei cedui "invecchiati" di cerro.

9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il Regolamento Forestale (R.F.), in attuazione della Legge regionale 21 marzo 2000, n. 39 (Legge forestale della Toscana), modificata dalla legge regionale 2 Gennaio 2003, n. 1, disciplina quanto previsto dall'articolo 39 della legge stessa.

¹ Ricordiamo come per valore di macchiatico si intenda il valore del bosco, ovvero delle piante in piedi, derivante dalla differenza tra il valore degli assortimenti ritraibili e le spese necessarie per la loro produzione.

In questo Manuale è stata analizzata l'economicità dei seguenti tipi di intervento disciplinati dal suddetto Regolamento per le tipologie di soprassuolo già citate:

1. avviamento a fustaia di boschi cedui "invecchiati" (artt. 19, 22 e 28 del R.F.);
2. cure colturali e sfolli in soprassuoli di conifere (art. 30 del R.F.);
3. diradamenti in fustaie di conifere e/o latifoglie (art. 30 del R.F.) con massa asportata comprensiva tra il 25 e il 40% del numero totale di piante, in particolare:
 - diradamento selettivo in perticaia di conifere e latifoglie;
 - diradamento selettivo in fustaia di conifere e latifoglie;
 - diradamento geometrico in fustaia di conifere.

È stata infine effettuata una valutazione relativa all'economicità del taglio a raso del ceduo semplice matricinato (art. 22 del R.F.), al fine di paragonare tale intervento con l'ipotesi di avviamento a fustaia in un'ottica di breve e medio-lungo periodo.

Tutte le suddette tipologie di intervento risultano comprensive delle fasi di abbattimento, allestimento, esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia.

9.2 ANALISI FINANZIARIA

Sulla base di opportune indagini bibliografiche, dei risultati delle indagini svolte nel Progetto MOGFUS relativamente agli aspetti colturali, di utilizzazione e di valorizzazione del legno, e di specifiche analisi di mercato condotte in sede locale, si è proceduto alla realizzazione di un Modello per la valutazione finanziaria dei ricavi-costi per le diverse opzioni di intervento possibili per i rimboschimento di pino nero e per i cedui "invecchiati" e i soprassuoli transitori di cerro.

Gli indicatori osservati possono essere utilizzati per le valutazioni relative a soprassuoli di proprietà pubblica o privata e si sono basati sull'analisi delle caratteristiche ordinarie delle imprese di utilizzazione boschiva che operano nel territorio regionale, della lunghezza dei turni consuetudinari, del costo dell'utilizzazione forestale disaggregata per le sue principali componenti, dei ricavi derivanti dalla vendita degli assortimenti legnosi in relazione alle diverse tipologie di bosco individuate, dei luoghi di vendita del legname.

La quantificazione finale è espressa in termini di valore di macchiatico del bosco oggetto di studio. L'esame dei processi selvicolturali ha avuto lo scopo di delineare un costo inerente processi e pratiche produttive che in termini estimativi potremmo definire "ordinari", legati cioè alle modalità di lavoro più diffuse in ambito regionale. Caratteristiche specifiche e peculiarità derivanti dall'applicazione della metodologia di elaborazione a casi di studio locali possono essere facilmente integrate grazie alla strutturazione del modello di analisi sviluppato su foglio di calcolo ("modello MOGFUS") facilmente consultabile e applicabile dall'utente finale.

9.2.1 *Quantificazione dei costi di produzione*

Per quanto riguarda la quantificazione dei costi di utilizzazione e delle spese legate all'intero processo produttivo è necessario rilevare:

- le modalità di lavoro e i rendimenti relativi all'abbattimento e all'allestimento del

legname, nonché all'esbosco del materiale allestito a seconda delle condizioni di pendenza e accessibilità del bosco e all'impiego di differenti macchinari;

- la composizione delle squadre che operano nei cantieri;
- l'intensità del taglio;
- i costi della manodopera;
- il costo di gestione delle macchine impiegate;
- le spese relative all'implementazione del cantiere forestale.

Il database di riferimento per le valutazioni è quello sviluppato dal Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agricoli, Alimentari e Forestali dell'Università di Firenze nell'ambito della realizzazione del prezzario regionale relativo ai lavori forestali (settore utilizzazioni) (REGIONE TOSCANA, 2008).

Nello specifico il cantiere produttivo è stato ipotizzato nel modo seguente:

1. il taglio e l'allestimento delle piante vengono effettuati da un operaio specializzato munito di motosega;
2. il concentramento del materiale legnoso e l'esbosco saranno invece differenziati in base alla classe di pendenza del terreno, in particolare:
 - I classe (0-20%): il concentramento degli assortimenti allestiti è effettuato tramite trattore, munito di rimorchio forestale della capacità di 20 mc, che opera direttamente presso il letto di caduta; l'esbosco si sviluppa invece sulle piste principali o sulle strade fino all'imposto. La composizione della squadra è di due operai (addetti al carico e allo scarico) e un trattorista (operaio specializzato caposquadra).
 - II classe (20,1-40%): il concentramento avviene con il trattore che si muove direttamente fino a raggiungere gli assortimenti allestiti sul letto di caduta. L'esbosco è realizzato tramite trattore munito di gabbie montate sui sollevatori anteriore e posteriore, sfruttando le piste esistenti, fino all'imposto; la squadra è così composta: un trattorista e due operai addetti alle operazioni di carico e scarico.
 - III classe e oltre (>40,1%): in questo caso il concentramento dei tronchi allestiti sul letto di caduta avviene tramite verricello, che opera da piste di strascico principali di idonee caratteristiche. L'esbosco è effettuato con trattore a strascico su pista fino all'imposto; anche in questo caso la squadra è formata da tre persone, ovvero da un operaio addetto al concentramento, un operaio addetto allo scarico e un trattorista.

La prima parte del modello quantifica i costi macchina. Nello specifico vengono computate le spese orarie per motosega, trattore con rimorchio, trattore con gabbie e trattore con verricello. La definizione dei costi macchina segue la metodologia proposta da BERNETTI e ROMANO (2007); il costo totale orario per le singole macchine è dato dalla somma dei seguenti costi fissi e variabili:

1. costi fissi:
 - interessi sul capitale anticipato;
 - quota di reintegrazione;
 - rimessaggio;
 - assicurazioni e imposte;

2. costi variabili:

- carburanti;
- lubrificanti;
- riparazione e manutenzione.

Il costo unitario orario della manodopera è differenziato in base alla qualifica degli operai e deriva dal Contratto Collettivo Nazionale del Lavoro (CCNL) per gli operai addetti alle operazioni di sistemazione idraulico-forestale e idraulico-agraria in amministrazione diretta aggiornato al 1-12-2011.

Una schematizzazione preliminare dei costi elementari (costi macchina e costi operaio) è riportata nelle tabelle 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5 e 9.6.

Il database del prezzario regionale riporta, per ogni tipologia di trattamento considerata, i rendimenti della squadra (espressi in ore/ha), ulteriormente classificati in base alle condizioni di lavoro², alla quantità di massa asportabile dei diversi soprassuoli ed alla classe di pendenza (tabella. 9.7).

Le ulteriori voci di costo integrate dal modello sono rappresentate dalle spese di direzione, dalle spese amministrative e dagli interessi sul capitale anticipato (BERNETTI e ROMANO, 2007).

VOCE DI COSTO	VALORE	FONTE
Dati elementari		
Valore a nuovo della macchina-Vt (€)	1000	Listino prezzi
Valore di recupero-Vr (€)	0	Riviste specializzate
Durata economica-de (anni)	3	Manuali tecnici
Impiego medio-ima (ore/anno)	700	Rilevazioni dirette in azienda. Manuali tecnici
Prezzo carburante (€/l)	1.25	Listini
Prezzo lubrificante (€/l)	4.5	Listini
Consumo specifico orario carburante	0.75	Manuali tecnici
Consumo specifico orario lubrificante	0.25	Manuali tecnici
Valore locale ricovero al mq - Vcap	0	Mercato locale
Coefficiente ricovero	0	Manuali tecnici
Spazio per il ricovero (mq)	0	
Coefficiente manutenzione	0.05%	Manuali tecnici
Imposte e assicurazioni (€/anno)	30.00	
Interessi	4%	
Costi variabili orari		
Consumo carburante	0.94	
Consumo lubrificante	1.13	
Manutenzione	0.50	
Totale costi variabili	2.56	
Costi fissi annui		
Interessi sul capitale anticipato	40.00	
Quota reintegrazione capitale	333.33	
Rimessaggio	0.00	
Quote imposte e assicurazioni	30.00	
Totale costi fissi annui	403.33	
Costi fissi orari	0.58	
Costi totali orari	3.14	

Tabella 9.1 – Definizione dei costi totali orari relativi all'impiego della motosega.

² *Condizioni di lavoro facili*: distanza media di esbosco inferiore a 500 metri; *condizioni di lavoro medie*: distanza di esbosco fra 500 e 1000 metri con esbosco prevalentemente in piano o in discesa; *condizioni di lavoro difficili*: distanza media di esbosco superiore a 1000 metri, oppure distanza di esbosco fra 500 e 1000 metri con esbosco prevalentemente in salita.

VOCE DI COSTO	VALORE	FONTE
Dati elementari		
Valore a nuovo della macchina-Vt (€)	35000	Listino prezzi
Valore di recupero-Vr (€)	3800	Riviste specializzate
Potenza nominale (HP)	70	Libretto macchina
Durata economica-de (anni)	15	Manuali tecnici
Impiego medio-ima (ore/anno)	600	Rilevazioni dirette in azienda. Manuali tecnici
Prezzo carburante (€/l)	0,91	Listini
Prezzo lubrificante (€/l)	4,5	Listini
Consumo specifico orario carburante (cc)	150	Manuali tecnici
Consumo specifico orario lubrificante (cl)	0,06	Manuali tecnici
Valore locale ricovero al mq - Vcap	130	Mercato locale
Coefficiente ricovero	0,03	Manuali tecnici
Spazio per il ricovero (mq)	15	
Coefficiente manutenzione	0,006%	Manuali tecnici
Imposte e assicurazioni (€/anno)	80	
Interessi	4%	
Costi variabili orari		
Consumo carburante	9,56	
Consumo lubrificante	2,84	
Manutenzione	2,10	
Totale costi variabili	14,49	
Costi fissi annui		
Interessi sul capitale anticipato	1400,00	
Quota reintegrazione capitale	2080,00	
Rimessaggio	58,50	
Quote imposte e assicurazioni	80,00	
Totale costi fissi annui	3618,50	
Costi fissi orari	6,03	
Costi totali orari	20,52	

Tabella 9.2 – Definizione dei costi totali orari relativi all'impiego del trattore.

VOCE DI COSTO	VALORE	FONTE
Dati elementari		
Valore a nuovo della macchina-Vt (€)	15000	Listino prezzi
Valore di recupero-Vr (€)	1500	Riviste specializzate
Durata economica-de (anni)	8	Manuali tecnici
Impiego medio-ima (ore/anno)	1280	Rilevazioni dirette in azienda. Manuali tecnici
Prezzo lubrificante (€/l)	4,2	Listini
Consumo specifico orario lubrificante (kg)	0,14	Manuali tecnici
Valore locale ricovero al mq (Vcap)	130,00	Mercato locale
Coefficiente ricovero	0,03	Manuali tecnici
Spazio per il ricovero (mq)	15,00	
Coefficiente manutenzione	0,008%	Manuali tecnici
Imposte e assicurazioni (€/anno)	80,00	
Interessi	4%	
Costi variabili orari		
Consumo lubrificante	0,60	
Manutenzione	1,20	
Totale costi variabili	1,80	
Costi fissi annui		
Interessi sul capitale anticipato	600,00	
Quota reintegrazione capitale	1687,50	
Rimessaggio	58,50	
Quote imposte e assicurazioni	80,00	
Totale costi fissi annui	2426,00	
Costi fissi orari	1,90	
Costi totali orari	3,70	

Tabella 9.3 – Definizione dei costi totali orari relativi all'impiego del rimorchio forestale.

VOCE DI COSTO	VALORE	FONTE
Dati elementari		
Valore a nuovo della macchina-Vt (€)	1000	Listino prezzi
Valore di recupero-Vr (€)	0	Riviste specializzate
Durata economica-de (anni)	5	Manuali tecnici
Impiego medio-ima (ore/anno)	400	Rilevazioni dirette in azienda. Manuali tecnici
Valore locale ricovero al mq (Vcap)	130,00	Mercato locale
Coefficiente ricovero	0,03	Manuali tecnici
Spazio per il ricovero (mq)	10,00	
Coefficiente manutenzione	0,005%	Manuali tecnici
Imposte e assicurazioni (€/anno)	80,00	
Interessi	4%	
Costi variabili orari		
Manutenzione	0,05	
Totale costi variabili	0,05	
Costi fissi annui		
Interessi sul capitale anticipato	40	
Quota reintegrazione capitale	200	
Rimessaggio	39	
Quote imposte e assicurazioni	80	
Totale costi fissi annui	359	
Costi fissi orari	0,8975	
Costi totali orari	0,95	

Tabella 9.4 – Definizione dei costi totali orari relativi all'impiego delle gabbie.

VOCE DI COSTO	VALORE	FONTE
Dati elementari		
Valore a nuovo della macchina-Vt (€)	4000	Listino prezzi
Valore di recupero-Vr (€)	400	Riviste specializzate
Durata economica-de (anni)	8	Manuali tecnici
Impiego medio-ima (ore/anno)	600	Rilevazioni dirette in azienda. Manuali tecnici
Prezzo lubrificante (€/l)	4.2	Listini
Consumo specifico orario lubrificante (kg)	0.167	Manuali tecnici
Valore locale ricovero al mq (Vcap)	130	Mercato locale
Coefficiente ricovero	0.03	Manuali tecnici
Spazio per il ricovero (mq)	15	
Coefficiente manutenzione	0.008%	Manuali tecnici
Imposte e assicurazioni (€/anno)	80	
Interessi	4%	
Costi variabili orari		
Consumo lubrificante	0.70	
Manutenzione	0.32	
Totale costi variabili	1.02	
Costi fissi annui		
Interessi sul capitale anticipato	160.00	
Quota reintegrazione capitale	450.00	
Rimessaggio	58.50	
Quote imposte e assicurazioni	80.00	
Totale costi fissi annui	748.50	
Costi fissi orari	1.25	
Costi totali orari	2.27	

Tabella 9.5 – Definizione dei costi totali orari relativi all'impiego del verricello.

	2^QUALIF	4^QUALIF	4^QUALIF	5^QUALIF	5^QUALIF	5^QUALIF
Elementi per la determinazione dei costi orari	Op. Qualificato	Op. Spec.	opr.spec.capo sq.	opspec.super	opspec.s.capo sq.	opspec.s.capo sq.
A)Minimo naz.le conglobato	1157.21	1256.16	1286.55	1428.35	1428.35	1428.35
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.47
					0.00	
1° Totale	1157.21	1256.16	1286.55	1428.35	1428.35	1505.82
C) Salario INTEGR. Regionale	77.17	84.26	84.26	93.38	93.38	93.38
D) Salario I.R.Cap.Op.			121.34		129.30	129.30
E)	27.15	29.16	29.16	30.93	30.93	30.93
2° Totale	1261.53	1369.58	1521.31	1552.66	1681.96	1759.43
H) Ferie (11.52%)	145.33	157.78	175.25	178.87	193.76	202.69
I) Festività (5.23%)	65.98	71.63	79.56	81.20	87.97	92.02
L) Trattamento fine rapporto (9,68%+0,80% da cal. su r.m.)	155.11	168.39	187.05	190.90	206.80	216.32
M) Tredicesima (8,66% da cal. su r.m.)	109.25	118.61	131.75	134.46	145.66	152.37
N) Quattordicesima (8,66% da cal. su r.m.)	109.25	118.61	131.75	134.46	145.66	152.37
O) Fondo sindacale (0,20% da cal. su r.m.)	2.52	2.74	3.04	3.11	3.36	3.52
P) FIMIT a carico azienda (2% da cal. su r.m.)	25.23	27.39	30.43	31.05	33.64	35.19
Q) Riduzione orario (2,50%)	31.54	34.24	38.03	38.82	42.05	43.99
R) Ex festività (2,09%)	26.37	28.62	31.80	32.45	35.15	36.77
4° Totale	1932.10	2097.58	2329.96	2377.98	2576.01	2694.66
INDENNITA' (forfettarie)						
R) Indennità mansione		23.24	15.49	5.16	0.00	0.00
S) Indennità chilometri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T) Indennità straordinario + reperibilità	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T) Indennità sost.mensa	61.97	61.97	61.97	61.97	61.97	61.97
5° Totale	1994.08	2182.80	2407.43	2445.11	2637.98	2756.63
3)salario variabile	59.82	65.48	72.22	73.35	79.14	82.70
U) Quota inps (ann.) (10,7689% del 5° totale)	214.74	235.06	259.25	263.31	284.08	296.86
V)Quota a carico azienda filcoop sanitario	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
Z) IRAP (8,5%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6° Totale	2210.99	2420.03	2668.85	2710.60	2924.24	3055.66
COSTO ORARIO (Sotto i 1000 m)	13.08	14.32	15.79	16.04	17.30	18.08
Indennità di Alta montagna (8% del 2° Tot.)	0.60	0.65	0.72	0.73	0.80	0.83
COSTO ORARIO (Sopra 1000 M)	13.68	14.97	16.51	16.77	18.10	18.91

Tabella 9.6 – Definizione dei costi totali orari per la manodopera.

Taglio raso ceduo come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia		Condizioni lavoro facile, massa fino a 1000 q/ha	Condizioni lavoro medie, massa fino a 1000 q/ha	Condizioni lavoro difficili, massa fino a 1000 q/ha	Condizioni lavoro facile, massa oltre 1000 q/ha	Condizioni lavoro medie, massa oltre 1000 q/ha	Condizioni lavoro difficili, massa oltre 1000 q/ha
Prima classe di pendenza	Esbosco	10.31	13.01	16.12	12.09	15.33	19.07
Seconda classe di pendenza		24.44	33.14	43.51	27.70	38.14	50.59
Terza classe di pendenza ed oltre		27.34	51.46	65.51	31.88	60.50	77.36
	Taglio	63.15	89.47	115.78	75.78	107.36	138.94
	Ramaglia (€/ha)	700.00	800.00	900.00	840.00	960.00	1080.00
Avviamento a fustaia come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia		Condizioni lavoro facile, massa fino a 400 q/ha	Condizioni lavoro medie, massa fino a 400 q/ha	Condizioni lavoro difficili, massa fino a 400 q/ha	Condizioni lavoro facile, massa oltre 400 q/ha	Condizioni lavoro medie, massa oltre 400 q/ha	Condizioni lavoro difficili, massa oltre 400 q/ha
Prima classe di pendenza	Esbosco	4.40	5.48	6.73	5.65	7.06	8.68
Seconda classe di pendenza		11.40	14.88	19.03	14.40	18.92	24.32
Terza classe di pendenza ed oltre		11.88	21.83	27.45	15.19	28.06	35.36
	Taglio	25.26	35.79	46.31	32.84	46.52	60.21
	Ramaglia (€/ha)	280.00	320.00	360.00	364.00	416.00	468.00
Cure colturali e sfolli come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia		Condizioni di lavoro facili	Condizioni di lavoro medie	Condizioni di lavoro difficili			
Prima classe di pendenza	Esbosco	1.81	2.79	3.41			
Seconda classe di pendenza		4.82	7.71	9.79			
Terza classe di pendenza ed oltre		6.53	16.69	20.90			
	Taglio	18.17	25.16	29.83			
	Ramaglia (€/ha)	128.00	180.00	180.00			
Cure colturali diradamenti per interventi dal 25 al 40% del numero delle piante comprensivo di taglio allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia come da regolamento forestale		Condizioni di lavoro facili, piante asportate: 25-32,5%	Condizioni di lavoro medie, piante asportate: 25-32,5%	Condizioni di lavoro difficili, piante asportate: 25-32,5%	Condizioni di lavoro facili, piante asportate: 32,5-40%	Condizioni di lavoro medie, piante asportate: 32,5-40%	Condizioni di lavoro difficili, piante asportate: 32,5-40%
Diradamento selettivo in perticaia di conifere e latifoglie							
Prima classe di pendenza	Esbosco	3.20	3.98	4.87	3.91	4.86	5.96
Seconda classe di pendenza		8.36	10.87	13.86	10.22	13.29	16.94
Terza classe di pendenza ed oltre		8.64	15.84	19.89	10.56	19.36	24.30
	Taglio	17.12	17.12	24.65	20.93	20.93	30.13
	Ramaglia (€/ha)	201.60	230.40	259.20	246.40	281.60	316.80
Diradamento selettivo in fustaia di conifere e latifoglie							
Prima classe di pendenza	Esbosco	3.45	4.29	5.26	4.22	5.25	6.43
Seconda classe di pendenza		9.03	11.74	14.97	11.04	14.35	18.29
Terza classe di pendenza ed oltre		9.33	17.11	21.48	11.40	20.91	26.25
	Taglio	18.49	18.49	26.62	22.60	22.60	32.54
	Ramaglia (€/ha)	217.73	248.83	279.94	266.11	304.13	342.14
Diradamento geometrico in bosco di conifere							
Prima classe di pendenza	Esbosco	6.54	8.19	10.10	7.99	10.01	12.34
Seconda classe di pendenza		11.67	19.51	27.95	14.26	23.84	34.17
Terza classe di pendenza ed oltre		16.28	21.61	30.83	19.90	26.41	37.68
	Taglio	20.72	33.90	47.07	25.33	41.43	57.54
	Ramaglia (€/ha)	428.40	428.40	550.80	523.60	523.60	673.20

Tabella 9.7 – Rendimenti operativi per le diverse operazioni di utilizzazione espressi in ore/ha (NB: per la voce “sistemazione della ramaglia”, il valore si riferisce al costo in €/ha).

Le spese di direzione possono essere calcolate sulla base del tempo necessario al direttore del cantiere per sovrintendere alle operazioni legate al processo produttivo. Nella maggior parte delle situazioni reali, però, la direzione del cantiere viene effettuata dallo stesso imprenditore, che spesso svolge anche parte dei lavori manuali. Per questo motivo, generalmente la stima di questa voce viene effettuata con l'ipotesi che l'attività direttiva incida in proporzione alla complessità del lavoro. Il calcolo viene effettuato imputando il 4-6% dei costi di taglio, allestimento, esbosco e eventuale trasporto. L'entità della voce percentuale dipende dall'esperienza degli operai che lavorano all'utilizzazione e dalle dimensioni del cantiere.

I ricavi derivanti dalla vendita di assortimenti legnosi calcolati con la metodologia riportata nel paragrafo successivo, sono risultati importanti anche per la stima della spesa per le pratiche amministrative. Questa è stata quantificata in maniera speditiva imputando una percentuale pari al 7% del valore commerciale degli assortimenti legnosi (BERNETTI e ROMANO, 2007).

Le spese amministrative possono essere ricondotte a quelle necessarie per lo svolgimento dell'attività imprenditoriale, nonché a quelle legate all'acquisto di ogni singolo lotto, come i bolli per le istanze, le richieste di autorizzazione al taglio, il contratto di vendita, le domande di consegna, la misurazione e il collaudo, i verbali di consegna e di misurazione, la Tassa di Registro (LUBELLO *et al.*, 2008).

I costi relativi agli interessi sul capitale anticipato si originano dal fatto che l'imprenditore prima sostiene le spese per effettuare le utilizzazioni e successivamente realizza i ricavi. Per la stima di tale voce è quindi necessario individuare:

- il tempo che intercorre fra l'anticipazione e la vendita del legname;
- l'entità del capitale anticipato;
- il tasso di interesse.

Il periodo di anticipazione dipende da molti fattori quali le condizioni atmosferiche, il tempo necessario per stabilire accordi con l'acquirente, ecc. L'entità del capitale è invece pari a tutte le voci di costo esplicito, ovvero le spese di taglio, allestimento, esbosco, eventuale trasporto e le spese amministrative. Il tasso di interesse da applicare dipende dall'origine del capitale. Se l'imprenditore ricorre all'autofinanziamento si adotta il miglior rendimento dell'investimento che questi avrebbe potuto effettuare se non avesse impegnato i soldi nella attività produttiva.

9.2.2 *Quantificazione dei ricavi e calcolo del valore di macchiatico*

La computazione dei ricavi derivanti dalla vendita degli assortimenti legnosi avviene in base ad una serie di variabili legate alle caratteristiche del soprassuolo e al prezzo di vendita del materiale ottenuto dall'utilizzazione. In particolare, in funzione del tipo di trattamento, è stato valutato il volume asportabile in base alle caratteristiche dendrometriche della superficie oggetto di taglio (numero di piante ad ettaro, diametro e altezza di area basimetrica media, coefficiente di forma prevalente, massa basale media). Dopo aver verificato il prezzo di vendita (fissato all'imposto) è possibile ottenere i ricavi relativi al prodotto tra il volume asportabile ed il prezzo di vendita per unità di volume. Infine, il valore di macchiatico del soprassuolo può essere quantificato in base alla differenza tra ricavi e costi di produzione. Tutte le operazioni descritte possono agevolmente effettuarsi utilizzando il foglio Excel allegato, all'indirizzo <https://aisfdotit.files.wordpress.com/2016/11/9-valutazioni-economico-finanziarie-file-excel.xls> secondo quanto descritto nel paragrafo 9.5.

9.3 INDICI SINTETICI DI EFFICIENZA FINANZIARIA

Al fine di dare dei parametri di riferimento per il decisore pubblico, in termini di possibile convenienza degli interventi selvicolturali in cedui cosiddetti "invecchiati" di cerro e in pinete di pino nero, sono stati calcolati degli indici sintetici di efficienza finanziaria per diversi tipi di taglio.

Nello specifico viene di seguito riportato l'andamento del prezzo di *Break Even* (o *Break Even Price* - BEP), in funzione delle condizioni di lavoro (facili, medie, difficili) e della classe di pendenza per i vari trattamenti impiegati. In altri termini il BEP indica il prezzo di vendita minimo dell'assortimento legnoso che mantiene la convenienza finanziaria dell'intervento, cioè che va ad azzerare il valore di macchiatico. I risultati sono riportati nelle figure 9.1, 9.2 e 9.3.

Nella figura 9.1 è possibile notare come, in linea generale, l'aumento della massa asportata per i due tipi di intervento in cedui di cerro, conduca ad una diminuzione del BEP con conseguente miglioramento dell'economicità dell'intervento essenzialmente dovuta ad economie di scala imputabili alla quantità di materiale venduto (cfr. figg. 9.1a - 9.1b e 9.1c - 9.1d). Quantitativi di massa asportata inferiori a 400 q.li/ha rendono l'intervento di avviamento a fustaia meno conveniente (fig. 9.1c), dal punto di vista finanziario, rispetto al mantenimento del governo a ceduo con massa asportabile fino a 1000 q.li/ha³; per valori superiori a tali soglie non si riscontrano invece differenze marcate (figg. 9.2b e 9.2d).

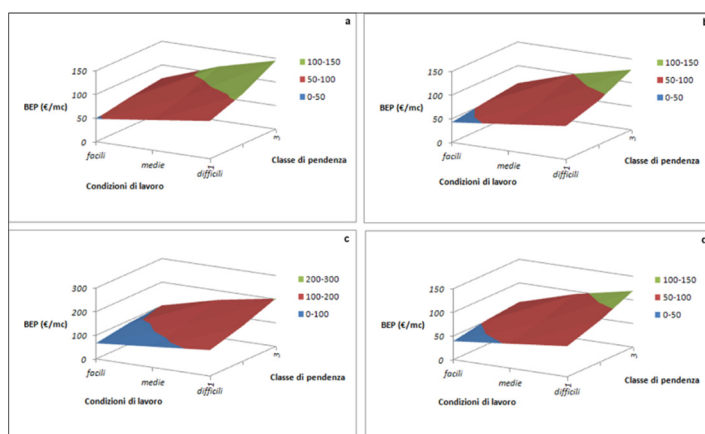
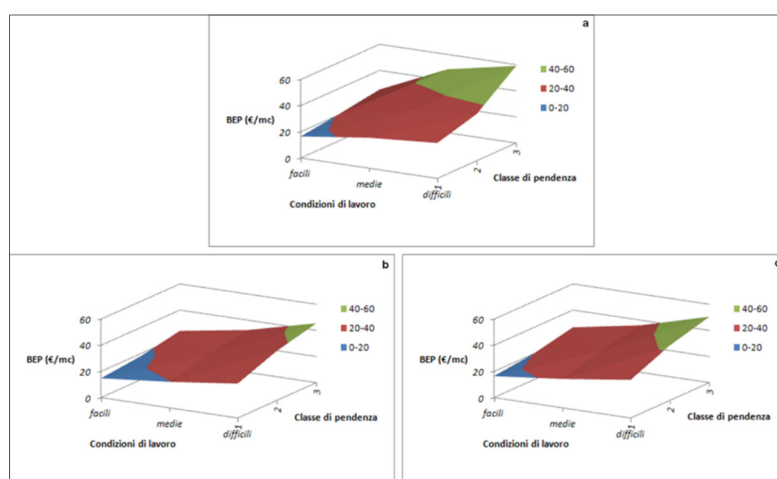


Figura 9.1 – BEP per cedui “invecchiati” di cerro: a) taglio a raso di ceduo con massa fino a 1000 q.li/ha; b) taglio a raso di ceduo con massa oltre i 1000 q.li/ha; c) avviamento a fustaia con massa fino a 400 q.li/ha; d) avviamento a fustaia con massa oltre i 400 q.li/ha.

Figura 9.2 – BEP per le pinete di pino nero: a) cure colturali e sfolli; b) diradamento geometrico con piante asportate tra il 25 e il 32,5%; c) diradamento geometrico con piante asportate tra il 32,5 e il 40%



³ È da ricordare, comunque, come il taglio di cedui “invecchiati” (con età superiore a 36 anni) sia soggetto ad autorizzazione e come i soprassuoli con età superiore a 50 anni debbano essere obbligatoriamente avviati all’alto fusto (a parte casistiche particolari) (art. 25 del R.F.).

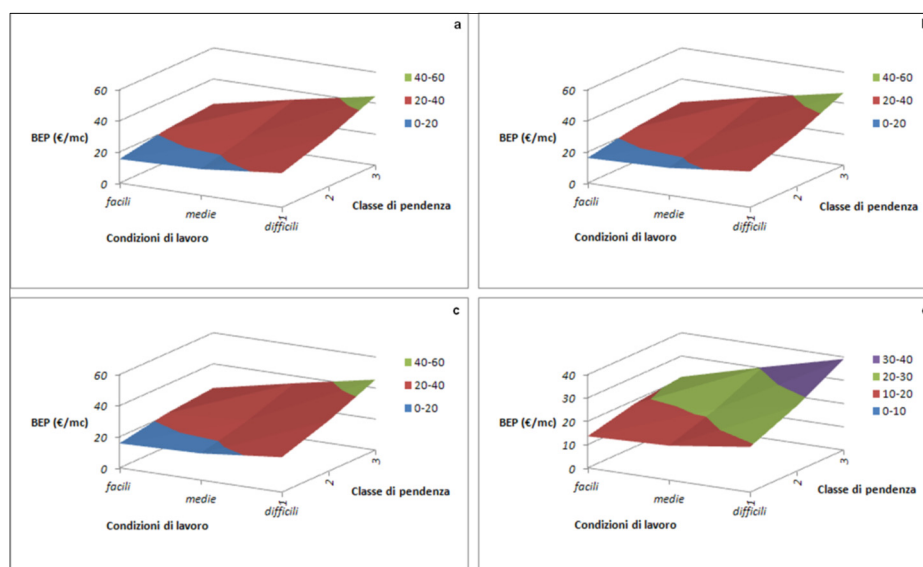


Figura 9.3 – BEP per diradamenti selettivi in soprassuoli di conifere e/o latifoglie: a) diradamento in perticaia con piante asportate tra il 25 e il 32,5%; b) diradamento in perticaia con piante asportate tra il 32,5 e il 40%; c) diradamento in fustaia con piante asportate tra il 25 e il 32,5%; d) diradamento in fustaia con piante asportate tra il 32,5 e il 40%.

Considerando un prezzo di vendita medio della legna da ardere all'imposto, variabile tra i 7 e gli 8 €/q.le (70-80 €/mc per un contenuto idrico⁴ del 40%), otteniamo una diffusa antieconomicità dell'intervento concentrata in particolar modo nelle classi di pendenza più elevate (3 e 2) e nelle aree caratterizzate da condizioni di lavoro più difficoltose (es. per lunghe distanze di esbosco). Il margine di sicurezza medio sul prezzo di vendita, nel caso di macchiatico positivo e con un prezzo della legna di 75 €/mc, è variabile tra 1 e 30 €/mc e quindi differenziato in funzione della forma di governo, delle condizioni stazionali e della massa asportata. Quest'ultimo parametro, sembra essere quello maggiormente influente nella variabilità del valore di macchiatico per la scelta tra il mantenimento del ceduo o l'avviamento a fustaia.

La figura 9.2 esamina il BEP relativo ad utilizzazioni in pinete di pino nero. Le caratteristiche del soprassuolo ed il minor quantitativo di massa asportata, rendono meno economiche le cure colturali e gli sfolli effettuabili in soprassuoli giovani (Fig. 9.2a), rispetto a diradamenti di tipo geometrico (Figg. 9.2b e 9.2c). Ipotizzando come assortimenti principali ottenibili dalle fustaie di pino nero, il legname da triturazione, il legname da imballaggio e il tondame, in funzione dello stadio evolutivo e della qualità del legname, possiamo stabilire un *range* di prezzi medi all'imposto tra i 35 e i 45 €/mc.

Andando a valutare il margine di sicurezza sul prezzo per gli interventi espressi in figura 9.2, per quanto riguarda le cure colturali e gli sfolli abbiamo valori tendenzialmente negativi in caso di condizioni di lavoro difficili e classi di pendenza più elevate. Il margine di sicurezza si mantiene positivo negli altri casi, seppur ottenendo valori sempre inferiori

⁴ Esprime la massa di acqua in rapporto alla massa del legno fresco. Tale misura risulta la più impiegata nei casi di compravendita dei combustibili legnosi (FRANCESCATO *et al.*, 2009).

ai 20 €/mc (mediamente 11 €/mc). La tendenza è mantenuta anche nel caso di diradamenti di tipo geometrico, ma con un miglioramento dei risultati economici. Nel caso di economicità dell'intervento il margine di sicurezza medio si attesta sui 17 €/mc.

Nel caso di diradamenti (Fig. 9.3) il taglio risulta ottimizzato in termini finanziari aumentando il numero di piante asportate (cfr. figg. 9.3a - 9.3b e 9.3c - 9.3d) e passando da diradamenti in perticaia a diradamenti in fustaia (cfr. figg. 9.3a - 9.3c e 9.3b - 3d).

Nel caso di cedui di cerro il margine di sicurezza si manterrà comunque sempre positivo e piuttosto elevato (mediamente di 49 €/mc). Nel caso di interventi in pinete di pino nero avremo un'antieconomicità del taglio in combinazione di condizioni di lavoro difficili e terza classe di pendenza con un margine medio sul prezzo pari a 16 €/mc.

9.4 ANALISI ECONOMICA

La quantificazione dei valori non monetari connessi ai benefici forestali include nell'analisi il concetto di bosco come bene pubblico e bene ambientale caratterizzati entrambi dall'assenza di mercato e dal non essere soggetti a diritti di proprietà se non in maniera limitata. A partire dagli anni '60, viene presa in considerazione la problematica di una corretta valutazione dei beni ambientali, ovvero beni senza prezzo o con prezzi che non rispecchiano adeguatamente il valore.

Per tali beni non è possibile determinare il valore di mercato, in quanto è indispensabile prendere in considerazione tutta una serie di aspetti materiali ed immateriali, che vanno al di là del valore dei beni prodotti dal sistema ambiente, ma che considerino l'opportunità di godimento di tali risorse da parte delle generazioni future e tutelino l'esistenza e la salvaguardia delle specie diverse dall'uomo. Viene pertanto introdotto il concetto di Valore Economico Totale (VET) affrontato in letteratura da diversi autori. Tra gli altri, SILVESTRI (2005) e PEARCE (2001) propongono uno schema basato sulla distinzione principale fra valore di uso (strumentale) e di non uso (intrinseco), a sua volta divisi in valori diretti, indiretti e di opzione (valore di uso) e valore di eredità e di esistenza (valore di non uso) (figura 9.4).

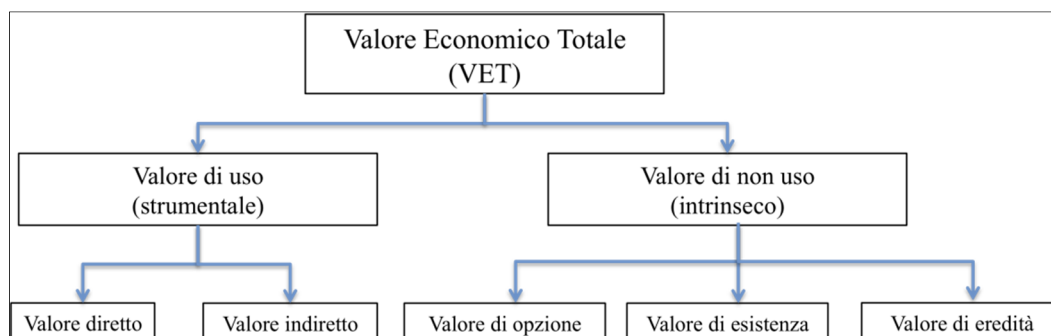


Figura 9.4 – Schema del Valore Economico Totale.

Il presente lavoro si concentra prevalentemente sulla definizione del valore di uso diretto dei boschi della Toscana, andando ad aggregare il valore degli assortimenti legnosi con il beneficio connesso al valore turistico-ricreativo di ciascuna area forestale.

In base alle finalità del progetto MOGFUS può essere utile, infatti, definire degli strumenti di supporto al decisore pubblico che siano di ausilio nel caso di una pluralità di alternative di intervento potenziali.

Considerando la difficoltà legata alla quantificazione del VET ed al confronto di diverse tipologie di soprassuolo derivanti o dal mantenimento di fustaie di pino nero o dalla rinaturalizzazione delle stesse (ad esempio verso forme miste di bosco), è stato analizzato il diverso impatto legato al mantenimento del bosco di cerro, ma con diverse forme di governo (ceduo o avviamento a fustaia). Tale problematica risulta infatti ampiamente dibattuta a livello regionale e nazionale e valutazioni relative alle due opzioni gestionali, proiettate in un’ottica di medio-lungo periodo possono risultare un utile strumento di analisi. Per questo, nel presente paragrafo ci concentreremo sulla valutazione del valore economico legato ai cedui di cerro “invecchiati”, mentre possibilità di applicazioni per le altre tipologie di bosco saranno suggerite al capitolo successivo.

In quest’ottica il beneficio economico legato alla fruizione turistico-ricreativa è stato quantificato in base ad un lavoro recentemente sviluppato da MARINELLI e MARONE (2013).

Riassumendo, le ipotesi semplificative introdotte nel presente lavoro al fine di una quantificazione del valore economico, sono le seguenti: i) la valenza turistico ricreativa è da associare prevalentemente ad aree governate a fustaia, mentre al bosco ceduo è ricollegato esclusivamente il valore finanziario dell’intervento; ii) la differenza di beneficio tra ceduo e fustaia per alcuni parametri del VET, quali ad esempio la raccolta funghi o l’attività venatoria nell’ambito di attività ricreative oppure la definizione del valore idrogeologico e della fissazione del carbonio, risulta di difficile estrapolazione e non è stata pertanto introdotta; iii) il calcolo del VET per le tipologie di soprassuolo oggetto di studio deriva dalla sommatoria dei valori finanziari ed economici.

9.5 SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: APPLICATIVI SOFTWARE

Il modello MOGFUS, come anticipato, è implementato su foglio di calcolo al fine di facilitarne l’impiego e la diffusione tra gli attori della filiera interessati. Le “maschere” di output del modello impiegabili per le due tipologie di quantificazione monetaria sono riportate nella tabella 9.8.

9.5.1 *Uso del software*

Il modello creato nell’ambito del progetto MOGFUS consente di definire le componenti finanziarie ed economiche legate alle pratiche gestionali dei boschi oggetti dello studio. Il software è organizzato in 9 pagine di lavoro.

Nelle pagine *Rendimenti* e *Applicazione* sono registrate le informazioni relative ai rendimenti operativi per le operazioni di abbattimento, allestimento e esbosco del materiale legnoso per le tipologie di intervento selvicolturale applicabili dal modello.

Le pagine *Trattori*, *Motosega* e *Manodopera* calcolano i costi orari unitari per i macchinari impiegati (trattore munito di rimorchio, gabbie o verricello e della motosega) e per la manodopera (suddivisa in funzione del grado di specializzazione).

Le pagine *Taglio* e *Esbosco* determinano il costo orario rispettivamente per le operazioni di taglio e allestimento e l'esbosco, tramite l'elaborazione dei dati inseriti nei fogli di lavoro precedenti o relativi alla composizione del cantiere forestale (i dati presenti si riferiscono ai mezzi tecnici e alla manodopera utilizzati nell'ambito della sperimentazione effettuata all'interno del progetto MOGFUS).

La pagina *Valore di macchiatico* permette la scelta della tipologia di intervento selvicolturale previsto, le caratteristiche dell'area di studio (quota della stazione in cui si opera, pendenza, distanza di esbosco, condizioni di esbosco), del soprassuolo (numero di piante ad ettaro, diametro di area basimetrica, altezza di area basimetrica, coefficiente di forma, massa basale) e il prezzo degli assortimenti legnosi ritraibili (nell'eventualità di mix assortimentale, l'attuale versione del modello MOGFUS valuta il prezzo medio dei prodotti legnosi). La tipologia di intervento selezionabile prevede la possibilità di taglio raso in boschi cedui, l'avviamento ad alto fusto, sfolli e diradamenti selettivi in perticaia o fustaia di conifere o latifoglie e diradamenti geometrici in fustaia di conifere (tabella 9.8).

Questa pagina evidenzia inoltre il primo output del modello rappresentato dal valore di macchiatico dell'intervento (espresso per unità di superficie) calcolato in funzione dei ricavi e dei costi totali del processo produttivo. In altri termini viene valutata l'efficienza finanziaria dell'intervento in un'ottica di breve periodo (tabella 9.9).

L'ultimo foglio di lavoro (*Valutazione economico-finanziaria*) permette di valutare i benefici di tipo finanziario o economico di lungo periodo legati alla gestione forestale (tabella 9.10).

L'utente può inserire la tipologia di interventi previsti durante l'intero ciclo produttivo del bosco in esame con i relativi valori di macchiatico e anno di intervento. Il modello permette l'inserimento di eventuali ricavi e spese annue e delle eventuali spese di rinnovazione. Il primo risultato che si ottiene è quello relativo al valore finanziario di suolo nudo e soprassuolo (Bn) e la procedura può essere reiterata in modo da verificare il trattamento che massimizza tale valore.

La quantificazione dei benefici non monetari del bosco, che nell'attuale versione è esemplificata attraverso la determinazione del valore turistico-ricreativo, parte dalla ricerca cartografica di tale valore rispetto all'intero patrimonio forestale regionale indicata in letteratura (BERNETTI *et al.*, 2013). In questo caso, tramite l'inserimento del tempo di ripristino del beneficio ricercato sul soprassuolo in seguito al taglio, il modello calcola il valore di lungo periodo dal punto di vista economico. Il valore turistico-ricreativo delle aree protette della toscana può essere definito tramite un'interrogazione spaziale della cartografia allegata (*valore_tur_ric.tif*) effettuabile su un qualsiasi tipo di software GIS. Il valore ottenibile è espresso in €/ha anno⁻¹.

Nelle diverse pagine del modello l'utente può modificare *esclusivamente* le celle evidenziate. Ulteriori istruzioni, approfondimenti e puntualizzazioni dei possibili sviluppi e dei limiti del modello sono presenti nel software, sotto forma di commento, e nella pubblicazione *Gestione Forestale Sostenibile e Servizi Ecosistemici: un esempio di valutazione economico-finanziaria per i boschi toscani* (MARONE e SACCHELLI, 2014). Attualmente il modello è focalizzato sulla valutazione di interventi in cedui di cerro invecchiati e fustaie di pino nero.

La quantificazione del valore turistico-ricreativo presente nella valutazione economica può partire dalla cartografia di tale valore estesa al patrimonio forestale regionale (MARINELLI e MARONE, 2013). L'utente finale tramite l'impiego di software GIS, ad esempio l'applicativo open-source GRASS GIS può derivare il valore per le aree forestali di propria competenza (box 9.1).

Tipologia di intervento (contrassegnare con una x l'operazione selvicolturale ipotizzata; scegliere una sola tipologia per volta)			
Taglio raso ceduo come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia			
Avviamento a fustaia come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia			
Cure colturali e sfolli come da regolamento forestale comprensivo di abbattimento, allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia			
Cure colturali diradamenti per interventi dal 25 al 40% del numero delle piante comprensivo di taglio allestimento esbosco fino al piazzale di raccolta e sistemazione della ramaglia come da regolamento forestale	Diradamento selettivo in perticaia di conifere e latifoglie	n° piante asportate 25-32,5%	
		n° piante asportate 32,5-40%	
	Diradamento selettivo in fustaia di conifere e latifoglie	n° piante asportate 25-32,5%	
		n° piante asportate 32,5-40%	x
Diradamento geometrico in bosco di conifere	n° piante asportate 25-32,5%		
	n° piante asportate 32,5-40%		

Tabella 9.8 – Definizione del tipo di intervento selvicolturale.

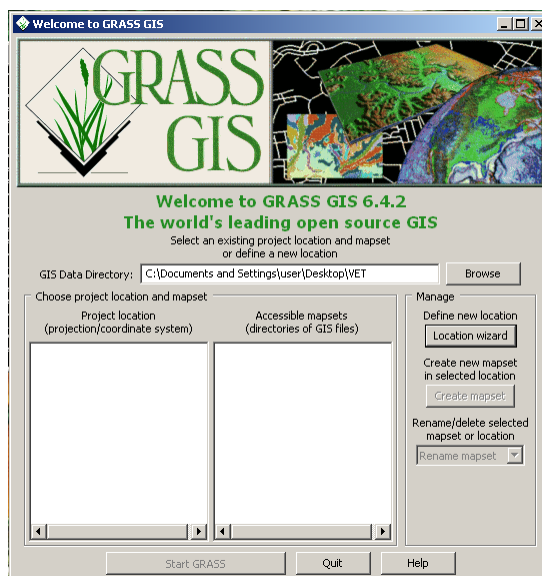
Caratteristiche dell'area	
Quota media (m s.l.m.)	700
Pendenza media (%)	40
Classe di pendenza	2
Distanza di esbosco (m)	500
Condizioni di esbosco (s=preval. salita, a=altro)	a
Condizioni di lavoro (f=facili, m=medie, d=difficili)	m
Caratteristiche del soprassuolo	
Numero di piante ad ettaro (n°/ha)	300
Diametro medio di area basimetrica (cm)	26
Altezza media di area basimetrica (m)	25
Coefficiente di forma	1
Volume totale soprassuolo (mc/ha)	398
Massa basale (q/mc)	10
Massa totale asportata con tagli a raso o avviamenti a fustaia (q/ha)	0
Massa totale asportata con sfolli o diradamenti (q/ha)	1443
Totale massa asportata (q/ha)	1443
Costo totale delle utilizzazioni (€/ha)	
	2030
Massa asportata (mc/ha)	144
Prezzo assortimento (€/mc)	75
Ricavi totali (€/ha)	
	10820
Spese direzione (€)	102
Spese amministrative (€)	812
Interessi sul capitale anticipato (€)	114
Costo totale (€/ha)	
	3057
Macchiatico (€/ha)	
	7763

Tabella 9.9 – Caratteristiche dell'area di studio, del soprassuolo e calcolo del valore di macchiatico.

Tasso d'interesse	3%	
Valore di macchiatico (€/ha)	Taglio raso ceduo	23842
	Aviamento a fustaia	18741
	Cure colturali e sfolli	0
	Diradamento selettivo in perticaia	0
	Diradamento selettivo in fustaia	7763
	Diradamento geometrico in fustaia	0
Ricavi annui (€/ha)	0	
Spese annue (€/ha)	0	
Trattamento	Taglio raso ceduo	
	Aviamento a fustaia	x _a
	Cure colturali e sfolli	
	Diradamento selettivo in perticaia	
	Diradamento selettivo in fustaia	x
	Diradamento geometrico in fustaia	
Età dell'intervento (anno)	Ceduo semplice (turno)	25
	Aviamento a fustaia	0
	Cure colturali e sfolli	15
	Diradamento selettivo in perticaia	25
	Diradamento selettivo in fustaia (turno)	70
	Diradamento geometrico in fustaia (turno)	70
Valore a fine turno (€/ha)	Ceduo semplice	0
	Cure colturali e sfolli	0
	Diradamento selettivo in perticaia	0
	Diradamento selettivo in fustaia	7763
	Diradamento geometrico in fustaia	0
Spese di rinnovazione (€/ha)	0	
Turno (anni)		70
F (€/ha)		979
Valore di macchiatico dell'intervento attuale (€/ha)	Taglio raso ceduo	0
	Aviamento a fustaia	18741
	Cure colturali e sfolli	0
	Diradamento selettivo in perticaia	0
	Diradamento selettivo in fustaia	0
	Diradamento geometrico in fustaia	0
Valore finanziario - B_n (€/ha)	19720	
Valore turistico-ricreativo (€/ha anno ⁻¹)	1129	
Tempo di ripristino dei servizi ecosistemici (anni)	15	
Valore turistico-ricreativo (€/ha)	24160	
Valore economico-finanziario (€/ha)	43881	

Tabella 9.10 – Definizione del valore economico-finanziario di lungo periodo.

Il calcolo del valore turistico ricreativo può essere semplificato dall'impiego del software GRASS GIS scaricabile gratuitamente dal sito <http://grass.osgeo.org/download/>. Una volta installato il software, l'utente può procedere alla creazione di una cartella denominata VET, ad esempio sul proprio desktop, dove copiare la mappa del valore turistico-ricreativo. Successivamente si può passare alla definizione della Project location e del mapset di GRASS GIS attraverso i seguenti passaggi:



1) all'apertura del programma scegliere “Location wizard” e premere “Next”. Nella schermata successiva selezionare il codice EPSG n° 3003 (Monte Mario Italy 1) e premere “Next” e “Finish”.

2) A questo punto è possibile avviare il programma.

3) Una volta aperto GRASS GIS digitare da riga di comando le due seguenti stringhe:

```
r.in.gdal -o -e -k --overwrite input=C:\Documents and
Settings\user\Desktop\VET\valore_tur_ric.tif output=val_tur_ric
r.what input=val_tur_ric@PERMANENT east_north=644320.829982,4791223.023256
```

Con i due precedenti comandi verrà importata la mappa e trasformata in formato raster, dopodiché verrà estratto il valore turistico-ricreativo (€/ha) per la localizzazione di riferimento. I valori in grassetto rappresentano infatti le coordinate Est-Nord da sostituire con la localizzazione del bosco in esame ottenibili con l'impiego di un semplice GPS.

Bax 9.1 – Calcolo del valore turistico-ricreativo.

Riferimenti bibliografici

- BERNETTI I., ALAMPI SOTTINI V., MARINELLI N., MARONE E., MENGHINI S., RICCIOLI F., SACCHELLI S., MARINELLI A., 2013 – *Quantification of the total economic value of forest systems: spatial analysis application to the region of Tuscany (Italy)*. *Aestimum*, 62: 29-65.
- BERNETTI I., ROMANO S., 2007 – *Economia delle risorse forestali*. Volume II, Liguori editore, Napoli, p. 339-356.
- BIANCHI L., CIANCIO O., CORONA P., FAINI A., FERRARI B., FRESCHI A.L., NOCENTINI S., PULETTI N., 2009 – *Il progetto Mogfus: nuove metodologie operative per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui “invecchiati” di cerro della Toscana*. In: *Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura*, Taormina 16-19 ottobre 2008, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- FERRINI S., 2002 – *La domanda di ricreazione all'aperto in parchi e riserve della Toscana*. *Aestimum*, 40: 41-56.

- FRANCESCATO V., ANTONINI E., ZUCCOLI BERGOMI L., NOCENTINI G., FAINI A., 2009 – *Legna e cippato: produzione, requisiti qualitativi, compravendita*. Press service, Sesto F.no (FI).
- LUBELLO D., DEL FAVERO A., CAVALLI R., 2008 – *Un metodo tecnico-economico come ausilio alla determinazione della ripresa*. L'Italia Forestale e Montana 3, 225-240. <http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2008.3.02>
- MARINELLI A., MARONE E. (a cura di), 2013 – *Il valore economico totale dei boschi della toscana*. Editore Franco Angeli, Milano.
- MARONE E., SACCHELLI S., 2014 – *Gestione forestale sostenibile e servizi ecosistemici: un esempio di valutazione economico-finanziaria per i boschi toscani*. L'Italia Forestale e Montana, 69 (1): 23-35. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2014.1.02>
- MERLO M., 1992 – *Elementi di economia ed estimo forestale*. Pàtron editore, Bologna.
- PEARCE D., 2001 – *The economic value of forest ecosystems*. Ecosystem health, 7 (4): 284-296. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-0992.2001.01037.x>
- REGIONE TOSCANA, 2008 – *Approvazione tariffe orarie e tempi di esecuzione degli interventi forestali per le misure di interesse forestale del Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013*. Regione Toscana - Giunta Regionale, Direzione Generale Sviluppo Economico, Area di coordinamento Politiche per lo Sviluppo Rurale - Settore Foreste e Patrimonio Agro-Forestale.
- SILVESTRI F., 2005 – *Lezioni di economia dell'ambiente ed ecologica*. Clueb, Bologna.

