

La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione[§]

Paolo Cantiani^{1*}, Maurizio Piovosi¹

Accettato il 20 giugno 2008

Riassunto – Le fasi iniziali del trattamento per la rinaturalizzazione di rimboschimenti di pino nero sono costituite dai diradamenti. La finalità prioritaria degli interventi è quella di accrescere la stabilità strutturale e concorrere a creare condizioni ecologiche favorevoli all'ingresso della rinnovazione di specie autoctone. La sperimentazione ha avuto l'obiettivo di testare due diverse intensità del primo diradamento in una perticaia di pino nero di buona fertilità nel comprensorio del Pratomagno aretino. Sono valutate le reazioni delle principali grandezze dendrometriche relative a tre inventari successivi: nel 1998, prima e dopo l'intervento sperimentale e dopo quattro e otto anni dall'intervento. In particolare sono analizzate le dinamiche della struttura spaziale orizzontale del popolamento (transect permanenti di struttura) e gli andamenti di indicatori di stabilità per classi sociali (rapporto ipsodiametrico, profondità della chioma, superficie della chioma, rapporto diametro chioma-diametro fusto). L'intensità del diradamento è strettamente correlata all'aumento di funzionalità della pineta. In un popolamento di circa 30 anni di buona fertilità si dimostra come il diradamento "forte" (prelievo di poco meno della metà delle piante, pari a circa il 35% di area basimetrica) provochi una reazione positiva in termini di stabilità e soprattutto un forte stimolo allo sviluppo dell'apparato fogliare.

Parole chiave: *Pino nero, diradamento, stabilità, rinaturalizzazione.*

Abstract – Management of black pine stands in the Apennines. Thinning for renaturalisation - The first stages of management and renaturalisation of black pine plantations are founded on thinnings, which are primarily aimed at increasing physical stability and creating favourable ecological conditions for the natural regeneration of autochthonous species. The research aims at experimenting two different intensities in the first thinning of a black pine young stand of good fertility in the area of Pratomagno (Arezzo). The effects of the thinning on the main dendrometric parameters have been evaluated by means of three different inventories: i) 1998 before and after thinning, ii) 2002, iii) 2006. In particular the dynamics of horizontal structure (permanent transects) and the trend of stability indicators (height – diameter ratio, crown depth, crown area, crown diameter – stem diameter ratio) have been investigated. Thinning intensity is strictly related to increasing of the pine forest functionality. In a thirty years old stand in good fertility conditions a "strong thinning" (reduction of about half the number of trees and 35% of basal area) is proved to be effective in increasing stability and stimulating crown growth.

Key words: *Black pine, thinning, stability, naturalization.*

F.D.C.: 228.82 : 174.7 Pinus nigra: 242

Introduzione

I rimboschimenti di pino nero appenninici sono stati realizzati con la finalità prioritaria di ricostituire la copertura forestale su suoli a scarsa fertilità intrinseca o indotta dall'uso eccessivo della risorsa (AMORINI 1983). Buona parte delle pinete ha oggi sostanzialmente raggiunto l'obiettivo originario. In questi casi la scelta gestionale prioritaria, laddove è ammissibile, è quella di tendere ad una progressiva "rinaturalizzazione" dei soprassuoli artificiali tramite trattamenti selvicolturali appropriati.

Le pinete allo stadio di sviluppo di perticaia - giova-

ne fustaia possono avvantaggiarsi da diradamenti mirati espressamente al miglioramento del loro grado di stabilità (CANTIANI *et al.* 2005). I diradamenti, se di tipo selettivo e di intensità adeguata, inducono, infatti, ad un aumento della stabilità meccanica, favoriscono la diversità strutturale e concorrono a creare condizioni ecologiche idonee all'insediamento della rinnovazione di un piano successionale.

I primi diradamenti nei rimboschimenti protettivi hanno la finalità di "allevare" il soprassuolo, con l'obiettivo prioritario di migliorare la stabilità strutturale; nel processo di "rinaturalizzazione" rappresentano quindi una fase iniziale. Con i primi tagli

[§] La sperimentazione ha usufruito di contributi dalla Comunità Montana Pratomagno (Convenzione "Il trattamento dei rimboschimenti del territorio della Comunità Montana Pratomagno in funzione della loro rinaturalizzazione) e dal MIPAF (Progetto RISELVITALIA – ricerca 3.1.2 "I rimboschimenti di pino nero. Trattamento per la rinaturalizzazione").

Il lavoro è stato svolto dagli autori in parti uguali

¹ CRA-SEL Centro di ricerca per la Selvicoltura - Viale S. Margherita, 80 – 52100 Arezzo (Italy) T. +39 0575 353021, fax +39 0575 353490

* Autore corrispondente paolo.cantiani@entecra.it.

intercalari non si deve ipotizzare un ingresso spontaneo massiccio di semenzali di specie autoctone, perché la struttura del soprassuolo e del suolo non è ancora pronta al fenomeno della rinnovazione. È essenziale valutare anche la qualità delle specie di ingresso, che potrebbero essere rappresentate, in una fase “immatura” della pineta, da “latifoglie minori” di scarsa importanza ecologica ed economica (BERNETTI 1998). Il senso dei primi tagli intercalari è quello di aumentare l'efficienza funzionale del popolamento, predisponendolo alla futura evoluzione (CIANCIO 1986, MERCURIO 2003, BIANCHI *et al.* 2005). In questo senso i diradamenti dovrebbero essere percepiti come un investimento verso un popolamento futuro maggiormente efficiente ed in equilibrio; la valutazione dei costi e dei benefici dovrebbe travalicare il breve-medio periodo per abbracciare un arco temporale ben più ampio. Per i popolamenti di specie pioniere BERNETTI (1986) prevede piani di diradamento a fini di evoluzione naturalistica: il diradamento ha lo scopo di aumentare la fertilità del terreno e di fare sviluppare eventuali soggetti portaseme presenti nel popolamento.

Gli interventi intercalari nelle pinete appenniniche rappresentano una voce gestionale passiva; diventa quindi essenziale ottimizzare la strategia del trattamento (regime, modalità e intensità di ogni singolo intervento) per contenerne il più possibile il costo.

Il contributo si riferisce ad una sperimentazione pluriennale di un caso di studio sulla reazione delle componenti strutturali di una perticaia di pino nero nei primi anni successivi al primo diradamento, intervento effettuato con due intensità diverse. La sperimentazione tende alla definizione di un intervento finalizzato a migliorare la struttura del soprassuolo rispetto alla sua stabilità complessiva, incidendo sui rapporti di competizione tra le piante, favorendo nel contempo i singoli soggetti più vigorosi.

Materiali e metodi

Il protocollo sperimentale è stato realizzato nel 1998 in località Fonte dei Frassini (Loro Ciuffenna, Arezzo) su un versante esposto a ovest a 1.020 m s.l.m. di quota con pendenza media di 25°. La formazione geologica autoctona è rappresentata dal “Macigno del Chianti” da cui derivano suoli acidi ricchi di potassio (CANTIANI 2000). Il regime pluviometrico è di tipo submontano appenninico con valore massimo assoluto in autunno, relativo in primavera e minimo

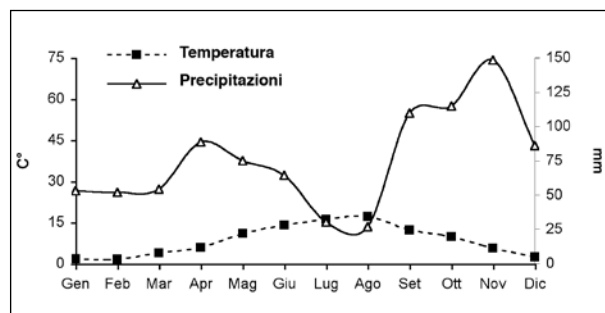


Figura 1 - Stazione Villa Cognola (663 m s.l.m.). Diagramma termopluviometrico (1995 - 2005).
Villa Cognola (663 m). Climatic diagram (1995 - 2005).

assoluto nel mese di luglio. La temperatura media annua è di 8,5°, con massimo ad agosto e minimo a febbraio (Figura 1).

Il protocollo è costituito da tre parcelle permanenti di dimensioni variabili da 900 e 1.000 m² per l'analisi dendrometrica-strutturale al cui interno sono stati realizzati transect di 40 m² per il rilievo della rinnovazione. Nel 1998 sono stati effettuati i seguenti rilievi: delimitazione delle parcelle; numerazione di ciascuna pianta; rilievo topografico tramite stazione totale del piede di ogni pianta; rilievi dendrometrico-strutturali per ciascuna pianta: i) cavallettamento con classificazione sociale semplificata (dominanti, codominanti e dominate), ii) altezza totale, iii) altezza di inserzione della chioma, iv) misura di 4 raggi della proiezione a terra della chioma (8 per chiome irregolari); definizione dei diradamenti sperimentali; rilievo della rinnovazione. I diradamenti sono stati effettuati nel gennaio 1999. Dopo l'intervento sono state prelevate 30 rotelle alla base delle piante per determinare l'età del popolamento. Su 16 alberi modello del volume è stata misurata la massa per la scelta del miglior modello di cubatura. Dalla comparazione, il miglior modello è risultato la tavola a doppia entrata di HELLRIGL per i pini della Toscana (BERNETTI *et al.* 1969).

La pineta, all'impianto del protocollo, era una perticaia di 27 anni di età sottoposta da pochi anni ad un leggero intervento fitosanitario. Il popolamento rientra nel tipo *pineta neutro acidoclina di pino nero* (con caratteristiche al limite col tipo *eutrofico*) (MONDINO e BERNETTI 1998; BIANCHI e PACI 2002). Il piano arbustivo è praticamente inesistente; lo strato erbaceo molto lacunoso a graminacee e felce aquilina, la rinnovazione di pino e di altre specie arboree è assente.

L'impianto fu effettuato, su terreno ex pascolivo, a buche alternate a gradoni; fu impiegato soprattutto

Tabella 1 - Parametri dendrometrico-strutturali del popolamento prima dell'intervento.
Dendrometric and structural parameters of the stand before thinning.

	pino nero			abete bianco	altre specie	TOT
	D	CD	d			
N ha ⁻¹	650	653	436	73	13	1825
G ha ⁻¹ m ³	28,2	20,6	10,1	2,3	0,4	61,6
V ha ⁻¹ m ³	179,4	127,1	57,4	13,9	2,7	380,6
Im m ³						14,1
Dm cm	23,5	20,1	17,3	19,8	19,7	20,7
Hm m	13,2	12,6	11,4	13,2	13,4	12,5
H dom m						13,6
H/D	58,3	64,7	68,8	74,2	73,0	63,9

pino laricio mescolato ad abete bianco e ad acero montano con una densità di circa 2.800 piante per ettaro (ANGERILLI 1970). Nel 1998, al momento dei primi rilievi, furono censite, tra piante vive e ceppaie residue all'intervento fitosanitario, circa 2.500 piante ad ettaro. Non fu riscontrato alcun esemplare di acero montano originario.

La struttura dendrometrica e sociale della pineta è sintetizzata in Tabella 1.

Il popolamento appartiene alla prima classe di fertilità secondo i parametri di altezza dominante della tavola alsometrica per le pinete di pino nero della Toscana (BERNETTI *et al. op. cit.*). La distribuzione in classi sociali dimostra una avanzata fase di competizione dovuta alla densità eccessiva per l'assenza di precedenti interventi intercalari. In particolare, la componente dominata di pino nero, numericamente ancora ben rappresentata, contribuisce per solo un sesto alla totalità dell'area basimetrica. Nel piano dominante è poi già forte la competizione tra le chiome: al grado di copertura delle chiome pari a 76.2%, corrisponde il grado di ricoprimento di 150.9%.

Le tre tesi di trattamento sono state:

- Tesi A: diradamento *forte*
- Tesi B: diradamento *moderato*
- Controllo: assenza di intervento

Per diradamento *forte* e *moderato* ci si riferisce alle definizioni della tavola alsometrica per il pino nero toscano (BERNETTI *et al. op. cit.*). L'entità del diradamento forte è superiore a quella ammissibile dal Regolamento Forestale della Toscana (REGIONE TOSCANA 2003) in assenza di autorizzazione.

L'entità dei diradamenti ripartita per classi sociali è sintetizzata dalla Figura 2. Entrambi gli interventi sono stati di tipo misto, prevalentemente dal basso ma hanno inciso anche con criterio selettivo nelle classi sociali del piano dominante.

Risultati

La tesi A (diradamento forte) ha visto l'utilizzazione del 47% del numero delle piante, pari al 35.5% di area basimetrica. L'intervento ha interessato quasi totalmente il piano dominato, circa la metà delle piante codominanti e per il 10% in termini di numero la classe dominante. Il rapporto tra il diametro medio delle piante diradate e quello delle piante prima del diradamento (K_d) è pari a 0.85. Il grado di copertura delle chiome è passato da circa il 78% a poco più del 63%; il ricoprimento (ovvero la somma della copertura al suolo delle chiome in tutto l'asse verticale) dal 124% all'81% (Figura 3).

Nella tesi B (diradamento moderato) l'entità del diradamento è stata numericamente inferiore al 40%, pari al 28% di area basimetrica. L'intervento si differenzia dalla tesi diradamento *forte* essenzialmente per la selezione nella classe sociale dominante che è stata molto più blanda. Il K_d è pari a 0.83. L'intervento incide in termini di percentuale di copertura e di ricoprimento assai meno rispetto alla tesi A; in particolare il ricoprimento delle chiome dopo l'intervento rimane comunque superiore al 100%.

Ad otto anni dall'intervento sperimentale è possibile valutare le variazioni dei parametri dendrometrici e di struttura comparativamente tra le tesi. La sintesi dei valori di area basimetrica e volume ai tre inventari

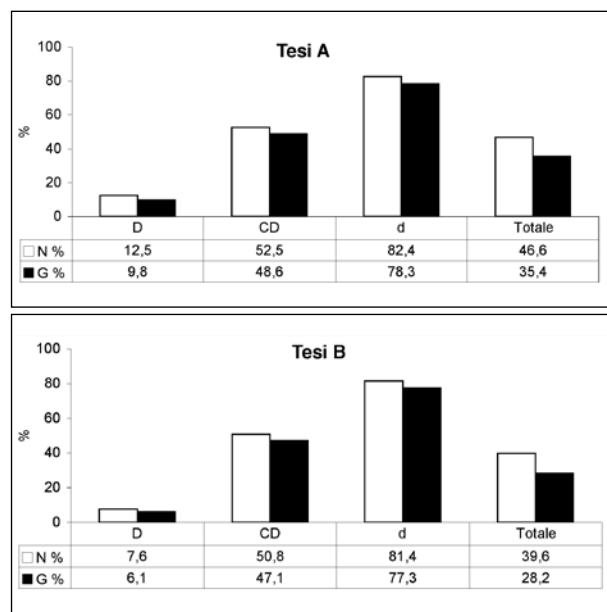


Figura 2 - Entità del diradamento per classi sociali (D-dominanti; CD-codominanti; d-dominante) nelle due tesi.
Thinning intensity in the two different thesis.

Tabella 2 - Parametri dendrometrico-strutturali del popolamento ai tre inventari.
Dendrometric and structural parameters of the stand in the three inventories.

età		Tesi A				Tesi B					Controllo				
		pino nero				pino nero			abete	altre	TOT	pino nero			TOT
		D	CD	d	TOT	D	CD	d			TOT	D	CD	d	TOT
27	N ha	611	311	111	1033	630	270	60	130	40	1130	560	710	390	1660
	G ha m ²	28,4	10,3	2,8	41,5	28,0	9,0	1,3	3,5	1,9	43,8	27,7	23,0	8,5	59,2
	V Ha m ³	181,1	62,3	16,3	259,7	178,9	55,5	7,7	23,0	12,2	277,2	175,5	139,4	47,8	362,8
	Im m ²				9,6						10,3				13,4
	H dom m				14,5						13,9				13,4
	H/D	54,9	61,7	67,9	58,4	56,6	62,1	70,0	77,3	56,9	61,0	53,7	62,2	68,9	60,8
età		pino nero				pino nero			abete	altre	TOT	pino nero			TOT
		D	CD	d	TOT	D	CD	d				D	CD	d	
31	N ha	611	322	100	1033	600	200	160	120	40	1120	570	580	510	1660
	G ha m ²	32,8	12,2	3,0	47,9	31,0	8,2	5,0	4,4	2,3	50,9	32,1	21,4	13,0	66,4
	V Ha m ³	242,0	85,7	20,1	347,7	229,2	60,5	35,1	31,7	18,4	374,9	234,1	152,7	84,6	471,5
	Im m ²				11,2						12,1				15,2
	H dom m				16,9						16,3				15,5
	H/D	59,1	66,8	72,7	62,8	61,0	67,7	72,9	73,8	64,1	65,4	58,1	69,2	74,3	67,0
età		pino nero				pino nero			abete	altre	TOT	pino nero			TOT
		D	CD	d	TOT	D	CD	d				D	CD	d	
35	N ha	567	344	111	1022	530	220	210	120	40	1120	540	590	420	1550
	G ha m ²	33,9	15,3	3,8	53,0	31,2	10,3	7,5	5,4	2,6	57,0	34,0	24,2	11,3	69,4
	V Ha m ³	260,9	112,1	26,6	399,7	243,4	80,1	54,2	42,5	20,6	440,7	263,2	179,5	77,7	520,4
	Im m ²				11,4						12,6				14,9
	H dom m				17,4						17,1				16,2
	H/D	58,6	64,8	71,0	62,0	60,5	66,2	71,0	72,4	58,8	64,8	58,6	68,4	76,8	67,3

è riportata in Tabella 2. L'andamento dei valori di copertura e ricoprimento per le tre tesi di trattamento è sintetizzata dai grafici di Figura 3.

I parametri dendrometrici di sintesi del popolamento (area basimetrica e volume) rilevati nei due inventari successivi all'intervento mostrano un tasso incrementale superiore al modello alsometrico (BERNETTI *et al. op. cit.*). Non c'è per questi parametri una significativa differenza tra le tesi di trattamento nel periodo di osservazione. L'andamento dei parametri diametro medio e altezza media per tesi è sintetizzato nelle Figure 4 e 5. Anche la dinamica incrementale di questi parametri non si dimostra ancora sensibilmente influenzata dall'intensità dell'intervento nei successivi otto anni.

L'intensità di diradamento ha influenzato invece direttamente lo sviluppo delle chiome (Figura 6, Figura 7). La superficie media delle chiome del pino ha avuto un ritmo incrementale molto più sostenuto nella Tesi A, dove è più che raddoppiata, rispetto alle altre due tesi. Il fenomeno è ben visibile anche a livello di popolamento, in base all'analisi comparata dell'andamento della copertura e del ricoprimento dopo l'intervento (Figura 3). Le chiome nella tesi diradata

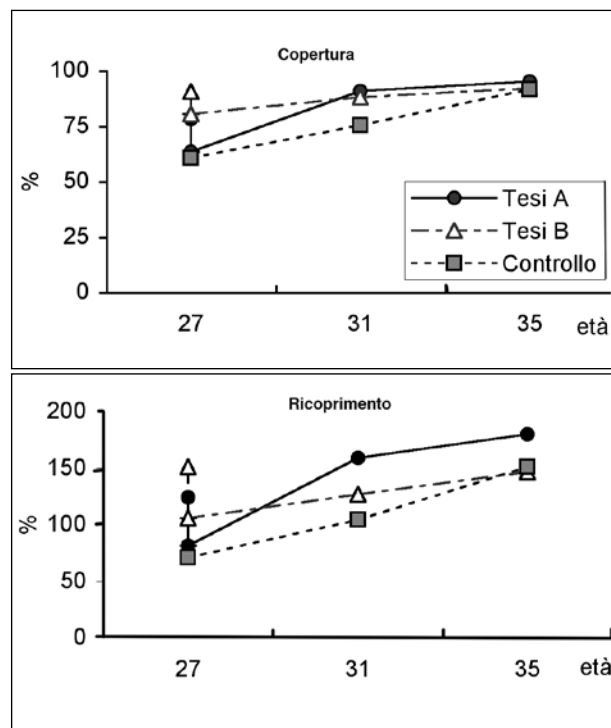


Figura 3 - Andamento del grado di copertura e ricoprimento per tesi di trattamento.
Trend of canopy cover and crown overlapping for each thesis.

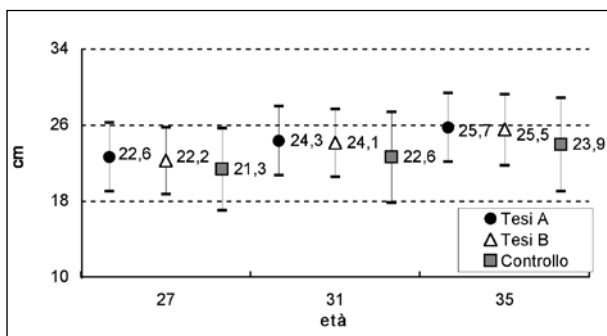


Figura 4 - Diametro medio per tesi di trattamento ai tre inventari.
Average diameter for each thesis (1998, 2002, 2006).

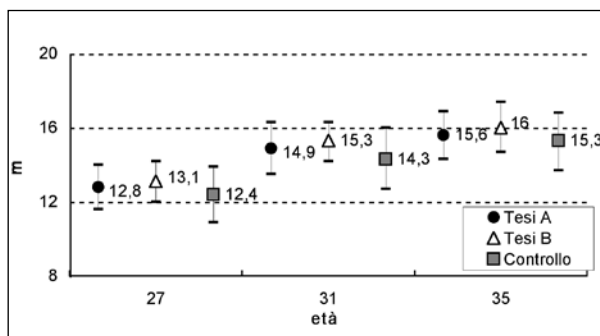


Figura 5 - Altezza media per tesi di trattamento ai tre inventari.
Average height for each thesis (1998, 2002, 2006).

più intensamente hanno recuperato prontamente la superficie di insidenza già nel primo quadriennio dopo l'intervento, mantenendo un elevato ritmo di crescita anche nel periodo successivo. Da una percentuale del 63% in 8 stagioni vegetative si è passati alla quasi totale chiusura della copertura (circa il 95%). Al 2006 anche nelle altre tesi di trattamento le chiome hanno coperto integralmente il terreno. La reazione delle chiome al diradamento è dimostrata anche dall'andamento del parametro *ricoprimento* che, per la tesi A, a 8 anni dall'intervento, ha superato di gran lunga il valore del popolamento prima dell'intervento.

Per valutare l'influenza del diradamento sulla stabilità meccanica del popolamento gli indicatori considerati sono stati il rapporto ipsodiametrico H/D (Tabella 2) e il rapporto tra diametro della chioma e diametro del fusto D_c/d (Figura 8). Il rapporto ipsodiametrico della pineta prima dell'intervento era sostanzialmente buono (poco oltre 60 per la pianta media). Questo valore, associato alla corrispettiva profondità della chioma (42%) è inferiore alla soglia di rischio calcolata per i popolamenti di conifere (LA MARCA 1983, NOTARANGELO 1998). I migliori valori di H/D si avevano soprattutto nelle classi sociali dominante e codominante. Il diradamento ha comunque inciso positivamente sulla stabilità meccanica in modo direttamente proporzionale all'intensità dell'intervento. Dopo otto anni l'influenza positiva sulla stabilità è ancora evidente nel piano dominante soprattutto nella tesi diradamento *forte*. In tutte e tre le tesi, invece, la componente dominata è al limite della stabilità meccanica (valori di H/D superiori a 70 associati a percentuali di chioma pari a circa il 38%).

Il rapporto tra diametro della chioma e diametro del fusto alle tre età di rilievo è stato comparato col relativo indice estrapolato dal modello alsometrico per i popolamenti soggetti a diradamento celeroincremen-

tale (BERNETTI *et al. op. cit.*). Si suppone che l'indice tabulare si riferisca ad un valore ottimale di stabilità in quanto i campioni utilizzati per la costruzione del modello erano cresciuti in assenza di concorrenza. Immediatamente dopo il diradamento lo scostamento tra i valori misurati e quelli estrapolati dalla tavola era elevato in tutte le tesi. A 35 anni il divario tra valori reali e tabulari generalmente si riduce fino quasi ad annullarsi nel popolamento soggetto al diradamento di forte intensità. È importante che nei prossimi anni il rapporto D_c/d non superi quello tabulare per evitare di superare il punto critico che faccia prevalere l'aspetto destabilizzante dovuto alla grande superficie di intercettazione della chioma del vento o della neve rispetto alla capacità di ancoraggio da parte del fusto (PIUSSI 1986). La previsione è che al periodo di forte crescita dell'apparato fogliare, faccia seguito una fase di sostenuto incremento radiale del fusto soprattutto per la componente dominante del popolamento.

Ai rilievi precedenti il diradamento e nei due inventari successivi, la rinnovazione di pino e di latifoglie è risultata praticamente inesistente in tutte e tre le tesi di trattamento. Gli sporadici semenzali di acero montano e castagno censiti non hanno fatto registrare differenze significative nei valori di indice di rinnovazione (secondo MAGINI 1967) e di densità tra tesi trattate e controllo.

Discussione

I risultati della sperimentazione hanno dimostrato l'utilità del diradamento al di là del suo immediato effetto incrementale. In particolare le conseguenze più rilevanti del diradamento, direttamente proporzionali alla sua intensità, sono state lo stimolo allo sviluppo della chioma e l'aumento del grado di stabilità del popolamento. Nonostante la tardiva età del primo

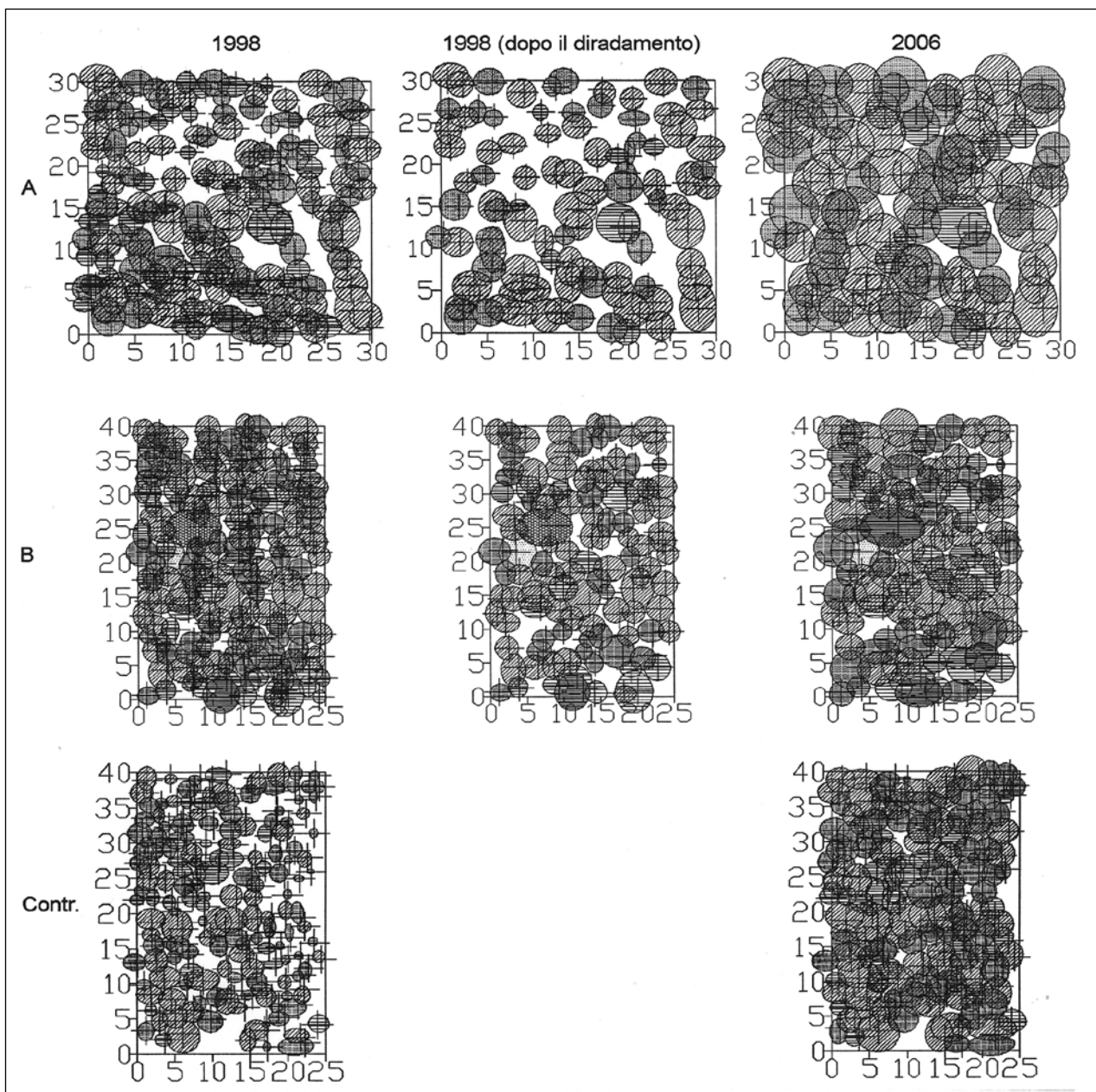


Figura 6 - Struttura orizzontale al 1998 e 2006 per le tre tesi di trattamento.
 Horizontal structure in 1998 and 2006 in the three thesis.

intervento si è registrata una notevole capacità delle chiome a ricostituirsi e a svilupparsi, in accordo con la nota plasticità della specie (CANTIANI *et al. op. cit.*). Tutti gli indicatori di stabilità meccanica individuale e di popolamento sono migliorati in seguito agli interventi in misura proporzionale all'entità degli stessi; negli otto anni successivi all'intervento non è stata registrata mortalità per le tesi diradate.

I diradamenti hanno lo scopo di migliorare l'efficienza complessiva del sistema. Recentemente PIOVANELLI *et al.* (2004), in un analogo protocollo spe-

rimentale in Pratomagno realizzato per la valutazione di diradamenti in popolamenti di pino nero di circa 40 anni comparabili per modalità e intensità a quelli presentati in questo contributo (CANTIANI *op. cit.*), ha dimostrato l'effetto positivo del diradamento sulle caratteristiche chimiche e microbiologiche del suolo, con incremento della massa microbica e della sua attività respiratoria.

In accordo con BIANCHI *et al. (op. cit.)*, la sperimentazione ha evidenziato che per pinete di buona fertilità in assenza di sfollo precedente sarebbero auspicabili

interventi di entità superiore a quella attualmente imposta dall'attuale legislazione regionale toscana (40% del numero delle piante). Nella prova sperimentale il diradamento di maggiore intensità (tesi A) è quello che ha maggiormente inciso sui parametri di funzionalità del popolamento. In effetti questo limite, basato esclusivamente sul numero di alberi ammessi al taglio piuttosto che sulla loro qualità, è quello che, nelle pinete di buona fertilità, distingue l'intervento prettamente "dal basso" da quello di tipo misto, per il quale sono necessarie valutazioni di tipo colturale. Il pino d'altronde, per la sua spiccata eliofilia, si avvantaggia da interventi mirati all'ottimizzazione della luce per le chiome e quindi da interventi che incidano anche nel piano superiore del profilo verticale del popolamento. La martellata per questa modalità di diradamento necessita di una buona professionalità tecnica e quindi, in ultima analisi, comporta un aumento dei costi indiretti dell'intervento. D'altro canto l'intensità *forte* del primo diradamento in popolamenti di buona fertilità può permettere di allungare il periodo tra il primo e il secondo intervento intercalare. Mentre la tesi diradamento *moderato* pare avere esaurito l'effetto incrementale in un periodo inferiore al decennio, il popolamento trattato con diradamento *forte* ha impiegato lo stesso periodo a formare un vigoroso apparato fogliare e si prevede che impiegherà le prossime stagioni vegetative a riequilibrare adeguatamente l'area basimetrica.

Il diradamento, pur costituendo un costo gestionale, indipendentemente dall'intervento di rinnovazione previsto, rappresenta un investimento imprescindibile per la costituzione di una struttura pronta alla successione verso formazioni a maggior grado di equilibrio ecologico, in altre parole verso il processo comunemente conosciuto come "rinaturalizzazione".

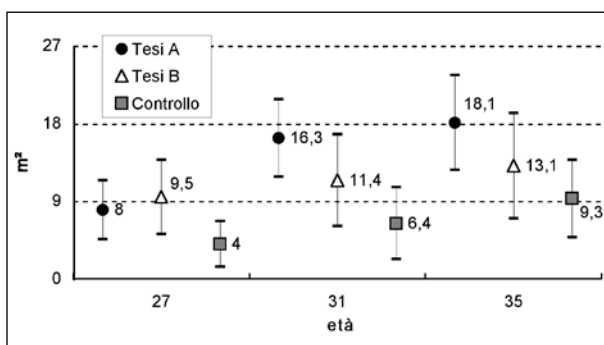


Figura 7 - Superficie media della chioma per tesi di trattamento ai tre inventari.
Average crown area for each thesis (1998, 2002, 2006)

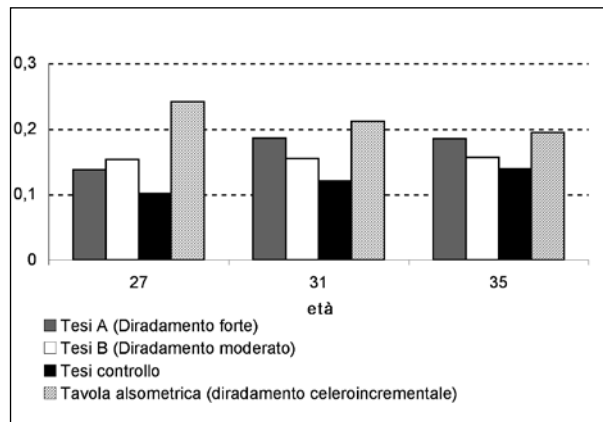


Figura 8 - Rapporto tra diametro medio della chioma e diametro medio per tesi di trattamento ai 3 inventari. Confronto col modello alsometrico.
Ratio between average crown diameter and average stem diameter per thesis. Comparison with the alsometric model.

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare il dott. Stefano Samaden della Comunità Montana Pratomagno che ha reso possibile l'intervento sperimentale. Si ringraziano Elisa Castellucci, Andrea Ciofini, Isabella De Meo, Valentina Giulietti, Luigi Mencacci per il loro essenziale contributo in fase di rilievi.

Bibliografia

- AMORINI E., 1983 - *Prove di diradamento nella pineta di pino nero di Monte della Modena sull'Appennino Toscano*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 14: 101-148.
- ANGERILLI A., 1970 - *Comune di Loro Ciuffenna. Rimboschimenti eseguiti nei terreni dell'A.S.F.D. dall'Ispettorato Dipartimentale delle Foreste di Arezzo*. Relazione inedita.
- BERNETTI G., CANTIANI M., HELLRIGL B., 1969 - *Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 10-40.
- BERNETTI G., 1986 - *I piani di diradamento nell'ambito dell'assetamento forestale*. Monti e Boschi, 6: 23-32.
- BERNETTI G., 1998 - *Problemi e prospettive della selvicoltura nell'Appennino Centro Settentrionale*. In: Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Volume II: 79-112.
- BIANCHI L., PACI M., 2002 - *Tipologia delle pinete di pino nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, 51: 73-120.
- BIANCHI L., MALTONI A., MARIOTTI B., PACI M., 2005 - *La selvicoltura delle pinete della Toscana. Il pino nero e il pino laricio*. ARSIA. Firenze, 173 pp.
- CANTIANI P., 2000 - *Indicazioni gestionali in rimboschimenti di pino nero dell'Appennino Centro-settentrionale*. In: Atti del II Congresso SISEF, Bologna: 125-130.

- CANTIANI P., IORIO G., PELLERI F., 2005 - *Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia)*. Forest@, 2 (2): 207-216. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- CIANCIO O., 1986 - *Diradamenti: criteri generali, problemi e tecniche*. Monti e Boschi, 6: 19-22.
- LA MARCA O., 1983 - *Il problema degli schianti nei boschi. Ricerche sperimentali su alcuni popolamenti di conifere*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, 32: 69-114.
- MAGINI E., 1967 - *Ricerche sui fattori della rinnovazione dell'abete bianco sull'Appennino*. Italia Forestale e Montana, XXII (3): 126-147.
- MERCURIO R., 2003 - *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti: tra aspettative e realtà scientifica*. In: Atti del III Congresso SISEF Meridiani Foreste, Potenza: 19 - 25.
- MONDINO G.P., BERNETTI G., 1998 - *I tipi forestali*. In *Boschi e Macchie di Toscana*. Regione Toscana, Giunta Regionale, 358 pp.
- NOTARANGELO G., 1998 - *Possibilità per l'arboricoltura da legno in impianti artificiali derivanti da rimboschimento. Il caso delle pinete di pino nero (Pinus nigra Arn.) del Casentino (Arezzo)*. (Tesi di dottorato). Università degli studi di Firenze, Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale.
- PIOVANELLI C., GAMBA C., BATISTONI E., 2004 - *Valutazione della stabilità e funzionalità degli ecosistemi tellurici in rimboschimenti di Pinus Nigra tramite indicatori biologici del suolo*. Ri.Selv.Italia. Milano 16 settembre 2004. (poster).
- PIUSSI P., 1986 - *Diradamenti e stabilità dei soprassuoli*. Monti e Boschi, 4: 9-13.
- REGIONE TOSCANA, 2003 - *Regolamento Forestale della Toscana*. 8 agosto 2003 n° 48/R.