

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

RIVISTA DI POLITICA ECONOMIA E TECNICA

ANNO LVI - NUMERO 2 - MARZO-APRILE 2001

RAFFAELE CAVALLI (*) - FRANCESCO PERNIGOTTO CEGO (**)
FRANCO PIEGAI (***)

RELAZIONE TRA CARATTERI MORFOLOGICI DELL'ABETE ROSSO (*PICEA ABIES*, KARST.) E IL TEMPO DI SRAMATURA IN ALCUNE AREE DEL TRENINO ORIENTALE

FDC 323.2 : 164.4 : 174.7 *Picea abies* : (450.32)

Nel lavoro vengono riportati i risultati di una sperimentazione condotta nelle Foreste Demaniali di Cavalese e Primiero concernente la ricerca di una relazione tra i caratteri morfologici dell'abete rosso e il tempo di sramatura. Scopo della sperimentazione era l'individuazione di uno o più parametri con cui classificare le piante sulla base della loro ramosità e di conseguenza del tempo richiesto per la sramatura. I dati elaborati hanno permesso di definire due parametri utili allo scopo: il diametro della pianta a 1,3 m e l'altezza relativa, ossia il rapporto tra l'altezza della pianta e l'altezza media di tutte le piante utilizzate nel cantiere di lavoro. L'individuazione di una correlazione tra tali elementi e il tempo di sramatura può permettere di condurre delle analisi preliminari in ambienti simili a quelli oggetto dello studio. Tale analisi può essere finalizzata al calcolo di incentivi economici da considerare nella forma di retribuzione delle maestranze addette alle operazioni di abbattimento e allestimento.

(*) Professore straordinario di Meccanizzazione forestale, Dip. Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi, Padova.

(**) Dottore in Scienze forestali e ambientali.

(***) Professore associato di Utilizzazioni forestali, Dip. di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi, Firenze.

Il Dott. Francesco Cego Pernigotto ha effettuato le rilevazioni in bosco e ha collaborato, assieme ai Proff. Raffaele Cavalli e Franco Piegai, alla stesura del testo. Il Prof. Raffaele Cavalli ha effettuato l'elaborazione dei dati e, assieme al Prof. Franco Piegai, ha curato l'impostazione del lavoro.

1. INTRODUZIONE

Già da alcuni anni si stanno sperimentando nuove forme di retribuzione degli operai impiegati nelle utilizzazioni forestali, stabilendo un salario fisso uguale per tutti e degli incentivi calcolati in base alla produttività del singolo operaio o di squadre di operai.

Nella valutazione degli incentivi si tiene conto di alcuni elementi che possono costituire un correttivo da applicare all'incentivo stesso; tali elementi sono: i tempi di spostamento, la pendenza e l'accidentalità del terreno, le dimensioni e la ramosità delle piante, la presenza di neve, la presenza nel legname di guasti, l'uso di attrezzature particolari, ecc., che incidono in senso positivo. Possono invece incidere in senso negativo sull'incentivo altri elementi, come: danni alla rinnovazione naturale, danni alle attrezzature e al legname, mancato uso dei mezzi di protezione individuali, mancato rispetto delle norme di sicurezza, ecc.

Tra i diversi fattori che influiscono sulla produttività del lavoro, sicuramente la ramosità delle piante è un elemento fondamentale. Come dimostrato da PIEGAI (1990), da ZONI (1997) e da MARCOLINI (1998), il tempo di sramatura è il fattore che più incide sui tempi netti di abbattimento e allestimento e quindi sull'economia del lavoro. Mancano invece informazioni circa la relazione che intercorre tra il tipo di ramosità, inteso, per esempio, come numero di rami che costituiscono la chioma oppure come lunghezza della chioma, e i tempi necessari per la sramatura. Si tratta evidentemente di informazioni importanti per poter classificare l'aspetto morfologico dipendente dalla ramosità e correlarlo alla produttività del lavoro.

Sulla base di queste considerazioni è stato condotto uno studio, svolto in collaborazione con l'Amministrazione Forestale della Provincia Autonoma di Trento, che ha avuto la finalità di verificare l'esistenza di una relazione fra le peculiarità morfologiche delle piante da utilizzare e il tempo di sramatura, sulla base della quale definire, successivamente, uno o più parametri che potessero permettere di suddividere le piante in base alla ramosità e quindi stabilire degli indici per calcolare gli incentivi previsti dalla forma di retribuzione degli operatori.

2. MATERIALI E METODI

Allo scopo di ridurre al minimo ogni fonte di variabilità si è scelto di operare sempre in zone con pendenza nulla o molto limitata, soltanto su piante di abete rosso e impiegando sempre lo stesso operatore, il quale ha utilizzato sempre la stessa attrezzatura.

2.1 - Localizzazione dei rilievi

La sperimentazione è stata condotta nelle Foreste Demaniali di Cavalese e Primiero, gestite dall'Ufficio Amministrazione Foreste Demaniali di Cavalese e Primiero, al quale fanno capo le Stazioni Forestali di Cadino, San Martino di Castrozza, Paneveggio, Caoria.

Le aree interessate dai rilievi sono quattro: due nella Foresta di Paneveggio, una nella Foresta di Cadino e una nella Foresta di San Martino di Castrozza.

2.2 - Rilevazione dei tempi di lavoro

I tempi di lavoro sono stati rilevati con il metodo proposto da BERTI *et al.* (1989). In particolare si è fatto ricorso al rilievo al secondo livello, in quanto l'attenzione era concentrata maggiormente sulla fase di sramatura, la cui durata influenza in modo significativo i tempi netti e la produttività nelle operazioni di abbattimento e allestimento. I rilievi effettuati hanno quindi richiesto la massima attenzione da parte del rilevatore per non interferire nell'attività dell'operaio e per non influenzarne il rendimento.

Per quanto riguarda il metodo di raccolta dei tempi, data la finalità della sperimentazione, si è adottato il rilievo separato dei tempi delle fasi di lavoro, in quanto non interessava la successione cronologica delle diverse fasi.

I tempi rilevati sono stati riportati in una scheda, ripartiti secondo le singole fasi di lavoro. La scheda contiene anche le informazioni sulle caratteristiche delle piante utilizzate. Si sono reperite informazioni sulla motosega utilizzata dall'operaio, consultando il libretto d'uso e manutenzione fornito dalla casa costruttrice e sono stati esaminati i Piani di Assestamento di ogni stazione per reperire notizie sulle caratteristiche specifiche dei luoghi. Infine sono state rilevate le quantità e le caratteristiche del legname utilizzato. Quest'ultima operazione è stata eseguita contemporaneamente al rilievo dei tempi di lavoro, cercando sempre di non disturbare l'attività e il ritmo dell'operaio. A tal proposito si sono misurati il diametro a 1,3 m di ogni pianta, il diametro mediano e la lunghezza di ogni toppo (sano o guasto), la lunghezza del cimale, il numero di rami verdi e secchi, la distanza dell'inserzione della chioma verde e secca dal piede della pianta.

2.3 - Organizzazione del lavoro

Le operazioni di abbattimento e allestimento delle singole piante sono state eseguite da un solo operaio. La scelta di operare con un solo operaio è

giustificata dal fatto che il rilievo dei tempi di lavoro risulta così più facile e più realistico. Inoltre, per eliminare ogni fonte di variabilità, per poter confrontare i dati e analizzare in modo più corretto il fenomeno oggetto di studio, si è fatto in modo che i tempi di lavoro rilevati fossero riferiti sempre allo stesso operaio, il quale, quindi, nel corso del mese e mezzo di lavoro effettuato, si è spostato da un cantiere all'altro.

Attrezzature di lavoro

Per l'esecuzione delle operazioni di abbattimento e allestimento, l'operaio era equipaggiato con una motosega di tipo professionale (cilindrata di 70,7 cm³, capacità serbatoio carburante di 0,8 litri, capacità serbatoio olio di lubrificazione della catena di 0,33 litri) e delle relative attrezzature complementari.

L'operaio era dotato dei dispositivi di protezione individuale (DPI), secondo quanto disposto dal Decreto Legislativo 626/94 e regolamenti successivi: scarponi rinforzati e con suola antisdrucciolo, pantaloni con protezione antitaglio, casco con visiera e cuffie antirumore, guanti da lavoro.

Procedure di lavoro

L'operaio, dopo aver scelto la pianta da abbattere, si preparava all'abbattimento indossando i guanti e sistemando le cuffie antirumore e la visiera. Ripuliva poi la zona attorno alla pianta per poter operare senza ostacoli. A questo punto sceglieva la zona ove far cadere la pianta. Tale scelta era condizionata da diversi fattori: la morfologia del terreno, l'eventuale presenza di rinnovazione, le caratteristiche della pianta, la zona ove doveva essere concentrato il legname, la necessità che, dopo la caduta, l'albero risultasse nella posizione più comoda possibile in considerazione del fatto che l'operaio era poi costretto a lavorare da solo.

L'operaio passava poi all'effettuazione della tacca di direzione. Eseguiva il taglio di abbattimento, che veniva interrotto a metà per introdurre i cunei. Completato il taglio, se la pianta non cadeva spontaneamente, batteva ulteriormente i cunei con il dorso dell'accetta per indurre così la caduta.

Dopo aver regolarizzato la ceppaia, la base del tronco e, in taluni casi, effettuato la corona all'estremità del toppe di base, iniziava l'operazione di allestimento a partire dal calcio della pianta fino al cimale. L'operazione di allestimento era caratterizzata dalle fasi di sramatura, sezionatura e rotazione dei pezzi; non era effettuata la scortecciatura.

La sramatura veniva effettuata in primo luogo sulla parte dorsale e laterale del tronco, fino al punto in cui effettuava il primo taglio di sezionatura. L'operatore continuava così, pezzo dopo pezzo, fino al cimale; a que-

sto punto tornava indietro e, dopo aver ruotato i singoli pezzi con la leva giratronchi o per mezzo di un moncone di ramo lasciato di proposito, completava la sramatura anche sulla parte ventrale, effettuando le corone soltanto all'estremità dei topi di più grandi dimensioni.

Alla fine di ogni pianta l'operaio interrompeva il lavoro con una sosta della durata di una decina di minuti circa.

I singoli assortimenti avevano in genere lunghezza di 4 m, più 20 cm di soprammisura. Nel caso di pezzi danneggiati o curvati, l'operaio decideva di ricavare assortimenti di 2 m, più la soprammisura.

In caso di presenza di marciume, continuava a sezionare il tronco a brevi intervalli fino a che trovava legno sano e da qui iniziava le operazioni di sramatura, misurazione e sezionatura.

2.4 - Rilevazione dei tempi

L'unità minima del rilievo è stata la giornata lavorativa, pari a otto ore (48000 min/100). Talvolta le giornate risultano incomplete a causa del maltempo. Anche quando le giornate sono considerate complete poteva accadere che ci fossero alcuni minuti in eccedenza o in difetto per il fatto che l'operaio cercava di portare a termine, in ogni caso, il lavoro specifico della fase che stava compiendo oppure non iniziava una nuova fase se mancava poco al termine della giornata.

La giornata lavorativa cominciava e finiva ad ore diverse nei vari cantieri. A Paneveggio cominciava alle 7:30 e finiva alle 16:30; in Cadino si lavorava dalle 8:00 alle 17:00, mentre a San Martino si cominciava alle 7:00 per finire alle 16:00. In tutti i cantieri la pausa per il pranzo andava dalle 12:00 alle 13:00.

I tempi di lavoro rilevati sono stati:

- a. tempo di preparazione: tempo impiegato dall'operaio per prepararsi all'abbattimento della pianta (sistemazione dei DPI, accensione della motosega), studio della direzione di caduta e liberazione della zona di lavoro da eventuali ostacoli;
- b. tempo di passaggio: tempo dedicato allo spostamento dell'operaio dalla pianta appena abbattuta e allestita alla successiva;
- c. tempo di esecuzione della tacca: tempo dedicato all'esecuzione della tacca di direzione;
- d. tempo di abbattimento: tempo necessario per l'esecuzione del taglio di abbattimento;
- e. tempo di inserimento dei cunei: tempo dedicato all'introduzione e alla battitura dei cunei di abbattimento;

- f. tempo di regolarizzazione: tempo dedicato alla finitura della base del tronco, dopo la caduta;
- g. tempo di finitura della ceppaia: tempo necessario per la regolarizzazione della ceppaia, dopo l'abbattimento;
- h. tempo di esecuzione della corona: tempo necessario per l'esecuzione della corona alle estremità degli assortimenti di notevoli dimensioni;
- i. tempo di sramatura: tempo dedicato all'asportazione dei rami ed al taglio del cimale. Nel tempo di sramatura è compreso anche il tempo necessario per la rotazione dei pezzi;
- j. tempo di sezionatura: tempo richiesto per la sezionatura delle piante in assortimenti di determinate lunghezze;
- k. tempi morti: tempo durante il quale l'operaio non è impegnato nello svolgimento delle fasi di lavoro.

Prima dell'inizio dell'operazione di abbattimento veniva misurato il diametro della pianta a 1,3 m. Durante il rilievo dei tempi delle varie fasi di lavoro il rilevatore contava il numero di rami secchi e verdi che venivano sramati e segnava con la vernice a spruzzo il punto di inserzione della chioma secca e di quella verde.

Durante il riposo dell'operaio, effettuato al termine di ogni allestimento, venivano misurati, per mezzo della cordella metrica autoavvolgente e del cavalletto dendrometrico, la distanza dell'inserzione della chioma secca e di quella verde dal piede della pianta, il diametro mediano e la lunghezza di ogni toppo, la lunghezza del cimale.

2.5 - Elaborazione dei dati

I dati raccolti, in seguito ad opportune elaborazioni, hanno permesso di ricavare elementi importanti per le successive analisi. Le informazioni relative alle caratteristiche dimensionali e morfologiche delle piante abbattute e allestite hanno permesso di calcolare, per ogni pianta:

- a. il numero totale di rami verdi: sommatoria di tutti i rami verdi sramati;
- b. il numero totale di rami secchi: sommatoria di tutti i rami secchi sramati;
- c. il numero totale di rami: sommatoria di tutti i rami verdi e secchi sramati;
- d. l'altezza totale: sommatoria della lunghezza di tutti gli assortimenti ottenuti (con soprammisure) e della lunghezza del cimale;
- e. la lunghezza della chioma verde: differenza tra l'altezza totale e la distanza dell'inserzione della chioma verde dal calcio della pianta;
- f. l'altezza relativa (SAMSET, 1950): rapporto tra l'altezza totale e l'altezza media di tutte le piante utilizzate nei diversi cantieri;

- g. la lunghezza commerciale: sommatoria della lunghezza degli assortimenti ottenuti, senza soprammisure;
- h. il volume commerciale sopra corteccia: sommatoria dei volumi, calcolati sopra corteccia, di ogni toppe.

I dati relativi ai tempi di lavoro rilevati hanno permesso di ricavare il tempo netto, morto e lordo totale di ogni singola pianta utilizzata.

Il tempo netto (TN) è dato dalla somma di tutti i tempi netti delle fasi di lavoro succedutesi nella lavorazione di ogni albero (tempo di preparazione, passaggio, esecuzione della tacca, abbattimento, inserimento dei cunei, regolarizzazione, finitura della ceppaia, esecuzione della corona, sramatura, sezionatura).

Il tempo morto (TM) è dato dalla somma di tutti i tempi morti che si sono verificati: riposo dell'operaio durante e al termine dell'allestimento, colazione, affilatura della catena tagliente, rifornimenti, manutenzione della motosega, interruzione del lavoro a causa del maltempo, preparazione dell'attrezzatura e dell'operaio alla mattina e alla sera, ecc. Per ripartire in modo uniforme su tutte le piante utilizzate i tempi morti, si è calcolato, per ogni cantiere, il rapporto tra il tempo morto totale e il tempo netto totale; moltiplicando tale valore per il tempo netto di ogni pianta si ottiene il tempo morto attribuibile a quell'albero. Per non ripartire in modo sproporzionato i tempi morti su ogni pianta, visto che in certe zone il luogo di lavoro era rapidamente raggiungibile e in altre richiedeva tempi molto lunghi (anche 25 minuti), si è deciso di non considerare in questa rielaborazione il tempo necessario per raggiungere le particelle interessate.

La sommatoria dei tempi netti e dei tempi morti permette di ricavare il tempo lordo (TL) relativo ad ogni pianta.

Data la finalità di questo lavoro si è calcolata anche, pianta per pianta, l'incidenza percentuale del tempo di sramatura sul tempo netto.

Successivamente si sono ricavati i dati riepilogativi totali di ogni cantiere:

- a. diametro medio delle piante;
- b. volume commerciale totale (misurato sopra corteccia): sommatoria dei volumi commerciali, sopra corteccia, di tutte le piante utilizzate;
- c. tempo netto totale: sommatoria dei tempi netti rilevati di tutte le piante utilizzate;
- d. tempo morto totale: sommatoria dei tempi morti, egualmente ripartiti, di tutte le piante utilizzate;
- e. tempo lordo totale: sommatoria dei tempi lordi di tutte le piante utilizzate;
- f. produttività netta totale: rapporto tra il volume commerciale totale e il tempo netto totale, espressa in m^3/h ;
- g. produttività lorda totale: rapporto tra il volume commerciale totale e il tempo lordo totale, espressa in m^3/h .

Successivamente all'elaborazione dei dati, si sono costruiti dei grafici per evidenziare le relazioni tra i diversi parametri. A livello di singolo cantiere si è analizzata la relazione tra:

- a. diametro a 1,3 m e volume commerciale;
- b. diametro a 1,3 m e tempo netto e lordo.

Infine, per verificare l'esistenza di una relazione fra le caratteristiche morfologiche dell'abete rosso e il tempo di sramatura, si è analizzata la relazione fra diversi parametri a livello generale, senza differenziare le zone di lavoro. Le relazioni considerate sono state:

- a. diametro a 1,3 m e tempo di sramatura;
- b. lunghezza della chioma verde e tempo di sramatura;
- c. diametro a 1,3 m e lunghezza della chioma verde;
- d. altezza relativa e tempo di sramatura;
- e. diametro a 1,3 m e altezza relativa.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

La Tabella 1 evidenzia i dati medi relativi alle più importanti caratteristiche morfologiche e dimensionali delle piante utilizzate, cantiere per cantiere.

Per il calcolo dei valori dell'altezza relativa è stato necessario ricavare il valore dell'altezza media di tutte le piante utilizzate. Il valore di altezza media è risultato pari a 26,1 m.

Tabella 1 - Caratteristiche medie delle piante utilizzate nelle aree ambito della sperimentazione.

Località	ϕ (cm)	Vc (m ³)	Lc (m)	ICV (m)	NRV (n)	NRT (n)	LCV (m)	Ht (m)	Hm (m)	Hr
Paneveggio 1	52,8	2,449	21,48	4,67	141	152	22,25	26,91	26,1	1,03
Paneveggio 2	42,0	1,469	21,32	7,42	116	129	19,18	26,60	26,1	1,02
Val Cadino	46,1	1,764	22,96	9,67	113	162	18,94	28,62	26,1	1,10
San Martino	40,5	1,361	18,10	5,94	123	144	17,23	23,17	26,1	0,89

ϕ = diametro misurato a 1,3 m; Vc = volume commerciale misurato sopra corteccia; Lc = lunghezza commerciale; ICV = punto di inserzione della chioma verde a partire dal calcio della pianta; NRV = numero di rami verdi; NRT = numero totale di rami; LCV = lunghezza totale della chioma verde; Ht = altezza totale della pianta comprensiva di cimale; Hm = altezza media di tutte le piante utilizzate nei diversi cantieri di lavoro; Hr = altezza relativa data dal rapporto tra l'altezza totale della pianta e l'altezza media di tutte le piante utilizzate nei diversi cantieri di lavoro.

Nella Tabella 2 sono indicati i dati riepilogativi totali di ogni area: il diametro medio, il volume commerciale totale, il tempo netto totale, il

tempo morto totale, il tempo lordo totale, la produttività netta totale, la produttività lorda totale.

Si può notare come il volume commerciale totale risulti maggiore (73,462 m³) a Paneveggio, nell'area 1. Qui le piante utilizzate sono state in numero minore (30) alle altre zone, ma le loro dimensioni, come si può vedere dal diametro medio (52,8 cm), erano notevoli. Questa peculiarità spiega anche l'elevato valore dei tempi netti totali (128839 min/100): maggiori sono le dimensioni delle piante, maggiore è il tempo necessario per l'abbattimento e l'allestimento.

Al contrario, a San Martino il volume commerciale totale risulta minore (63,986 m³) rispetto alle altre zone, nonostante l'elevato numero di piante utilizzate (47). Bisogna però ricordare che le piante in questa area avevano diametri medi più ridotti (40,5 cm).

Osservando i tempi netti totali, si può notare che tali valori sono comunque pressoché costanti nelle diverse zone. Ne consegue che i valori di produttività netta totale sono dipendenti prevalentemente dalle dimensioni delle piante. Si notano quindi valori di produttività netta totale maggiori nelle aree di Paneveggio (3,421 m³/h e 3,451 m³/h) e in Val Cadino (3,315 m³/h) rispetto a San Martino (3,061 m³/h).

Tabella 2 - Tempi e produttività totali nelle aree ambito della sperimentazione.

Località	Piante (n)	ϕ (cm)	Vct (m ³)	TNT (min/100)	Inc1 (%)	TMT (min/100)	Inc2 (%)	TLT (min/100)	PNT (m ³ /h)	PLT (m ³ /h)
Paneveggio 1	30	52,8	73,462	128839	44,92	157960	55,08	286799	3,421	1,537
Paneveggio 2	48	42,0	70,500	122561	45,07	149400	54,93	271961	3,451	1,555
Val Cadino	38	46,1	67,043	121355	50,88	117168	49,12	238523	3,315	1,686
San Martino	47	40,5	63,986	125408	43,94	160008	56,06	285416	3,061	1,345

Piante = numero di piante abbattute ed allestite; ϕ = diametro medio misurato a 1,3 m; Vct = volume commerciale totale, misurato sopra corteccia; TNT = tempo netto totale; Inc1 = incidenza percentuale del tempo netto totale sul tempo lordo totale; TMT = tempo morto totale; Inc2 = incidenza percentuale del tempo morto totale sul tempo lordo totale; TLT = tempo lordo totale; PNT = produttività oraria netta totale; PLT = produttività oraria lorda totale

3.1 - Relazioni tra parametri nelle diverse aree

Successivamente all'elaborazione dei dati, si è proceduto ad applicare la procedura statistica della regressione allo scopo di determinare la funzione che meglio si adatta a descrivere i rapporti tra le variabili studiate.

Le Figure 1, 2, 3 e 4 mostrano il rapporto tra il diametro a 1,3 m e il volume commerciale di ogni pianta utilizzata, nelle diverse aree. Si può osservare che in tutte le aree, all'aumentare del diametro, si verifica un corrispondente aumento del volume commerciale. Tale relazione viene descritta con funzioni di tipo polinomiale di secondo grado.

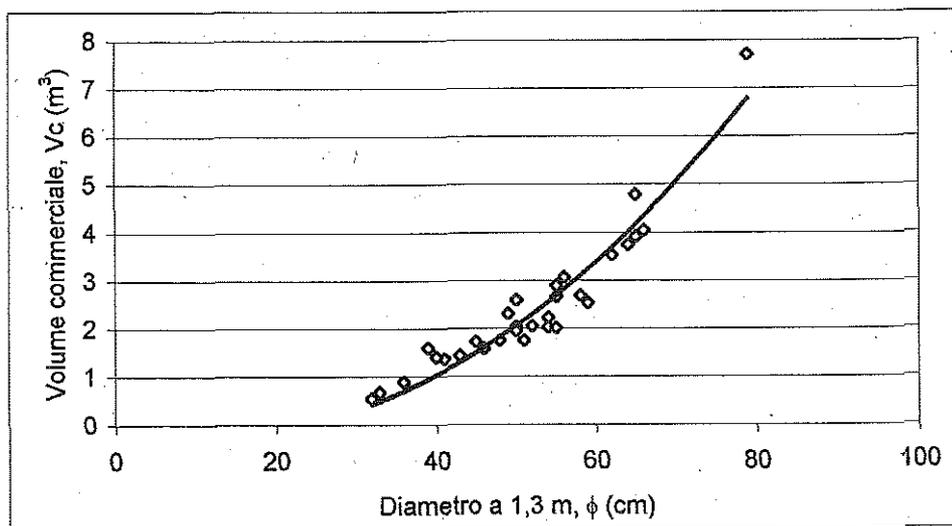


Figura 1 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e volume commerciale nell'area di Paneveggio 1 (equazione di regressione: $V_c = 0,0015 \phi^2 - 0,0361 \phi$; $R^2 = 0,9208$)

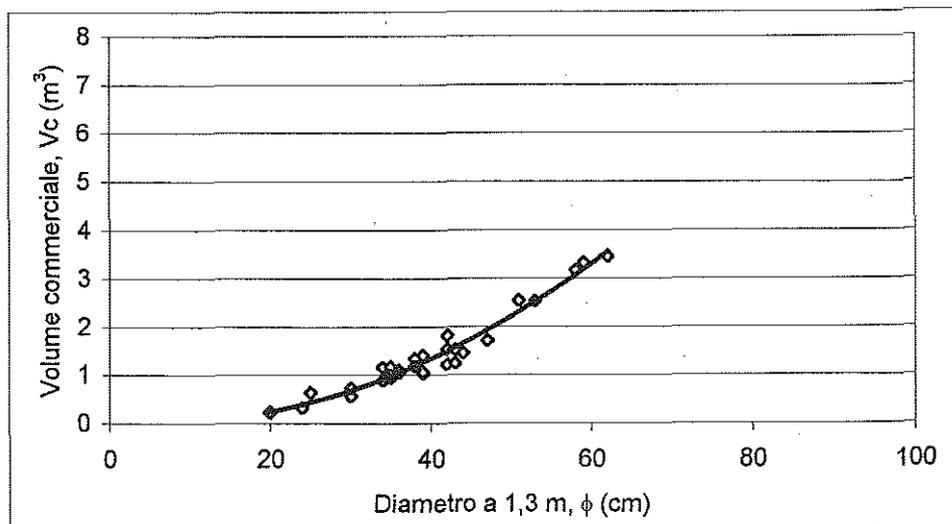


Figura 2 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e volume commerciale nell'area di Paneveggio 2 (equazione di regressione: $V_c = 0,0011 \phi^2 - 0,01 \phi$; $R^2 = 0,9612$)

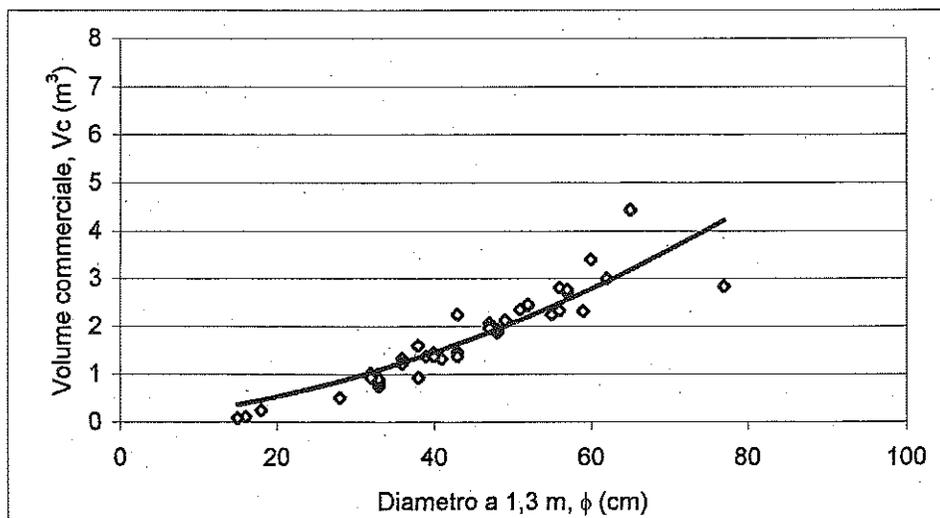


Figura 3 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e volume commerciale nell'area di Val Cadino (equazione di regressione: $V_c = 0,0005 \phi^2 + 0,0166 \phi$; $R^2 = 0,8279$)

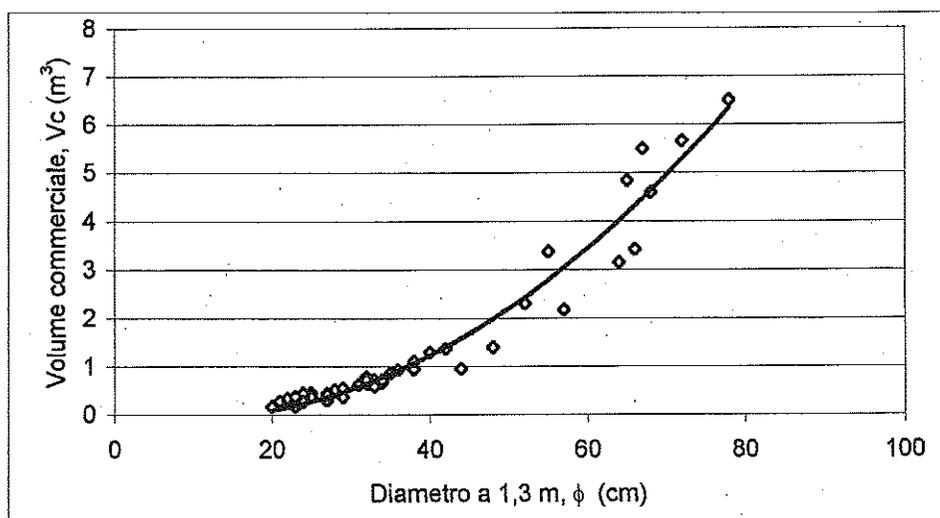


Figura 4 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e volume commerciale nell'area di San Martino (equazione di regressione: $V_c = 0,0013 \phi^2 - 0,0223 \phi$; $R^2 = 0,9552$)

Il rapporto tra il diametro a 1,3 m e i tempi netto e lordo viene evidenziato nelle Figure 5, 6, 7 e 8. Anche in questo caso si nota che all'aumentare del diametro aumentano sia i tempi netti che i tempi lordi, con andamenti descritti da equazioni caratterizzate da elevati valori del coefficiente di determinazione (R^2).

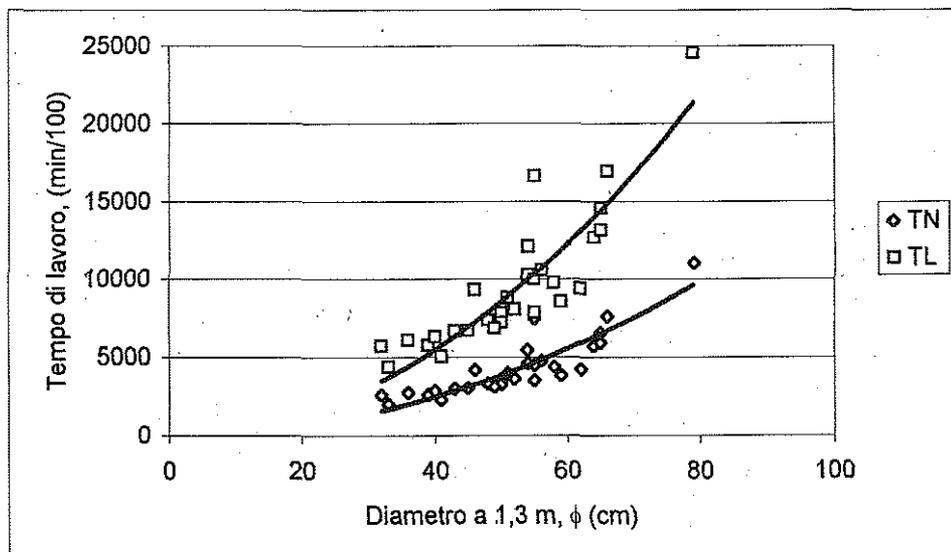


Figura 5 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e tempo di lavoro nell'area di Paneveggio 1 (equazioni di regressione: $TN = 1,5404 \phi^2 - 0,3252 \phi$; $R^2 = 0,7796$; $TL = 3,4289 \phi^2 - 0,7204 \phi$; $R^2 = 0,7795$)

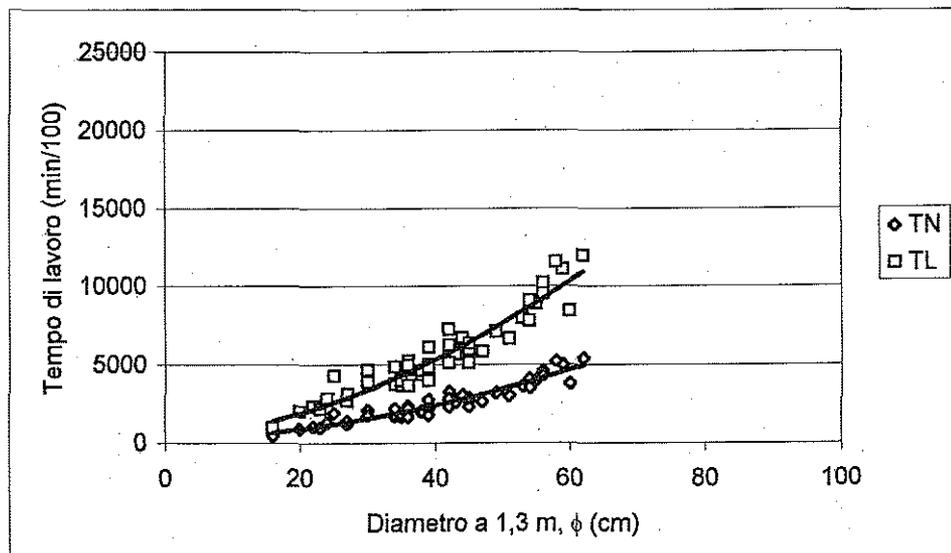


Figura 6 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e tempo di lavoro nell'area di Paneveggio 2 (equazioni di regressione: $TN = 0,8892 \phi^2 + 24,316 \phi$; $R^2 = 0,9014$; $TL = 1,973 \phi^2 - 53,959 \phi$; $R^2 = 0,9014$)

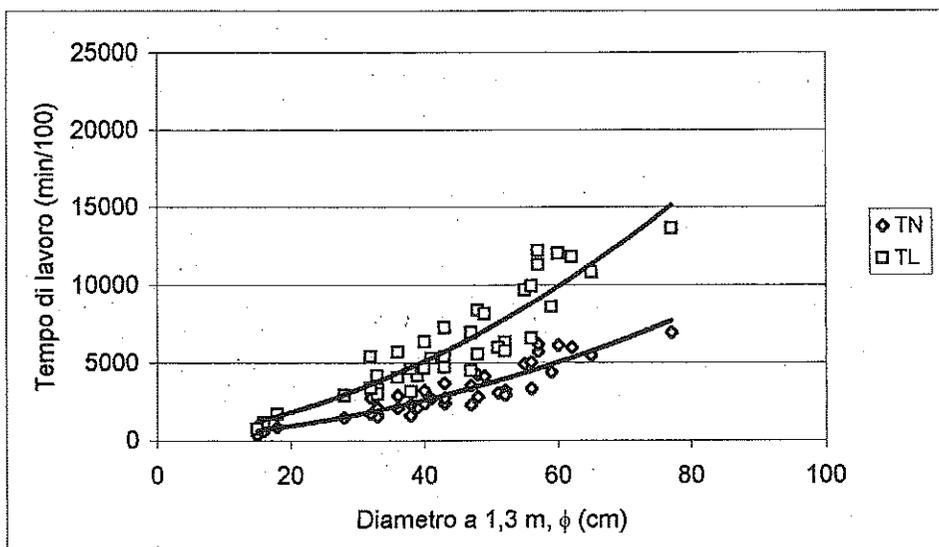


Figura 7 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e tempo di lavoro nell'area di Val Cadino (equazioni di regressione: $TN = 0,9467 \phi^2 + 27,015 \phi$; $R^2 = 0,835$; $TL = 1,861 \phi^2 + 53,09 \phi$; $R^2 = 0,835$)

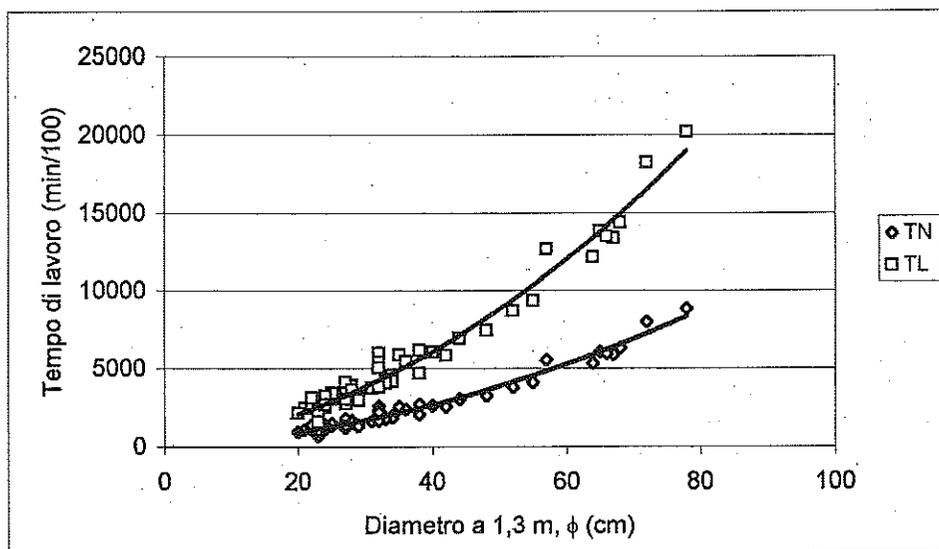


Figura 8 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e tempo di lavoro nell'area di S. Martino (equazioni di regressione: $TN = 1,0538 \phi^2 + 24,79 \phi$; $R^2 = 0,9714$; $TL = 2,3982 \phi^2 + 56,424 \phi$; $R^2 = 0,9714$)

3.2 - Relazione tra i parametri considerati a livello complessivo

Successivamente si è cercato di verificare l'esistenza di una relazione tra le caratteristiche morfologiche dell'abete rosso e il tempo di sramatura. Anche in questo caso si è applicata la procedura statistica della regressione per determinare la funzione in grado di descrivere meglio i rapporti tra le variabili analizzate.

La Figura 9 mostra il rapporto tra il diametro a 1,3 m e il tempo netto di sramatura, che viene descritto da una funzione caratterizzata da un valore del coefficiente di determinazione alto ($R^2 = 0,886$). Si nota quindi che, all'aumentare del diametro, il tempo di sramatura aumenta considerevolmente.

Per cercare di spiegare la relazione evidenziata, si è verificata l'esistenza di una relazione con le altre caratteristiche delle piante che non siano il diametro, più direttamente legate alla sramatura.

Relativamente al rapporto tra la lunghezza della chioma e il tempo di sramatura, si è deciso di considerare solamente la parte verde, in quanto si è ipotizzato che l'incidenza della sramatura della chioma secca incida in maniera impercettibile sui tempi di lavoro (Figura 10).

La funzione ottenuta è caratterizzata da un coefficiente di determinazione non molto elevato ($R^2 = 0,5437$), che risente della variabilità dei dati analizzati. È possibile in ogni caso considerare una certa tendenza che rende evidente come, all'aumentare della lunghezza totale della chioma verde, si verifichi un aumento del tempo di sramatura.

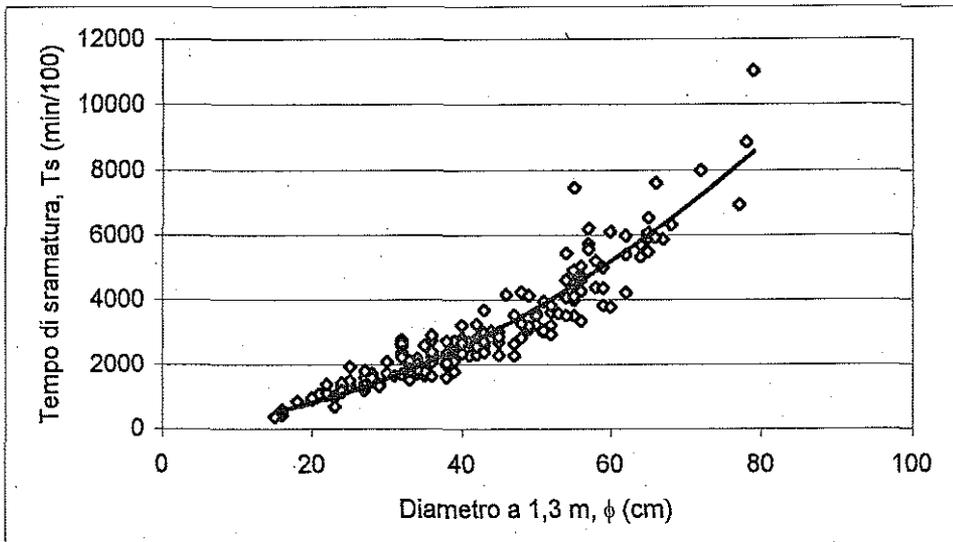


Figura 9 - Rapporto tra diametro a 1,3 m e tempo di sramatura di tutte le piante delle quattro aree (equazione di regressione: $T_s = 1,1547 \phi^2 + 17,26 \phi$; $R^2 = 0,886$)

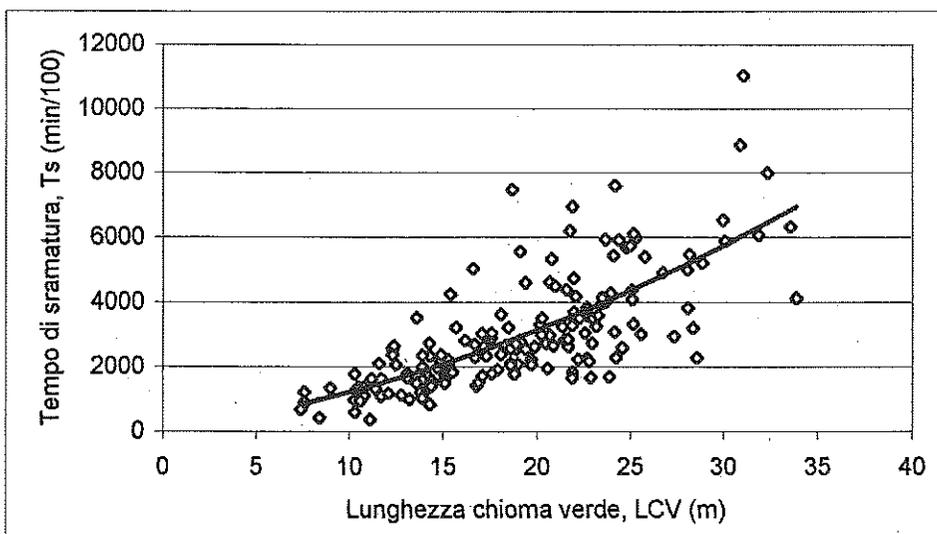


Figura 10 – Rapporto tra lunghezza della chioma verde e tempo di sramatura di tutte le piante delle quattro aree (equazione di regressione: $T_s = 3,4589 LCV^2 + 87,511 LCV$; $R^2 = 0,5437$)

La Figura 11 mostra la relazione tra il diametro a 1,3 m e la lunghezza della chioma verde. La funzione ottenuta è caratterizzata da un coefficiente di determinazione non elevato ($R^2 = 0,6525$), ma comunque capace di evidenziare il grado di correlazione fra le due variabili. Si nota infatti che, all'aumentare del diametro, aumenta la lunghezza della chioma verde, ma tale aumento tende a ridursi per diametri elevati.

Un andamento similare a quello fornito dalla funzione elaborata è stato ottenuto anche da HAKKILA *et al.* (1972), i quali analizzarono, nelle foreste finlandesi, le caratteristiche morfologiche di 1864 piante di abete rosso di diametro compreso tra 5 e 35 cm. Furono evidenziati due elementi:

a. all'aumentare del diametro aumentava l'altezza totale della pianta, ma con incrementi via via decrescenti;

b. con l'aumentare del diametro, il limite inferiore della chioma verde (e secca) tendeva a diventare costante. Questo elemento fu confermato successivamente anche da ARLAUSKAS e TYABERA (1986).

Si ritiene che quanto riscontrato dagli Autori citati, nonostante le differenze riscontrabili tra le dimensioni delle piante analizzate e quelle oggetto del presente studio, possa comunque essere considerato una conferma del risultato raggiunto.

Si può dunque affermare che, all'aumentare del diametro, la lunghezza totale della chioma verde (che dipende dall'altezza totale e dall'altezza dalla base dell'albero fino al limite inferiore della chioma) aumenta, ma tale aumento tende a diminuire per diametri elevati.

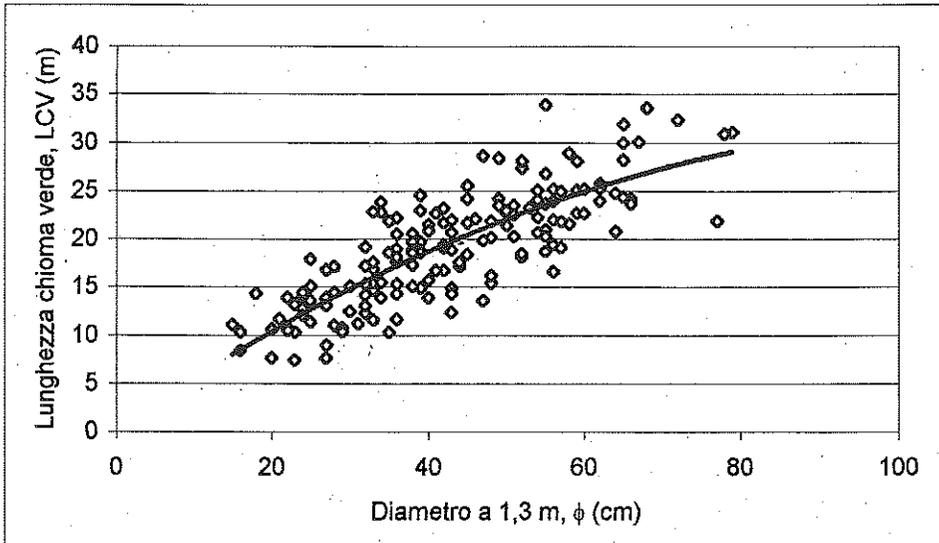


Figura 11 – Rapporto tra diametro a 1,3 m e lunghezza della chioma verde di tutte le piante delle quattro aree (equazione di regressione: $LCV = - 0,0026 \phi^2 + 0,5701 \phi$; $R^2 = 0,6525$)

È inoltre importante ricordare come l'estensione della chioma sia notevolmente influenzata anche da altri fattori, come la densità del popolamento e la posizione sociale dei singoli alberi (a loro volta influenzati dagli interventi selvicolturali effettuati precedentemente nella particella), le caratteristiche genetiche delle piante, la fertilità della stazione.

Per quanto riguarda il rapporto tra l'altezza relativa e il tempo di sramatura (Figura 12), la funzione che descrive tale rapporto è caratterizzata da un valore del coefficiente di determinazione non elevato ($R^2 = 0,4018$). Anche in questo caso, considerando la tendenza del fenomeno, si può riscontrare che, all'aumentare dell'altezza relativa, il tempo di sramatura tenda ad aumentare.

Analoghe considerazioni possono essere tratte esaminando il rapporto tra il diametro a 1,3 m e l'altezza relativa (Figura 13). Si può infatti notare come, all'aumentare del diametro, aumenta il valore dell'altezza relativa, ma tale aumento tende a diminuire per diametri elevati. L'andamento della funzione è in questo caso avvalorato da un discreto valore del coefficiente di correlazione ($R^2 = 0,642$).

3.3 - Considerazioni finali

Analizzando le funzioni presentate nelle Figure 9, 10 e 11, si può affermare che la relazione esistente tra il diametro a 1,3 m e il tempo di sramatu-

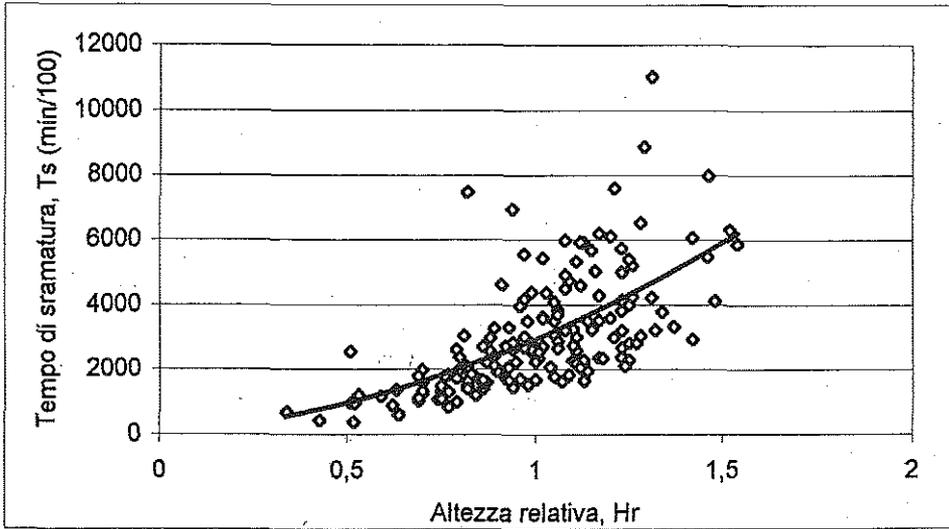


Figura 12 - Rapporto tra altezza relativa e tempo di sramatura di tutte le piante delle quattro aree (equazione di regressione: $Hr = 1999,6 Ts^2 + 950,14 Ts$; $R^2 = 0,4018$)

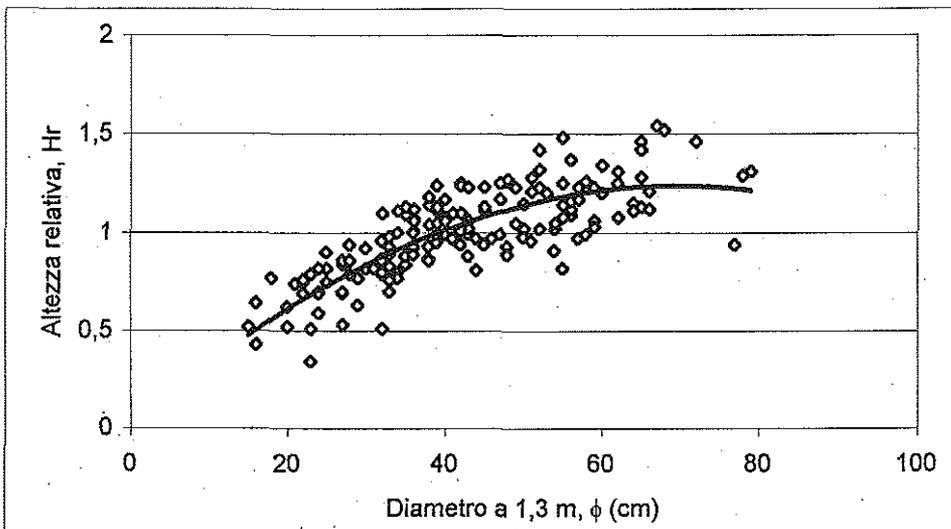


Figura 13 - Rapporto tra diametro a 1,3 m e altezza relativa di tutte le piante delle quattro aree (equazione di regressione: $Hr = -0,0003 \phi^2 + 0,0356 \phi$; $R^2 = 0,642$)

ra può essere spiegata solo in parte dal rapporto tra il diametro e la lunghezza della chioma verde, in quanto, in questo caso, si denota una tendenza alla riduzione di tale fattore per diametri elevati.

Un altro elemento che può giustificare lo stretto rapporto tra il diametro e il tempo di sramatura potrebbe essere la relazione tra il diametro a 1,3 m e il

diametro dei rami per cui, all'aumentare del diametro della pianta, aumenta il diametro dei rami, che va ad incidere notevolmente sul tempo di sramatura. L'esistenza di tale relazione nell'abete rosso è stata dimostrata da SAMSET (1950), HAKKILA *et al.* (1972) e COLIN e HOULLIER (1992).

Samset inoltre aveva formulato una funzione che legava il tempo di sramatura (T_s) al diametro della pianta (ϕ) e al valore dell'altezza relativa (H_r)¹. Applicando la procedura statistica della regressione multipla, è stato possibile ricavare, dai dati sperimentali, una funzione tendenzialmente simile a quella ottenuta da Samset:

$$T_s = -4312,82 + 232,4 \phi + 5877,04 H_r + 2,73 \phi^2 H_r - 1,79 \phi^2 - 1178,85 H_r^2 - 232,29 \phi H_r$$

dove

T_s = tempo di sramatura, min/100

ϕ = diametro della pianta a 1,3 m, cm

H_r = altezza relativa

La funzione è caratterizzata da un valore del coefficiente di determinazione elevato ($R^2 = 0,8251$) e mette in evidenza come il tempo di sramatura dipenda essenzialmente dal diametro della pianta a 1,3 m e dall'altezza relativa, suffragando così quanto ottenuto con l'analisi dei rapporti tra singole variabili.

Si può osservare come il tempo di sramatura aumenti all'aumentare del diametro della pianta e dell'altezza relativa. Quest'ultima relazione contrasta con quanto ottenuto da Samset, ma può essere spiegata dal fatto che, nell'ambiente di studio, le piante caratterizzate da un'altezza relativa maggiore presentano comunque un numero totale di rami, un numero medio di rami verdi e una lunghezza media della chioma verde maggiori, elementi questi che concorrono a condizionare il tempo di sramatura. Si osserva infatti (Tabella 3) che le piante con altezza relativa maggiore di 1 hanno un numero totale di rami pari a 171, un numero medio di rami verdi pari a 143 e una lunghezza media della chioma verde pari a 22,4 m, mentre quelle con altezza relativa minore di 1 hanno un numero totale di rami pari a 117, un numero medio di rami verdi pari a 98 e una lunghezza media della chioma verde pari a 15,5 m.

4. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha fornito dei dati che hanno permesso di analizzare le relazioni che intercorrono fra le caratteristiche morfologiche dell'abete rosso e il tempo di sramatura, ottenendo dei parametri che consentono di classificare le piante in base alla ramosità e di conseguenza stimare la durata del lavoro stesso.

¹ $T_s = 3,2 \phi - 5,1 H_r + 0,0183 \phi^2 H_r - 21,5$

Tabella 3 – Ramosità e lunghezza della chioma verde delle piante utilizzate nella sperimentazione in relazione al valore dell'altezza relativa.

Hr	NRV (n)	NRT (n)	LCV (m)
≥ 1	143	171	22,4
< 1	99	117	15,5

Hr = altezza relativa data dal rapporto tra l'altezza totale della pianta e l'altezza media di tutte le piante utilizzate nei diversi cantieri di lavoro; NRV = numero di rami verdi; NRT = numero totale di rami; LCV = lunghezza totale della chioma verde.

L'elaborazione dei dati ha infatti definito due parametri utili a tale scopo: il diametro della pianta misurato a 1,3 m e l'altezza relativa. È stata inoltre definita una funzione che esprime la correlazione tra tali elementi e il tempo di sramatura e che può consentire un'analisi preliminare della produttività del lavoro in ambienti simili a quelli oggetto di studio. È evidente che devono essere comunque approfondite le conoscenze e le sperimentazioni sull'altezza relativa, andando a verificare le relazioni ottenute anche in altre zone di lavoro.

Si potrebbe pensare in un futuro di considerare anche il parametro altezza relativa al momento della martellata, in quanto è un parametro facilmente determinabile: l'altezza della pianta può essere facilmente misurata con un ipsometro, mentre l'altezza media è fornita dal Piano di Assestamento.

Il calcolo di questo parametro permetterebbe di stimare rapidamente, sulla base del valore più o meno elevato dell'altezza relativa, la maggiore o minore ramosità delle piante da utilizzare in una determinata particella.

Il valore dell'altezza relativa, oltre a quello del diametro, potrebbe permettere quindi alle amministrazioni forestali di prevedere la maggiore o minore difficoltà di sramatura delle piante da utilizzare e di conseguenza stabilire l'entità degli eventuali incentivi da destinare agli operatori impiegati in una determinata zona.

SUMMARY

Relationship between morphological characteristics of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) and delimiting time in some areas of Eastern Trento Province

A trial was carried out in the Foreste Demaniali of Cavalese and Primiero (Trento Province - North Italy) to verify a relationship between morphological characteristics of Norway spruce and delimiting time with the aim of identifying one or more parameters through which to classify the trees on the basis of their branchiness and therefore of the delimiting time. The data collected have permitted to define two

parameters: breast height diameter and relative height, i.e. the ratio between the observed tree height and the average height of all the trees in the stump area.

A correlation between such parameters and the delimiting time could allow some preliminary analysis in areas similar to the ones considered in the study. Such analysis can be addressed to the calculation of incentives to be considered in the salary of workers employed for cutting.

BIBLIOGRAFIA

- ARLAUSKAS L.S. e TYABERA A.P., 1986 – *Branchiness of stems in Norway spruce forests in Lithuania*. (citato da Colin, F. e F. Houllier. 1992. Branchiness of Norway spruce in northeastern France: predicting the main crown characteristics from usual tree measurement. *Annales des Sciences Forestieres* 49 (5): 511-538).
- BERTI S., PIEGAI F. e VERANI S., 1989 – *Manuale d'istruzioni per il rilievo dei tempi di lavoro e delle produttività nei lavori forestali*. Quaderni dell'Istituto di Assestamento e Tecnologia forestale No.4. Università degli Studi di Firenze.
- COLIN F. e HOULLIER F., 1992 – *Branchiness of Norway spruce in northeastern France: predicting the main crown characteristics from usual tree measurement*. *Annales des Sciences Forestieres* 49 (5): 511-538.
- HAKKILA P., LAASASENAHO J. e OITTINEN K., 1972 – *Branch data for logging work*. *Folia Forestalia* 147: 1-15.
- MARCOLINI A., 1998 – *Abbattimento e allestimento in tagli di maturità di fustaie di conifere in Val di Fiemme: produttività con diverse organizzazioni di lavoro*. Tesi di laurea, Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, Facoltà di Agraria, Università degli Studi, Firenze.
- Piano di Assestamento della Foresta Demaniale di Paneveggio. Validità anni 1990-1999.
- Piano di Assestamento della Foresta Demaniale di Cadino. Validità anni 1990-1999.
- Piano di Assestamento della Foresta Demaniale di San Martino di Castrozza. Validità anni 1990-1999.
- PIEGAI F., 1990 – *Tempi di lavoro e produttività nelle operazioni di abbattimento e allestimento in soprassuoli di abete bianco e douglasia*. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze-Forestali* (39): 3-32
- SAMSET I., 1950 – *Cutting studies in Norwegian spruce forests*. *Meddr norske Skogfors Ves.* 10: 397-593.
- ZONI P., 1997 – *Studio e valutazione, mediante il rilievo dei tempi di lavoro, dell'organizzazione di alcune squadre di lavoro nel Demanio della Provincia Autonoma di Trento*. Tesi di laurea, Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, Facoltà di Agraria, Università degli Studi, Firenze.