

PIERMARIA CORONA (*) - ROBERTO CIBELLA (**)
TOMMASO LA MANTIA (***) - MARIA VINCENZA CHIRIACÒ (*) (°)

SISTEMI DI TARIFFE DI CUBATURA PER LE FUSTAIE DI PINO D'ALEPPO, PINO LARICIO E PINO DOMESTICO DELLA SICILIA

Obiettivo del presente lavoro è la messa a punto di sistemi di tariffe validi per la cubatura delle masse legnose dei principali soprassuoli di conifere della Sicilia: in particolare, i sistemi proposti si basano sull'elaborazione delle serie di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche per il pino domestico, il pino d'Aleppo e il pino laricio. Per ciascuna specie è stato studiato l'andamento della distribuzione dei valori ipsodiametrici, risultato ben rappresentato da una forma funzionale di tipo semilogaritmico utilizzabile come «curva guida» delle serie di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche. Adottando l'inclinazione stimata in base alla curva guida e adattando le singole serie di predefiniti livelli ipsometrici al diametro di riferimento prescelto, è stato ottenuto, per ciascuna specie, un sistema di curve ipsometriche isomorfe. A ogni serie ipsometrica è stata associata una corrispondente serie volumetrica facendo riferimento alle tavole di cubatura generali dell'Inventario Forestale Nazionale 1985. Il sistema di tariffe elaborato per ciascuna specie può essere considerato come un insieme organico e integrato di tavole a una entrata, il cui impiego risulta rispondente ai fini globali dell'assestamento forestale.

Parole chiave: dendrometria; sistema di tariffe; cubatura della massa legnosa; fustaie di conifere.

Key words: forest mensuration; one-way volume table series; stem volume estimation; conifer stands.

1. INTRODUZIONE

L'applicazione dei sistemi di tariffe è una delle modalità di cubatura della massa legnosa che, negli ultimi decenni, più si è imposta nella prassi assestamentale italiana, soprattutto a livello particellare nei soprassuoli governati a

(*) DISAFRI, Università degli Studi della Tuscia, via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo.

(**) Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Regionale delle Foreste, via della Regione Siciliana 2246, 90135 Palermo.

(***) DCA, Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze, edificio 4, 90128 Palermo.

(°) Corresponding author: Tel. +39 0761357405; fax +39 0761357389; chiriaco@unitus.it

fustaia, con l'assegnazione permanente di una tariffa a ciascuna particella forestale. L'affermazione del metodo è dovuta al pregio di fornire buoni risultati di stima dendrometrica in tutte le situazioni strutturali e per singole particelle senza risultare praticamente dispendiosa nei rilevamenti ipsometrici.

I sistemi di tariffe sono insiemi di tavole a una entrata, derivati da tavole a due entrate, valevoli per soprassuoli sottoposti alla medesima forma di governo e trattamento e differenziate in funzione delle caratteristiche ipsometriche del soprassuolo forestale da cubare, in modo particolare per quanto riguarda la relazione tra diametro a petto d'uomo e altezza dendrometrica.

La scelta della tariffa da applicare per la cubatura di un dato soprassuolo avviene o in base alla stima dell'altezza media di un prefissato numero di alberi di diametro prossimo a quello medio o rilevando alcuni punti ipsometrici e scegliendo la tariffa il cui andamento ipsodiametrico tabulato maggiormente coincide con quello rilevato. Una volta individuata, la tariffa viene assegnata per la cubatura del soprassuolo anche in occasioni successive.

Al fine di offrire uno strumento per la stima delle masse legnose dei principali soprassuoli di conifere della Sicilia, si è provveduto ad approntare un insieme di sistemi di tariffe di cubatura valide per le pinete di pino domestico, di pino d'Aleppo e di pino laricio.

I sistemi proposti si basano sull'elaborazione, per ciascuna specie, delle serie di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche a cui associare le corrispondenti serie volumetriche ricavate dalle tavole di cubatura a doppia entrata dell'Inventario Forestale Nazionale 1985.

2. FORMAZIONI OGGETTO DI STUDIO

Le conifere sono state tra le specie maggiormente utilizzate negli interventi di rimboschimento in Sicilia assieme agli eucalitti. A differenza di questi ultimi le conifere sono state impiegate, contando sui differenti caratteri autoecologici delle diverse specie (cedri, pino nero, pino domestico, pino d'Aleppo, cipressi e altre specie utilizzate in quantità ridotta), su territori molto diversificati in termini pedologici e, soprattutto, altitudinali.

Il pino laricio (*Pinus nigra*) è stato utilizzato nel rimboschimento di zone montane a volte su suoli fortemente rocciosi ed erosi utilizzando provenienze dell'Etna ma anche della Calabria e dell'Italia centrale. La specie è presente con un nucleo autoctono di circa 3000 ha sull'Etna, mentre INFC (2005) considera complessivamente 7170 ha di pino nero e laricio.

Il pino domestico (*Pinus pinea*) è stato utilizzato nei rimboschimenti in molte aree dell'Isola che ormai caratterizza paesisticamente come nel caso

delle colline che sovrastano Messina. Proprio per i secolari interventi antropici appare controversa l'ipotesi di indigenato formulata per alcune formazioni. Le superfici complessivamente occupate secondo INFC (2005) sono di 7581 ha.

La conifera impiegata in maggiori superfici è il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) con 28429 ha (INFC, 2005). Si tratta in buona misura di rimboschimenti essendo i nuclei autoctoni limitati alla frammentata pineta di Vittoria (circa 400 ha), a un piccolo nucleo a Pantelleria e a singole piante come nell'Isola di Lampedusa. Il pino d'Aleppo per la propria plasticità è stato utilizzato in contesti ambientali molto differenziati e riassume in sé i caratteri di specie «pioniera» rinnovandosi, inoltre, con facilità.

3. MATERIALI E METODI

I dati utilizzati per la costruzione dei sistemi di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche sono stati raccolti nel corso di rilevamenti condotti dal Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Palermo.

Nel complesso, sono state trattate: per il pino d'Aleppo, 336 coppie di valori di altezza dendrometrica (H , espressi in m) e diametro a 1,30 m da terra (D , espresso in cm) (17 aree campione); 551 coppie per il pino domestico (20 aree campione); 517 per il pino laricio (12 aree campione). In Tabella 1 sono riportati, per ciascuna specie, i parametri statistici riassuntivi delle suddette osservazioni.

La distribuzione dei valori $H-D$ presentava, a parte poche osservazioni erratiche, un andamento ben delineato per tutte le specie considerate. Il primo obiettivo delle elaborazioni ha riguardato la ricerca di una forma funzionale che consentisse di interpretare in modo soddisfacente tale andamento. A tal fine sono state saggiate le più comuni funzioni usualmente impiegate per la formalizzazione delle relazioni ipsodiametriche (CORONA e

Tabella 1 – Parametri statistici delle variabili dendrometriche considerate.
– *Statistical parameters of the considered dendrometric variables.*

	Specie	Min	Max	Media	Dev. std.
Diametro del fusto a 1,30 m (cm)	Pino domestico	12	63	32,0	9,0
	Pino d'Aleppo	5	50	27,2	9,5
	Pino laricio	4	83	27,0	18,8
Altezza dendrometrica (dm)	Pino domestico	5,2	25,6	13,2	3,0
	Pino d'Aleppo	2,1	22,4	12,6	4,0
	Pino laricio	2,5	34,4	15,4	9,2

FERRARA, 1990). Adeguata per tutte le specie considerate è risultata la funzione semilogaritmica:

$$H = a_0 + a_1 * \ln D \quad [1]$$

Si è inizialmente operato sui valori rilevati nelle diverse unità di campionamento separatamente per ciascuna specie. Si è provveduto all'evidenziazione dei valori aberranti previa definizione di un modello perequativo provvisorio e il successivo calcolo dei residui standardizzati: sono state quindi eliminate tutte le osservazioni con residuo standardizzato maggiore di 3. Si è infine proceduto alla stima dei coefficienti a_0 e a_1 , ottenendo, per ciascuna specie, un'equazione generale utilizzabile come «curva guida» delle serie di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche.

È stata altresì ipotizzata la possibilità di accorpamenti per la realizzazione di una curva guida comune tra tutte le specie o tra alcune di esse. Le ipotesi formulate sono state valutate mediante test F, seguendo le procedure suggerite da CUNIA (1987) per i test di coincidenza e parallelismo tra modelli di regressione riferiti a gruppi di osservazioni diverse. I risultati di questa analisi hanno comportato il rifiuto di tutte le ipotesi di accorpamento, per cui non è risultato possibile aggregare tra di loro in alcun modo le curve guida risultanti per le tre specie considerate.

In Tabella 2 sono riportati i valori stimati del coefficiente a_1 che governa la ripidità complessiva dell'andamento ipsodiametrico rappresentato dalla curva guida di ciascuna specie. Sotto il profilo statistico, i coefficienti ottenuti risultano significativi e significativamente diversi tra le specie considerate, assumendo valori via via maggiori (maggiore ripidità dell'andamento ipsodiametrico, a parità di altri fattori) passando dal pino domestico, al pino d'Aleppo e al pino laricio.

Definito costante il valore di inclinazione che caratterizza le serie di inquadramento delle relazioni ipsodiametriche per ciascuna specie, si è proceduto a valutare la variabilità dell'altezza dendrometrica nell'intorno dei valori centrali del diagramma di dispersione $H-D$, al fine di individuare quelli su cui ancorare l'inquadramento. La classe diametrica che include il diametro medio della maggior parte del complesso volumetrico dei popolamenti sag-

Tabella 2 – Coefficiente a_1 dell'equazione [1] per le specie considerate.
– Coefficient a_1 of the equation [1] for the investigated species.

Specie	a_1	Errore standard del coefficiente a_1
Pino domestico	5,802	0,373
Pino d'Aleppo	7,608	0,331
Pino laricio	10,559	0,220

giati, e che è stata scelta come riferimento per ciascuna serie ipsometrica, è la classe 30 cm per tutte le tre specie considerate.

Lo sviluppo delle serie ipsometriche è stato realizzato, per ciascuna specie, adottando l'inclinazione stimata in base alla curva guida e adattando al diametro di riferimento prescelto le singole serie rappresentative di predefiniti livelli ipsometrici: in questa maniera è stato ottenuto, per ciascuna specie, un sistema di curve ipsometriche isomorfe.

Come d'uso, è stata adottata la convenzione di individuare e denominare ciascuna serie ipsometrica tramite il valore (numero guida) che essa raggiunge in corrispondenza del diametro di riferimento. Così, a esempio, la serie ipsometrica di numero guida 24 è quella che prevede un'altezza di 24 m in corrispondenza del diametro di 30 cm.

È ovvio che le serie ipsometriche possono essere infittite quanto si vuole a seconda della numerosità dei livelli ipsometrici a cui si ritiene utile riferirsi. Una qualsivoglia serie ipsometrica viene determinata mediante la formula [1], dove il valore di a_1 è quello riportato in Tabella 2 in corrispondenza della specie considerata e il valore di a_0 viene calcolato in funzione del numero guida (ng) della serie, secondo la formula:

$$a_0 = ng - a_1^* \ln 30 \quad [2]$$

A ogni serie ipsometrica è quindi possibile associare una corrispondente serie volumetrica tramite l'utilizzo di una idonea tavola di cubatura a doppia entrata, che fornisca una stima del volume della massa legnosa per ogni coppia diametro-altezza.

Tenuto conto della generalità dei casi e della convenzionalità delle stime assestamentali, al cui ambito applicativo preferenzialmente afferisce l'impiego dei sistemi di tariffe, nel caso in esame l'elaborazione delle serie volumetriche è stata condotta facendo riferimento alle tavole di cubatura generali dell'Inventario Forestale Nazionale (CASTELLANI *et al.*, 1984), che per le specie considerate forniscono una stima della massa legnosa del fusto intero (corteccia e cimale compresi).

4. RISULTATI E CONCLUSIONI

Nelle Tabelle 3, 4 e 5 sono esemplificate in forma tabellare alcuni insiemi di serie ipsometriche e volumetriche per ciascuna specie considerata.

Come accennato, l'insieme di ciascuna serie ipsometrica (valori di H in funzione del diametro a petto d'uomo) e della corrispondente serie volumetrica (valori di V in funzione del diametro a petto d'uomo) è identificato da un numero guida: scelto il numero guida mediante l'individuazione della serie

Tabella 3 – Sistema di tariffe per soprassuoli di pino domestico.
– One-way volume table series for Italian stone pine stands in Sicily.

Numero guida	18		16		14		12		10		8	
Diametro (cm)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)
15	14,0	0,172	12,0	0,149	10,0	0,125	8,0	0,098	6,0	0,071	4,0	0,041
20	15,6	0,334	13,6	0,295	11,6	0,254	9,6	0,210	7,6	0,164	5,6	0,115
25	16,9	0,563	14,9	0,502	12,9	0,438	10,9	0,370	8,9	0,301	6,9	0,228
30	18,0	0,866	16,0	0,776	14,0	0,683	12,0	0,586	10,0	0,486	8,0	0,384
35	18,9	1,249	16,9	1,124	14,9	0,995	12,9	0,862	10,9	0,726	8,9	0,587
40	19,7	1,720	17,7	1,552	15,7	1,380	13,7	1,205	11,7	1,025	9,7	0,842
45	20,4	2,285	18,4	2,067	16,4	1,845	14,4	1,618	12,4	1,388	10,4	1,154
50	21,0	2,951	19,0	2,674	17,0	2,394	15,0	2,109	13,0	1,820	11,0	1,527
55	21,5	3,725	19,5	3,381	17,5	3,033	15,5	2,681	13,5	2,326	11,5	1,966
60	22,0	4,612	20,0	4,192	18,0	3,769	16,0	3,341	14,0	2,910	12,0	2,474
65	22,5	5,621	20,5	5,115	18,5	4,606	16,5	4,093	14,5	3,577	12,5	3,057

Tabella 4 – Sistema di tariffe per soprassuoli di pino d'Aleppo.
– One-way volume table series for Aleppo pine stands in Sicily.

Numero guida	20		18		16		14		12		10	
Diametro (cm)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)
15	14,7	0,094	12,7	0,078	10,7	0,062	8,7	0,046	6,7	0,030	4,7	0,014
20	16,9	0,256	14,9	0,219	12,9	0,183	10,9	0,147	8,9	0,111	6,9	0,075
25	18,6	0,491	16,6	0,431	14,6	0,370	12,6	0,310	10,6	0,251	8,6	0,191
30	20,0	0,800	18,0	0,711	16,0	0,623	14,0	0,536	12,0	0,449	10,0	0,362
35	21,2	1,184	19,2	1,063	17,2	0,943	15,2	0,824	13,2	0,705	11,2	0,588
40	22,2	1,644	20,2	1,486	18,2	1,330	16,2	1,175	14,2	1,021	12,2	0,869
45	23,1	2,183	21,1	1,984	19,1	1,787	17,1	1,591	15,1	1,398	13,1	1,206
50	23,9	2,804	21,9	2,558	19,9	2,315	17,9	2,074	15,9	1,836	13,9	1,601

Tabella 5 – Sistema di tariffe per soprassuoli di pino laricio.
– One-way volume table series for Corsican pine laricio stands in Sicily.

Numero guida	27		24		21		18		15		12	
Diametro (cm)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)	H (m ³)	V (m ³)
15	19,7	0,176	16,7	0,149	13,7	0,122	10,7	0,096	7,7	0,070	4,7	0,044
20	22,7	0,343	19,7	0,298	16,7	0,253	13,7	0,208	10,7	0,164	7,7	0,120
25	25,1	0,580	22,1	0,512	19,1	0,443	16,1	0,374	13,1	0,306	10,1	0,238
30	27,0	0,892	24,0	0,794	21,0	0,696	18,0	0,599	15,0	0,501	12,0	0,403
35	28,6	1,281	25,6	1,149	22,6	1,017	19,6	0,884	16,6	0,752	13,6	0,620
40	30,0	1,750	27,0	1,579	24,0	1,407	21,0	1,235	18,0	1,062	15,0	0,890
45	31,3	2,302	28,3	2,086	25,3	1,869	22,3	1,652	19,3	1,434	16,3	1,216
50	32,4	2,937	29,4	2,671	26,4	2,405	23,4	2,137	20,4	1,869	17,4	1,601
55	33,4	3,657	30,4	3,337	27,4	3,015	24,4	2,693	21,4	2,370	18,4	2,045
60	34,3	4,463	31,3	4,083	28,3	3,702	25,3	3,320	22,3	2,936	19,3	2,551
65	35,2	5,355	32,2	4,912	29,2	4,466	26,2	4,019	23,2	3,570	20,2	3,119
70	35,9	6,334	32,9	5,823	29,9	5,308	26,9	4,792	23,9	4,273	20,9	3,751

ipsometrica appropriata per il popolamento oggetto di cubatura si utilizza la corrispondente serie volumetrica come una tavola a una entrata. Così, a esempio per il pino laricio, il valore medio atteso del volume unitario dei fusti con diametro a 1,30 m da terra di 40 cm in un popolamento caratterizzato da un numero guida pari a 24 è pari a 1,579 m³.

Il sistema di tariffe elaborato per ciascuna specie può essere considerato come un insieme organico e integrato di tavole a una entrata, il cui campo di impiego è definito entro i limiti ipsodiametrici minimi e massimi riportati per ciascuna specie in Tabella 1.

Per stabilire la serie ipsometrica appropriata a ciascun singolo popolamento si deve determinarne l'altezza dei fusti in corrispondenza del diametro di area basimetrica media. La serie ipsometrica di riferimento è quella che, in corrispondenza di questo diametro, presenta l'altezza più vicina all'altezza media rilevata. La serie volumetrica da utilizzare è quella avente lo stesso numero guida della serie ipsometrica individuata.

L'impiego dei sistemi di tariffe risulta rispondente soprattutto ai fini globali dell'assestamento forestale. In questa prospettiva e nel contesto delle tecniche assestamentali in uso, esso è caratterizzato da grande flessibilità (CORONA, 2007): a seconda delle situazioni, una determinata serie volumetrica può essere indifferentemente applicata a livello di compresa, particella, sottoparticella o a livello di gruppi omogenei di particelle o sottoparticelle accorpate.

RICONOSCIMENTI

Lavoro svolto nell'ambito delle attività di Assistenza Tecnica al Dipartimento Foreste della Regione Siciliana per la definizione del Piano Forestale Regionale (Misura 7.01 del POR Sicilia 2000-2006 - Cod. Id. 1999.IT16.IPO.0.11/7.01/2.49/0003) e condotte da parte dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali e dell'Università degli Studi di Palermo (coordinatore: Prof. Orazio Ciancio).

SUMMARY

One-way volume table series for conifer stands of Sicily

The aim of this study is to set up one-way volume table series to predict stem volume of the main conifers in Sicily, namely Italian stone pine, Aleppo pine and Corsican pine. For each species the relationships between height and tree diameter at breast height (dbh) resulted well represented by the semilogarithmic function, which was established as «guide line» of the height-diameter relationship. Adapting each height - dbh series according to the inclination of the «guide line», a set of isomorphic

height curves was obtained for each species. Corresponding volume series was obtained from each height series on the basis of National Forestry Inventory volume tables. One-way volume table series are of considerable usefulness in the context of forest management since they represent estimation tools with flexible application at different levels of forest management.

BIBLIOGRAFIA

- CASTELLANI C., SCRINZI G., TABACCHI G., TOSI V., 1984 – *Inventario Forestale Nazionale Italiano. Tavole di cubatura a doppia entrata*. MAF/ISAFa, Trento.
- CORONA P., FERRARA A., 1990 – *IPSO: un programma per la perequazione analitica della curva ipsometrica*. Monti e Boschi, 5: 50-54.
- CORONA P., 2007 – *Metodi di inventariazione delle masse e degli incrementi legnosi in assestamento forestale*. Aracne Editrice, Roma.
- CUNIA T., 1987 – *Use of dummy variables techniques in the estimation of biomass regression*. In: Wharton E.H., Cunia T. (eds.), *Estimating tree biomass regressions and their error*. USDA, Forest Service NE-GTR-117: 37-48.
- INFC, 2007 – *Le stime di superficie 2005. Seconda parte*. Autori: G. Tabacchi, F. De Natale, L. Di Cosmo, A. Floris, C. Gagliano, P. Gasparini, I. Salvadori, G., Scrinzi, V. Tosi. *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. MiPAF - Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA - ISAFa, Trento. [on line] URL: <http://www.infc.it>