

Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste
DIREZIONE GENERALE
PER L'ECONOMIA MONTANA E PER LE FORESTE

**Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale
e per l'Alpicoltura
(I.S.A.F.A.)**

INVENTARIO
FORESTALE NAZIONALE ITALIANO
(I.F.N.I.)



Tavole di cubatura a doppia entrata

A cura di
Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V.

TRENTO, MARZO 1984

PREMESSA

La pubblicazione raccoglie ed illustra i sistemi di cubatura messi a punto dall'I.S.A.F.A. ai fini della stima della massa legnosa degli individui arborei rilevati nell'ambito della campagna di raccolta dei dati dell'I.F.N.I.

Il lavoro costituisce una importante appendice del rapporto di consulenza tecnico-scientifica che la Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste ha instaurato con l'Istituto ai fini della realizzazione dell'Inventario Forestale Nazionale.

Considerata fin dall'inizio inattuabile la strategia di raccogliere contestualmente ai rilievi inventariali gli elementi dendrometrici idonei a costruire ex novo tavole di cubatura di validità nazionale, strategia che avrebbe incontrato insormontabili ostacoli di tipo economico e giuridico connessi all'incremento di onerosità dei rilievi ed alla mancanza di strumenti legislativi ed amministrativi specifici, atti a legittimare eventuali necessarie operazioni di taglio nei soprassuoli interessati, si è optato per un procedimento di valorizzazione dell'informazione insita in quelle tavole di cubatura già esistenti, ritenute idonee a confluire in formulazioni stereometriche a validità territoriale nazionale.

Tale scelta è condivisa anche dai Consulenti di cui l'Istituto si è avvalso nell'elaborazione del Progetto operativo dell'Inventario Forestale Nazionale Italiano e della quale lo scrivente è stato promotore. Il lavoro, coordinato dal sottoscritto, è stato portato a compimento secondo il presente elaborato da parte dei Dottori Scrinzi G., Tabacchi G. e Tosi V. responsabili i primi due della messa a punto e dell'attuazione della metodologia specifica di elaborazione, supportata tra l'altro da esperienze analoghe già maturate nell'ambito di una precedente ricerca ⁽¹⁾, e il terzo della selezione del materiale di base e della rappresentazione grafica a grande scala necessaria alla visualizzazione ed al controllo delle diverse fasi del processo di elaborazione.

Hanno collaborato il Dott. Furlan I., l'Esperto P.A. De Luca A. e la Guardia Forestale Huez B.

A tutti va l'espressione del compiacimento dello scrivente per l'intelligente impegno profuso nell'importante lavoro ora assolto.

Il lavoro è stato effettuato avvalendosi in maniera rilevante delle strutture di trattamento elettronico dei dati di cui l'Istituto dispone, senza l'ausilio delle quali non avrebbe potuto essere portato a termine in tempi ragionevoli.

Data la scelta metodologica effettuata, si è rivelato estremamente utile avvalersi della documentazione raccolta e della relativa pubblicazione ⁽²⁾ del grande patrimonio di tavole

⁽¹⁾ CASTELLANI C., DEL FAVERO R., HELLRIGL B., TABACCHI G., 1981 - Sistema di tariffe di cubatura per l'abete rosso (*Picea abies* Karst) dell'arco alpino -Annali dell'I.S.A.F.A., Vol. VII, 1978-79, Trento.

⁽²⁾ CASTELLANI C., Raccolta di «tavole stereometriche ed alsometriche costruite per i boschi italiani», I.S.A.F.A., 1982.

stereometriche che la ricerca e la pratica dendrometrica ed assestamentale hanno saputo produrre fino ad ora nel nostro Paese. Aver potuto ulteriormente valorizzare questo rilevante patrimonio di conoscenze rappresenta per l'Istituto motivo di soddisfazione.

Solo per la costruzione di tre tavole generali, riferite a formazioni cedue per le quali non esistevano sufficienti e idonee tavole base da utilizzare, ci si è avvalsi di dati di varia provenienza forniti dal Corpo Forestale dello Stato e dai Servizi Forestali Regionali nonché in parte dal Prof. Cappelli, ai quali tutti va il ringraziamento dell'I.S.A.F.A.

Le tavole, salvo indicazioni particolari, forniscono:

- per le conifere la massa cormometrica, corteccia e cimale inclusi;
- per le latifoglie, la massa dendrometrica, corteccia compresa, fino alla dimensione minima del cimale e dei rami di 3 cm di diametro.

Dette tavole, anche se evidentemente non del tutto indenni da una certa convenzionalità, oltreché per la realizzazione dell'I.F.N.I., potranno, con le dovute precauzioni e prudenzialità, riuscire in generale utili anche alla soluzione di problemi estimativi e assestamentali

Il Direttore dell'I.S.A.F.A.
(Prof. Camillo Castellani)

1 - Motivazioni della scelta metodologica

Nell'ambito delle realizzazioni inventariali su grande scala, il problema della quantificazione individuale dei volumi arborei ha trovato due principali tipi di soluzione.

Secondo un approccio in verità non molto diffuso, viene attuata in qualche caso una stima diretta delle masse legnose presenti nelle unità di campionamento mediante l'apprezzamento, sugli alberi in piedi, di alcuni diametri situati ad altezze prestabilite del fusto ed il successivo inserimento di questi valori in formulazioni studiate per quantificare il volume dell'individuo arboreo su base puramente geometrica. Tali metodologie prescindono in genere da qualsiasi analisi globale del fenomeno stereometrico proprio delle specie.

Analisi di quest'ultimo tipo, intese come individuazione di relazioni stocastiche ad ampia validità territoriale fra il volume dell'individuo ed alcune sue dimensioni facilmente misurabili, caratterizzano invece il metodo di stima dei volumi individuali in molti altri inventari a carattere nazionale. In questo caso la misurazione si limita a due o più grandezze accertabili su ogni soggetto arboreo presente nell'unità di campionamento, che vengono poi utilizzate come variabili di ingresso in relazioni stereometriche generali per il calcolo del probabile volume di un individuo appartenente ad una determinata specie ed avente quelle caratteristiche dimensionali. È evidente che in tale eventualità il lavoro di misurazione o apprezzamento in sede di rilevazione inventariale risulta solitamente più ridotto, essendo limitato in genere alla misura del diametro ad 1,3 m di ogni individuo presente nell'unità di campionamento e della relativa altezza totale o mercantile, quest'ultima, tra l'altro, spesso accertata solo su di un sub-campione degli individui presenti.

Una applicazione della metodologia sopra descritta presuppone evidentemente la disponibilità di un sistema completo di espressioni stereometriche tale da coprire la variabilità del fenomeno sia in senso territoriale che dendrologico. Ulteriori articolazioni di dettaglio di sistemi del genere possono limitare il campo di applicazione di una singola funzione stereometrica a precisi ambiti cronologici e/o a specifiche facies selvicolturali-strutturali del soprassuolo cui appartengono gli individui che sono oggetto di rilevazione.

L'utilizzo di ulteriori variabili di ingresso oltre al diametro ad 1,3 m e all'altezza totale, se da una parte tende a limitare il grado di convenzionalità dei volumi determinati, d'altro canto appesantisce il lavoro di campagna, in quanto l'apprezzamento di tali variabili, che normalmente si limitano però ad un diametro superiore del fusto ad altezza prefissata in termini assoluti o percentuali, comporta inconvenienti anche notevoli di ordine misurazionale.

Quando sistemi di cubatura generali del tipo citato sono preesistenti alla rilevazione inventariale evidentemente non esistono pregiudiziali rispetto ad una loro immediata traslazione di

impiego in ambito inventariale. In assenza di tale opportunità in alcuni Paesi si è provveduto ad approntare, contestualmente all'inventario, un sistema nazionale di tavole di cubatura per le diverse specie, prescrivendo la raccolta di alberi modello come parte integrante il rilievo inventariale stesso.

Venendo ora ad esaminare il caso dell'I.F.N.I. occorre sottolineare che la scelta metodologica citata all'inizio di questo paragrafo è stata ritenuta già in prima analisi impraticabile sul piano economico ed inoltre di incerta affidabilità sul piano strettamente tecnico. D'altra parte è noto come non esista nel nostro Paese un sistema di espressioni stereometriche delle caratteristiche sopra citate, atto alla stima delle masse inventariali. L'ipotesi certamente ottimale di mettere a punto tale sistema sulla base della rilevazione di un cospicuo numero di alberi modello, da attuare in sede di inventario, doveva d'altro canto confrontarsi nuovamente con problemi di ordine economico ma anche di ordine legale-amministrativo; occorre infatti considerare l'attuale assenza ed il non facile e rapido approntamento di provvedimenti legislativi specifici che consentano l'esecuzione dei tagli e la liquidazione dei danni connessi allo abbattimento degli alberi modello. Inoltre tale modo di procedere ha lo svantaggio di non consentire l'analisi e l'elaborazione dei dati stereometrici degli alberi modello se non a rilevazione inventariale conclusa, con un conseguente allungamento dei tempi globali di elaborazione delle risultanze inventariali.

Si è quindi optato per una metodologia immediatamente praticabile che fosse in grado di utilizzare e far confluire in un sistema unitario di tavole di cubatura a validità nazionale l'informazione residente nelle varie espressioni stereometriche a doppia entrata di validità territoriale più o meno ampia messe a punto finora nel nostro Paese, integrando in alcuni casi tale apporto conoscitivo anche con quello derivante da espressioni analoghe, elaborate in Paesi limitrofi ed alle quali viene normalmente riconosciuto un elevato livello di affidabilità.

Nell'attuare questa scelta metodologica si è stati e si permane ben consci del fatto che essa comporta l'introduzione di una certa aliquota di convenzionalità nelle espressioni stereometriche messe a punto, i cui effetti, tuttavia, si ritiene vengano sufficientemente attenuati dal concorso dei vari fattori di aleatorietà come sono quelli che operano in un disegno inventariale campionario di vasta portata quale è quello dell'I.F.N.I.

Sul piano strettamente statistico le espressioni stereometriche approntate mediante tale processo non possono d'altra parte essere valutate in modo rigoroso. Ciò in quanto, proprio a causa della metodologia impiegata, ad esse non può essere associato un determinato errore standard di stima valutabile esclusivamente sulla base della loro capacità interpretativa delle osservazioni campionarie (alberi modello) a partire dalle quali sono state costruite le singole tavole stereometriche fatte poi confluire nelle diverse tavole di sintesi.

Pur non sottovalutando questi limiti, si ritiene che, agli effetti della determinazione delle

masse inventariali, le espressioni stereo-metriche messe a punto interpretino con sufficiente attendibilità i fenomeni stereometrici propri delle specie o dei gruppi di specie per le quali sono state approntate. Infatti tali espressioni non fanno che sintetizzare, a livello di ogni specie, contributi conoscitivi di varia provenienza cui viene di fatto riconosciuta validità intrinseca nei rispettivi ambiti territoriali di applicabilità, ponderandone l'apporto informativo su basi per quanto possibile oggettive.

Nel giudicare la metodologia adottata si ritiene inoltre non vadano tralasciate considerazioni circa la sua praticabilità sul piano economico.

L'approntamento del sistema di espressioni stereometriche qui presentato ha comportato circa otto mesi di lavoro di elaborazione da parte del personale delegato al compito nell'ambito dell'I.S.A.F.A., senza alcuna necessità di lavoro esterno. L'ipotesi di attuare una campagna specifica di raccolta dei dati di un numero adeguato di alberi modello, anche se integrata nel rilievo inventariale, avrebbe fortemente dilatato i costi globali del lavoro. Ciò a fronte di un incremento di affidabilità dei risultati non necessariamente scontato e comunque presumibilmente piuttosto contenuto.

Si può quindi affermare che sul piano metodologico il lavoro si è proposto di raggiungere un adeguato livello di approfondimento conoscitivo utilizzando procedure ispirate ad un pragmatismo operativo che, pur senza introdurre elementi di eccessiva semplificazione, tenesse d'altra parte nel debito conto esigenze reali di contenimento del rapporto costo/benefici.

Nel caso di boschi cedui, ad eccezione che per il castagno, per gli eucalitti e per i pioppi coltivati, si è optato per la costruzione di alcune tavole originali dotate di una maggiore valenza territoriale e dendrologica che non le poche tavole stereometriche a doppia entrata reperibili in letteratura.

Si è quindi proceduto alla elaborazione di dette tavole sulla base dei dati di un certo numero di polloni modello di varia provenienza forniti dal Corpo Forestale dello Stato e dai Servizi Forestali Regionali ⁽³⁾.

2 - Costruzione di tavole generali a doppia entrata per combinazione di tavole esistenti

Nei successivi paragrafi vengono esaminate le diverse fasi di elaborazione che hanno consentito di pervenire ad una qualsiasi delle tavole di sintesi prodotte per una certa specie (o insieme di specie dello stesso genere) a partire dal complesso delle tavole di base reperite per la

⁽³⁾ Un ulteriore insieme di dati, relativi a polloni modello di faggio, carpino nero ed orniello, sono stati forniti dal Prof.

specie in questione. Il processo descritto è stato ripetuto in modo analogo per ognuna delle tavole di sintesi elaborate con questa procedura.

2.1 *Ambiti di validità territoriale e dendrologica delle tavole di base considerate*

L'intenzione di utilizzare l'informazione esistente ai fini di elaborare tavole generali di sintesi per le varie specie si è dovuta confrontare naturalmente con la necessità di bilanciare e di standardizzare l'apporto conoscitivo fornito dalle diverse espressioni stereometriche reperite in letteratura.

Rimandando ai successivi paragrafi la trattazione delle procedure di omogeneizzazione numerico-dendrometrica delle diverse tavole di base, esaminiamo invece i problemi posti dalla necessità di individuare un grado di articolazione del sistema di tavole di sintesi che rappresenti un compromesso tra informazione disponibile e reali necessità di differenziazione delle masse inventariali in contingenti ascrivibili alle diverse entità tassonomiche di rilevanza forestale.

Il panorama di tavole stereometriche a doppia entrata reperibili in letteratura non si è infatti presentato privo di elementi di discontinuità in termini di «copertura» dendrologica.

Per quanto riguarda le *fustaie* non sono emersi problemi nel reperire tavole di validità territoriale più o meno estesa riguardanti specie importanti quali l'abete rosso, l'abete bianco, il larice ed il faggio.

Analogha situazione si è verificata anche a livello degli eucalitti governati a fustaia, i quali, in virtù delle loro prospettive produttive nel mezzogiorno italiano, sono stati oggetto di diversi studi a carattere dendrometrico.

Per quanto riguarda i pini del gruppo «nigra» presenti nel nostro Paese, e cioè il pino austriaco, il pino laricio ed il pino di Villetta Barrea, una analisi comparativa dei fenomeni stereometrici desunti dalle tavole elaborate per le diverse specie (o sottospecie) ha portato a concludere che, agli effetti inventariali, l'accorpamento di tali entità tassonomiche in un unico gruppo appariva sostanzialmente legittimo sul piano stereometrico, in ciò confermando ipotesi analoghe di BERNETTI ⁽⁴⁾.

Per il pino silvestre, che risulta purtroppo quasi del tutto ignorato, in ambito nazionale, nella costruzione di tavole dendrometriche a doppia entrata, si è dovuto procedere a combinare contributi conoscitivi sulla specie elaborati in zone alpine limitrofe al nostro Paese. L'unica tavola locale a

M. CAPPELLI dell'Università di Padova.

⁽⁴⁾ BERNETTI G., 1977. Le tavole di cubatura a doppia entrata italiane (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus nigra*, *Fagus sylvatica*). *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, vol. XXVI.

doppia entrata di provenienza nazionale, costruita per i popolamenti di pino silvestre della brughiera lombarda, non ha potuto essere considerata a causa della sua limitata estensione ipso-diametrica.

Per quanto riguarda i pini di ambiente mediterraneo, deficit conoscitivi si sono manifestati essenzialmente a livello del pino domestico per il quale è risultata utilizzabile la sola tavola del MESCHINI costruita per la pineta presidenziale di S. Rossore. In tale caso non si è potuto che estendere presuntivamente la validità della tavola in oggetto all'intero areale nazionale di vegetazione del pino domestico, previa alcune elaborazioni di standardizzazione ed interpretazione analitica dei valori tabellari. Considerata la limitatezza dell'area di vegetazione del pino marittimo le due sole tavole a doppia entrata che si sono potute reperire per questa specie sono state ritenute fornire indicazioni sufficienti ai fini dell'I.F.N.I.. Per il pino d'Aleppo infine, l'I.S.A.F.A. aveva già provveduto ad elaborare recentemente una tavola dendrometrica a validità nazionale.

Anche le querce allevate ad alto fusto non sono state oggetto di particolare attenzione a livello di costruzione di tavole a doppia entrata di provenienza nazionale e ci si è dovuti limitare, almeno provvisoriamente, a combinare contributi relativi al cerro, alla rovere ed alla farnia, anche in questo caso estendendo presuntivamente la validità dell'espressione stereometrica derivata ad ogni altra specie quercina presente in ambito nazionale.

A prescindere da eventuali deficit informativi si è ritenuto comunque utile, nei casi ove era possibile, inserire fra le tavole base reperite anche quelle presenti nella nota raccolta di GRUNDNER-SCHWAPPACH, relative alle specie di volta in volta considerate. Ciò in quanto la riconosciuta validità di queste tavole, costruite anche sulla base di dati di alberi modello rilevati nell'arco alpino, è stata ritenuta importante ai fini di delineare con maggior precisione fenomeni stereometrici relativi a specie montane dell'Europa centro-meridionale ed il fatto che in molti casi, nella pratica dendrometrica italiana, queste tavole siano state utilizzate come base per la costruzione di tavole o tariffe locali ad una entrata è sintomatico del credito di cui queste espressioni stereometriche godono anche nel nostro Paese.

Per quanto riguarda *i cedui* soltanto il castagno si è dimostrato essere specie sufficientemente studiata sul piano delle espressioni stereometriche a doppia entrata, oltre ai pioppi coltivati ed agli eucalitti per i quali è stata reperita in letteratura una sola tavola per ciascuno dei due gruppi. Per le altre specie si è preferito procedere ad approntare tavole originali sulla base di un discreto numero di alberi modello di varia provenienza (cfr. par. 4).

Occorre infine dire che, analogamente a criteri adottati in molti altri inventari forestali a carattere nazionale, le specie meno dotate di informazioni, le specie cosiddette minori, nonché le specie esotiche, sono state convenzionalmente assimilate, dal punto di vista stereometrico, ad alcune delle specie principali e quindi ad esse vengono presuntivamente estese le rispettive tavole di

sintesi prodotte.

2.2 *Procedimenti di standardizzazione delle tavole-base*

Sul piano numerico e dendrometrico, il presupposto per poter praticare una combinazione dei valori forniti da diverse tavole stereometriche a doppia entrata è quello di standardizzare preliminarmente la veste formale nonché il significato dendrometrico di tali valori.

Nei confronti dell'aspetto prettamente numerico occorre considerare che le tavole reperibili differiscono normalmente, anche nell'ambito della stessa specie, nei riguardi:

- del criterio di approssimazione dei volumi (e cioè del numero di cifre significative adottate nell'indicazione dei valori volumetrici);
- del modulo diametrico ed ipsometrico (e cioè dell'intervallo in centimetri tra i valori del diametro e di quello in metri tra i valori di altezza in corrispondenza dei quali viene evidenziato il volume);
- del campo ipso-diametrico di evidenziamento dei volumi (e cioè dell'insieme di coppie di valori diametro-altezza che concorrono a definire l'ambito dimensionale degli individui arborei il cui volume è valutabile mediante la tavola).

Le possibili articolazioni di queste varianti, articolazioni originate sia dal metodo di costruzione adottato che da scelte di ordine redazionale, non consentono una immediata combinazione di valori analoghi relativi a tavole diverse e rendono quindi necessaria una standardizzazione preliminare.

Le tavole di base differiscono in genere ulteriormente rispetto al significato dendrometrico del volume fornito e cioè nei riguardi della parte di apparato arboreo che viene quantificato nella tavola in termini volumetrici.

Sotto questo profilo, la standardizzazione delle tavole base è stata condotta in maniera da intervenire con adeguamenti sui valori volumetrici nel minor numero di casi possibile. A tal fine sono stati anzitutto individuati complessi di generi e specie cui viene normalmente applicato un criterio tendenzialmente omogeneo di definizione del tipo di volume fornito nelle tavole stereometriche e si è proceduto poi internamente ad eventuali adeguamenti di dettaglio dei valori volumetrici in relazione all'aggiunta od alla sottrazione di limitate entità di massa riferentisi a frazioni della parte epigea di esiguo apporto in termini massivi.

Obiettivo dei successivi sottoparagrafi sarà quello di esaminare nel dettaglio i diversi aspetti specifici della standardizzazione effettuata sulle tavole di base. Va chiarito che il processo viene

descritto in riferimento ad una qualsiasi delle tavole-base considerate ed è stato ripetuto in modo analogo per tutte le altre.

2.2.1 *Regolarizzazione preliminare*

Effettuata la registrazione su supporto magnetico della matrice dei valori tabellari ⁽⁵⁾ della tavola-base, nella sua versione originale, è stata prodotta una prima versione derivata dalla tavola in oggetto nella quale ciascun valore di volume ($v_{d,h}$) corrispondente ad una generica combinazione di diametro (d) ed altezza (h) «completamente interna» al campo ipso-diametrico di validità della tavola, è stato sostituito dal valore:

$$v'_{d,h} = (v_{d,h} + v_{d-\Delta d,h} + v_{d+\Delta d,h} + v_{d,h-\Delta h} + v_{d,h+\Delta h})/5 \quad [1]$$

dove con Δd è indicato il modulo diametrico della tavola originale (1, 2, 3 o 5 cm) e con Δh viene indicato il relativo modulo ispometrico (1, 2, 3 m).

Nel caso di valori posti ai limiti del campo ipso-diametrico, si è proceduto:

- lasciando inalterati i valori posti su «limite di riga e di colonna»;
- sostituendo i valori posti su «limite di riga» con i valori:

$$v'_{d,h} = (v_{d,h} + v_{d+\Delta d,h} + v_{d-\Delta d,h})/3 \quad [2]$$

- sostituendo i valori posti su «limite di colonna» con i valori:

$$v'_{d,h} = (v_{d,h} + v_{d,h+\Delta h} + v_{d,h-\Delta h})/3 \quad [3]$$

L'opportunità di questi aggiustamenti dei valori originali deriva dall'esigenza di limitare le «asperità» indotte nell'andamento del fenomeno stereometrico dalle diverse convenzioni di arrotondamento dei valori adottate nelle tavole-base dai rispettivi Autori, ma permette anche di

⁽⁵⁾ Per matrice dei valori tabellari si intende l'insieme dei volumi forniti dalla tavola ordinati per righe in base al

contenere gli effetti di errori di stampa non macroscopici, che, come tali, sono sfuggiti ai controlli preliminari allo scopo effettuati.

2.2.2 *Uniformazione del significato dendrometrico dei valori tabellari*

Un'analisi del tipo di volume fornito dalle diverse tavole-base considerate e cioè della parte epigea dell'individuo arboreo cui i diversi Autori hanno fatto riferimento nella costruzione del modello stereometrico a doppia entrata, ha portato a concludere che:

- per quanto riguarda le conifere (con l'eccezione dei pini a chioma espansa), la convenzione più frequentemente seguita è quella di fornire il volume dell'intero fusto (corteccia e cimale compresi) con esclusione dei rami;

- per quanto attiene invece alle latifoglie (con l'eccezione degli eucalitti), i riferimenti più frequenti sono quelli alla massa dendrometrica (massa del fusto intero più massa dei rami fino al diametro di 3 cm) con esclusione della fascina.

Questi due criteri di evidenziazione stereometrica sono stati adottati come riferimento per le tavole di sintesi elaborate ai fini inventariali, nell'intento di ridurre al minimo la necessità di adeguamenti dei valori originali delle tavole-base considerate.

Sembra anche di poter affermare che le due modalità prevalenti di riferimento nell'evidenziamento dei volumi tabellari possono essere concettualmente ricollegate qualora si pensi che, nei rispettivi ambiti dendrologici (delle conifere e delle latifoglie) esse escludono dall'analisi stereometrica quelle masse che, nella maggioranza dei casi, vengono lasciate sul letto di caduta.

Pur tuttavia in alcuni casi si è determinata la necessità di adeguare i volumi tabellari in funzione dell'aggiunta o della sottrazione al volume fornito dalla tavola-base di stime delle aliquote di massa riferentisi a frazioni della parte epigea rispettivamente incluse od escluse nelle due convenzioni di riferimento stereometrico citate precedentemente. Ciò in quanto non si è ritenuto di dover tralasciare l'apporto informativo fornibile da tavole di buona attendibilità semplicemente a causa di leggere discrepanze fra il significato dendrometrico attribuibile ai valori tabellari e quello adottato come riferimento.

Le modalità di adeguamento dei valori, seguite nei vari casi, sono ascrivibili ad una delle seguenti categorie:

1. aggiunta del volume stimato del cimale (nel caso di tavole cormometriche); è stata effettuata sulla base di relazioni empiri-che studiate su alberi modello di diverse specie e formalmente

rappresentabili come:

$$v_c = F_i(d, h, d_s) \quad [4]$$

ove v_c rappresenta il volume del cimale di un individuo arboreo della specie i , di diametro d ad 1,3 m, di altezza totale h ed il cui diametro minimo di sezionatura del fusto ai fini della separazione del cimale è pari a d_s .

2. sottrazione del volume stimato della ramaglia minuta o fascina (a carico di tavole della massa dendrometrica totale); è stata effettuata in base a relazioni studiate per la specie su tavole dotate di ripartizione assortimentale e formalmente rappresentabili come:

$$v_f = F_i(d, h) \quad [5]$$

ove v_f rappresenta il volume della fascina (con diametro massimo pari a 3 cm) di un individuo arboreo della specie i , di diametro d ad 1,3 m e di altezza totale h .

2.2.3 Uniformazione dei moduli diametrico ed ipsometrico

La procedura di uniformazione dei moduli ha perseguito l'obiettivo di giungere all'evidenziamento standard dei volumi forniti da ogni tavola per coppie di diametro e di altezza variabili rispettivamente di centimetro in centimetro e di metro in metro. L'adeguamento dei moduli è stato naturalmente eseguito solo per quelle tavole nelle quali i valori stereometrici risultavano evidenziati ad intervalli diametrici e/o di altezza diversi da quelli unitari; l'operazione ha interessato, in questa fase, solo i valori compresi nel campo ipso-diametrico originale della tavola stessa.

I moduli adottati dai diversi Autori nelle tavole-base esaminate sono risultati essere 1, 2, 3 o 5 cm per il diametro e 1, 2 o 3 m per l'altezza. La combinazione di queste opzioni fornisce un ventaglio di nove possibilità delle quali solo alcune si sono realmente presentate. Il procedimento di interpolazione dei volumi è stato attuato secondo due modalità distinte:

- per le tavole costruite su base analitica, i valori non evidenziati sono stati calcolati a partire dalla funzione di perequazione generatrice della tavola;
- per le tavole costruite mediante perequazione grafica, si è proceduto invece alla interpolazione lineare fra i valori evidenziati più prossimi al valore incognito.

2.2.4 Uniformazione del campo ipso-diametrico

L'ultima fase del processo di standardizzazione ha operato su tavole-base contenenti valori tabellari regolarizzati, aventi lo stesso significato dendrometrico e modulo ipso-diametrico costante, ma non ancora formalmente omogenee in quanto dotate ciascuna del proprio campo dimensionale originale di evidenziazione dei valori, normalmente variabile da tavola a tavola.

Al fine di poter rendere possibile una successiva combinazione dei valori volumetrici, si è determinata quindi la necessità di individuare per tutte le tavole relative ad una certa specie (o gruppo di specie) un ambito dimensionale comune di evidenziazione dei volumi, nel senso che questi dovevano riferirsi ad un insieme rigorosamente costante di coppie di valori diametro-altezza.

Il procedimento che si articola in più fasi viene descritto nei successivi sottoparagrafi.

2.2.4.1 Trasformazione delle tavole-base dei volumi nelle rispettive tavole-base del coefficiente di riduzione ordinario

Come è noto il coefficiente di riduzione ordinario è un numero adimensionale che esprime il rapporto tra il volume reale di un individuo arboreo ed il rispettivo volume cilindrometrico. I valori di volume di una qualsiasi tavola di cubatura a doppia entrata possono quindi essere trasformati molto semplicemente nei rispettivi valori del coefficiente di riduzione (f) applicando a ciascuno di essi la relazione:

$$f = 4v/\pi d^2 h \quad [6]$$

ove v è il volume tabellare evidenziato in corrispondenza di una generica combinazione di diametro (d) ed altezza (h), entrambi espressi nella stessa unità di misura.

L'opportunità di considerare la tavola di cubatura a doppia entrata come una matrice bidimensionale di valori del coefficiente di riduzione, mentre non modifica in alcun modo l'informazione stereometrica, aumenta nel contempo la «risoluzione» e la sensibilità dell'analisi che può essere effettuata circa la definizione dell'andamento del fenomeno stereometrico sotteso dalla tavola stessa. Ciò in quanto il limitato ambito di variazione di detto coefficiente (i cui valori si raccolgono, per la maggior parte delle specie, nell'intervallo $0,4 \div 0,6$) consente un'azione più incisiva delle tecniche di perequazione analitica (ma anche grafica) dei dati e permette quindi di

giungere all'adattamento di modelli analitici (o grafici) più aderenti alla reale evoluzione del fenomeno stereometrico esaminato.

Infatti dal punto di vista matematico-statistico operando con le tecniche di studio della regressione multipla direttamente sui volumi, l'adattamento del modello risulta notevolmente influenzato dalla grande variabilità di questi fra le varie zone della tavola, nel senso che l'azione di minimizzazione degli scarti quadrati dalla regressione opera con entità numeriche di ordine di grandezza totalmente diverso nelle classi dimensionali piccole rispetto a quelle riscontrabili per le combinazioni di diametro ed altezza più elevati. Il modello tende così a «calibrarsi» sui valori volumetrici elevati ed in alcuni casi può anche fornire valori dendrometricamente inaccettabili per gli individui arborei di dimensioni ridotte.

In generale si è potuto notare come andamenti di volume apparentemente ineccepibili possono contemporaneamente sottendere zone di accentuata irregolarità e perturbazione degli andamenti attesi del coefficiente di riduzione. Questo fenomeno è evidenziato con maggiore frequenza in corrispondenza delle «frange» di tavole costruite con metodo grafico, ma non è del tutto assente nemmeno nell'ambito delle tavole costruite su base analitica con perequazione operata sui volumi. Ciò ha portato a concludere che mentre andamenti corretti dei valori del coefficiente di riduzione si ripercuotono in andamenti altrettanto corretti dei valori di volume, non è necessariamente vero il contrario.

Sulla base di queste considerazioni si è ritenuto più consono operare, sia al fine dell'uniformazione del campo ipso-diametrico delle singole tavole che nella successiva fase di ricerca di un modello funzionale capace di sostituire efficacemente le tavole di sintesi prodotte, sui valori del coefficiente di riduzione ordinario.

È risultato così necessaria una analisi preliminare delle modalità di estrinsecazione di questa particolare espressione stereometrica, analisi che ha fornito sufficienti indicazioni per le successive fasi di estrapolazione grafica ed interpolazione analitica.

2.2.4.2 Andamenti attesi del coefficiente di riduzione ordinario nelle tavole a doppia entrata

Mentre la variazione della variabile dipendente «volume» all'aumentare del valore delle variabili indipendenti «diametro» e «altezza» si realizza secondo andamenti generalmente noti e, almeno morfologicamente, pressoché indipendenti dalla specie ma anche dal tipo di massa considerata (massa dendrometrica o cormometrica), non altrettanto si può dire per le corrispondenti variazioni del coefficiente di riduzione.

Non moltissimi sono gli studi che si occupano di questo tema, che non gode di grande attenzione speculativa, tanto che l'analisi delle variazioni del coefficiente di riduzione ordinario compare abbastanza di rado nella letteratura inerente tavole stereometriche a doppia entrata.

È forse opportuno ricordare allora che gli andamenti del coefficiente di riduzione si differenziano notevolmente dal punto di vista morfologico non tanto in relazione alla specie quanto al tipo di massa considerata nella costruzione della tavola a doppia entrata. Dall'analisi effettuata sulle sue variazioni nell'ambito di tavole stereometriche a doppia entrata si possono trarre alcune indicazioni che vengono di seguito riportate in modo schematico.

1. Variazione del coefficiente di riduzione della massa del fusto intero con corteccia:
 - a) In relazione al diametro, per classi di altezza, si può osservare che:
 - tende a decrescere all'aumentare del diametro secondo andamenti a curvilinearità più o meno accentuata ed a concavità rivolta verso l'alto; la diminuzione risulta in genere più sensibile per i diametri piccoli per poi attenuarsi per i diametri molto elevati;
 - le curve relative a classi di altezza via via più elevate si evolvono, nella maggior parte dei casi, secondo valori del coefficiente costantemente maggiori di quelli relativi ad altezze meno elevate.
 - b) In relazione all'altezza, per classi di diametro, si può osservare che:
 - il modello di variazione di f risulta meno generalizzato anche se frequente appare la tendenza ad un suo aumento con l'aumentare dell'altezza, secondo curve prevalentemente concave rispetto all'ascissa e disposte sui valori costantemente minori all'aumentare della classe diametrica considerata; non mancano però casi in cui il fenomeno complessivo si discosta notevolmente da quanto descritto.
2. Variazione del coefficiente di riduzione di massa dendrometrica (intesa come totalità della massa epigea ad esclusione della fascina).
 - a) In relazione al diametro, per classi di altezza, nella maggior parte dei casi f tende a crescere secondo curve a concavità rivolta verso il basso ed esprimenti valori costantemente meno elevati per classi di altezza via via maggiori;
 - b) in relazione all'altezza, per classi di diametro, il modello di variazione di f appare più generalizzato che nel caso precedente e si concretizza in una diminuzione dei valori, con l'aumentare dell'altezza, secondo andamenti convessi rispetto alle ascisse ed esprimenti entità di f costantemente maggiori all'aumentare della classe di diametro considerata.

2.2.4.3 Scelta del campo ipso-diametrico di riferimento

Riprendendo ora il tema centrale del paragrafo 2.2.4, occorre chiarire che il processo di uniformazione del campo ipso-diametrico delle tavole-base appartenenti ad una certa specie (o gruppo di specie), prevede l'eventuale estrapolazione degli andamenti del coefficiente di riduzione ordinario dai limiti ipso-diametrici originali fino a quelli adottati come riferimento per il gruppo di tavole-base considerato.

Questi ultimi sono stati individuati caso per caso, esaminando comparativamente i campi originali delle tavole base. Pur non essendosi riferiti ad una regola rigorosa si può comunque affermare che si è cercato di delineare campi ipso-diametrici estesi ed in pratica molto vicini a quelli che si sarebbero ottenuti considerando l'insieme di coppie di valori di diametro ed altezza per le quali risultasse definito il volume in almeno una delle tavole-base relative alla specie (o gruppo di specie) considerata. Va comunque menzionato il fatto che, per quanto riguarda le fustaie, non sono stati presi in considerazione valori di volume eventualmente forniti per diametri inferiori ai 15 cm o superiori ad 80 cm e per altezze inferiori a 7 m o superiori a 40 m. Ciò in quanto l'allargamento eccessivo del campo ipso-diametrico di riferimento avrebbe negativamente influito sulla attendibilità delle estrapolazioni degli andamenti del coefficiente di riduzione nelle tavole-base di limitata estensione, andando tra l'altro a fornire per le classi di diametro ed altezza maggiori di quelle considerate come massime, indicazioni stereometriche a livello di individui arborei dimensionalmente inusuali se non eccezionali. Va inoltre ricordato che, secondo il progetto inventariale, la determinazione dei volumi degli individui d'alto fusto di piccole dimensioni (diametro ad 1,30 inferiore a 17,5 cm) viene attuata secondo metodologie di stima che non presuppongono, se non indirettamente, l'uso delle tavole di sintesi approntate⁽⁶⁾.

2.2.4.4 Procedimento di estrapolazione grafica degli andamenti del coefficiente di riduzione ordinario

Di ogni tavola-base dei valori standardizzati del coefficiente di riduzione (ancora limitati al campo ipso-diametrico originale) sono state prodotte due versioni grafiche a grande scala. Nella prima sono stati visualizzati i valori di f (in ordinata) con il diametro (in ascissa), per classi di altezza costante, mentre nella seconda veniva graficamente tradotta la relazione di f con l'altezza, per classi di diametro costante. In entrambi i casi sono stati considerati valori di diametro variabili

⁽⁶⁾ I criteri di stima del volume degli individui arborei d'alto fusto di piccole dimensioni sono evidenziati a pag. 210 del Progetto operativo dell'I.F.N.I. (1983) elaborato dall'I.S.A.F.A. per conto della Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste.

di centimetro in centimetro e di altezza variabili di metro in metro.

Nei due grafici le variazioni del coefficiente di riduzione proprie di ciascuna tavola-base si traducono in andamenti differenziati e morfologicamente ascrivibili ad una delle diverse tipologie di cui al sottoparagrafo 2.2.4.2.

L'analisi dei grafici ha consentito innanzitutto di evidenziare e correggere zone di microirregolarità degli andamenti sfuggite all'azione regolarizzatrice del processo di cui al paragrafo 2.2.1. Quest'ultimo, agendo sui valori stereometrici, non consentiva infatti di evidenziare alterazioni degli andamenti di f di limitata entità e quindi completamente «mimetizzati» nella dimensione numerica e nella approssimazione dei volumi.

Per ciascuna tavola-base, ove necessario, gli andamenti del coefficiente di riduzione sono stati graficamente prolungati fino a coprire l'intero campo ipso-diametrico di riferimento adottato per la specie (o gruppo di specie) di appartenenza. In questa fase si è rivelata particolarmente utile l'analisi simultanea su doppio grafico della pertinenza contemporanea di ciascun dato estrapolato alle rispettive tendenze di variazione di f sul diametro e sull'altezza, nel senso che anche limitate deviazioni del fenomeno, introdotte erroneamente in un grafico, si segnalavano come tali, in modo spesso maggiormente evidente, nell'altro e potevano quindi essere immediatamente corrette. Al proposito va tenuto presente che, effettuando il processo di estrapolazione su valori del coefficiente di riduzione corrispondenti a coppie di diametri ed altezza variabili rispettivamente di centimetro in centimetro e di metro in metro, il fenomeno di variazione di f sotteso dalla tavola veniva normalmente a delinearci con molta evidenza e la presenza di andamenti originali molto ravvicinati a quelli in fase di estrapolazione ha contribuito ad aumentare l'affidabilità di questi ultimi.

Ultimata l'estrapolazione, tutte le tavole-base appartenenti ad un certo gruppo hanno dato luogo a matrici di valori del coefficiente di riduzione dimensionalmente omogenee, i cui elementi numerici si riferiscono quindi ad uno stesso insieme costante di coppie di valori diametro-altezza.

2.3 Criteri di ponderazione delle tavole-base standardizzate nella formazione della tavola dei valori medi del coefficiente di riduzione ordinario

Il successivo passo verso l'elaborazione della tavola definita valida per una specie (o gruppo di specie) è stato quello di combinare le tavole-base dei coefficienti di riduzione in un'unica tavola di valori medi ponderati.

La ponderazione è stata attuata in quanto non si è ritenuto

opportuno assegnare ad ogni tavola-base lo stesso apporto informativo, ma si è invece optato per l'assegnazione di «pesi» differenziati da tavola a tavola in funzione della Valutazione di un insieme di caratteristiche.

Per ognuna delle tavole-base che andavano a confluire nella tavola degli f medi è stato determinato infatti un punteggio (peso) complessivo (P) pari alla somma di sei punteggi parziali (p_1, \dots, p_6) assegnati con riguardo:

1. al numero di alberi modello utilizzati nella costruzione della tavola-base esaminata;
2. all'ampiezza del territorio geografico per il quale la tavola è ritenuta valida;
3. alle necessità di interpolazione posta dal criterio di «spaziatura» ipso-diametrica adottato dall'Autore (indipendentemente dalla presentazione formale, tavole costruite su base analitica hanno ricevuto il punteggio parziale massimo, in quanto i valori non evidenziati sono stati ricostruiti mediante la funzione perequatrice propria della tavola stessa);
4. alla necessità di estrapolazione posta dalla tavola-base esaminata, considerando varie classi di rapporto percentuale tra estensione del campo ipso-diametrico originale e quello di riferimento;
5. alla incidenza degli adeguamenti di significato dendrometrico dei volumi forniti rispetto al tipo di volume standard adottato per la specie;
6. alla più o meno accentuata regolarità dimostrata dalla tavola-base nei confronti degli andamenti del coefficiente di riduzione.

Effettuata questa operazione si è proceduto al calcolo della matrice (tavola) degli f medi ponderati, ogni generico elemento della quale è stato calcolato mediante:

$$\bar{f}_{d,h} = \sum (p_i f_{i,d,h}) / \sum p_i$$

dove le sommatorie si intendono estese per i che va da 1 a n , con n pari al numero delle tavole

$\bar{f}_{d,h}$: valore di f medio ponderato per la generica combinazione di valori di diametro (d) ed altezza

p_i : peso complessivo ($p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{i6}$) assegnato ad ogni valore di $f_{i,d,h}$ della tavola-base appartenente all'insieme di tavole considerate per quella specie (o gruppo di specie);

2.4 *Interpretazione funzionale della tavola dei valori medi (\bar{f}) e formazione della tavola dei valori perequati del coefficiente di riduzione ordinario*

La necessità di interpretare matematicamente il contenuto numerico della tavola di \bar{f} deriva principalmente dalle migliori opportunità di applicazione, in sede di elaborazione dei dati inventariali, di cui è dotata un'espressione matematica rispetto alla matrice originaria di valori singolari ordinati; inoltre è evidente che l'azione perequatrice conduce ad una regolarizzazione definitiva degli andamenti di \bar{f} e di conseguenza di quelli di volume.

In termini statistici, si configura quindi un caso di studio della regressione multipla:⁽⁷⁾

$$\hat{f} = F(d, h) \quad [8]$$

ove \hat{f} è il valore fornito dalla regressione per la generica coppia di valori d e h , espressi rispettivamente in centimetri ed in metri, ed il simbolo F , che compare al secondo termine, è quello convenzionalmente adottato per indicare l'istituzione di una relazione funzionale, da intendersi qui in senso stocastico.

Lo studio delle regressioni che interpretano le diverse tavole di sintesi degli \bar{f} è stato condotto secondo la procedura dello «stepwise» (DEL FAVERO)⁽⁸⁾, la quale a partire da un modello perequativo massimo imposto a priori, mediante il metodo dei minimi quadrati, conduce a determinare un modello definitivo ottimale, normalmente composto da un sottoinsieme delle variabili iniziali dotate della più alta capacità interpretativa relativa al fenomeno regressivo in esame.

Il modello massimo di base adottato è stato quello già impiegato nell'ambito del lavoro di cui alla nota ⁽¹⁾ e che deriva da quello proposto per lo studio delle relazioni stereometriche a doppia entrata, ove si consideri che, agendo in questo caso su i valori del coefficiente di riduzione piuttosto che su quelli di volume, tale modello è stato trasformato di conseguenza, dividendo ciascun termine per d^2h . Ne è derivata una struttura articolata in 12 variabili di cui le 11 al secondo membro costituiscono il gruppo delle variabili indipendenti. Formalmente esso è così rappresentabile ⁽⁹⁾:

⁽⁷⁾ È opportuno chiarire che il metodo indicato, mentre dal punto di vista procedurale non si differenzia da quello della vera e propria perequazione analitica di una relazione stocastica, sul piano concettuale non va inteso come tale, in quanto si propone sostanzialmente di interpretare matematicamente variazioni di f che già di per sé, in virtù dei processi che le hanno determinate, hanno subito un processo perequativo, sia a livello di costruzione delle tavole che, implicitamente, nella formazione della tavola degli \bar{f} nel corso del presente lavoro.

⁽⁸⁾ DEL FAVERO R. - Sulla scelta del miglior modello perequativo nell'interpretazione delle correlazioni d'interesse dendrometrico. Padova, 1978.

⁽⁹⁾ Si ricorda che trattasi di un modello massimo o come tale normalmente destinato a ridursi come numero di variabili indipendenti a quelle che la procedura perequativa di «stepwise» segnala come aventi il più alto grado di capacità interpretativa.

$$\hat{f}d, h = F(d, d^{-1}, d^{-2}, h, h^{-1}, dh, dh^{-1}, dh^{-2}, d^{-1}h, d^{-1}h^{-1}, d^{-2}h^{-2}) \quad [9]$$

In alcuni casi ai fini di aumentare, ove necessario, la capacità interpretativa, tale modello è stato ulteriormente allargato fino a comprendere 24 variabili indipendenti derivanti dalle variabili-base $d, d^1, d^2, d^{-2}, h, h^{-1}, h^2, h^{-2}$, nonché da tutte le possibili combinazioni di queste ultime in prodotti contenenti ciascuno una potenza di d ed una di h .

2.5 Criteri di analisi della capacità interpretativa della funzione interpolante

Il grado di adattamento del modello scaturito dall'analisi «stepwise», rispetto agli andamenti di \bar{f} , è stato saggiato mediante il calcolo e la Valutazione di alcuni indici riguardanti gli scarti che si determinano fra i valori forniti dal modello e i valori originali di \bar{f} .

Il valore critico di tali indici, compatibile con un livello di adattamento ritenuto accettabile, è stato stabilito a priori. Nei casi in cui il modello determinato non ha raggiunto tale livello di adattamento si è provveduto ad estendere il modello massimo, secondo quanto già evidenziato al paragrafo precedente, in modo da includervi variabili indipendenti di maggiore capacità interpretativa.

Gli indici esaminati per ogni tavola di sintesi (mono o pluri specifica) possono essere distinti in principali (due) ed accessori (tre) nel senso che, considerato il significato particolare che assume in questo caso il processo perequativo (vedi nota 7), solo ai primi può essere assegnato significato effettivamente probatorio del livello con il quale gli \hat{f} approssimano i valori di \bar{f} .

Come indici principali sono stati quindi calcolati:

$$1) \overline{\Delta f\%} = \{100 \sum [(\hat{f}_i - \bar{f}_i) / \bar{f}_i]\} / n \quad (\text{media aritmetica degli scarti percentuali}) \quad [10]$$

$$2) |\overline{\Delta f\%}| = \{100 \sum [|\hat{f}_i - \bar{f}_i| / \bar{f}_i]\} / n \quad (\text{media aritmetica degli scarti percentuali presi in valore assoluto}) \quad [11]$$

Mentre come indici accessori sono stati considerati:

$$3) \max \Delta f\% = \max 100 (\hat{f}_i - \bar{f}_i) / \bar{f}_i \quad (\text{scarto percentuale massimo positivo}) \quad [12]$$

$$4) \min \Delta f\% = \min 100 (\hat{f}_i - \bar{f}_i) / \bar{f}_i \quad (\text{scarto percentuale massimo negativo}) \quad [13]$$

$$5) R^2 = \Sigma(\hat{f}_i - \bar{f}) / \Sigma(\bar{f} - \bar{f}) \quad (\text{coefficiente di determinazione}) \quad [14]$$

In tutte le precedenti formulazioni i simboli di sommatoria si intendono estesi per i che va da 1 ad n (con n pari al numero di valori singolari di \bar{f}), i simboli \bar{f} ed \hat{f} assumono i significati già noti, mentre il simbolo $\bar{f} = (\Delta \bar{f})/n$ rappresenta la media aritmetica di tutti i valori singolari di \bar{f} .

Il modello finale determinato per ogni tavola di sintesi era considerato idoneo al verificarsi delle seguenti due condizioni:

$$1) \overline{\Delta f\%} \cong 0$$

$$2) |\overline{\Delta f\%}| < 1$$

Si è potuto constatare che, in tal caso, i valori degli indici accessori erano, nella totalità dei casi:

$$3) \max \Delta f\% < 3$$

$$4) \min \Delta f\% > -3$$

$$5) R^2 > 0,97$$

Il valore di R^2 , che nello studio delle regressioni rappresenta in genere l'indice di maggior significato ai fini della verifica della bontà di adattamento ai dati sperimentali della funzione individuata, in questo caso è stato ritenuto soltanto un indice accessorio, ciò in quanto era logico attendersi valori molto alti di R^2 dal momento che, come è già stato evidenziato, il processo effettuato non è da intendersi come una vera e propria perequazione ma piuttosto come interpretazione matematica di andamenti di \bar{f} già molto definiti. D'altra parte nei casi di modelli contenenti variabili indipendenti spurie e cioè matematicamente autocorrelate, R^2 assume un significato non convenzionale e di minore attendibilità.

2.6 Analisi del comportamento della funzione interpolante al di fuori del campo ipsodiametrico di

referimento

È stato analizzato il comportamento della funzione \hat{f} al di fuori del campo ipsodiametrico di riferimento, in quanto, benché dendrometricamente eccezionali, soggetti individuati da un diametro e/o da un'altezza esterna al campo considerato possono sempre essere riscontrati nel rilievo inventariale. Data la notevole estensione che è stata assegnata ai campi ipso-diametrici delle tavole di sintesi, si tratta evidentemente di soggetti di frequenza trascurabile, ma ai quali, tuttavia deve essere comunque assegnato un valore di massa in sede di elaborazione.

A tal fine è stato accertato il comportamento della funzione f rispetto a valori delle variabili indipendenti d ed h esterni al campo ipsodiametrico di riferimento, dal momento che, considerata la elevata articolazione dei modelli perequativi non erano escludibili a priori comportamenti estimativi dendrometricamente anomali dei modelli stessi in tali situazioni.

Benché i valori di \hat{f} (e quindi di volume) forniti dai modelli per gli ambiti dimensionali citati siano da considerare come puramente convenzionali, essi dimostrano in tutti i casi una sostanziale stabilità estimativa delle varie espressioni di \hat{f} elaborate, anche a livello di quei soggetti che, benché inusuali, presentano dimensioni riscontrabili nella realtà inventariale.

2.7 Elaborazione della tavola di sintesi dei volumi

Alla conclusione del processo di elaborazione ogni funzione mono o plurispecifica è stata trasformata nella rispettiva funzione di volume. Infatti essendo, per la [6]:

$$\hat{f} = F(d, h) = 4\hat{v} / \pi d^2 h \quad [15]$$

$$\hat{v} = \hat{f} d^2 h \pi / 4 \quad [16]$$

la quale, vista in termini generali, non è altro che la nota $v = ghf$.

Per ricavare la corrispondente funzione di volume, ogni termine dell'espressione di \hat{f} è stato quindi moltiplicato per $(\pi / 4)d^2 h$.

Si può intuire come, in occasione di questa trasformazione, nelle funzioni di volume definitive il termine noto permanga solo nel caso in cui, fra i termini dell'espressione di f , fosse stata

presente la variabile indipendente $1/(d^2h)$.

Proprio in dipendenza della tecnica perequativa impiegata che, poste certe condizioni, seleziona automaticamente il modello ottimale, non sempre ciò si è verificato ed in tal caso l'espressione di volume derivata non presenta termine noto.

3 - Adozione ai fini inventariali di singole tavole a doppia entrata costruite per le fustaie

Limitatamente al pino d'Aleppo ed al pino domestico si è proceduto alla semplice adozione di singole tavole dendrometriche a doppia entrata presenti in letteratura.

Nel caso del pino d'Aleppo è stata infatti recentemente approntata presso l'I.S.A.F.A. una tavola dendrometrica a doppia entrata di validità nazionale (cfr. §13) elaborata sulla base dei dati di un campione di alberi modello rilevati nelle principali zone di vegetazione della specie nel Paese.

Per quanto riguarda il pino domestico non è stato invece possibile costruire una tavola di sintesi con i criteri evidenziati nei precedenti paragrafi, in quanto in letteratura è stata reperita una sola tavola a doppia entrata del pino domestico di sufficiente estensione ipso-diametrica quale è quella del MESCHINI, valida per le pinete presidenziali di S. Rossore.

Pur tuttavia, la riconosciuta attendibilità di questa tavola, derivante anche dall'elevato numero di alberi modello sulla base dei quali essa è stata elaborata, ha fatto ritenere che una sua presuntiva estensione di validità all'intero ambito nazionale non fosse pregiudizievole rispetto alla attendibilità delle stime che saranno effettuate a livello inventariale.

Al fine di permettere l'uniformazione dei criteri di elaborazione dei dati delle unità di campionamento inventariale, si è comunque proceduto alla interpretazione matematica dei valori forniti dalla tavola del MESCHINI, la quale fu costruita con perequazione grafica. Il processo ha portato, ovviamente, a lievi variazioni dei valori originali.

È opportuno ricordare che il significato dendrometrico dei valori tabellari forniti dalle due tavole di cui al presente paragrafo è stato uniformato a quello adottato per le latifoglie (massa dendrometrica al netto della fascina fino al diametro massimo di 3 cm), considerata la conformazione della chioma di queste specie ed i criteri di riferimento normalmente adottati nella costruzione di tavole dendrometriche a doppia entrata che le riguardano.

4 - Costruzione di tavole generali a doppia entrata relative a polloni, sulla base di alberi modello

Nel caso dei boschi cedui, per la stima del volume dei polloni non esiste in letteratura un insieme di tavole a doppia entrata di numero e valenza dendrologico-territoriale comparabile a quanto esistente per le fustaie.

La specie più dotata di tavole stereometriche per i polloni è risultata essere il castagno, specie abbastanza studiata per la importanza economica che ha rivestito in passato; le quattro tavole disponibili sono state quindi combinate al fine di produrre un'unica tavola di sintesi (cfr. § 18).

Per gli eucalitteti governati a ceduo, ai fini dell'I.F.N.I. si è ritenuto sufficiente adottare l'unica tavola attualmente disponibile e costruita per popolamenti presenti presso Piazza Armerina in Sicilia (cfr. § 19). Per i pioppeti coltivati, governati a ceduo, si è proceduto in identico modo, utilizzando unicamente la tavola costruita per i popolamenti esistenti presso Casale Monferrato in Piemonte (cfr. § 20). Ciò in quanto la esigua incidenza inventariale dei tipi di popolamenti per i quali dette tavole sono state approntate non sembra giustificare analisi particolari e ne ha suggerito una semplice estensione presuntiva di validità all'intero territorio nazionale.

Per le altre specie di latifoglie, data la loro diffusa presenza su gran parte del territorio nazionale contrapposta alla scarsa disponibilità di specifiche tavole a doppia entrata già elaborate, si è optato per la costruzione di tavole stereometriche originali con valenza dendrologica e territoriale più ampia possibile.

A questo scopo è stato raccolto un campione di polloni con soggetti provenienti da molte regioni italiane, integrato successivamente con campioni di minore entità raccolti nel corso di studi e ricerche diversi; globalmente il campione raccolto è risultato essere costituito da 2.593 polloni, su ognuno dei quali era stato misurato il diametro ad 1,3 m dal suolo, l'altezza totale ed era stato determinato il volume dendrometrico ad esclusione della fascina minuta.

4.1 Criteri di perequazione ed analisi discriminativa del fenomeno stereometrico nelle diverse specie o gruppi di specie

Come già indicato nel paragrafo 2.2.4.1, il problema della perequazione analitica del fenomeno stereometrico trova spesso una soluzione più soddisfacente qualora si operi sui valori derivati del coefficiente di riduzione ordinario che non direttamente sui volumi.

Questa constatazione non può però assurgere a regola generale, poiché una valutazione

sull'opportunità di condurre l'azione di perequazione con una grandezza (il coefficiente di riduzione) piuttosto che con l'altra (il volume) è realizzabile solamente a posteriori, sulla base di uno o più indicatori della capacità interpretativa delle osservazioni campionarie da parte dei modelli regressivi utilizzati.

L'indicatore generalmente considerato più adatto nell'esecuzione di questo particolare tipo di Valutazioni è l'errore standard di stima (ESS) della regressione, calcolato a partire dalla sua formulazione più generale

$$ESS = \sqrt{\frac{\sum(\hat{y}_i - y_i)^2}{n - m - 1}}$$

Con

- \hat{y}_i = valori di risposta del modello regressivo
- y_i = valori sperimentali
- n = numero delle osservazioni;
- m = numero delle variabili indipendenti;
- i = 1, 2,, n

A questo può essere associata l'entità dello scarto medio e dello scarto percentuale medio tra valori attesi e i valori sperimentali (considerando gli scarti senza segno), per avere ulteriori indicazioni sul comportamento dei modelli perequativi.

Un altro aspetto di rilievo dell'analisi del fenomeno in esame riguarda l'ipotesi e la successiva verifica sperimentale dell'esistenza di andamenti stereometrici significativamente diversi fra specie o gruppi di specie. Per analogia con la suddivisione operata nel caso delle fustaie, l'intero campione di polloni è stato dapprima suddiviso in due sottocampioni, il primo costituito da tutti i polloni di quercie (non differenziati per specie) ed il secondo dai polloni di faggio e di tutte le altre latifoglie ad esclusione delle quercie. Da una prima analisi delle osservazioni è risultato però opportuno suddividere ulteriormente questo secondo sottocampione in due contingenti, separando i soggetti di faggio da quelli delle specie restanti.

Per questi tre sottocampioni si è quindi proceduto ad operare:

- una selezione delle variabili indipendenti a partire dai modelli massimi indicati (cfr. § 2.4), dotate di maggiore capacità interpretativa nei confronti della variabile dipendente «coefficiente di riduzione»;
- una analoga selezione nei confronti della variabile dipendente «volume»;
- la definizione, nei due casi, di un modello comune contenente tutte le variabili indipendenti selezionate per ciascuno dei tre campioni;

- l'esecuzione di test di analisi della varianza per verificare l'ipotesi nulla di parallelismo e coincidenza delle espressioni regressive (a parità di modello) relative ai tre gruppi, secondo lo schema indicato da KOZAK⁽¹⁰⁾.

Il risultato dei test ha permesso di non accettare l'ipotesi nulla e quindi di considerare le tre regressioni significativamente diverse tra di loro.

Abbandonando il modello regressivo comune, è stata quindi valutata, per ogni sottocampione la capacità interpretativa delle espressioni relative al coefficiente di riduzione ed al volume, confrontandole sulla base degli indicatori in precedenza descritti.

Questi confronti hanno permesso di stabilire che nel caso delle quercie e del faggio la regressione relativa al coefficiente di riduzione era dotata di maggiore capacità interpretativa, mentre nel caso del sottocampione costituito dalle altre latifoglie risultava migliore la regressione operata direttamente sui volumi. A conforto di tali risultati è stato osservato che i modelli perequativi sul volume dei primi due gruppi (quercie e faggio) fornivano, per le classi diametriche ed ipsometriche minori, dei valori di risposta inferiori allo zero, risultando quindi dendrometricamente inaccettabili.

Nei paragrafi 21, 22 e 23 sono riportate le caratteristiche dei campioni utilizzati, l'espressione funzionale e tabellare, nonché la valenza dendrologica di ciascuna tavola. Per quanto riguarda la tabella numerica è stato adottato un diverso carattere per i valori interni al campo coperto dal campione (in tondo) rispetto a quelli esterni a detto campo (in corsivo) che derivano da una estrapolazione condotta mediante il modello perequativo.

⁽¹⁰⁾ KOZAK A., 1972 - A simple method to test parallelism and coincidence for curvilinear, multiple linear and multiple curvilinear regressions. 3rd Conference Advisory Group of Forest Statisticians, Jouy-en-Josas, 7-11 settembre 1970.

Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale
e per l'Alpicoltura
(I.S.A.F.A.)

INVENTARIO
FORESTALE NAZIONALE ITALIANO
(I.F.N.I.)

Indice delle tavole di cubatura a doppia entrata

Simbologia adottata

Tavola generale a doppia entrata dell'*abete rosso*

Tavola generale a doppia entrata dell'*abete bianco*

Tavola generale a doppia entrata del *larice*

Tavola generale a doppia entrata del *pino silvestre*

Tavola generale a doppia entrata dei *pini neri*

Tavola generale a doppia entrata del *pino domestico*

Tavola generale a doppia entrata del *pino marittimo*

Tavola generale a doppia entrata del *pino d'Aleppo*

Tavola generale a doppia entrata del *faggio* allevato a fustaia

Tavola generale a doppia entrata delle *quercie* allevate a fustaia

Tavola generale a doppia entrata degli *eucalitti* allevati a fustaia

Tavola generale a doppia entrata dei *pioppi coltivati* allevati a fustaia

Tavola generale a doppia entrata del *castagno* allevato a ceduo

Tavola generale a doppia entrata del *faggio* allevato a ceduo

Tavola generale a doppia entrata delle *quercie* allevate a ceduo

Tavola generale a doppia entrata degli *eucalitti* allevati a ceduo

Tavola generale a doppia entrata dei *pioppi coltivati* allevati a ceduo

Tavola generale a doppia entrata delle *altre latifoglie* allevate a ceduo

5 – Simbologia

Nella colonna di destra delle tabelle riepilogative riguardanti le tavole base, per motivi di spazio, sono stati adottati alcuni simboli esprimenti sinteticamente il significato dendrometrico dei volumi forniti nelle varie tavole considerate.

Tali simboli, che sono quelli consigliati dalla Unione internazionale degli Istituti di ricerca forestale (1959-1965), assumono il seguente significato:

- v : massa del fusto intero (comprensiva del cimale);
- v_5 : massa cormometrica del fusto svettato a 5 cm;
- v_7 : massa cormometrica del fusto svettato a 7 cm;
- v_{10} : massa cormometrica del fusto svettato a 10 cm;
- $v_{(8\div 10)}$: massa cormometrica del fusto svettato a 8÷10 cm;
- $v_{(10\div 12)}$: massa cormometrica del fusto svettato a 10÷12 cm;
- v_a : massa blastometrica (massa lorda dei rami);
- v_{7a} : massa dei rami aventi sezione minima corrispondente a 7 cm di diametro;
- v_b : massa dendrometrica al lordo della fascina (= $v + v_a$);
- v_{7b} : massa cormometrica dell'albero (= $v_7 + v_{7a}$);
- $v_{(2\div 3)b}$: massa dendrometrica al netto della fascina (quest'ultima avente sezione massima corrispondente a 2÷3 cm in diametro);
- $\bigcirc ?$: i simboli contenenti il ? al posto di un indice numerico si riferiscono a masse del tipo di volta in volta considerato per le quali non è stato possibile accertare la soglia diametrica di sezionatura.

6 - Tavola generale a doppia entrata dell'abete rosso ⁽¹⁾

6.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

061	<i>Picea abies</i>	abete rosso
060	<i>Picea</i> sp.	altre specie del genere <i>Picea</i>
031	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	cipresso di Lawson
030	<i>Chamaecyparis</i> sp.	altre specie del genere <i>Chamaecyparis</i>
041	<i>Cupressus arizonica</i>	cipresso dell'Arizona
042	<i>Cupressus sempervirens horizontalis</i> e <i>pyramidalis</i>	cipresso comune
040	<i>Cupressus</i> sp.	altri cipressi
199	altre conifere minori (indigene od esotiche): gen. <i>Taxodium</i> , <i>Sequoiadendron</i> , <i>Sequoia</i> , <i>Cryptomeria</i> , <i>Thuja</i> , <i>Juniperus</i> .	

6.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Abete rosso	F. Grundner - v. Baur	1898	Europa centrale	v_{7b}
Abete rosso	Ist. Assest. For. Firenze	—	Paneveggio (TN)	$v_{(10 \div 12)}$
Abete rosso	A. Hofman	1965	Cansiglio	v_{3b}
Abete rosso	G. Bernetti	1959	Alta Val Camonica (BS)	$v_{(8 \div 10)}$
Abete rosso	L. Gorgo	1961	Rotzo (VI)	$v_?$
Abete rosso	B. Hellrigl	1970	Alto Cadore (BL)	v
Abete rosso	R. Del Favero	1978	Centro Cadore (BL)	v
Abete rosso	L. Benassi	1969	Altipiano di Asiago (VI)	$v_?$

6.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 d^3 + b_4 h^2 + b_5 d h^2 + b_6 d^2 h^2 + b_7 d^3 h \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} a &= 0,956615 \cdot 10^{-3} & b_1 &= 0,351034 \cdot 10^{-4} & b_2 &= 0,182680 \cdot 10^{-3} & b_3 &= -0,109054 \cdot 10^{-5} \\ b_4 &= -0,848230 \cdot 10^{-4} & b_5 &= 0,137602 \cdot 10^{-4} & b_6 &= -0,135874 \cdot 10^{-6} & b_7 &= -0,456717 \cdot 10^{-7} \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Tavola elaborata nell'ambito del lavoro «Sistema di tariffe di cubatura per l'abete rosso dell'arco alpino» a cura di C. CASTELLANI, R. DEL FAVERO, B. HELLRIGL, G. TABACCHI. Annali dell'I.S.A.F.A., vol. VII, 1978-79, Trento.

7 - Tavola generale a doppia entrata dell'abete bianco

7.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

011	Abies alba	abete bianco
012	Abies cephalonica	abete greco
010	Abies sp.	Altre specie del genere Abies
091	Pseudotsuga menziesii	douglasia
090	Pseudotsuga sp.	altre specie del genere Pseudotsuga
101	Taxus baccata	tasso
100	Taxus sp.	altre specie del genere Taxus

7.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Abete bianco	K. Schuberg ⁽¹⁾	1928	Europa centrale	v_{7b} ⁽²⁾
Abete bianco	Uff. Assest. A.S.F.D.	1950	Cansiglio	v_{2b}
Abete bianco	L. Gorgo	1961	Rotzo (VI)	v
Abete bianco	Uff. Assest. A.S.F.D.	1950	Abetone (PT)	v
Abete bianco	B.Hellrigl	1970	Alto Cadore (BL)	v
Abete bianco	G. Di Tella	1919	Vallombrosa (FI), Abetone (PT), Camaldoli (AR), Cansiglio	v
Abete bianco	M.Principe	1974	Serra S. Bruno e Brognaturo (CZ)	$v_{(8+10)}$
Abete bianco	L. Benassi	1973	Altipiano di Asiago (VI)	v_{10}
Abete bianco	L. Paganucci	1978	Vallombrosa (FI)	v

7.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 d h + b_4 d^2 + b_5 d h^2 + b_6 d^2 h^2 + b_7 h^2 + b_8 d^3 + b_9 d^3 h + b_{10} d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned}
 a &= -0,656435 \cdot 10^{-2} & b_1 &= 0,400928 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,169942 \cdot 10^{-3} & b_3 &= 0,162460 \cdot 10^{-3} \\
 b_4 &= -0,219327 \cdot 10^{-4} & b_5 &= -0,407627 \cdot 10^{-6} & b_6 &= -0,248575 \cdot 10^{-7} & b_7 &= 0,317508 \cdot 10^{-4} \\
 b_8 &= -0,140341 \cdot 10^{-6} & b_9 &= -0,983342 \cdot 10^{-7} & b_{10} &= -0,531640 \cdot 10^{-10}
 \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Raccolta di tavole di cubatura di GRUNDNER – SCHWAPPCH curata da R. SCHÖBER.

⁽²⁾ Classe cronologica 81 – 120 anni.

8 - Tavola generale a doppia entrata del *larice*

8.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

051	Larix decidua (europea)	larice
050	Larix sp.	Altre specie del genere Larix
020	Cedrus sp.	cedri

8.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Larice	A. Schiffel ⁽¹⁾	1905	Europa centrale	v
Larice	G. Giordano	1954	Alta Val Chisone (TO)	v
Larice	M. Degiampietro	1972	Alta Valle di Susa (TO)	v
Larice	O. La Marca	1978	Val Camonica (BS)	v

8.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 + b_6 h^2 + b_7 d h^2 + b_8 d^2 h^2 + b_9 d^3 + b_{10} d^3 h \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{array}{llll}
 a = 0,878507 \cdot 10^{-3} & b_1 = 0,250315 \cdot 10^{-4} & b_2 = -0,470604 \cdot 10^{-3} & b_3 = 0,108419 \cdot 10^{-2} \\
 b_4 = 0,562911 \cdot 10^{-4} & b_5 = 0,848521 \cdot 10^{-4} & b_6 = 0,307766 \cdot 10^{-4} & b_7 = 0,757667 \cdot 10^{-5} \\
 b_8 = 0,532017 \cdot 10^{-7} & b_9 = -1,09459 \cdot 10^{-6} & b_{10} = -0,281876 \cdot 10^{-7} &
 \end{array}$$

⁽¹⁾ Le serie numeriche della tavola originaria sono state riordinate e riperequate da R. SCHÖBER; la tavola è contenuta nella raccolta di GRUNDNER – SCHWAPPCH.

9 - Tavola generale a doppia entrata del *pino silvestre*

9.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

083 Pinus sylvestris pino silvestre

9.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pino silvestre	A. Schwappach	1898	Germania - Austria	v_{7b}
Pino silvestre	I. Pollanschutz	1974	Austria	v
Pino silvestre	P. Schmid-Haas ⁽¹⁾	1983	Svizzera	v

9.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d^2 + b_3 h^2 + b_4 d^3 + b_5 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$b_1 = 0,3948 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = 0,513013 \cdot 10^{-4} \quad b_3 = -0,468386 \cdot 10^{-4} \quad b_4 = -0,138717 \cdot 10^{-5}$$
$$b_5 = -0,373250 \cdot 10^{-8}$$

⁽¹⁾ Tavola non pubblicata cortesemente fornita dall'Autore.

10 - Tavola generale a doppia entrata *dei pini neri*

10.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

076	Pinus nigra austriaca	pino nero d'Austria
077	Pinus nigra calabrica	pino laricio
078	Pinus nigra italica	pino di Villetta Barrea
075	Pinus montana oncinata	pino uncinato
072	Pinus cembra	pino cembro
081	Pinus radiata	pino insigne
082	pinus strobus	pino strobo
070	Pinus sp.	altre specie del genere Pinus (P. excelsa, P. canariensis, ecc.)

10.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pino nero d'Austria	K. Böhmerle ⁽¹⁾	1883	Europa centrale	$v_{7b}^{(2)}$
Pino laricio	C. Castellani	1963	Calabria	v_{10}
Pino laricio	A. Cascio	1965	Etna (CT)	v_{10}
Pino laricio	G. Patrone	1938	Sila Grande (CS)	$v_?$
Pino nero e laricio	B. Hellrigl	1969	Toscana	v
Pino laricio di Villetta Barrea	L. Hermanin	1981	Scanno (AQ)	v

10.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 + b_6 h^2 + b_7 d^2 h^2 + b_8 d^3 + b_9 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} a &= 0,457023 \cdot 10^{-3} & b_1 &= 0,380346 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,423133 \cdot 10^{-4} & b_3 &= 0,160308 \cdot 10^{-2} \\ b_4 &= -0,112508 \cdot 10^{-3} & b_5 &= 0,210093 \cdot 10^{-4} & b_6 &= 0,132827 \cdot 10^{-4} & b_7 &= 0,337571 \cdot 10^{-8} \\ b_8 &= -0,177836 \cdot 10^{-6} & b_9 &= -0,491192 \cdot 10^{-9} & & & & \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Raccolta di tavole di cubatura di GRUNDNER – SCHWAPPACH curata da R. SCHÖBER.

⁽²⁾ Classe cronologica > 120 anni

11 - Tavola generale a doppia entrata del *pino domestico*

11.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

080

Pinus pinea

pino domestico

11.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pino domestico	Meschini (¹)	1959	S. Rossore (PT)	v_{2b}

11.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 d h + b_4 d h^2 + b_5 d^3 + b_6 d^3 h + b_7 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} b_1 &= 0,463730 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,141070 \cdot 10^{-2} & b_3 &= 0,397095 \cdot 10^{-3} & b_4 &= -0,146961 \cdot 10^{-4} \\ b_5 &= -0,652415 \cdot 10^{-6} & b_6 &= 0,183120 \cdot 10^{-6} & b_7 &= 0,191249 \cdot 10^{-8} \end{aligned}$$

(¹) Ai valori della tavola dendrometrica originaria è stato dedotto il volume della fascina avente sezione inferiore a 2 cm.

12 - Tavola generale a doppia entrata *del pino marittimo*

12.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

079 Pinus pinaster pino marittimo

12.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pino marittimo	L. Benassi	1946	Colli fiorentini (FI)	v
Pino marittimo	A. Baroni	1975	Toscana	v

12.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 d^2 + b_4 h^2 + b_5 d^3 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} a &= -0,319109 \cdot 10^{-2} & b_1 &= 0,281052 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,394309 \cdot 10^{-3} & b_3 &= 0,185128 \cdot 10^{-3} \\ b_4 &= 0,178057 \cdot 10^{-4} & b_5 &= 0,450308 \cdot 10^{-6} & & & & \end{aligned}$$

Tavola generale del pino marittimo

h (m) d (cm)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
15	0.079	0.086	0.092	0.099	0.106	0.113	0.119	0.126	0.133	0.140	0.147	0.154	0.161						
16	0.091	0.098	0.106	0.113	0.121	0.129	0.136	0.144	0.152	0.159	0.167	0.175	0.183						
17	0.104	0.112	0.120	0.129	0.137	0.146	0.154	0.163	0.172	0.180	0.189	0.198	0.207						
18	0.117	0.126	0.136	0.145	0.155	0.164	0.174	0.183	0.193	0.203	0.212	0.222	0.232						
19	0.131	0.142	0.152	0.162	0.173	0.184	0.194	0.205	0.215	0.226	0.237	0.248	0.258						
20	0.146	0.158	0.169	0.181	0.192	0.204	0.216	0.227	0.239	0.251	0.263	0.275	0.287	0.299	0.311	0.323			
21		0.175	0.187	0.200	0.213	0.226	0.238	0.251	0.264	0.277	0.290	0.303	0.316	0.329	0.342	0.356			
22		0.192	0.206	0.220	0.234	0.248	0.262	0.276	0.291	0.305	0.319	0.333	0.347	0.362	0.376	0.390			
23		0.211	0.226	0.242	0.257	0.272	0.287	0.303	0.318	0.334	0.349	0.365	0.380	0.396	0.411	0.427			
24		0.231	0.247	0.264	0.280	0.297	0.314	0.330	0.347	0.364	0.381	0.397	0.414	0.431	0.448	0.465			
25		0.251	0.269	0.287	0.305	0.323	0.341	0.359	0.377	0.395	0.413	0.432	0.450	0.468	0.486	0.505	0.523	0.542	0.560
26			0.311	0.331	0.350	0.370	0.389	0.409	0.428	0.448	0.467	0.487	0.507	0.526	0.546	0.566	0.586	0.606	
27			0.337	0.358	0.378	0.399	0.420	0.441	0.462	0.483	0.505	0.526	0.547	0.568	0.589	0.611	0.632	0.653	
28			0.363	0.385	0.408	0.430	0.453	0.475	0.498	0.521	0.543	0.566	0.589	0.611	0.634	0.657	0.680	0.703	
29			0.390	0.414	0.438	0.462	0.486	0.511	0.535	0.559	0.583	0.608	0.632	0.656	0.681	0.705	0.730	0.754	
30			0.418	0.444	0.470	0.496	0.521	0.547	0.573	0.599	0.625	0.651	0.677	0.703	0.729	0.755	0.781	0.807	
31			0.448	0.475	0.503	0.530	0.558	0.585	0.613	0.640	0.668	0.696	0.723	0.751	0.779	0.807	0.834	0.862	
32			0.478	0.507	0.536	0.566	0.595	0.624	0.654	0.683	0.712	0.742	0.771	0.801	0.830	0.860	0.889	0.919	
33			0.509	0.540	0.571	0.602	0.634	0.665	0.696	0.727	0.758	0.790	0.821	0.852	0.884	0.915	0.946	0.978	
34			0.542	0.575	0.608	0.640	0.673	0.706	0.740	0.773	0.806	0.839	0.872	0.905	0.938	0.972	1.005	1.038	
35			0.575	0.610	0.645	0.680	0.715	0.750	0.785	0.820	0.855	0.890	0.925	0.960	0.995	1.030	1.066	1.101	
36							0.757	0.794	0.831	0.868	0.905	0.942	0.979	1.016	1.054	1.091	1.128	1.165	
37							0.801	0.840	0.879	0.918	0.957	0.996	1.035	1.074	1.114	1.153	1.192	1.231	
38										0.969	1.010	1.051	1.093	1.134	1.175	1.217	1.258	1.300	
39										1.022	1.065	1.108	1.152	1.195	1.239	1.282	1.326	1.370	
40										1.076	1.121	1.167	1.213	1.258	1.304	1.350	1.396	1.441	
41											1.275	1.323	1.371	1.419	1.467	1.515			
42											1.339	1.389	1.440	1.490	1.540	1.591			
43											1.404	1.457	1.510	1.563	1.615	1.668			
44											1.472	1.527	1.582	1.637	1.692	1.748			
45											1.540	1.598	1.656	1.713	1.771	1.829			
46											1.611	1.671	1.731	1.791	1.852	1.912			
47											1.683	1.746	1.808	1.871	1.934	1.997			
48											1.756	1.822	1.887	1.953	2.019	2.084			
49											1.832	1.900	1.968	2.036	2.105	2.173			
50											1.909	1.980	2.051	2.122	2.193	2.264			
51														2.209	2.283	2.357			
52														2.298	2.374	2.451			
53														2.388	2.468	2.548			
54														2.481	2.563	2.646			
55														2.575	2.661	2.747			
56														2.671	2.760	2.849			
57														2.769	2.861	2.953			
58														2.869	2.964	3.059			
59														2.970	3.069	3.167			
60															3.073	3.175	3.277		

13 - Tavola generale a doppia entrata del pino d'Aleppo

13.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

073	Pinus halepensis	pino d'Aleppo
074	Pinus leucodermis	pino loricato
071	Pinus brutia	pino bruizio

13.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pino d'Aleppo	C. Castellani – G. Ghidini – V. Tosi ⁽¹⁾	1983	Italia	V_{3b}

13.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 + b_6 d^3 + b_7 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} a &= 0,129174 & b_1 &= 0,301592 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,141482 \cdot 10^{-1} & b_3 &= -0,125895 \cdot 10^{-1} \\ b_4 &= 0,904472 \cdot 10^{-3} & b_5 &= 0,279059 \cdot 10^{-3} & b_6 &= -0,645571 \cdot 10^{-6} & b_7 &= 0,258438 \cdot 10^{-8} \end{aligned}$$

⁽¹⁾ La tavola originale, dotata di modello matematico valido fino ad un diametro minimo di 20 cm, è stata rielaborata al fine di ottenere una nuova tavola (con scostamenti rispetto ai valori originali molto contenuti) dotata di modello funzionale valevole per tutto il campo dimensionale richiesto per il presente lavoro.

14 - Tavola generale a doppia entrata del *faggio* allevato a fustaia

14.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

281	<i>Fagus sylvatica</i>	faggio
280	<i>Fagus</i> sp.	altre specie del gen. <i>Fagus</i> (<i>F. orientalis</i> , ecc.)
200	<i>Acacia</i> sp.	acacie
211	<i>Acer campestre</i>	acero campestre
212	<i>Acer opalifolium</i>	acero italico
213	<i>Acer monspessulanum</i>	acero minore
214	<i>Acer obtusatum</i>	acero napoletano
215	<i>Acer platanoides</i>	acero riccio
216	<i>Acer pseudoplatanus</i>	acero montano
210	<i>Acer</i> sp.	altre specie del gen. <i>Acer</i>
221	<i>Alnus cordata</i>	ontano napoletano
222	<i>Alnus glutinosa</i>	ontano nero
223	<i>Alnus incana</i>	ontano bianco
220	<i>Alnus</i> sp.	altre specie del gen. <i>Alnus</i>
230	<i>Betula</i> sp.	betulle
241	<i>Carpinus betulus</i>	carpino bianco
242	<i>Carpinus orientalis</i>	carpinella
240	<i>Carpinus</i> sp.	altre specie del gen. <i>Carpinus</i>
251	<i>Castanea sativa</i>	castagno
250	<i>Castanea</i> sp.	altre specie del gen. <i>Castanea</i>
261	<i>Ceratonia siliqua</i>	carrubo
260	<i>Ceratonia</i> sp.	altre specie del gen. <i>Ceratonia</i>
291	<i>Fraxinus excelsior</i>	frassino
292	<i>Fraxinus ornus</i>	orniello
290	<i>Fraxinus</i> sp.	altre specie del gen. <i>Fraxinus</i> (<i>F. angustifolia</i> , ecc.)
301	<i>Juglans nigra</i>	noce nero
302	<i>Juglans regia</i>	noce
300	<i>Juglans</i> sp.	altre specie del gen. <i>Juglans</i>
311	<i>Ostrya carpinifolia</i>	carpino nero
310	<i>Ostrya</i> sp.	altre specie del gen. <i>Ostrya</i>
331	<i>Prunus avium</i>	ciliegio selvatico
330	<i>Prunus</i> sp.	altre specie del gen. <i>Prunus</i>
361	<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinia
360	<i>Robinia</i> sp.	altre specie del gen. <i>Robinia</i>
371	<i>Salix alba</i>	salice bianco
370	<i>Salix</i> sp.	altre specie del gen. <i>Salix</i>
380	<i>Sorbus</i> sp.	sorbi
390	<i>Tilia</i> sp.	tigli
400	<i>Ulmus</i> sp.	olmi
499	Altre latifoglie minori (indigene ed esotiche)	

14.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Faggio	L.W. Horn – F. Grundner ⁽¹⁾	1898	Europa centrale	v_b
Faggio	F. Clauser	1956	Pescasseroli (AQ)	$v_{?b}$
Faggio	C. Castellani	1963	Calabria	v_{3b}
Faggio	A. Famiglietti	1970	Salernitano	v_b
Faggio	G. Patrone	1941	Vallombrosa (FI), Abetone (PT)	v_b
Faggio	A. Cappelletti	1978	Molise	v_b
Faggio	Uff. Ass. A.S.F.D.	1950	Cansiglio	v_{3b}
Faggio	G. Giordano	1948	Gargano	$v_{?b}$

14.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 + b_6 h^2 + b_7 d h^2 + b_8 d^2 h^2 + b_9 d^3 + b_{10} d^3 h + b_{11} d^3 h^2 + b_{12} / h$$

$$(v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} a &= 0,140099 \cdot 10^{-3} & b_1 &= 0,381535 \cdot 10^{-4} & b_2 &= 0,370368 \cdot 10^{-3} & b_3 &= 0,151173 \cdot 10^{-3} \\ b_4 &= -0,821778 \cdot 10^{-4} & b_5 &= 0,124442 \cdot 10^{-3} & b_6 &= 0,378640 \cdot 10^{-6} & b_7 &= 0,690078 \cdot 10^{-6} \\ b_8 &= 0,131890 \cdot 10^{-7} & b_9 &= -0,277001 \cdot 10^{-6} & b_{10} &= 0,959694 \cdot 10^{-8} & b_{11} &= 0,103466 \cdot 10^{-8} \\ b_{12} &= 0,489632 \cdot 10^{-1} \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Raccolta di tavole di cubatura di GRUNDNER – SWAPPACH curata da R. SCHÖBER

15 - Tavola generale a doppia entrata delle *quercie* allevate a fustaia

15.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

341	Quercus borealis	quercia rossa
342	Quercus cerris	cerro
343	Quercus frainetto	farnetto
344	Quercus ilex	leccio
345	Quercus macrolepis	vallonea
346	Quercus petraea	rovere
347	Quercus robur	farnia
348	Quercus pubescens	roverella
349	Quercus suber	sughera
350	Quercus trojana	fragno
340	Quercus sp.	altre specie del gen. Quercus

15.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Farnia - Rovere	A. Schwappach (¹)	1905	Europa centrale	v_b
Cerro	Uff. Assest. A.S.F.D.	1936	Circeo (LT)	v_b
Cerro	C. Castellani	1952	Cerreta Cognole (SA)	v_b
Cerro	L. Paganucci	1975	Monti Cimini (VT)	$v_{?b}$

15.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d^2 + b_5 h^2 + b_6 d h^2 + b_7 d^2 h^2 + b_8 d^3 + b_9 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned} b_1 &= 0,307106 \cdot 10^{-4} & b_2 &= 0,172373 \cdot 10^{-3} & b_3 &= -0,252758 \cdot 10^{-3} & b_4 &= 0,585386 \cdot 10^{-4} \\ b_5 &= -0,120911 \cdot 10^{-4} & b_6 &= 0,113982 \cdot 10^{-5} & b_7 &= 0,152380 \cdot 10^{-7} & b_8 &= 0,488191 \cdot 10^{-5} \\ b_9 &= 0,397981 \cdot 10^{-9} & & & & & & \end{aligned}$$

(¹) Raccolta di tavole di cubatura di GRUNDNER – SWAPPACH curata da R. SCHÖBER.

16 - Tavola generale a doppia entrata degli *eucalitti* allevati a fustaia

16.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

271	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
272	<i>Eucalyptus globulus</i>	eucalitti
273	<i>Eucalyptus trabutii</i>	
270	<i>Eucalyptus sp.</i>	

16.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
E.Camaldulensis	O. Ciancio	1966	Piazza Armerina (EN)	v_5
E. Globulus	O. Ciancio	1966	Piazza Armerina (EN)	v_5
E.Camaldulensis	O. Ciancio	1970	Policoro (MT)	v_5
E.Camaldulensis - E. globulus	M. Mariani	1956	Agro Pontino (LT)	v
E. occidentalis	O. Ciancio L. Hermanin	1974	Calabria	v_5
E. x trabutii	O. Ciancio L. Hermanin	1974	Calabria	v_5

16.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 + b_6 h^2 + b_7 d h^2 + b_8 d^2 h^2 + b_9 d^3 + b_{10} d^3 h + b_{11} d^3 h^2$$

$$(v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{array}{llll}
 a = 0,126377 \cdot 10^{-2} & b_1 = 0,319488 \cdot 10^{-4} & b_2 = 0,172577 \cdot 10^{-3} & b_3 = 0,879614 \cdot 10^{-4} \\
 b_4 = 0,231505 \cdot 10^{-4} & b_5 = 0,519762 \cdot 10^{-5} & b_6 = -0,194440 \cdot 10^{-4} & b_7 = 0,145581 \cdot 10^{-5} \\
 b_8 = 0,784785 \cdot 10^{-7} & b_9 = -0,234231 \cdot 10^{-6} & b_{10} = -0,624208 \cdot 10^{-7} & b_{11} = -0,414106 \cdot 10^{-8}
 \end{array}$$

Tavola generale degli eucalitti allevati a fustaia

h (m) d (cm)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
15	0.056	0.064	0.071	0.079	0.087	0.094	0.102	0.109	0.117	0.124	0.132	0.140	0.147	0.155	0.163	0.170	0.178	0.186	0.193
16	0.063	0.072	0.080	0.089	0.097	0.106	0.115	0.123	0.132	0.140	0.149	0.158	0.166	0.175	0.183	0.192	0.201	0.210	0.218
17	0.071	0.080	0.090	0.099	0.109	0.119	0.128	0.138	0.147	0.157	0.167	0.176	0.186	0.196	0.205	0.215	0.225	0.235	0.245
18	0.079	0.089	0.100	0.110	0.121	0.132	0.142	0.153	0.164	0.175	0.185	0.196	0.207	0.218	0.229	0.239	0.250	0.261	0.272
19		0.098	0.110	0.122	0.134	0.146	0.157	0.169	0.181	0.193	0.205	0.217	0.229	0.241	0.253	0.265	0.277	0.289	0.301
20		0.108	0.121	0.134	0.147	0.160	0.173	0.186	0.199	0.212	0.225	0.238	0.252	0.265	0.278	0.291	0.304	0.317	0.331
21			0.132	0.147	0.161	0.175	0.189	0.204	0.218	0.232	0.247	0.261	0.275	0.290	0.304	0.318	0.333	0.347	0.362
22			0.144	0.160	0.175	0.191	0.206	0.222	0.237	0.253	0.269	0.284	0.300	0.316	0.331	0.347	0.363	0.378	0.394
23				0.173	0.190	0.207	0.224	0.241	0.258	0.275	0.292	0.309	0.325	0.342	0.359	0.376	0.393	0.410	0.427
24				0.187	0.206	0.224	0.242	0.260	0.279	0.297	0.315	0.334	0.352	0.370	0.389	0.407	0.425	0.444	0.462
25				0.202	0.222	0.241	0.261	0.281	0.300	0.320	0.340	0.359	0.379	0.399	0.419	0.438	0.458	0.478	0.497
26				0.217	0.238	0.259	0.280	0.302	0.323	0.344	0.365	0.386	0.407	0.428	0.450	0.471	0.492	0.513	0.534
27				0.232	0.255	0.278	0.300	0.323	0.346	0.368	0.391	0.414	0.436	0.459	0.481	0.504	0.527	0.549	0.572
28					0.273	0.297	0.321	0.345	0.369	0.394	0.418	0.442	0.466	0.490	0.514	0.538	0.562	0.586	0.610
29					0.291	0.316	0.342	0.368	0.394	0.419	0.445	0.471	0.497	0.522	0.548	0.573	0.599	0.624	0.650
30					0.309	0.337	0.364	0.391	0.419	0.446	0.473	0.501	0.528	0.555	0.582	0.609	0.636	0.663	0.690
31					0.328	0.357	0.386	0.415	0.444	0.473	0.502	0.531	0.560	0.589	0.617	0.646	0.675	0.703	0.732
32						0.378	0.409	0.440	0.471	0.501	0.532	0.562	0.593	0.623	0.653	0.684	0.714	0.744	0.774
33						0.400	0.433	0.465	0.497	0.530	0.562	0.594	0.626	0.658	0.690	0.722	0.754	0.786	0.818
34						0.422	0.456	0.491	0.525	0.559	0.593	0.627	0.661	0.694	0.728	0.761	0.795	0.828	0.862
35						0.445	0.481	0.517	0.553	0.589	0.624	0.660	0.695	0.731	0.766	0.801	0.836	0.872	0.906
36						0.468	0.506	0.544	0.581	0.619	0.656	0.694	0.731	0.768	0.805	0.842	0.879	0.916	0.952
37							0.531	0.571	0.610	0.650	0.689	0.728	0.767	0.806	0.845	0.883	0.922	0.960	0.998
38							0.557	0.599	0.640	0.681	0.722	0.763	0.804	0.845	0.885	0.926	0.966	1.006	1.046
39								0.627	0.670	0.713	0.756	0.799	0.842	0.884	0.926	0.968	1.010	1.052	1.093
40								0.656	0.701	0.746	0.791	0.835	0.880	0.924	0.968	1.012	1.055	1.099	1.142
41									0.732	0.779	0.826	0.872	0.918	0.964	1.010	1.056	1.101	1.146	1.191
42									0.764	0.813	0.861	0.910	0.958	1.006	1.053	1.100	1.148	1.194	1.241
43									0.796	0.847	0.897	0.947	0.997	1.047	1.097	1.146	1.195	1.243	1.291
44										0.881	0.934	0.986	1.038	1.089	1.141	1.191	1.242	1.292	1.342
45											0.971	1.025	1.079	1.132	1.185	1.238	1.290	1.342	1.394

17 - Tavola generale a doppia entrata dei *pioppi* coltivati allevati a fustaia

17.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

322	Populus x euroamericana	pioppi euroamericani
321	Populus alba	Pioppo bianco
323	Populus nigra	pippo nero
324	Populus tremula	pioppo tremolo
320	Populus sp.	altre specie del gen. Populus (P. canescens, ecc.)

17.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pioppo I-214	G. Frison	1978	Motta de'Conti (VC)	v_{7b}
Pioppo I-214	G. Frison	1978	Torricella del Pizzo (CR)	v_b
Pioppo I-214	G. Frison	1978	Porto Mantovano (MN)	v_b
Pioppo I-214	G. Frison	1978	Goro (FE)	v_b

17.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 h + b_3 d^2 + b_4 d h^2 + b_5 d^2 h^2 + b_6 d^3 + b_7 d^3 h^2 + b_8 / h + b_9 d^4 / h \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{aligned}
 b_1 &= 0,364130 \cdot 10^{-4} & b_2 &= -0,160052 \cdot 10^{-3} & b_3 &= 0,229570 \cdot 10^{-4} & b_4 &= -0,366126 \cdot 10^{-5} \\
 b_5 &= 0,185649 \cdot 10^{-7} & b_6 &= -0,738797 \cdot 10^{-7} & b_7 &= 0,115148 \cdot 10^{-8} & b_8 &= 0,864574 \cdot 10^{-1} \\
 b_9 &= 0,106776 \cdot 10^{-6} & & & & & &
 \end{aligned}$$

Tavola generale dei pioppi coltivati allevati a fustaia

h (m) d (cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
15	0.090	0.096	0.102	0.108	0.115	0.121	0.127	0.133	0.139	0.145	0.151	0.157	0.163	0.169								
16	0.102	0.109	0.116	0.124	0.131	0.138	0.145	0.153	0.160	0.167	0.174	0.181	0.188	0.194								
17	0.114	0.123	0.131	0.140	0.148	0.157	0.165	0.173	0.182	0.190	0.198	0.206	0.214	0.222	0.229							
18	0.128	0.137	0.147	0.157	0.166	0.176	0.186	0.195	0.205	0.214	0.223	0.233	0.242	0.251	0.260							
19	0.142	0.153	0.164	0.175	0.186	0.197	0.208	0.219	0.229	0.240	0.251	0.261	0.271	0.282	0.292							
20	0.157	0.170	0.182	0.194	0.207	0.219	0.231	0.243	0.255	0.267	0.279	0.291	0.303	0.314	0.326							
21			0.201	0.215	0.228	0.242	0.256	0.269	0.283	0.296	0.310	0.323	0.336	0.349	0.362	0.375						
22			0.221	0.236	0.251	0.266	0.282	0.297	0.312	0.327	0.341	0.356	0.371	0.385	0.400	0.414						
23					0.275	0.292	0.309	0.325	0.342	0.359	0.375	0.391	0.408	0.424	0.440	0.456	0.472					
24					0.300	0.319	0.337	0.356	0.374	0.392	0.410	0.428	0.446	0.464	0.482	0.499	0.517					
25							0.367	0.387	0.407	0.427	0.447	0.467	0.486	0.506	0.525	0.545	0.564	0.583				
26							0.398	0.420	0.442	0.463	0.485	0.507	0.528	0.550	0.571	0.592	0.613	0.634				
27								0.454	0.478	0.502	0.525	0.549	0.572	0.595	0.618	0.641	0.664	0.687				
28									0.515	0.541	0.567	0.592	0.617	0.643	0.668	0.693	0.718	0.743	0.768			
29									0.555	0.582	0.610	0.637	0.665	0.692	0.719	0.747	0.774	0.800	0.827			
30										0.625	0.655	0.684	0.714	0.743	0.773	0.802	0.831	0.860	0.889			
31										0.669	0.701	0.733	0.765	0.797	0.828	0.860	0.891	0.922	0.954	0.985	1.016	
32										0.715	0.749	0.784	0.818	0.852	0.886	0.919	0.953	0.987	1.020	1.054	1.087	
33											0.799	0.836	0.872	0.909	0.945	0.981	1.017	1.053	1.089	1.125	1.161	
34											0.851	0.890	0.929	0.968	1.006	1.045	1.084	1.122	1.161	1.199	1.237	
35											0.904	0.945	0.987	1.028	1.070	1.111	1.152	1.193	1.234	1.275	1.316	
36												1.003	1.047	1.091	1.135	1.179	1.223	1.267	1.310	1.354	1.397	
37												1.062	1.109	1.156	1.202	1.249	1.296	1.342	1.389	1.435	1.481	
38												1.123	1.173	1.222	1.272	1.321	1.371	1.420	1.469	1.519	1.568	
39												1.186	1.238	1.291	1.343	1.396	1.448	1.500	1.552	1.605	1.657	
40												1.250	1.306	1.361	1.417	1.472	1.527	1.583	1.638	1.693	1.748	

18 - Tavola generale a doppia entrata del *castagno* allevato a ceduo

18.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

251	Castanea sativa	castagno
250	Castanea sp.	altre specie del genere Castanea

18.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Castagno	G. Di Tella	1919	Vallombrosa (FI)	v_{2b}
Castagno	C. Castellani	1963	Calabria	v_{3b}
Castagno	O. Ciancio	1974	Presila di Cosenza	v_3
Castagno	O. La Marca	1981	Valle dell'Irno (AV-SA)	v_b

18.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h + b_4 d^2 + b_5 h^2 + b_6 d^2 h^2 + b_7 d^3 + b_8 d^3 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$\begin{array}{llll}
 a = -0,279182 \cdot 10^{-3} & b_1 = 0,307212 \cdot 10^{-4} & b_2 = 0,272554 \cdot 10^{-3} & b_3 = 0,521907 \cdot 10^{-4} \\
 b_4 = -0,655334 \cdot 10^{-5} & b_5 = 0,288814 \cdot 10^{-5} & b_6 = -0,110019 \cdot 10^{-6} & b_7 = 0,797870 \cdot 10^{-5} \\
 b_8 = 0,781026 \cdot 10^{-8} & & &
 \end{array}$$

19 - Tavola generale a doppia entrata del *faggio* allevato a ceduo

19.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

281	Fagus sylvatica	Faggio
280	Fagus sp.	altre specie del genere Fagus

19.2 – Caratteristiche del campione di alberi modello

Il campione è costituito da 717 polloni, sui quali sono stati rilevati il diametro ad 1.3 m dal suolo e l'altezza totale ed è stato poi determinato il volume dendrometrico ad esclusione della fascina; i polloni modello sono distribuiti nelle classi dimensionasli come segue:

h(m) d(cm)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	6	2	2	1	2	2	4	4										
4		4	5	2	2		1	6	2									
5	1		3	8	6	3	3	2			1							
6		1	3	8	9	8	10	4	4	2								
7			2	6	7	5	9	6	4	3	1	2						
8			2	5	10	9	8	13	7	2				1				
9				2	9	9	9	11	10	3					1			
10				2	6	5	14	12	8	6	1	1	3					
11				3	3	11	8	12	7	4	5	2	1					
12			2	2	1	5	8	9	9	3	3	4			1			
13					2	2	6	11	12	7	5	4	2		1			
14					3	1	5	8	10	9	3	4	1					
15					1	2	2	5	7	12	6	1			1			
16				1		1	1	3	4	9	4	2						
17						2	2	2	9	6	4	3	1				1	1
18					1	2	2	3	6	8	4	2	1					
19						1	2	1	1	5	4	1	1					
20							1	1	1	4	2	1						
21				1			1	1	1	1	1	1	1					
22									2	1	1	1	1					
23									1	2	1	1						
24									1	1	1	1	1					
25									1	1	1	1	1			1		
26									1	1	1	1	1					

19.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 h^2 + b_3 d^2 h^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$b_1 = 0,524502 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = 0,187061 \cdot 10^{-4} \quad b_3 = -0,711644 \cdot 10^{-6}$$

Tavola generale del faggio allevato a ceduo

h (m) d (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
3	0.0015	0.0021	0.0027	0.0033	0.0039	0.0046	0.0052	0.0060	0.0067	0.0074	0.0082	0.0090	0.0098	0.0107							
4	0.0026	0.0035	0.0044	0.0053	0.0062	0.0072	0.0081	0.0091	0.0101	0.0111	0.0121	0.0132	0.0142	0.0153							
5	0.0039	0.0053	0.0066	0.0079	0.0092	0.0105	0.0119	0.0132	0.0145	0.0159	0.0172	0.0185	0.0199	0.0212							
6	0.0056	0.0074	0.0093	0.0111	0.0129	0.0147	0.0164	0.0182	0.0199	0.0217	0.0234	0.0251	0.0268	0.0284							
7	0.0076	0.0100	0.0124	0.0148	0.0172	0.0195	0.0218	0.0241	0.0263	0.0285	0.0307	0.0328	0.0349	0.0370	0.0390						
8		0.0130	0.0161	0.0192	0.0222	0.0251	0.0280	0.0309	0.0337	0.0364	0.0391	0.0417	0.0443	0.0468	0.0493						
9		0.0164	0.0203	0.0241	0.0278	0.0315	0.0351	0.0386	0.0420	0.0454	0.0486	0.0518	0.0550	0.0580	0.0610						
10		0.0201	0.0249	0.0296	0.0341	0.0386	0.0430	0.0472	0.0513	0.0554	0.0593	0.0631	0.0669	0.0705	0.0740						
11			0.0300	0.0357	0.0411	0.0465	0.0517	0.0567	0.0617	0.0665	0.0711	0.0756	0.0800	0.0843	0.0884						
12				0.0423	0.0488	0.0551	0.0612	0.0672	0.0729	0.0786	0.0840	0.0893	0.0944	0.0994	0.1042	0.1088	0.1133	0.1175	0.1217	0.1256	
13				0.0495	0.0571	0.0644	0.0716	0.0785	0.0852	0.0917	0.0981	0.1042	0.1101	0.1158	0.1213	0.1266	0.1318	0.1367	0.1414	0.1459	
14				0.0573	0.0660	0.0745	0.0827	0.0907	0.0985	0.1060	0.1132	0.1203	0.1270	0.1336	0.1399	0.1459	0.1517	0.1573	0.1626	0.1677	
15				0.0657	0.0757	0.0854	0.0948	0.1039	0.1127	0.1213	0.1295	0.1375	0.1452	0.1526	0.1598	0.1666	0.1732	0.1795	0.1855	0.1912	
16				0.0747	0.0860	0.0970	0.1076	0.1179	0.1279	0.1376	0.1469	0.1559	0.1646	0.1730	0.1810	0.1887	0.1961	0.2032	0.2099	0.2163	
17				0.0842	0.0969	0.1093	0.1213	0.1329	0.1441	0.1550	0.1655	0.1756	0.1853	0.1947	0.2037	0.2123	0.2205	0.2284	0.2359	0.2430	
18					0.1086	0.1224	0.1358	0.1488	0.1613	0.1734	0.1851	0.1964	0.2072	0.2177	0.2277	0.2372	0.2464	0.2551	0.2634	0.2713	
19						0.1209	0.1362	0.1511	0.1655	0.1795	0.1929	0.2059	0.2184	0.2304	0.2420	0.2530	0.2636	0.2738	0.2834	0.2926	0.3013
20							0.1338	0.1508	0.1673	0.1832	0.1986	0.2135	0.2278	0.2416	0.2549	0.2676	0.2798	0.2915	0.3026	0.3132	0.3233
21								0.1475	0.1662	0.1843	0.2018	0.2187	0.2351	0.2508	0.2660	0.2806	0.2945	0.3079	0.3207	0.3329	0.3446
22									0.1822	0.2021	0.2213	0.2398	0.2577	0.2750	0.2916	0.3075	0.3228	0.3374	0.3514	0.3647	0.3774
23										0.1991	0.2207	0.2417	0.2619	0.2814	0.3002	0.3183	0.3357	0.3524	0.3683	0.3835	0.3980
24											0.2167	0.2402	0.2630	0.2850	0.3062	0.3266	0.3463	0.3651	0.3832	0.4005	0.4171
25												0.2350	0.2605	0.2852	0.3090	0.3320	0.3542	0.3754	0.3959	0.4154	0.4341
26													0.2541	0.2817	0.3083	0.3341	0.3589	0.3828	0.4058	0.4278	0.4489
27														0.3868	0.4126	0.4373	0.4610	0.4838	0.5055	0.5262	0.5460
28															0.4158	0.4434	0.4700	0.4955	0.5199	0.5432	0.5655
29																0.4458	0.4755	0.5039	0.5312	0.5573	0.5823
30																	0.4769	0.5086	0.5390	0.5682	0.5961

20 - Tavola generale a doppia entrata delle *quercie* allevate a ceduo

20.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

341	Quercus borealis	quercia rossa
342	Quercus cerris	cerro
343	Quercus frainetto	farnetto
344	Quercus ilex	leccio
345	Quercus macrolepis	vallonea
346	Quercus petraea	rovere
347	Quercus robur	farnia
348	Quercus pubescens	roverella
349	Quercus suber	sughera
350	Quercus trojana	fragno
340	Quercus sp.	altre specie del gen. Quercus

20.2 – Caratteristiche del campione di alberi modello

Il campione è costituito da 1175 polloni, sui quali sono stati rilevati il diametro ad 1.3 m dal suolo e l'altezza totale ed è stato poi determinato il volume dendrometrico ad esclusione della fascina; i polloni modello sono distribuiti nelle classi dimensionasli come segue:

h(m) d(cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	2	1	3	3	3	1											
4		2	10	7	7	2	2										
5		2	8	13	12	3	2	1									
6			9	23	23	12	7	6	2								
7			4	22	22	25	17	9	1	1	2						
8			2	19	33	33	23	17	11	2	1						
9			2	12	24	28	19	15	10	3	4		1				
10			2	5	12	25	42	23	17	7	9	3	3	1			
11				5	9	9	18	19	19	9	5	5	1				
12					3	10	39	17	12	15	10	6	5	3			
13					5	6	5	7	13	12	7	7	1	2			
14						4	7	8	5	15	9	8	1	2	1	1	
15				1	1	1	2	4	7	7	5	4	3	2	2		
16					1	1	2	6	5	5	8	4	2	2	1		1
17					1	3		4	7	5	3	2	3	1			
18					1					2	1	1		1	2		
19								1	1	1	2		2	1	2	1	
20									2	1		1		3			
21									2				1	1	1	1	
22															2		1
23												2		1	1		
24						1					1				1		
25										1	1						
26												1					

20.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d h + b_3 d^2 + b_4 d^2 h^2 + b_5 d^3 h \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$b^1 = 0,444912 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = 0,217520 \cdot 10^{-4} \quad b_3 = 0,642760 \cdot 10^{-4} \quad b_4 = -0,728724 \cdot 10^{-6}$$

$$b_5 = -0,297849 \cdot 10^{-6}$$

Tavola generale delle quercie allevate a ceduo

h d (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	0.0019	0.0023	0.0027	0.0031	0.0035	0.0038	0.0042	0.0045	0.0048	0.0051	0.0054							
4	0.0033	0.0040	0.0046	0.0053	0.0059	0.0065	0.0071	0.0077	0.0082	0.0087	0.0092							
5	0.0050	0.0061	0.0071	0.0081	0.0090	0.0099	0.0108	0.0116	0.0124	0.0132	0.0139	0.0146	0.0153	0.0159				
6	0.0071	0.0086	0.0100	0.0114	0.0127	0.0140	0.0152	0.0164	0.0175	0.0186	0.0196	0.0205	0.0214	0.0223				
7	0.0095	0.0115	0.0134	0.0152	0.0170	0.0187	0.0203	0.0219	0.0234	0.0248	0.0261	0.0274	0.0286	0.0297				
8	0.0123	0.0148	0.0173	0.0196	0.0219	0.0241	0.0262	0.0281	0.0300	0.0318	0.0335	0.0351	0.0367	0.0381				
9		0.0186	0.0216	0.0246	0.0274	0.0301	0.0327	0.0351	0.0375	0.0397	0.0418	0.0438	0.0457	0.0474				
10		0.0227	0.0264	0.0300	0.0334	0.0367	0.0398	0.0428	0.0457	0.0484	0.0509	0.0533	0.0556	0.0577	0.0596	0.0615	0.0631	0.0647
11			0.0317	0.0360	0.0400	0.0439	0.0477	0.0512	0.0546	0.0578	0.0608	0.0637	0.0663	0.0688	0.0711	0.0733	0.0752	0.0770
12			0.0374	0.0424	0.0472	0.0518	0.0561	0.0603	0.0642	0.0680	0.0715	0.0748	0.0779	0.0808	0.0835	0.0860	0.0883	0.0903
13			0.0435	0.0493	0.0549	0.0602	0.0652	0.0700	0.0746	0.0789	0.0830	0.0868	0.0904	0.0937	0.0968	0.0996	0.1022	0.1045
14			0.0501	0.0567	0.0631	0.0691	0.0749	0.0804	0.0856	0.0905	0.0952	0.0995	0.1036	0.1074	0.1108	0.1141	0.1170	0.1196
15			0.0570	0.0645	0.0717	0.0786	0.0852	0.0914	0.0973	0.1028	0.1081	0.1130	0.1175	0.1218	0.1257	0.1293	0.1326	0.1355
16				0.0728	0.0809	0.0887	0.0960	0.1030	0.1096	0.1158	0.1217	0.1271	0.1322	0.1370	0.1413	0.1453	0.1489	0.1522
17				0.0816	0.0906	0.0992	0.1074	0.1152	0.1225	0.1294	0.1359	0.1420	0.1477	0.1529	0.1577	0.1621	0.1661	0.1696
18				0.0907	0.1007	0.1103	0.1193	0.1279	0.1360	0.1437	0.1508	0.1575	0.1637	0.1695	0.1748	0.1796	0.1839	0.1878
19				0.1003	0.1113	0.1218	0.1318	0.1412	0.1501	0.1585	0.1664	0.1737	0.1805	0.1868	0.1925	0.1977	0.2024	0.2066
20				0.1103	0.1224	0.1338	0.1447	0.1550	0.1648	0.1739	0.1825	0.1905	0.1979	0.2047	0.2109	0.2165	0.2216	0.2261
21					0.1338	0.1463	0.1582	0.1694	0.1800	0.1899	0.1992	0.2078	0.2158	0.2232	0.2299	0.2360	0.2414	0.2462
22					0.1457	0.1593	0.1721	0.1842	0.1957	0.2064	0.2164	0.2258	0.2344	0.2423	0.2495	0.2560	0.2618	0.2668
23					0.1580	0.1726	0.1865	0.1996	0.2119	0.2234	0.2342	0.2442	0.2534	0.2619	0.2696	0.2765	0.2827	0.2880
24					0.1707	0.1864	0.2013	0.2154	0.2286	0.2410	0.2525	0.2632	0.2731	0.2821	0.2903	0.2976	0.3041	0.3098
25					0.1837	0.2006	0.2166	0.2316	0.2457	0.2590	0.2713	0.2827	0.2931	0.3027	0.3114	0.3192	0.3260	0.3319
26						0.2152	0.2322	0.2483	0.2633	0.2774	0.2905	0.3026	0.3137	0.3238	0.3330	0.3412	0.3483	0.3545
27						0.2301	0.2483	0.2653	0.2813	0.2963	0.3101	0.3230	0.3347	0.3454	0.3550	0.3636	0.3711	0.3775
28						0.2454	0.2647	0.2828	0.2997	0.3155	0.3302	0.3437	0.3561	0.3674	0.3775	0.3864	0.3942	0.4009
29						0.2611	0.2815	0.3006	0.3185	0.3352	0.3507	0.3649	0.3779	0.3897	0.4003	0.4096	0.4177	0.4246
30						0.2771	0.2986	0.3188	0.3377	0.3552	0.3715	0.3864	0.4001	0.4124	0.4234	0.4331	0.4415	0.4486

21 - Tavola generale a doppia entrata degli *eucalitti* allevati a ceduo

21.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

270÷273 Eucalyptus sp. eucalitti

21.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
E. camaldulensis	O. Ciancio	1972	Piazza Armerina (EN)	v_5

21.3 - Espressione funzionale

$$v = b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 d h + b_4 d^2 \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$b_1 = 0,28849 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = -0,514462 \cdot 10^{-3} \quad b_3 = 0,3628 \cdot 10^{-4} \quad b_4 = 0,74453 \cdot 10^{-4}$$

Tavola generale degli eucalitti allevati a ceduo

h (m) d (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	0.0002	0.0006	0.0010	0.0013	0.0017	0.0021	0.0024	0.0028	0.0032										
4	0.0010	0.0016	0.0022	0.0028	0.0034	0.0040	0.0046	0.0052	0.0058	0.0064									
5	0.0020	0.0029	0.0038	0.0047	0.0056	0.0065	0.0074	0.0083	0.0092	0.0101	0.0110								
6	0.0034	0.0046	0.0059	0.0071	0.0084	0.0096	0.0109	0.0122	0.0134	0.0147	0.0159	0.0172							
7	0.0050	0.0067	0.0084	0.0101	0.0117	0.0134	0.0151	0.0167	0.0184	0.0201	0.0217	0.0234	0.0251						
8		0.0092	0.0113	0.0135	0.0156	0.0177	0.0199	0.0220	0.0242	0.0263	0.0284	0.0306	0.0327	0.0348					
9		0.0121	0.0147	0.0174	0.0200	0.0227	0.0254	0.0280	0.0307	0.0334	0.0360	0.0387	0.0413	0.0440	0.0467				
10		0.0153	0.0185	0.0218	0.0250	0.0283	0.0315	0.0348	0.0380	0.0413	0.0445	0.0478	0.0510	0.0543	0.0575	0.0608			
11			0.0228	0.0267	0.0306	0.0345	0.0384	0.0422	0.0461	0.0500	0.0539	0.0578	0.0617	0.0656	0.0695	0.0734	0.0773		
12			0.0275	0.0321	0.0367	0.0413	0.0459	0.0504	0.0550	0.0596	0.0642	0.0688	0.0734	0.0780	0.0826	0.0872	0.0918	0.0963	0.1009
13			0.0326	0.0380	0.0433	0.0487	0.0540	0.0594	0.0647	0.0701	0.0754	0.0808	0.0861	0.0914	0.0968	0.1021	0.1075	0.1128	0.1182
14			0.0382	0.0444	0.0505	0.0567	0.0629	0.0690	0.0752	0.0813	0.0875	0.0937	0.0998	0.1060	0.1121	0.1183	0.1245	0.1306	0.1368
15			0.0442	0.0512	0.0583	0.0653	0.0724	0.0794	0.0864	0.0935	0.1005	0.1075	0.1146	0.1216	0.1286	0.1357	0.1427	0.1497	0.1568
16				0.0586	0.0666	0.0746	0.0825	0.0905	0.0985	0.1064	0.1144	0.1224	0.1303	0.1383	0.1462	0.1542	0.1622	0.1701	0.1781
17				0.0665	0.0754	0.0844	0.0934	0.1023	0.1113	0.1202	0.1292	0.1381	0.1471	0.1560	0.1650	0.1739	0.1829	0.1919	0.2008
18					0.0849	0.0949	0.1049	0.1149	0.1249	0.1349	0.1449	0.1549	0.1649	0.1749	0.1849	0.1949	0.2049	0.2149	0.2249
19					0.0948	0.1059	0.1170	0.1281	0.1392	0.1503	0.1615	0.1726	0.1837	0.1948	0.2059	0.2170	0.2281	0.2392	0.2503
20						0.1176	0.1299	0.1421	0.1544	0.1667	0.1789	0.1912	0.2035	0.2157	0.2280	0.2403	0.2525	0.2648	0.2771
21						0.1299	0.1434	0.1569	0.1704	0.1838	0.1973	0.2108	0.2243	0.2378	0.2513	0.2647	0.2782	0.2917	0.3052
22							0.1576	0.1723	0.1871	0.2019	0.2166	0.2314	0.2461	0.2609	0.2757	0.2904	0.3052	0.3199	0.3347
23							0.1724	0.1885	0.2046	0.2207	0.2368	0.2529	0.2690	0.2851	0.3012	0.3173	0.3334	0.3495	0.3656
24								0.2054	0.2229	0.2404	0.2579	0.2754	0.2929	0.3103	0.3278	0.3453	0.3628	0.3803	0.3978
25								0.2230	0.2420	0.2609	0.2799	0.2988	0.3177	0.3367	0.3556	0.3745	0.3935	0.4124	0.4314
26									0.2619	0.2823	0.3027	0.3232	0.3436	0.3641	0.3845	0.4050	0.4254	0.4459	0.4663
27									0.2825	0.3045	0.3265	0.3485	0.3705	0.3926	0.4146	0.4366	0.4586	0.4806	0.5026
28										0.3276	0.3512	0.3748	0.3985	0.4221	0.4457	0.4694	0.4930	0.5166	0.5403
29										0.3515	0.3768	0.4021	0.4274	0.4527	0.4780	0.5033	0.5287	0.5540	0.5793
30										0.3762	0.4033	0.4303	0.4574	0.4844	0.5115	0.5385	0.5656	0.5926	0.6197

22 - Tavola generale a doppia entrata dei *pioppi* allevati a ceduo

22.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

320÷324

Populus sp.

pioppi coltivati

22.2 - Tavole base

Specie	Autore	Anno	Località di provenienza degli alberi modello	Tipo di massa (per la simbologia vedi par. 5)
Pioppo I-214	G. Frison	1979	Casale Monferrato (AL)	v

22.3 - Espressione funzionale

$$v = a d^{b_1} h^{b_2} \quad (v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$a = 0,542876 \cdot 10^{-4} \quad b_1 = 1,7885 \quad b_2 = 1,0286$$

Tavola generale dei pioppi coltivati allevati a ceduo

h (m) d (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	0.0012	0.0016	0.0020	0.0024	0.0029	0.0033	0.0037	0.0041	0.0046	0.0050	0.0054	0.0058	0.0063	0.0067					
4	0.0020	0.0027	0.0034	0.0041	0.0048	0.0055	0.0062	0.0069	0.0076	0.0083	0.0091	0.0098	0.0105	0.0112					
5	0.0030	0.0040	0.0051	0.0061	0.0071	0.0082	0.0093	0.0103	0.0114	0.0124	0.0135	0.0146	0.0157	0.0167					
6	0.0041	0.0056	0.0070	0.0084	0.0099	0.0114	0.0128	0.0143	0.0158	0.0172	0.0187	0.0202	0.0217	0.0232					
7	0.0055	0.0073	0.0092	0.0111	0.0130	0.0150	0.0169	0.0188	0.0208	0.0227	0.0247	0.0266	0.0286	0.0305	0.0325				
8			0.0117	0.0141	0.0166	0.0190	0.0214	0.0239	0.0264	0.0288	0.0313	0.0338	0.0363	0.0388	0.0413				
9			0.0145	0.0174	0.0204	0.0235	0.0265	0.0295	0.0325	0.0356	0.0387	0.0417	0.0448	0.0479	0.0509	0.0540			
10			0.0175	0.0211	0.0247	0.0283	0.0320	0.0356	0.0393	0.0430	0.0467	0.0504	0.0541	0.0578	0.0615	0.0652			
11					0.0293	0.0336	0.0379	0.0423	0.0466	0.0510	0.0553	0.0597	0.0641	0.0685	0.0729	0.0773			
12					0.0342	0.0392	0.0443	0.0494	0.0544	0.0595	0.0647	0.0698	0.0749	0.0801	0.0852	0.0904	0.0955	0.1007	0.1059
13					0.0395	0.0453	0.0511	0.0570	0.0628	0.0687	0.0746	0.0805	0.0864	0.0924	0.0983	0.1043	0.1102	0.1162	0.1222
14					0.0451	0.0517	0.0584	0.0650	0.0717	0.0785	0.0852	0.0919	0.0987	0.1055	0.1123	0.1190	0.1259	0.1327	0.1395
15					0.0510	0.0585	0.0660	0.0736	0.0812	0.0888	0.0964	0.1040	0.1117	0.1193	0.1270	0.1347	0.1424	0.1501	0.1578
16							0.0741	0.0826	0.0911	0.0996	0.1082	0.1167	0.1253	0.1339	0.1425	0.1512	0.1598	0.1685	0.1771
17							0.0826	0.0920	0.1015	0.1110	0.1205	0.1301	0.1397	0.1493	0.1589	0.1685	0.1781	0.1878	0.1974
18							0.0915	0.1019	0.1124	0.1230	0.1335	0.1441	0.1547	0.1653	0.1760	0.1866	0.1973	0.2080	0.2187
19							0.1008	0.1123	0.1239	0.1355	0.1471	0.1587	0.1704	0.1821	0.1938	0.2056	0.2173	0.2291	0.2409
20							0.1104	0.1231	0.1358	0.1485	0.1612	0.1740	0.1868	0.1996	0.2124	0.2253	0.2382	0.2511	0.2640
21									0.1481	0.1620	0.1759	0.1898	0.2038	0.2178	0.2318	0.2458	0.2599	0.2740	0.2881
22									0.1610	0.1761	0.1912	0.2063	0.2215	0.2367	0.2519	0.2672	0.2825	0.2978	0.3131
23									0.1743	0.1906	0.2070	0.2234	0.2398	0.2563	0.2728	0.2893	0.3058	0.3224	0.3390
24									0.1881	0.2057	0.2234	0.2411	0.2588	0.2765	0.2943	0.3122	0.3300	0.3479	0.3658
25									0.2023	0.2213	0.2403	0.2593	0.2784	0.2975	0.3166	0.3358	0.3550	0.3742	0.3935
26											0.2577	0.2782	0.2986	0.3191	0.3396	0.3602	0.3808	0.4014	0.4221
27											0.2757	0.2976	0.3195	0.3414	0.3634	0.3854	0.4074	0.4295	0.4516
28											0.2943	0.3176	0.3409	0.3643	0.3878	0.4113	0.4348	0.4583	0.4819
29											0.3133	0.3381	0.3630	0.3879	0.4129	0.4379	0.4629	0.4880	0.5131
30											0.3329	0.3593	0.3857	0.4122	0.4387	0.4653	0.4919	0.5185	0.5452

23 - Tavola generale a doppia entrata delle *altre latifoglie* allevate a ceduo

23.1 - Valenza dendrologica

Codice I.F.N.I.

210÷216	Acer sp.	aceri
220÷223	Alnus sp.	ontani
230	Betula sp.	betulle
240÷242	Carpinus sp.	carpini
290÷292	Fraxinus sp.	frassini
310÷311	Ostrya sp.	carpino nero
330÷331	Prunus sp.	ciliegio
260÷261	Robinia sp.	robinia
370÷371	Salix sp.	salici
380	Sorbus sp.	sorbi
390	Tilia sp.	tigli
400	Ulmus sp.	olmi
499	Altre latifoglie minori allevate a ceduo	

23.2 – Caratteristiche del campione di alberi modello

Il campione è costituito da 698 polloni, sui quali sono stati rilevati il diametro ad 1.3 m dal suolo e l'altezza totale ed è stato poi determinato il volume dendrometrico ad esclusione della fascina; i polloni modello sono distribuiti nelle classi dimensionasli come segue:

h(m) d(cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	1		1	14	25	4	2							
4			6	9	21	14	1	4						
5				3	17	28	17	2	1		1			
6			1	9	9	24	24	15	6	5				
7				8	8	11	22	23	11	2	2			
8				7	3	9	15	25	13	7	3	1	1	
9				1	2	3	7	17	10	8	6	1	2	2
10				1	7	4	8	10	8	9	4	3	3	2
11				2	3		2	4	4	7	5	2	2	4
12				2	2	2	1	4	10	6	4	1	1	7
13						2	1	1		5	2	4	2	2
14					1	1	2	2	4	1	1		3	1
15				1	1	1			3	1		1	3	1
16					1	2				1		1	1	
17								1					2	
18							1			1		1	2	
19														
20								1						2
21							2		1					
22								1						
23														
24													1	

23.3 - Espressione funzionale

$$v = a + b_1 d^2 h + b_2 d + b_3 h$$

$$(v[m^3], h[m], d[cm])$$

$$a = -0,001614 \quad b_1 = 0,372428 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = 0,959885 \cdot 10^{-3} \quad b_3 = -0,240608 \cdot 10^{-3}$$

Tavola generale delle altre latifoglie allevate a ceduo

h d (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	0.0015	0.0016	0.0017	0.0018	0.0019	0.0020	0.0021	0.0022	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029
4	0.0033	0.0036	0.0040	0.0044	0.0047	0.0051	0.0054	0.0058	0.0061	0.0065	0.0068	0.0072	0.0076	0.0079	0.0083
5	0.0053	0.0059	0.0066	0.0073	0.0080	0.0087	0.0094	0.0101	0.0108	0.0115	0.0122	0.0129	0.0135	0.0142	0.0149
6	0.0074	0.0085	0.0096	0.0107	0.0118	0.0129	0.0140	0.0151	0.0162	0.0173	0.0184	0.0195	0.0206	0.0217	0.0228
7	0.0099	0.0114	0.0130	0.0146	0.0162	0.0178	0.0194	0.0209	0.0225	0.0241	0.0257	0.0273	0.0289	0.0305	0.0320
8	0.0125	0.0146	0.0168	0.0189	0.0211	0.0232	0.0254	0.0275	0.0296	0.0318	0.0339	0.0361	0.0382	0.0404	0.0425
9			0.0209	0.0237	0.0265	0.0292	0.0320	0.0348	0.0376	0.0403	0.0431	0.0459	0.0487	0.0514	0.0542
10			0.0254	0.0289	0.0324	0.0359	0.0393	0.0428	0.0463	0.0498	0.0533	0.0568	0.0602	0.0637	0.0672
11			0.0303	0.0345	0.0388	0.0431	0.0473	0.0516	0.0559	0.0601	0.0644	0.0687	0.0729	0.0772	0.0815
12			0.0355	0.0406	0.0458	0.0509	0.0560	0.0611	0.0663	0.0714	0.0765	0.0816	0.0867	0.0919	0.0970
13			0.0411	0.0472	0.0532	0.0593	0.0653	0.0714	0.0775	0.0835	0.0896	0.0956	0.1017	0.1077	0.1138
14			0.0471	0.0542	0.0612	0.0683	0.0754	0.0824	0.0895	0.0965	0.1036	0.1107	0.1177	0.1248	0.1318
15			0.0535	0.0616	0.0698	0.0779	0.0860	0.0942	0.1023	0.1105	0.1186	0.1267	0.1349	0.1430	0.1511
16				0.0695	0.0788	0.0881	0.0974	0.1067	0.1160	0.1253	0.1346	0.1439	0.1531	0.1624	0.1717
17				0.0778	0.0884	0.0989	0.1094	0.1199	0.1305	0.1410	0.1515	0.1620	0.1725	0.1831	0.1936
18				0.0866	0.0984	0.1103	0.1221	0.1339	0.1458	0.1576	0.1694	0.1812	0.1931	0.2049	0.2167
19				0.0958	0.1091	0.1223	0.1355	0.1487	0.1619	0.1751	0.1883	0.2015	0.2147	0.2279	0.2411
20				0.1055	0.1202	0.1348	0.1495	0.1641	0.1788	0.1935	0.2081	0.2228	0.2374	0.2521	0.2667
21					0.1318	0.1480	0.1642	0.1804	0.1966	0.2127	0.2289	0.2451	0.2613	0.2775	0.2937
22							0.1796	0.1974	0.2151	0.2329	0.2507	0.2685	0.2863	0.3041	0.3218
23							0.1956	0.2151	0.2345	0.2540	0.2735	0.2929	0.3124	0.3318	0.3513
24							0.2123	0.2335	0.2547	0.2760	0.2972	0.3184	0.3396	0.3608	0.3820
25							0.2297	0.2527	0.2758	0.2988	0.3219	0.3449	0.3679	0.3910	0.4140
26								0.2727	0.2976	0.3226	0.3475	0.3724	0.3974	0.4223	0.4472
27													0.4279	0.4549	0.4818
28													0.4596	0.4886	0.5175
29													0.4924	0.5235	0.5546
30													0.5264	0.5596	0.5929