

Valorizzazione del legno di Abete rosso trentino: parte II - sintesi dei risultati

Michele Brunetti, Nicola Macchioni

Istituto per la Ricerca sul Legno - CNR Firenze, nel corso della ricerca ricercatori presso l'ITL - CNR. e-mail: macchioni@irl.fi.cnr.it

Martino Negri, Claudio Pollini

Istituto per la Tecnologia del Legno - CNR S. Michele a/A. e-mail: negri @itl.m.cnr.it; pollini@itl.m.cnr.it

Erica Zangrando

Regione Veneto, Direz. Foreste Ec. Montana, nel corso della ricerca borsista presso l'ITL-CNR

1. Premessa e scopi del lavoro

L'Istituto per la Tecnologia del Legno – Consiglio Nazionale delle Ricerche ITL/CNR di S. Michele all'Adige persegue la valorizzazione del legno di Abete rosso trentino attraverso uno studio delle caratteristiche del legno prodotto in provincia di Trento. La parte metodologica del lavoro è stata pubblicata nel numero 1/1998 di questa rivista. Qui di seguito è riportata una sintesi di alcuni dei risultati ottenuti relativamente a: metodi di classificazione visuale del legname, metodi di qualificazione del legname effettuati con strumenti non distruttivi, analisi delle prime e seconde lavorazioni, proprietà fisiche del legno. Per una esposizione più dettagliata dei risultati si rimanda alla relazione finale "Qualificazione del legname trentino" a cura di C. Pollini e M. Negri, I.T.L. 1997.

2. I metodi di classificazione visuale

2.1. Piante in piedi

In accordo con il progetto di norma prEN 175.4503, le piante in piedi sono state classi-

ficato in tre classi di qualità definite in base alle caratteristiche del toppo di base (BRUNETTI *et al.* 1997a, BRUNETTI *et al.* 1999):

- classe A: sono esclusi rami verdi e rami secchi;
- classe B: sono ammessi rami con limitazioni dimensionali;
- classe C: è ammesso qualsiasi difetto.

In tabella 1 è stato confrontato l'Indice di Qualità IQ_i ¹ (valore economico in lire per volume unitario) degli alberi appartenenti alle tre classi.

¹ Allo scopo di ottenere un indice numerico in grado di descrivere il rapporto tra la quantità di segati prodotti e la qualità degli stessi, la qualità del legno è stata espressa come valore dei segati ottenuti per volume unitario di tondo. L'Indice di qualità per i singoli topi (IQ_i) è stato elaborato come segue:

$$IQ_i = \frac{\sum_{i=I-VIII} Vs_i \cdot ps_i}{Vt} \quad [\text{Lire}/\text{m}^3]$$

dove Vs_i : volume dei segati, ripartiti in 8 classi, espresso in m^3 ;

ps_i : prezzo dei segati, ripartiti in 8 classi, espresso in Lire/m^3 ;

$i = I - VIII$ classi di qualità dei segati;

Vt : volume del toppo espresso in m^3

Il valore dei segati ricavati dai singoli topi è stato attribuito secondo i prezzi medi base d'asta dell'anno 1996, riferiti alle diverse classi di qualità.

Tab. 1 - Valore medio a metro cubo del legname degli alberi secondo la classe qualitativa del prEN 175.4503.

Classe prEN 175.4503	N° piante	IQ ₁ (Lire x 1000/m ³)
A	18	350
B	24	291
C	22	234

Come si può notare sono state riscontrate significative differenze nel valore economico medio di alberi di differenti classi qualitative (circa il 20%); in particolare è stato osservato che i due principali parametri in grado di discriminare la qualità del primo toppe sono l'altezza di inserzione del primo ramo secco e quella del primo ramo verde.

Inoltre si è riscontrato che, a causa della scarsa durabilità del legno di Abete rosso, la presenza di ferite alla base della pianta è spesso associata alla presenza di marcescenze nel fusto. Anche per questo motivo, nella fase di classificazione delle piante in piedi, si è ritenuto utile integrare i rilievi visuali sui tronchi con un'analisi con strumenti non-distruttivi in grado di stimare le proprietà meccaniche del legno.

2.2. Toppi

Per valorizzare la risorsa legno può essere opportuno qualificare anche il legno tondo. Tale operazione può essere effettuata sia in foresta sia sul piazzale di esbosco ed ha lo scopo di caratterizzare il materiale in funzione della difettosità.

In questo caso è stato utilizzato il progetto di norma europeo prEN 1927-1 per la classificazione visuale dei toppe in quattro classi di qualità.

I risultati della classificazione del campione analizzato sono sintetizzati in tabella 2 dove sono riportati la distribuzione dei tronchi nelle quattro classi qualitative (in volume e valore percentuale) ed il relativo Indice di Qualità IQ₁.

Si può rilevare che solo 0,6 % del campione (due toppe) è classificato nella classe migliore, mentre i rimanenti 188 tronchi si

distribuiscono abbastanza uniformemente nelle altre tre classi

Tab. 2 - Valore a metro cubo dei tronchi in funzione della classificazione prEN 1927-1.

Classe	A	B	C	D
IQ ₁ (Lire x 1000/m ³)	393	308	287	266
Volume (m ³)	0,69	37,1	44,0	38,1
%	0,6	31,0	36,6	31,8

Un'analisi dettagliata dei risultati della ripartizione qualitativa dei toppe ha permesso di valutare il peso esercitato dai singoli difetti rilevati nel corso della classificazione. I principali difetti rilevati sui tronchi discriminanti per l'attribuzione alla classe qualitativa sono risultati:

- nodosità, intesa come presenza e dimensioni dei nodi sani e morti (60% dei casi);
- marcescenza (22 % dei casi);
- presenza di legno di reazione (9 %);
- tasche di resina (5 %);
- rastremazione (2 %).

Il volume di legname indagato (circa 120 m³) ovviamente non può essere considerato rappresentativo di tutto il materiale che annualmente viene prelevato dai boschi della provincia di Trento, tanto più che il tonname esaminato non era stato prelevato con metodo casuale; tuttavia esso costituisce un campione significativo per una prova di applicazione del progetto di normativa europea di classificazione visuale del tonname di conifere.

A tal proposito è stato osservato che le regole contenute nel prEN 1927-1 tendono a sovrastimare l'importanza di alcuni difetti: ad esempio per la marcescenza non viene fatta alcuna distinzione quantitativa, ma la normativa include nella classe peggiore tutti i tronchi nei quali essa compare. Questo penalizza in modo particolare i toppe di base (il 58% di questi è classificato "D").

Il confronto della ripartizione secondo il prEN 1927-1 con l'indice qualitativo calcolato sul valore economico dei segati ha mostrato differenze poco marcate (7% circa) per le classi B, C, D.

2.3. Segati

La classificazione dei segati è stata effettuata confrontando la Regola di classificazione degli Usi C.C.I.A.A. della provincia di Trento con il progetto di norma europea prEN 1611-2.

L'utilizzo dei due sistemi di valutazione ha permesso di evidenziare alcuni limiti presenti in entrambe le metodologie (CAVALLI *et al.* 1999). A tal proposito si riportano le seguenti osservazioni emerse nel corso della ricerca:

- la normativa europea trascura alcuni parametri qualitativi peculiari del legname di produzione trentina (ad es. la fittezza degli anelli) e non valorizza le tavole con nodi di piccole dimensioni;
- la normativa europea tendenzialmente ripartisce il legname nelle classi peggiori e non distingue i segati con buone caratteristiche;
- la normativa europea nella classificazione della tavola non tiene conto dell'ubicazione del difetto sulla tavola stessa. Al contrario occorre sottolineare che una tavola dove si riscontrano pochi nodi ma prevalentemente in posizione centrale, risulterà maggiormente compromessa rispetto ad una con nodi lungo i bordi;
- la Regola degli Usi C.C.I.A.A. della provincia di Trento non definisce in modo preciso le caratteristiche qualitative e dimensionali dei vari difetti, per descrivere i quali utilizza spesso definizioni scorrette od imprecise dal punto di vista terminologico; inoltre alcuni di questi (quali ad es. inclusioni di corteccia, midollo) vengono tralasciati.

3. I metodi non-distruttivi

I metodi di qualificazione del legname con strumenti non-distruttivi (o "poco" distruttivi) sono basati sulla misura strumentale di alcune proprietà fisiche correlate con le caratteristiche del legno: in particolare la valutazione non distruttiva di un materiale consente la stima delle proprietà fi-

siche e meccaniche senza alterarne le caratteristiche né la possibilità di utilizzo.

Le tecniche non-distruttive più frequentemente utilizzate nel caso del legno sono basate sui seguenti principi:

- ultrasuoni;
- vibrazioni;
- flessione statica;
- resistenza alla perforazione (prova 'poco' distruttiva);
- conducibilità elettrica.

Nel corso delle indagini sull'Abete rosso trentino sono state utilizzate tecniche non-distruttive per indagini su piante in piedi, tondo e segati.

3.1. Prove non distruttive su piante in piedi

Nel caso dell'indagine sulle piante in piedi sono stati eseguiti rilievi con Resistograph® (perforatore strumentato a punta sottile), Sylvatest® (strumento ad ultrasuoni) e martello strumentato IML®. Tali indagini erano mirate alla identificazione di carie o di altri difetti nei tronchi (ad es. legno di reazione) e alla stima delle proprietà fisiche e meccaniche del legno nonché dell'andamento degli anelli di accrescimento (BARGELLI *et al.* 1997).

Il Resistograph®, pur con alcune limitazioni, si è rivelato di buona efficacia nella identificazione degli attacchi fungini in fase avanzata e della presenza di legno di reazione.

Gli ultrasuoni hanno fornito risultati interessanti ma non di impiego immediato: infatti, nonostante una discreta correlazione tra le misure strumentali e l'incidenza della carie, non è stato possibile fino ad ora identificare dei valori-soglia attendibili che permettano di distinguere il legno cariato da quello sano.

Infine occorre rilevare che nessuno dei tre strumenti utilizzati si è rivelato efficace nella stima delle proprietà meccaniche del legno.

3.2. Caratterizzazione di tondo e segati con metodi strumentali non distruttivi

Le sperimentazioni condotte con Sylvatest® (BRUNETTI *et al.* 1997b) e con martel-

lo strumentato IML® hanno mostrato che allo stato attuale delle conoscenze tali strumentazioni non sono utilizzabili come termine di paragone per la classificazione visuale qualitativa del tondo allo stato fresco e dei segati stagionati.

Osservando le relazioni tra velocità media degli ultrasuoni ed i difetti misurati sui topi si rileva che i valori dei coefficienti di correlazione sono in generale poco elevati; i più indicativi sono quelli relativi al volume totale di nodi ed al rapporto volume nodi / volume toppe (velocità media degli ultrasuoni/volume totale di nodi $r = - 0,54$).

Anche nel caso dei segati sono stati calcolati i coefficienti di correlazione tra la velocità degli ultrasuoni ed i difetti rilevati sulla superficie delle tavole (nodi sani - inclusi - cadenti, superficie totale dei nodi, superficie di marcescenza). I valori di velocità di passaggio degli ultrasuoni risultano debolmente correlati con la superficie dei nodi sani e con la superficie totale dei nodi; non sono invece correlati con il valore di marcescenza misurato sulle tavole, probabilmente perché nei casi osservati si trattava di fasi precoci di degradazione del legno.

Per quanto riguarda i rilievi effettuati con martello IML®, i valori medi rilevati sono stati correlati con le corrispondenti misure effettuate con lo strumento ad ultrasuoni: esiste una buona correlazione tra i dati rilevati con i due strumenti. Questo risultato indica che i due metodi potrebbero essere usati in alternativa con le stesse finalità d'indagine.

In tabella 3 è indicata la distribuzione del campione di tavole classificato a vista col progetto di norma prEN 1611-2; sono indicate anche le medie delle velocità degli ultrasuoni rilevate per le differenti classi qualitative.

Si può rilevare che per le prime quattro classi non si osserva una differenziazione nella velocità media degli ultrasuoni in base alla classe qualitativa. Una situazione analoga è stata osservata utilizzando la Regola degli Usi della C.C.I.A.A. della provincia di Trento (tab. 4).

In definitiva è stato osservato che sia i

valori di velocità di ultrasuoni, sia quelli di velocità delle onde meccaniche, sono risultati debolmente correlati con gli indici utilizzati per esprimere i valori di nodosità rilevati per i topi e per i segati. Analoghe esperienze, condotte da altri Autori in condizioni di laboratorio (umidità del legno equilibrata), hanno mostrato valori di correlazione più stretta: in effetti, almeno nel caso dei topi, l'umidità costituisce un ulteriore fattore di variabilità in grado di influenzare la prova senza che sia possibile valutarne l'influenza sul risultato finale.

Relativamente alle realistiche possibilità d'impiego della strumentazione sottoposta a prova si sottolinea che l'applicazione più corretta sarebbe quella finalizzata alla classificazione del legname per usi strutturali; con questa finalità ed eventualmente con opportuni correttivi derivanti dall'impiego su legno fresco (nel caso dei topi), i metodi analizzati potrebbero fornire risultati soddisfacenti.

Tab. 3 - Rese qualitative e velocità rilevate dal Sylvatest® nelle diverse classi del prEN 1611-2.

Classi	Volume (m ³)	%	Velocità (m/s)	Dev. st. (m/s)	N. tavole
0	0,09	0,5	5593	158	3
1	0,11	0,5	5517	245	4
2	7,49	32	5659	232	156
3	4,32	18	5550	257	105
4	10,11	43	5445	273	208
5	1,39	6	5395	212	32

Tab. 4 - Rese qualitative e velocità rilevate dal Sylvatest® nelle diverse classi degli Usi della C.C.I.A.A.

Classi	Volume (m ³)	%	Velocità (m/s)	Dev. st. (m/s)	N. tavole
1	0,25	1	5639	87	6
2	0,75	3	5605	160	19
3F	2,58	11	5605	232	52
3C	13,04	56	5616	245	251
4	6,31	27	5376	271	167
Scarto	0,58	2	5404	260	13

4. Prime e seconde lavorazioni

4.1. Rese di segazione

L'analisi delle rese di segazione dell'Abete rosso del Trentino è stata effettuata in termini quantitativi e qualitativi. Al fine di valutare la redditività dei lotti di legname delle varie provenienze campionate è stata calcolata la resa percentuale del volume dei segati rispetto al volume del tondo; inoltre i segati sono stati ripartiti in classi di qualità secondo una Regola di Classificazione visuale elaborata sulla base della classificazione in uso presso la segheria del Demanio forestale della provincia di Trento (BRUNETTI *et al.* 1995). Questa Regola di Classificazione prevede 5 classi di qualità principali; nel caso della provenienza Catarinello le tre classi migliori (I, II e III) sono state raggruppate col termine "tombante".

Nella tabella 5 sono riportate le rese espresse come percentuali riferite al volume unitario del tondo.

Si osserva che esistono significative differenze nelle rese di segazione quantitative delle differenti provenienze ed anche nella qualità dei segati. In particolare si può sottolineare l'elevata presenza di legno con marciume (pezzame) nelle provenienze Catarinello e Cinte.

4.2. Seconde lavorazioni: finizione superficiale

Nelle zone adiacenti ai nodi si riscontra comunemente una più o meno forte deviazione della fibratura, che incide sulla quali-

tà della lavorazione; a questo scopo è stata valutata la qualità di superfici lavorate per piallatura in funzione dell'inclinazione della fibratura rispetto al piano di lavorazione.

Per raggiungere questo obiettivo si è rilevata la direzione della fibratura e sono stati tagliati con sega a nastro dei piani di lavorazione ad angoli crescenti. Lungo tali superfici sono state effettuate le lavorazioni su una pialla a filo, con alimentazione manuale, con una profondità di taglio di 2 mm.

La qualità delle lavorazioni è stata valutata con esame visuale utilizzando una classificazione ispirata alla Norma americana ASTM, che le suddivide in cinque classi da eccellente a molto cattiva.

Il legno di Abete rosso, confrontato con altre specie di conifere quali ad esempio la Douglasia, è risultato più facile da lavorare e la finitura superficiale è di qualità migliore. Ciò nondimeno la presenza dei nodi causa uno scadimento su cui è possibile intervenire con le opportune tecnologie.

5. Caratteristiche fisiche (massa volumica e ritiri)

Tra le proprietà fondamentali in grado di descrivere sinteticamente il comportamento tecnologico di un legno, rivestono una importanza rilevante la massa volumica e i ritiri; in particolare la massa volumica ρ rappresenta un indice sintetico che permette la stima delle caratteristiche meccaniche (valutate su legno esente da difetti).

Tab. 5 - Rese di segazione suddivise per provenienze ed espresse in Classi di qualità.

Provenienze	Volume percentuale							
	I	II	III	IV	V	Cortame	Pezzame	Resa
Catarinello			14,6	23,6	32,3	2	5,4	77,9
Cinte	-	0,3	5	23,7	34,1	1	8,7	72,8
S.Martino	0,2	1,9	8,5	43,2	22,8	1,4	-	78
Siori	0,2	2	10,2	36,5	24,4	1,4	0,1	74,8
Tolvà	0,3	2	8,4	36,9	22	1,5	-	71,1
Valles	3,6	8,9	12	32	15,5	0,4	0,7	73,1

Nella tabella 6 sono riportati i dati riassuntivi dei seguenti parametri: massa volumica del legno con umidità nominale del 15% (ρ 15%), massa volumica anidra (ρ anidra), densità basale (ρ basale), ritiro in direzione radiale (β radiale) e in direzione tangenziale (β tangenziale), nervosità (rapporto T/R tra i ritiri nelle due direzioni anatomiche). Sono inoltre indicati l'età delle piante campionate e lo spessore medio degli anelli di accrescimento.

Il legname di Abete rosso del Trentino è risultato piuttosto leggero rispetto ai valori tipici di altre provenienze, reperiti in letteratura (AA.VV. 1997; NARDI BERTI 1979, KNUCHEL 1954).

I ritiri nelle tre direzioni anatomiche di riferimento (direzione trasversale, direzione longitudinale radiale e longitudinale tangenziale) sono risultati piuttosto bassi e la nervosità (rapporto tra i ritiri nelle diverse direzioni anatomiche) è modesta.

Le differenze in massa volumica tra le

diverse provenienze sono marcate, variando tra 370 e 430 Kg/m³ al 15% di umidità del legno (tab. 7).

Anche i valori dei ritiri e il coefficiente di nervosità indicano che le varie provenienze risultano nettamente distinguibili.

Le caratteristiche fisiche della materia prima sottoposta ad indagine, quali la leggerezza e la elevata stabilità dimensionale, rendono particolarmente idoneo il legno prodotto dalle foreste trentine per un uso di falegnameria.

6. Conclusioni

L'indagine triennale effettuata su un limitato numero di piante ha permesso di studiare approfonditamente le caratteristiche della risorsa legnosa trentina.

Il campionamento effettuato è stato concepito per determinare in modo esauriente

Tab. 6 - Valori medi e deviazione standard delle variabili in esame.

Variabile	Unità	Media	Dev. st.	N° provini
ρ (15%)	(g/cm ³)	0,399 (0,296÷0,538)	0,039	989
ρ anidra	(g/cm ³)	0,372 (0,272÷0,489)	0,038	989
ρ basale	(g/cm ³)	0,33 (0,242÷0,442)	0,030	989
β radiale	(%)	3,79	0,888	989
β tangenziale	(%)	7,73	1,257	989
T/R		2,12	0,456	989
Età	(anni)	161 (93÷234)	34	989
Sp. medio anelli	(mm)	1,9 (0,4÷10)	1,16	989

Tab. 7 - Massa volumica media e ritiri riscontrati nelle diverse provenienze.

Stazione	ρ basale	Dev. st.	ρ (15%)	Dev. st.	β radiale	β tangenziale	T/R
(unità)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)	
Bocenago	0,345	0,019	0,419	0,025	4,0	7,8	2,0
Catarinello	0,325	0,028	0,396	0,034	4,2	8,2	2,0
Cinte	0,339	0,031	0,407	0,039	3,6	7,3	2,1
Vermiglio	0,353	0,029	0,431	0,038	4,1	7,7	1,9
S. Martino	0,322	0,030	0,386	0,037	3,3	7,4	2,3
Siori	0,327	0,027	0,389	0,035	3,9	7,8	2,2
Tolvà	0,319	0,025	0,385	0,031	3,7	7,7	2,2
Valles	0,307	0,024	0,369	0,030	3,8	8,2	2,2

quelle proprietà che presentano elevata variabilità all'interno della stazione o addirittura nella singola pianta; si è privilegiata quindi la "profondità" del campionamento (centinaia di misurazioni ed osservazioni su ogni pianta) piuttosto che "l'estensione" dello stesso (indagine limitata a otto stazioni forestali all'interno dei comprensori produttivi di maggiore importanza).

Il lavoro è servito inoltre a verificare l'applicabilità e l'efficacia di alcune normative in corso di introduzione.

In particolare fra le tre norme europee sottoposte a prova, quella che ha fornito i migliori risultati è quella sulle piante in piedi (prEN 175.4503), mentre quelle che classificano tondo e segati, peraltro già in vigore, si sono rivelate meno applicabili sul materiale trentino. Considerando ormai imminente un'applicazione sempre più estesa delle normative sviluppate dal CEN su scala europea, si rende necessaria una pressione sugli enti di normazione per una revisione di tali normative a livello europeo.

La valutazione del materiale con metodi non distruttivi ha fornito risultati inferiori alle attese sia sulle piante in piedi che sul tondo e segati: anche in questo caso le più concrete prospettive di ricerca riguardano

gli alberi in piedi, in considerazione del fatto che, in altri Paesi, si stanno sperimentando metodologie di classificazione automatica sul tondame e sui segati.

L'analisi delle rese di segazione ha rivelato valori abbastanza elevati, mentre le prove di lavorazione pongono le premesse per orientare la scelta dei metodi e dei mezzi tecnici per giungere al miglioramento della qualità delle superfici lavorate. Questo obiettivo può essere perseguito mediante l'impiego di utensili con opportuna geometria di taglio e materiali di recente introduzione (diamante policristallino, ceramiche) e anche attraverso l'ottimizzazione dei parametri di taglio.

Per quanto riguarda la caratterizzazione fisica, il legname di Abete rosso di origine trentina appare generalmente più leggero e con ritiri inferiori rispetto a quanto riscontrato in letteratura su legname di altre provenienze; inoltre il materiale indagato mostra una significativa variabilità in funzione delle stazioni di provenienza.

Anche sotto l'aspetto qualitativo, l'IQ_t consente di distinguere merceologicamente le diverse stazioni, già a partire dalla qualità delle piante in piedi.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1997 - *L'Abete rosso del Tarvisiano*. CATAS, S. Giovanni al Natisone (UD), 33 p.

BRUNETTI M., LEONELLI G., MACCHIONI N., MORANDINI M., 1995 - *Rapporto di ricerca: segheria demaniale di Caoria*. Rapporto interno a circolazione limitata. CNR/ITL, San Michele a/A. 37 p.

BRUNETTI M., MACCHIONI N., POLLINI C., ZANGRANDO E., 1997a - *Quality yields and physical characteristics related to quality of standing trees in Norway spruce*. IUFRO - All Division 5 Conference, Pullman, USA 7-12/07.

BARGELLI S., BERTI S., BRUNETTI M., MACCHIONI N., MANNUCCI M., POLLINI C., ZANGRANDO E., 1997 - *Use of non destructive methods to qualify standing trees: first trials on Norway spruce*. III International Conference on the development of Forestry, Wood Science and Technology, Belgrade, Sett. 29, Oct. 3.

BRUNETTI M., MACCHIONI N., POLLINI C., ZANGRANDO E., 1997b - *Examples d'application des methodes a ultrasons pour evaluer les defauts des grumes et des avives de epicea (Picea abies Karst)*. Congres COFREND sur les essais non destructif. Nantes 22-26 Sept.

BRUNETTI M., MACCHIONI N., POLLINI C., 1999 - *Prove di qualificazione visuale delle piante in piedi: l'esempio dell'Abete rosso: L'Italia Forestale e Montana*, in stampa.

CAVALLI R., POLLINI C., SCORZATO E., ZANGRANDO E., 1999 - *Analisi comparativa di due metodi per la qualificazione dei segati di Abete rosso*. Monti e Boschi, in stampa.

KNUCHEL H., 1954 - *Das Holz*. H.R. Sauerlander & Co. Arau und Frankfurt am Main.

NARDI BERTI R. 1979 - *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*. Contributi Scientifico-Pratici n. XXIV CNR/IRL, Firenze.