



VADEMECUM SULLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEL LEGNO DI DOUGLASIA



 Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia

Michele Brunetti
Michela Nocetti
Giovanni Aminti

Giugno 2022



INDICE

1	PREMESSA E FINALITÀ	4
2	IL LEGNO DI DOUGLASIA.....	5
3	CARATTERISTICHE CHE INFLUISCONO SULLA QUALITÀ.....	7
4	VALUTAZIONE DEGLI ALBERI IN PIEDI	11
5	VALUTAZIONE DEL LEGNO TONDO	13
6	VALUTAZIONE DEI SEGATI	16
6.1	SEGATI PER USO STRUTTURALE.....	16
6.2	SEGATI PER USO NON STRUTTURALE	18
7	VALORI DI MERCATO DEL LEGNAME.....	20
8	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	21

1 PREMESSA E FINALITÀ

Questo Vademecum ha lo scopo di fornire alcune indicazioni sulle caratteristiche del legno di douglasia e sulle metodologie di valutazione della sua qualità, a partire dalla pianta in piedi, passando per il legno tondo, per arrivare agli elementi segati.

La conoscenza della qualità del legname e dei metodi disponibili per una sua corretta ed oggettiva definizione, costituiscono uno dei presupposti per raggiungere l'obiettivo di una adeguata valorizzazione del materiale. Una qualificazione più attenta del legname, infatti, consente l'introduzione di strategie commerciali moderne e innovative, nonché la possibilità di individuare le differenti possibili destinazioni dei prodotti ricavabili dalla trasformazione dei tronchi.

Questo documento è stato realizzato nell'ambito del progetto DoNaTo coerentemente con le sue finalità generali, ovvero la valorizzazione dei soprassuoli di douglasia toscani e del legname che da essi può essere ricavato. L'intento è quello di fornire un supporto pratico all'interno della filiera foresta-legno, creando i presupposti per raggiungere forme d'impiego più remunerative, rispetto alle attuali, per il legname di douglasia.

2 IL LEGNO DI DOUGLASIA

Il legno di douglasia presenta tessitura media e durame differenziato, con colore roseo giallastro/rosso arancio. Le sue proprietà fisico-meccaniche possono variare in maniera sensibile in relazione a provenienza, altitudine, età del popolamento, rapidità di accrescimento; non è da escludere che le caratteristiche del legname possano essere influenzate anche dalle differenti varietà utilizzate nelle piantagioni.

Nei popolamenti della Toscana, la densità del legno a umidità normale è compresa tra 360 e 640 kg/m³, con una media di circa 500 kg/m³ (un valore intermedio tra quello dell'abete e quello del castagno).

La durabilità naturale del legno di douglasia costituisce uno degli aspetti di maggior valore aggiunto per questa specie: nei popolamenti maturi, si riscontra una resistenza del durame ai funghi della carie pari a quella del larice e superiore alla maggior parte delle altre conifere europee; è inoltre resistente all'attacco di insetti ma non è facilmente impregnabile.

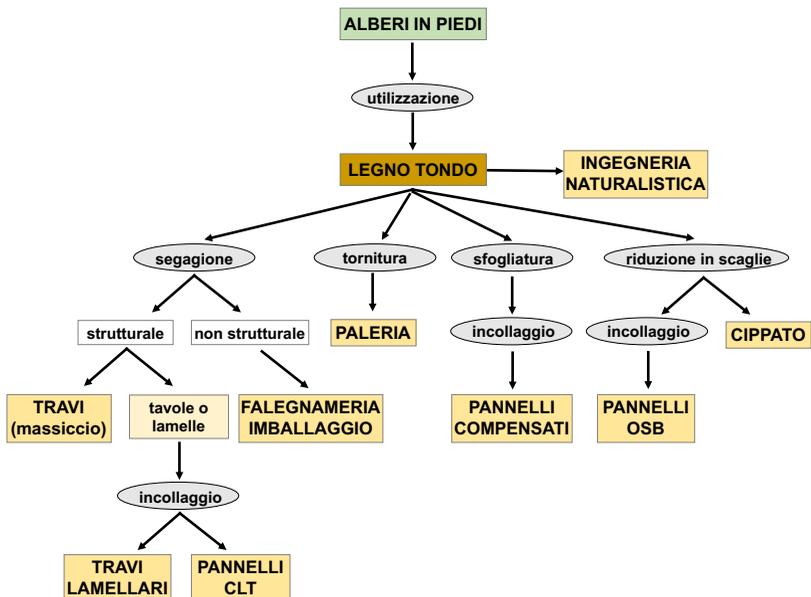
Le proprietà del legname lo rendono utilizzabile per diversi impieghi ed è molto apprezzato dagli operatori delle prime e seconde trasformazioni.

Il legno tondo, soprattutto se di dimensioni medio-piccole può essere efficacemente impiegato nella realizzazione di opere di ingegneria naturalistica. I topi di dimensioni maggiori e qualità migliore possono essere avviati alla sfogliatura per la produzione di pannelli compensati e, seppur con la necessità di qualche aggiustamento tecnico dovuto alla bassa umidità del durame (caratteristica tipica dei

tronchi di questa specie), il risultato finale è più che accettabile sia in termini estetici che prestazionali.

Inoltre, tramite la segagione il materiale può essere impiegato per la produzione di travatura (lavorata a quattro fili oppure tipo Uso Fiume o Trieste), mentre i segati di spessore più piccolo trovano utilizzo in falegnameria (infissi, arredi), per la produzione di imballaggi, ma anche per la realizzazione di prodotti strutturali incollati, come travi lamellari e pannelli di tavole (CLT – Cross Laminated Timber).

Dalla triturazione dei tronchi più piccoli è possibile ricavare cippato per uso energetico oppure anche per pannelli di scaglie.



Struttura schematica della filiera produttiva del legname di douglasia.

3 CARATTERISTICHE CHE INFLUISCONO SULLA QUALITÀ

Il termine qualità, nel caso del legno, deve essere inteso come la sua attitudine a soddisfare i requisiti di uno specifico impiego. Non può essere quindi considerato come un concetto assoluto, ma è strettamente legato alla destinazione finale del materiale.

Per quanto riguarda specificatamente i tronchi, i parametri da valutare sono di tipo dimensionale e qualitativo; le dimensioni infatti sono un aspetto fondamentale per la definizione dei possibili impieghi.

La valutazione qualitativa prevede il rilievo di alcune caratteristiche che possono influire sull'utilizzo, sia in fase di trasformazione che di impiego finale del prodotto legnoso. Di seguito si riporta una sintetica descrizione di tali caratteristiche, che devono essere valutate già nella pianta in piedi, nel legno tondo e/o negli assortimenti segati.

Descrizione delle caratteristiche da valutare negli assortimenti legnosi

Pianta in piedi e legno tondo	
Irregolarità di forma del fusto	
Curvatura	deviazione dell'asse longitudinale del tronco da una linea retta
Rastremazione	graduale riduzione del diametro del fusto o del legno tondo lungo la sua lunghezza
Irregolarità della sezione	deviazione della sezione dalla circolarità
Midollo eccentrico	midollo distante dal centro geometrico della sezione
Fibratura elicoidale	fibratura con andamento a spirale attorno all'asse

Legno tondo e segati	
Nodi	porzione di ramo inglobata nel legno
aderenti	collegato al legno circostante per più di $\frac{3}{4}$ del perimetro
sani	che non presentano segni di carie
non aderenti o morti	collegato al legno circostante per meno di $\frac{1}{4}$ del perimetro
marci	alterati da carie
Tasso di accrescimento	accrescimento diametrico indicato dall'ampiezza media degli anelli annuali di accrescimento
Tasca di resina	cavità del legno che contiene resina
Inclusione di corteccia	porzione di corteccia inclusa nel legno
Fessurazioni	
da ritiro	separazione in senso longitudinale delle fibre del legno dovuta alla perdita di umidità ed al ritiro dimensionale
cipollatura	discontinuità dei tessuti che segue l'andamento di anelli di accrescimento contigui
Alterazioni biologiche	
carie	degrado ad opera di funghi con relativa perdita di massa e di resistenza del legno, accompagnato da alterazione della sua struttura e colore
attacco di insetti	foro nel legno causato da insetti
alterazioni cromatiche	variazione del colore naturale del legno, non associato alla perdita di resistenza
Lesioni	danni ai tessuti legnosi di diversa origine

Segati	
Smusso	rotondità originale del tronco presente in qualsiasi faccia o bordo del segato, con o senza corteccia
Inclinazione della fibratura	deviazione dell'andamento generale delle fibre del legno dall'asse longitudinale del segato
Deformazioni	deformazione rispetto alla planarità del segato
arcuatura	curvatura longitudinale perpendicolare alla faccia del segato
falcatura	curvatura longitudinale perpendicolare al bordo del segato
svergolamento	distorsione a spirale del segato
imbarcamento	deformazione nella sezione del segato

Relativamente ai possibili impieghi attuali del legname di douglasia, è possibile fornire alcune indicazioni generali sulle caratteristiche che i tronchi destinati alle trasformazioni debbono possedere.

Caratteristiche del materiale e sbocchi commerciali

Destinazione	Dimensioni minime	Difetti non ammessi	Difetti ammessi con limitazioni	Impieghi prevalenti
LEGNO TONDO	Ø > 15 cm	carie, lesioni	irregolarità di forma	ingegneria naturalistica, annessi agricoli
TORNITURA	Ø > 15 cm	carie, lesioni	irregolarità di forma	paleria per recinzioni e arredo urbano
SEGAGIONE (strutturale)	Ø > 20 cm	carie, lesioni	fessurazioni, insetti, nodi, deformazioni, cipollatura	costruzioni (travi, tavole, travi lamellari, pannelli CLT)
SEGAGIONE (non strutturale)	Ø > 15 cm	carie, lesioni	deformazioni, insetti, fibratura elicoidale	falegnameria imballaggi pallet
SFOGLIATURA	Ø > 22 cm L > 1,3 m	carie, lesioni	rastremazione, nodi, insetti, midollo eccentrico, alterazione colore, fibratura elicoidale	pannelli compensati, imballaggi
SMINUZZATURA	Ø > 10 cm	carie, lesioni	irregolarità forma	pannelli OSB
CIPPATURA	Ø > 3 cm			biomasse uso energetico

4 VALUTAZIONE DEGLI ALBERI IN PIEDI

VALUTAZIONE VISIVA

Una valutazione qualitativa potrebbe essere realizzata già sulla pianta in piedi, quantomeno sulla porzione basale dei fusti, anche se al momento non esiste una normativa di riferimento e questa pratica non risulta molto diffusa.

La valutazione può essere fatta visivamente da un operatore per la determinazione delle caratteristiche dimensionali e dei principali difetti sopra descritti.

VALUTAZIONE STRUMENTALE

Al momento sono in corso di sviluppo applicazioni per smartphone basate sull'analisi di immagine che vengono utilizzate per la cubatura degli alberi in piedi; si ritiene che nel giro di poco tempo saranno disponibili strumenti facilmente accessibili anche per l'analisi qualitativa degli alberi in piedi.

Altre tecniche di ausilio alla valutazione degli alberi in piedi sono elencate di seguito.

TOMOGRAFIA BASATA SULLA RESISTIVITÀ ELETTRICA

Si utilizza la tomografia basata sulla resistività elettrica (ERT) come metodo non distruttivo per identificare il degrado del legno dovuto all'attacco di funghi. Uno dei campi di applicazione nel quale questa

tecnica è largamente impiegata è la valutazione della stabilità delle piante in ambiente urbano.

PROPAGAZIONE DI ONDE SONORE

Determinazione della qualità del legno mediante la misura della propagazione di onde sonore nel fusto in direzione longitudinale e trasversale. Questa metodologia sfrutta la buona correlazione tra la velocità di propagazione del suono nel legno e le sue caratteristiche meccaniche (modulo elastico dinamico).

LASER SCANNER TERRESTRE

Impiego di laser scanner terrestri (TLS) per creare un modello digitale del bosco con ricostruzione tridimensionale dei fusti. Successivamente con l'ausilio di un software è possibile massimizzare il valore dei prodotti ritraibili da ciascuna pianta impostando le dimensioni e il prezzo degli assortimenti (in base alla località e al mercato di riferimento). Un esempio di questo tipo di caratterizzazione qualitativa delle piante è stato condotto sulle Alpi all'interno del progetto europeo "SLOPE" *Integrated processing and control systems for sustainable forest Production in mountain areas* (<https://cordis.europa.eu/project/id/604129>).

5 VALUTAZIONE DEL LEGNO TONDO

CLASSIFICAZIONE VISUALE

Per la valutazione del legno tondo esiste una norma europea di riferimento, la UNI EN 1927-3:2008 Classificazione qualitativa del legno tondo di conifere - Parte 3: Larici e Douglasie.

La norma contiene, fra le altre, la regola per la classificazione del tondame di Douglasia in 4 categorie qualitative (in ordine decrescente): A, B, C, D.

I criteri di classificazione si basano sulla tipologia e le dimensioni delle diverse caratteristiche (difetti) precedentemente descritti, che possono essere rilevati a vista sulla superficie e sulle testate dei tronchi, ovvero nello specifico: nodi (sani, morti, marci), tasche di resina, ampiezza degli anelli di accrescimento, inclinazione della fibratura, eccentricità del midollo, curvatura del tronco, rastremazione, cretti da ritiro, cipollatura, attacco di insetti, marciume, azzurramento.

Ogni classe qualitativa prevede delle limitazioni sulla presenza e estensione dei suddetti difetti e tutte le limitazioni devono essere rispettate perché un elemento possa essere incluso in quella determinata classe

Estratto (tradotto dall'inglese) della norma UNI EN 1917-3:2008. Per la regola completa si rimanda alla norma stessa. na = non ammesso

Caratteristica	Classi			
	A	B	C	D
nodi				
aderente, sano	na	≤ 5 cm	≤ 8 cm	ammesso
non aderente	na	≤ 4 cm	≤ 7 cm	ammesso
marcio	na	na	≤ 4 cm	ammesso
tasche di resina	na	1 x sezione	ammesso	ammesso
tasso di accrescimento	≤ 8 mm	≤ 8 mm	senza limiti	senza limiti
fibra elicoidale	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	senza limiti
midollo eccentrico	≤ 10%	≤ 20%	senza limiti	senza limiti
curvatura				
≤ 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	≤ 4,5 cm/m
≥ 35 cm	≤ 1,5 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 3 cm/m	≤ 4,5 cm/m
rastremazione				
≤ 35 cm	senza limiti	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	senza limiti
≥ 35 cm	senza limiti	≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	senza limiti
fessurazioni da ritiro				
≤ 35 cm	na	na	≤ 1/2 ∅	ammesso
≥ 35 cm	≤ 1/4 ∅	≤ 1/3 ∅	≤ 1/2 ∅	ammesso
cipollatura				
≤ 35 cm	na	na	na	≤ 1/2 ∅
≥ 35 cm	na	≤ 1/4 ∅	≤ 1/3 ∅	≤ 1/2 ∅
insetti (fori)				
< 2 mm	na	na	na	ammesso
≥ 2 mm	na	na	na	ammesso
marciume	na	na	na	ammesso
alterazione di colore	na	na	ammesso in alburno	ammesso

Oltre alla classificazione visuale del tondo, ormai è abbastanza diffusa la possibilità di effettuare valutazioni strumentali, al fine di indirizzare le modalità di trasformazione successive; di seguito alcuni esempi.

TOMOGRAFIA A RAGGI X

La tomografia a raggi X è un esempio di tecnologia che può essere installata lungo una linea produttiva con lo scopo di analizzare in dettaglio le caratteristiche dei tronchi (forma e dimensione), riconoscere i principali difetti del materiale (nodi, fessurazioni, deviazione della fibratura, tasche di resina, presenza di corpi estranei, etc.) ed individuare la modalità di segazione che massimizzi il valore del legname prodotto.

Attualmente però il costo di queste attrezzature risulta molto alto e pertanto sono accessibili solo per industrie di prima lavorazione con un fatturato elevato.

VELOCITÀ DI ONDE SONORE

Esistono in commercio strumenti portatili per misurare la velocità di propagazione di onde sonore all'interno di tronchi. Questo parametro, come descritto per le piante in piedi, è strettamente correlato alle caratteristiche meccaniche del materiale, in particolare alla sua rigidità.

Strumenti di questo tipo, insieme a una valutazione visiva dei topi, consentono di valutare rapidamente la qualità del materiale in modo da poterlo suddividere per la tipologia di impiego più appropriato (sfogliatura, segazione per prodotti strutturali, falegnameria, imballaggi, biomassa per uso energetico, ...).

6 VALUTAZIONE DEI SEGATI

La valutazione dei segati si distingue a seconda dell'uso finale: i segati per uso strutturale sono classificati secondo la resistenza, i segati non destinati all'uso strutturale vengono qualificati in base all'aspetto.

6.1 SEGATI PER USO STRUTTURALE

A partire dalla pubblicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni in Italia (NTC, 2008) e del Regolamento Prodotti da Costruzione in Europa (CPR 305/2011) è stata introdotta l'obbligatorietà per la classificazione secondo la resistenza di ogni elemento di legno destinato all'uso strutturale. Il processo di classificazione è a carico del produttore del legname e riguarda sia il legno massiccio che viene messo in opera tal quale, sia il materiale che viene assemblato per la realizzazione di prodotti ingegnerizzati come travi lamellari, travi bilama o trilama e pannelli di tavole (CLT).

La classificazione secondo la resistenza può essere fatta a vista o a macchina

Classificazione a vista

Per il legname italiano la norma di riferimento è la UNI 11035, che descrive tutti i parametri che l'operatore deve valutare e misurare per assegnare la corretta categoria; alla la douglasia si applica la regola di classificazione a vista "Conifere 2" contenuta della norma UNI 11035-1:2022 (2022) Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Conifere a

sezione rettangolare, che consente la distinzione in due categorie qualitative.

Le caratteristiche da valutare si dividono in:

- Caratteristiche che influiscono sulle proprietà meccaniche (nodi, ampiezza degli anelli di accrescimento, massa volumica, inclinazione della fibratura, fessurazioni da ritiro, cipollatura, lesioni)
- Caratteristiche geometriche (smusso, deformazioni)
- Caratteristiche biologiche (degrado da funghi e da insetti)

Classificazione a macchina

La classificazione a macchina consiste nell'attribuzione di una classe di resistenza ad ogni elemento di legno strutturale mediante la misurazione strumentale di uno o più parametri. Le macchine classificatrici, come le regole di classificazione a vista, devono essere tarate e certificate per ciascuna specie e provenienza geografica del materiale legnoso. Le prove di settaggio iniziale devono essere condotte su un campione rappresentativo del materiale che dovrà essere classificato, sia in termini di qualità, che di origine geografica e dimensionale previste (sezione dei segati che dovranno essere classificati).

In Italia la classificazione a macchina è ancora poco diffusa a causa dell'elevato investimento iniziale per l'acquisto dei macchinari e per la poca disponibilità di macchine certificate per il legname italiano. Tuttavia, il legname di douglasia può essere classificato a macchina, utilizzando alcune strumentazioni prodotte dall'azienda MiCROTEC di Bressanone (BZ).

Il processo di classificazione a macchina presenta una buona ripetibilità, un ridotto dispendio di tempo e una migliore resa di classificazione (riducendo gli scarti e permettendo il raggiungimento di classi di resistenza più alte rispetto alla classificazione a vista).

6.2 SEGATI PER USO NON STRUTTURALE

La caratterizzazione del legname non destinato all'impiego strutturale si può avvalere della norma europea UNI EN 1611-1:2004 *Segati di legno - Classificazione del legno di conifere in base all'aspetto*. Tale norma definisce due schemi di classificazione, G2 e G4: il primo prende in considerazione solo le due facce (larghezza del segato), il secondo fa riferimento ai quattro lati, le due facce e i due bordi. Ogni schema di classificazione prevede la ripartizione dei segati in cinque classi di qualità, le facce vengono valutate separatamente ed è la faccia peggiore a determinare la classe di qualità dell'elemento.

Inoltre, è disponibile una norma che distingue due classi visive per il legno da impiegare per pallet e imballaggi, senza distinzione di specie. Si tratta della norma UNI EN 12246:2000 *Classificazione qualitativa del legno utilizzato nei pallet e negli imballaggi*.

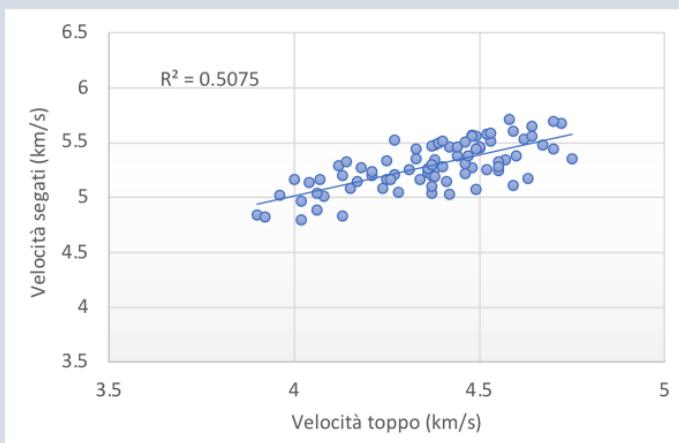
Le principali caratteristiche, valutate visivamente da un operatore, similmente per le due norme sono: nodi, inclusioni di corteccia, tasche di resina, carie, alterazioni cromatiche, attacchi di insetti, smussi, presenza di midollo, fessurazioni. In aggiunta, per i segati da falegnameria anche l'inclinazione della fibratura e le deformazioni devono essere valutate. In questo caso si tratta però di norme ad uso volontario che possono essere richiamata nei contratti tra le parti.

Nel corso del progetto DoNaTo (Douglasiete Naturali Toscane - <https://www.progettodonato.it/>) è stata verificata una metodologia speditiva di analisi del legno tondo di douglasia.

Su 158 topi, prelevati dal complesso forestale di Vallombrosa (FI), è stata misurata la velocità di un'onda meccanica generata da una percussione, propagata longitudinalmente nel topo; questo parametro risulta essere direttamente correlato con le proprietà fisico-meccaniche del materiale.

I topi sono stati successivamente segati in assortimenti di varie dimensioni (travatura, quadrotti, tavole e tavoloni) e anch'essi caratterizzati in modo non distruttivo con uno strumento portatile basato sullo stesso principio e che è certificato per la classificazione del legno massiccio per usi strutturali.

Le velocità misurate sui topi e sui segati sono state messe in relazione per verificare se la qualificazione del tondo possa essere predittiva della qualità dei segati da essi ricavati; la correlazione si è dimostrata altamente significativa con un valore del coefficiente medio-alto. I risultati ottenuti sono riportati in figura.



7 VALORI DI MERCATO DEL LEGNAME

Il legname di douglasia costituisce una valida alternativa all'impiego di altre specie conifere (soprattutto abete) e talvolta anche del castagno. Le forti fluttuazioni del mercato globale del legno (con una corsa al rialzo dei prezzi) verificatesi a partire dal 2020, hanno creato i presupposti per un maggior utilizzo del legname prodotto da filiere locali, come ad esempio la douglasia. La presenza di una filiera di trasformazione radicata sul territorio toscano, può costituire inoltre un valido punto di forza per una migliore apprezzamento di questo legname non solo all'interno della nostra Regione.

Di seguito sono stati riportati i prezzi di vendita (escluso IVA) di alcuni assortimenti di douglasia; i valori sono stati rilevati presso vari operatori della filiera e si riferiscono al mese di giugno 2022.

Prezzi (IVA esclusa) di alcuni assortimenti di douglasia. Giugno 2022

Assortimento	Prezzo	Note
Legno tondo	16-17 €/q	
Tavole	600 €/m ³	+ 50 €/m ³ con essiccazione
Travi spigolo vivo	550-680 €/m ³	
Travi UF e UT	330-420 €/m ³	
Travi lamellari	1450-1650 €/m ³	
Pannello CLT	1000 – 1300 €/m	

8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UNI EN 844: 2019. Legname tondo e legname segato – Terminologia

UNI EN 1927-3: 2008. Classificazione qualitativa del legno tondo di conifere – Parte 3: Larici e Douglasie

UNI EN 12426: 2000. Classificazione qualitativa del legno utilizzato nei pallet e negli imballaggi

UNI 11035: 2022. Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Conifere a sezione rettangolare

UNI EN 1611-1: 2004. Segati di legno - Classificazione del legno di conifere in base all'aspetto - Parte 1: Abeti rossi, Abeti bianchi, Pini, Douglasia europei e Larici