

Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura
A.A. 2019-2020

Corso di Laurea in Ingegneria Civile ed Ambientale
Corso di Chimica e Tecnologia dei Materiali

Modulo 2: Tecnologia dei Materiali

- Lezione 9: Materiali da costruzione: il legno -

Barbara Codan
bcodan@units.it

Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Trieste

Materiali da costruzione

MAPPE per la SCUOLA
www.mappe-scuola.com

materiali (naturali o artificiali) usati nell'**edilizia** e in opere di **ingegneria civile** (strade, ponti, ecc.)

cosa sono

MATERIALI DA COSTRUZIONE
(derivate da pietre)

MATERIALI LEGANTI

MALTE: materiali con **acqua** e **sabbia** che poi induriscono diventando resistenti

cemento

gesso

calce aerea

calce idraulica

ottenuto

cottura di pietre calcari miste ad argilla

usato con altro materiale diventa

malta cementizia
calcestruzzo

cemento armato



MATERIALI ARTIFICIALI

LATERIZI

ottenuti

per cottura dell'**argilla** comune

classificazione (per uso)

strutture verticali (muri)

mattoni



coperture (tetti)

tegole



pavimentazioni e rivestimenti

piastrelle



speciali

ornamentali, cornici, ecc.

PRODOTTI CERAMICI

ottenuti

per cottura di una forma (**foggatura**) di **argilla**, **caolino** più altri materiali

classificazione

a pasta porosa

a pasta compatta

PIETRE NATURALI

usate per

rivestimenti e pavimentazione

come materiale base per preparare

conglomerati artificiali

sabbia, ghiaia, pietrisco

classificazione (per origine)

eruttive

graniti, porfidi, basalti

sedimentarie

argille, calcari, arenarie, travertini, pozzolane, ghiaie, pietrisco, sabbia

metamorfiche

marmi, ardesie, gneiss

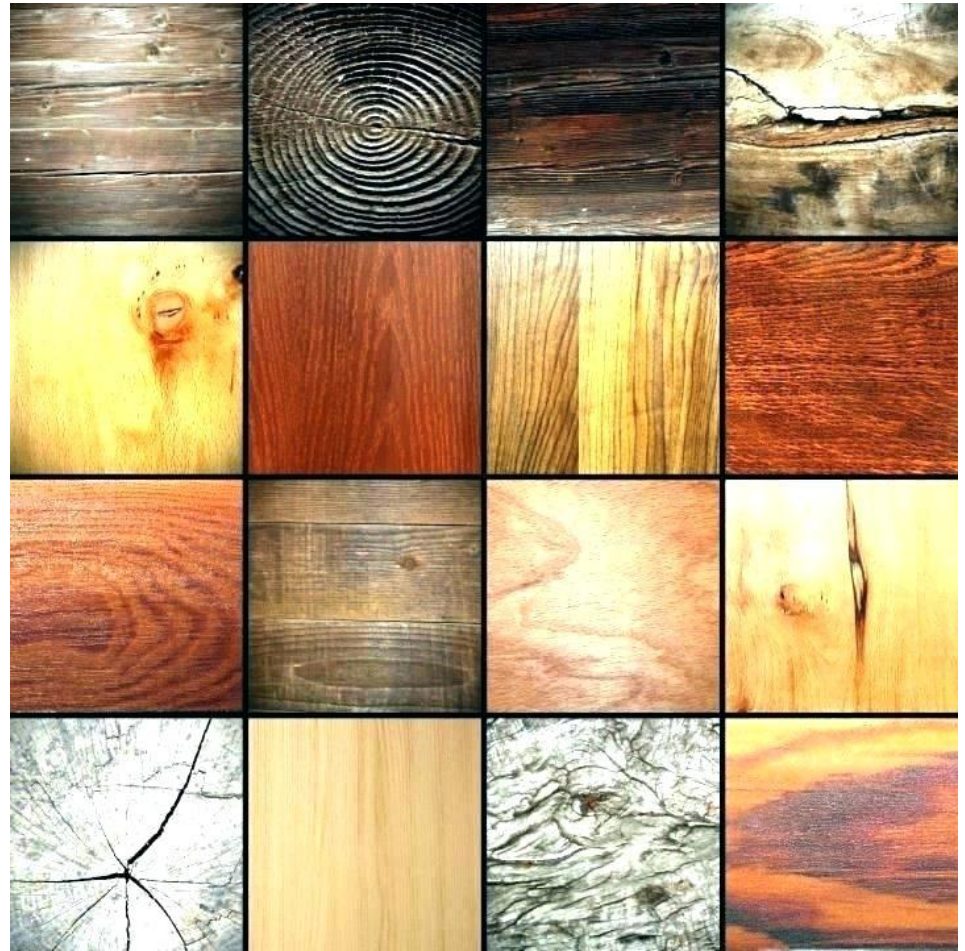


Legno

Il legno è un materiale di origine **ORGANICA**.

“Le sue cellule sono organizzate non solo per la crescita e la riproduzione o per difendersi dalle tante offese che riceve da uomini, animali e ambiente, ma per **vincere sollecitazioni di varia natura.**”

(LANER F., Diagnostica delle strutture lignee, Flap Edizioni, Mestre (VE), 2005, pag. 17)

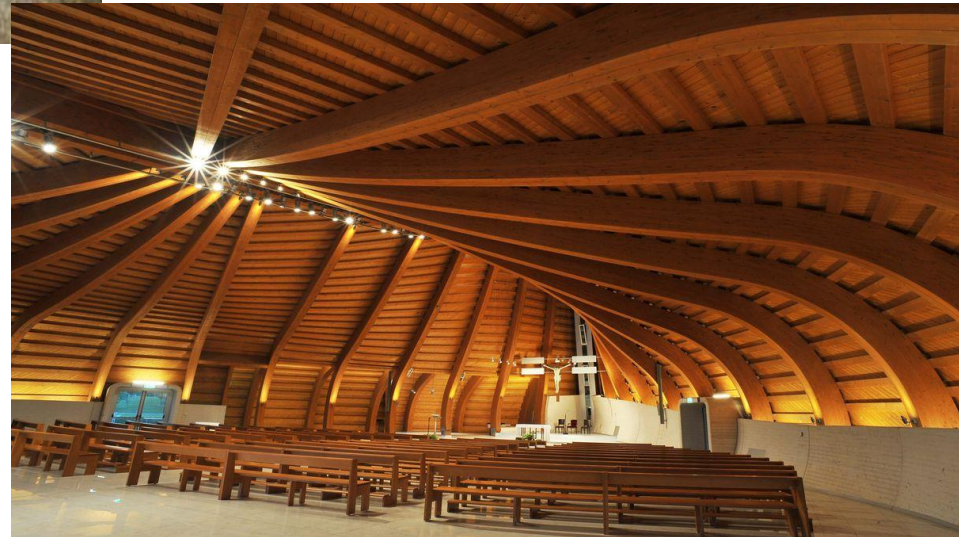


Legno



ACV – Austria Center Vienna

Legno



Chiesa di San Francesco d'Assisi, Imola (BO)

Legno



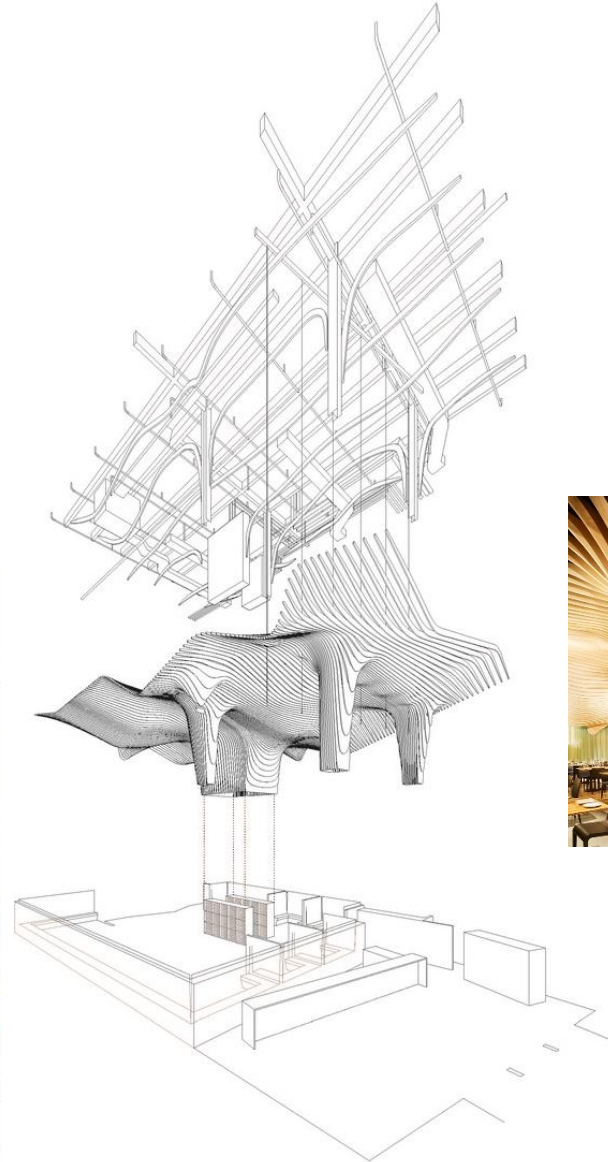
Cristian Undurraga - Padiglione cileno «El Amor de Chile» – Expo 2015 Milano

Legno



Juergen Mayer – Metropol Parasol – Siviglia (Spagna)

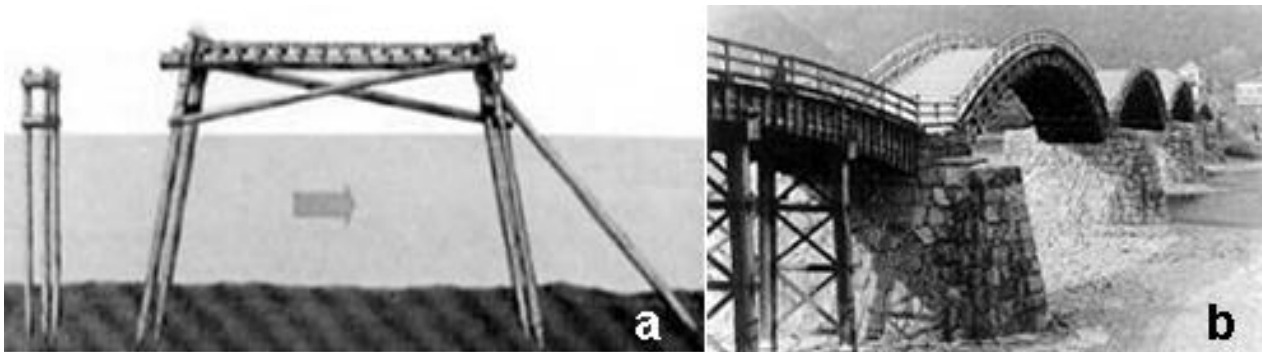
Legno



Office d'A – Banq Restaurant – Boston (U.S.A.)

Legno - storia

Il legno, unitamente alla pietra, è stato uno dei primi materiali impiegati nelle costruzioni ed era anche l'unico che poteva indifferentemente essere impiegato a **compressione**, a **trazione** e, soprattutto, a **flessione**.



a) Ponte sul Reno di Giulio Cesare 55 a.C.

b) Ponte Kintai in legno in Giappone costruito nel 1673, ancora in uso

Legno - storia

Il rapporto molto favorevole fra resistenza e peso ha favorito la diffusione di strutture in legno di luce notevole.

Materiale	f/ρ (m^2/s^2)	E/f
Legno lamellare	~ 63.000	~ 480
Calcestruzzo (Rck30)	~ 10.400	~ 1200
Acciaio (Fe430)	~ 55.000	~ 480
Alluminio (lega 7020)	~ 130.000	~ 200

f parametro di resistenza (longitudinale per il legno)

ρ peso specifico

E modulo di elasticità

Legno - storia

Da sempre l'uomo ha avuto la necessità di superare i limiti dimensionali, di forma e di approvvigionamento (realizzazione di solai, controsoffitti, ponti).

- Elementi reticolari
- Elementi lignei composti con tecniche di esecuzione interessanti (collegamenti con biette in legno duro, staffe e chiodature metalliche)

Legno - storia

Leonardo, XVI sec

Elementi composti con collegamenti realizzati con biette di legno duro, staffe e chiodature e denti inclinati o retti

De L'Orme, XVI sec

Accostamento di tavole disposte a coltello

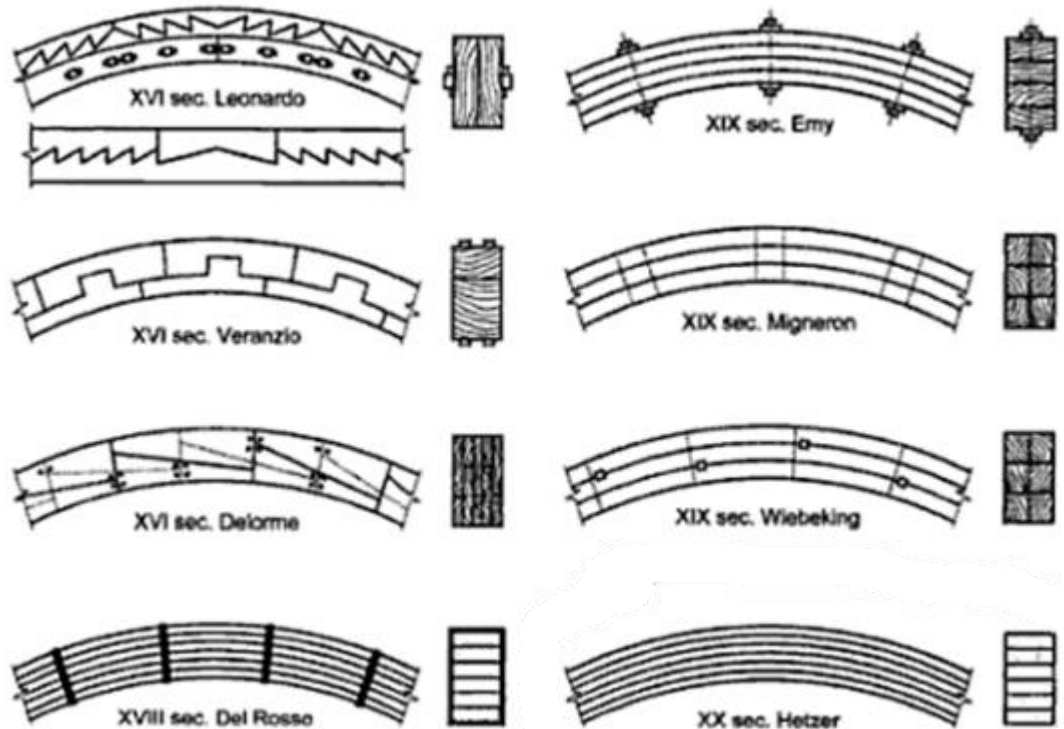
Del Rosso XVIII sec, Emy XIX sec

Tavole di piatto (simile al L.L. moderno) con elementi

Di collegamento di tipo discreto (staffature, biette di legno)

1905 Brevetto Hetzer (Austria +Svizzera) per il legno lamellare incollato.

Le travi di grande luce hanno avuto un notevole sviluppo con l'utilizzo del legno lamellare incollato



Legno



Il Salone dei Cinquecento
(dimensioni 23 m x 52 m) -
Palazzo Vecchio (Firenze)



Ponte progettato dall'ing. Miozzi
nel 1932 a Venezia

Legno

Viene inoltre impiegato come materiale di base per la fabbricazione di vari materiali compositi, stratificati o lamellari.

I **pregi** del legno sono diversi, tra i principali si annoverano:

- Facile reperimento;
- Buona lavorabilità;
- Notevole leggerezza;
- Resistenza meccanica a diversi tipi di sollecitazioni.

Per **contro** possiede:

- Anisotropia;
- Instabilità dimensionale al variare dell'umidità;
- Infiammabilità;
- Bassa resistenza agli attacchi biologici.

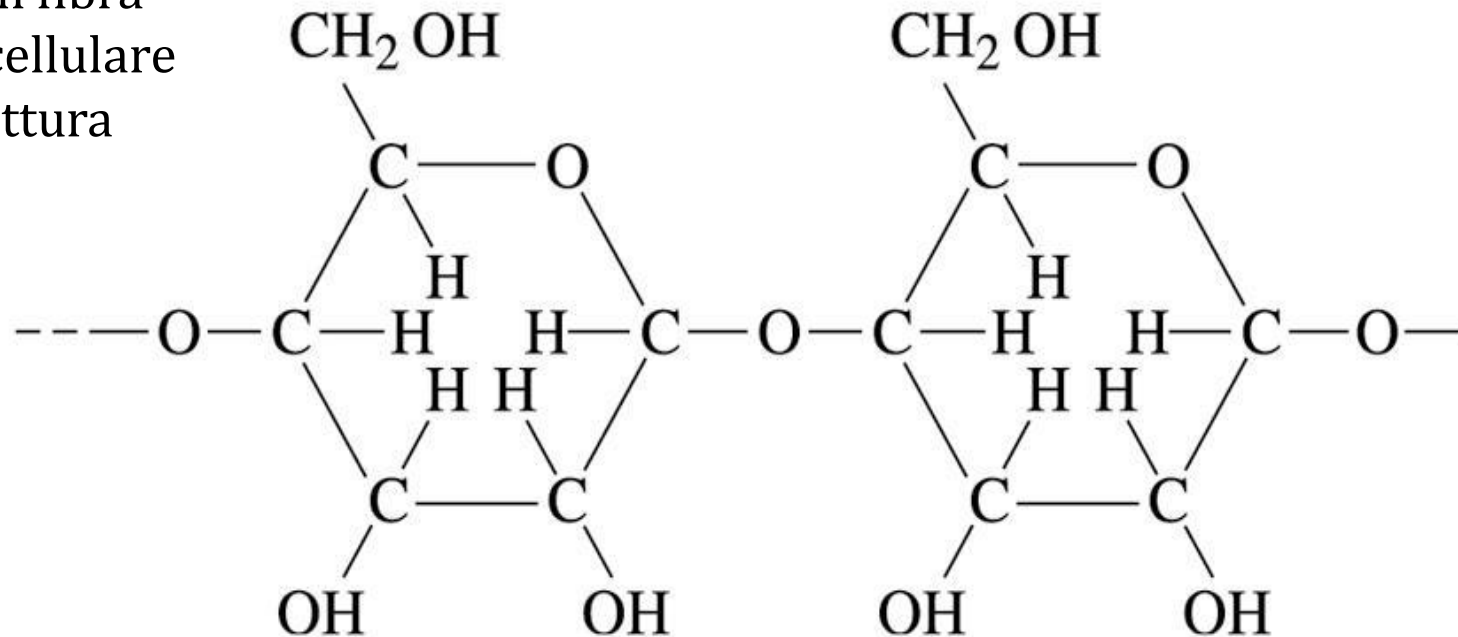
Legno

Il legno è costituito da quattro componenti principali:

- **Cellulosa**
- Emicellulosa
- Lignina
- Estratti

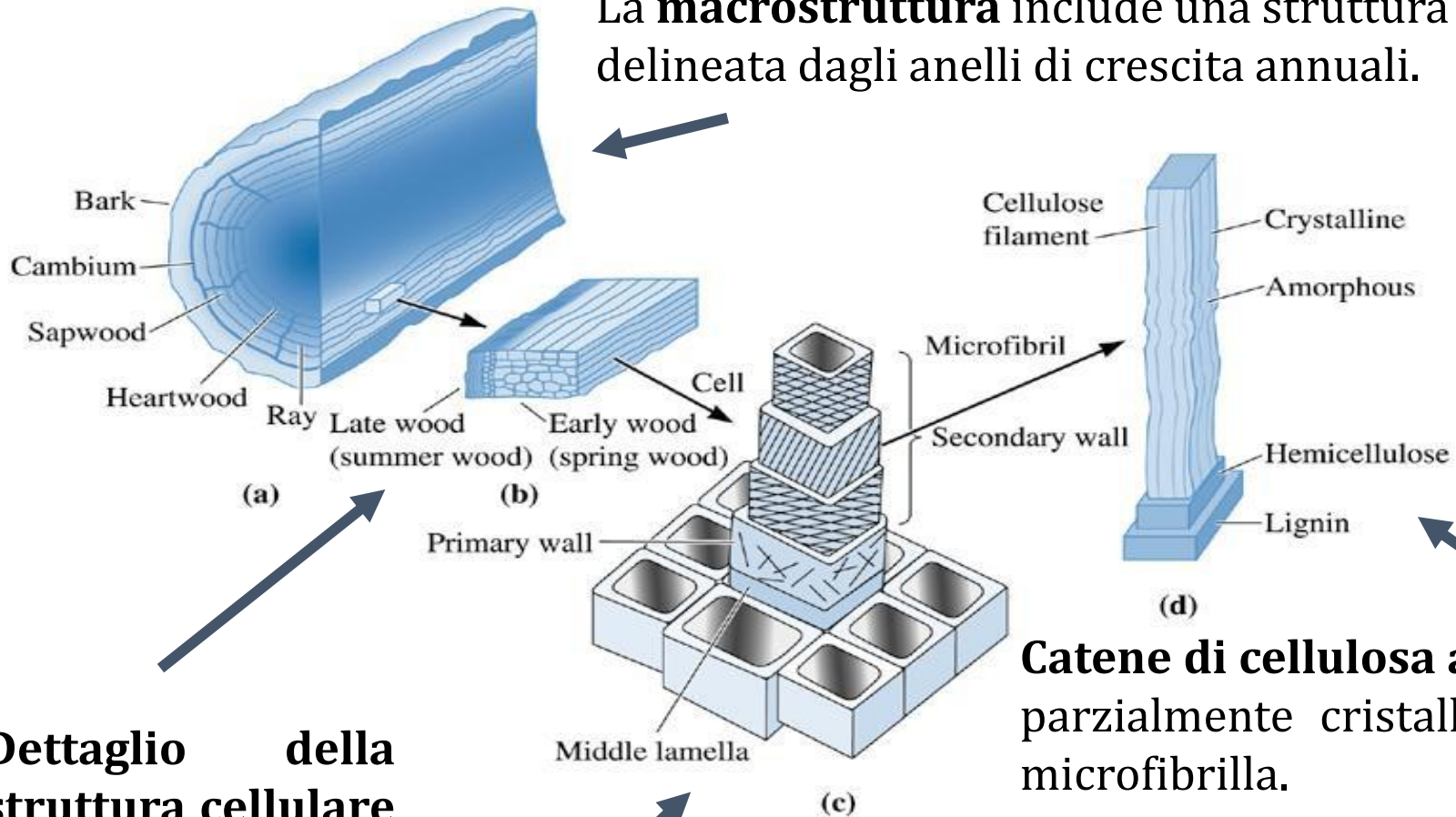
Tre livelli importanti nella struttura del legno:

- struttura in fibra
- struttura cellulare
- macrostruttura



Struttura del legno

La **macrostruttura** include una struttura a strati delineata dagli anelli di crescita annuali.

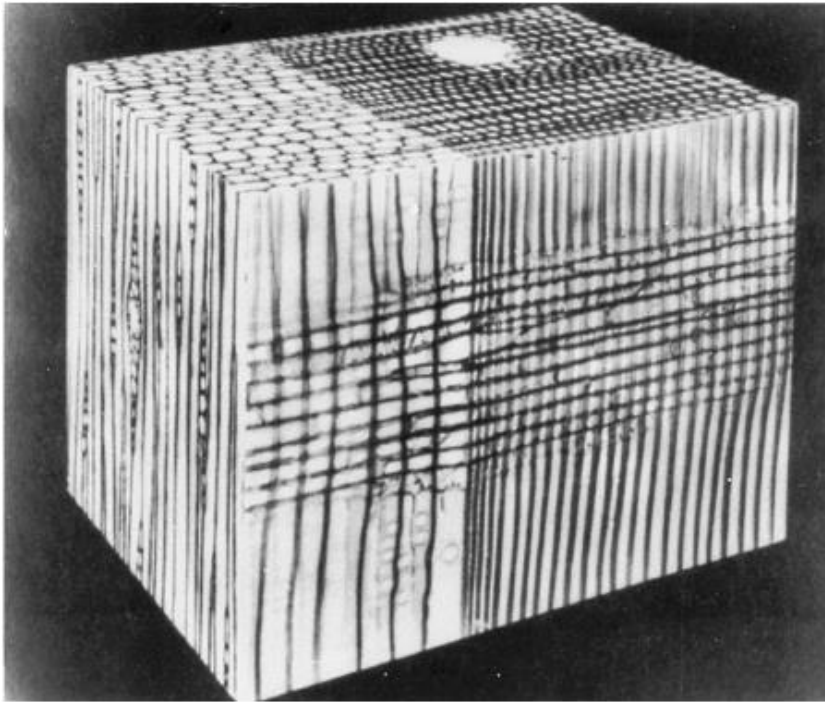


Dettaglio della struttura cellulare all'interno di un anello di crescita annuale.

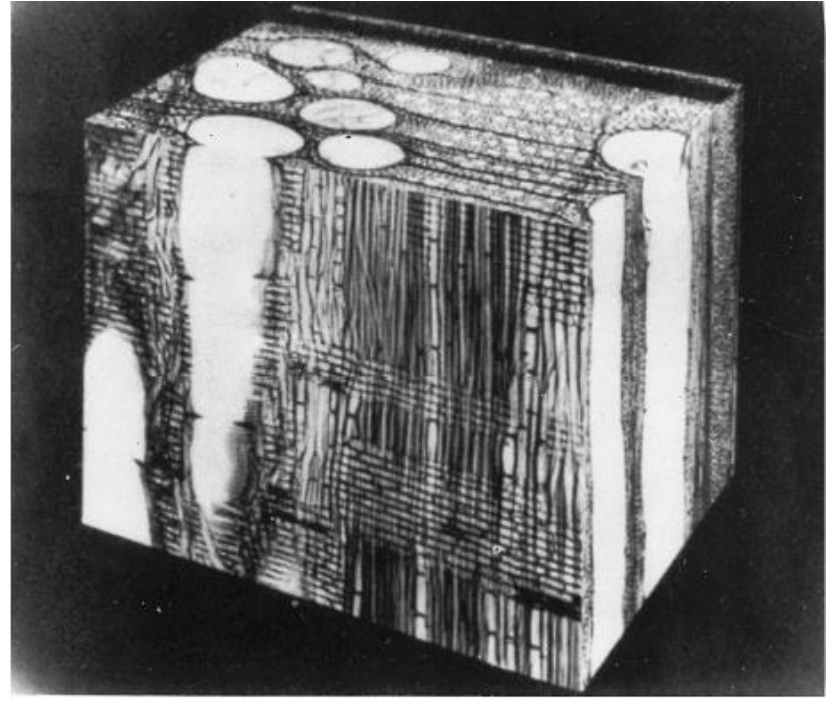
Catene di cellulosa allineate, parzialmente cristalline della microfibrilla.

Struttura di una **cellula**, inclusi diversi strati composti di microfibrille di fibre di cellulosa, fibre di emicellulosa e lignina.

Struttura del legno



(a)

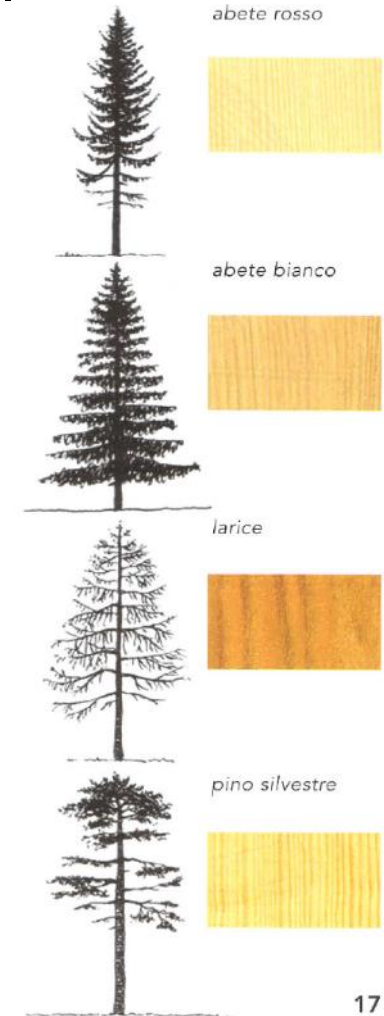


(b)

La struttura cellulare in (a) legno dolce e (b) legno duro. I legni dolci contengono cellule più grandi e più lunghe dei legni duri. I legni duri, tuttavia, contengono vasi di grande diametro. L'acqua viene trasportata attraverso i legni teneri dalle cellule e attraverso i legni duri dalle vasi.

Caratteristiche estetiche

Le qualità estetiche del legno, i requisiti di aspetto, risultano definiti da parametri quali: il **colore**, la **fibra**, la **tessitura**, il tipo di **venatura**, il **metodo di taglio** e dalla sua **direzione rispetto le fibre**.



Caratteristiche fisiche

Il **peso specifico** del legno massiccio varia secondo l'essenza ed il contenuto di umidità.

Ad umidità pari al 15% il peso specifico può variare da 350–1000 Kg/m³ (pioppo-ulivo).

Il legno tende, oltre al **ritiro** che occorre nel periodo della stagionatura, a **contrazioni e dilatazioni a causa delle variazioni di umidità** che si verificano al suo interno. Tali variazioni possono essere causa di **sviluppo di pericolosi funghi e colture batteriche**.

Possiede **reazioni al fuoco elevate**, incendiandosi solo in presenza di sorgenti di calore molto elevate e persistenti comprese tra i 260-280°C. Per la **determinazione del grado di resistenza al fuoco** esiste una norma di riferimento per la corretta valutazione ed è la norma UNI 9504/89.

Tab. 3.9 Peso specifico di alcune specie legnose

Materiale	Peso specifico (kg/m ³ , valutato con il 12 + 15% di umidità)
Essenze resinose	
<i>abete rosso</i>	460
<i>abete bianco</i>	440
<i>larice</i>	580
<i>pino silvestre</i>	500
<i>pino marittimo</i>	500
<i>cipresso</i>	560
<i>cirmolo</i>	480
<i>abete Douglas</i>	540
<i>pitch-pine</i>	660
Essenze dolci	
<i>pioppo</i>	420
<i>betulla</i>	640
<i>salice</i>	510
<i>tiglio</i>	500
<i>ontano</i>	510
<i>olmo</i>	650
<i>pero</i>	710
Essenze forti	
<i>acero</i>	620
<i>bosso</i>	940
<i>carpino</i>	810
<i>castagno</i>	620
<i>faggio</i>	720
<i>frassino</i>	700
<i>noce</i>	660
<i>ulivo</i>	860
<i>quercia</i>	680
<i>robinia</i>	750
<i>teak</i>	660
<i>mogano</i>	680
<i>eucalipto</i>	900

Caratteristiche fisiche

Contenuto di acqua

La percentuale di acqua nel legno è data da:

$$\% \text{ Water} = \frac{\text{weight of water}}{\text{weight of dry wood}} \times 100$$

TABLE 17-1 ■ *Properties of typical woods*

Wood	Density (for 12% Water) (g/cm ³)	Modulus of Elasticity (psi)
Cedar	0.32	1,100,000
Pine	0.35	1,200,000
Fir	0.48	2,000,000
Maple	0.48	1,500,000
Birch	0.62	2,000,000
Oak	0.68	1,800,000

Caratteristiche fisiche

Un legno verde ha una densità di 0,86 g/cm³ e contiene il 175% di acqua. Calcola la densità del legno dopo che è stato completamente asciugato.

SOLUZIONE (1/2)

Un campione di legno di 100 cm³ peserebbe 86 g. Dall'equazione, possiamo calcolare il peso del legno secco da:

$$\begin{aligned}\% \text{ Water} &= \frac{\text{weight of water}}{\text{weight of dry wood}} \times 100 = 175 \\ &= \frac{\text{green weight} - \text{dry weight}}{\text{dry weight}} \times 100 = 175\end{aligned}$$

Caratteristiche fisiche

SOLUZIONE (2/2)

$$\text{Dry weight of wood} = \frac{(100)(\text{green weight})}{275}$$

$$= \frac{(100)(86)}{275} = 31.3 \text{ g}$$

$$\text{Density of dry wood} = \frac{31.3 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 0.313 \text{ g/cm}^3$$

Caratteristiche meccaniche

Partendo dal presupposto di un **legno esente da difetti**, ossia:

- sviluppo lineare e rettilineo del tronco;
- in assenza di nodi;
- sviluppo uniforme degli anelli annuali;

esso presenta:

- **resistenza a compressione** massima nella direzione delle fibre compresa: **40-50 N/mm²**
- **resistenza a trazione** di 2-3- volte superiore a quella di compressione
- applicata in direzione assiale alle fibre: **120-150 N/mm²**
- **resistenza a flessione** molto simile a quella di trazione: **120-150 N/mm²**
- **resistenza al taglio** varia secondo la percentuale di umidità: **5-12 N/mm²**

Caratteristiche meccaniche

Tabella IV – Valori medi delle caratteristiche meccaniche del legno delle principali essenze												
Specie legnosa (denominazione comune)	Peso specifico in kg/m ³	Compressione*				Flessione*		Trazione*		Taglio*		Modulo di elasticità da prove di flessione*
		lungo la fibra		normale alla fibra								
		σ_r	σ_a	σ_r	σ_a	σ_r	σ_a	σ_r	σ_a	σ_r	σ_a	
ESSENZE RESINOSE												
Abete rosso	460	390	80	80	20	700	90	840	90	66	9	130 000
		39	8	8	2	70	9	84	9	6	0,9	13 000
Abete bianco	440	400	90	90	20	720	100	850	90	60	8	150 000
		40	9	9	2	72	10	85	9	6	0,8	15 000
Larice	580	530	100	100	22	960	110	850	95	87	10	130 000
		53	10	10	2	96	11	85	9	8	1	13 000
Pino silvestre	500	470	90	96	20	970	100	930	90	80	9	130 000
		47	9	9	2	97	10	93	9	8	0,9	13 000
Pino marittimo	500	470	90	90	20	870	100	830	85	80	9	120 000
		47	9	9	2	87	10	83	8	8	0,9	12 000
Cipresso	560	540	90	—	—	550	80	530	70	45	5	100 000
		54	9	—	—	55	8	53	7	4	0,5	10 000
Cirmolo	480	400	80	—	—	410	70	400	60	50	6	110 000
		40	8	—	—	41	7	40	6	5	0,6	11 000
Abete Douglas	540	450	80	70	20	750	90	800	90	95	9	120 000
		45	8	7	2	75	9	80	9	9	0,9	12 000
Pitch-pine	660	490	90	70	20	970	100	950	95	95	9	132 000
		49	9	7	2	97	10	95	9	9	0,9	13 200
ESSENZE DOLCI												
Pioppo	420	340	80	60	15	680	85	700	70	40	5	85 000
		34	8	6	1,5	68	8	70	7	4	0,5	8 500
Betulla	640	230	50	—	—	600	60	600	60	50	5	120 000
		23	5	—	—	60	6	60	6	5	0,5	12 000
Salice	510	300	55	—	—	650	60	700	60	35	4	90 000
		30	5	—	—	65	6	70	6	3	0,4	9 000
Tiglio	500	300	55	—	—	650	60	700	60	40	4	80 000
		30	5	—	—	65	6	70	6	4	0,4	8 000
Ontano	510	380	80	65	15	700	90	900	80	40	5	120 000
		38	8	6	1,5	70	9	90	8	4	0,5	12 000
Olmo	650	410	90	100	20	720	100	800	90	65	7	110 000
		41	9	10	2	72	10	80	9	6	0,7	11 000
Pero	710	460	90	—	—	850	85	—	—	45	6	100 000
		46	9	—	—	85	8	—	—	4	0,6	10 000

ESSENZE FORTI												
Acero	620	430	80	—	—	1200	100	1300	110	85	8	150 000
		43	8	—	—	120	10	130	11	8	0,8	15 000
Bosso	940	640	120	—	—	1200	120	950	100	60	6	130 000
		64	12	—	—	120	12	95	10	6	0,6	13 000
Carpino	810	660	120	—	—	1100	120	1000	100	60	6	130 000
		66	12	—	—	110	12	100	10	6	0,6	13 000
Castagno	620	530	90	110	20	1120	100	900	90	80	7	110 000
		53	9	11	2	112	10	90	9	8	0,7	11 000
Faggio	720	520	100	90	—	1050	100	820	85	82	8	155 000
		52	10	9	—	105	10	82	8	8	0,8	15 500
Frassino	700	480	90	110	20	1020	100	790	90	122	8	120 000
		48	9	11	2	102	10	79	9	12	0,8	12 000
Noce	660	410	80	120	20	1200	100	1000	100	—	—	125 000
		41	8	12	2	120	10	100	10	—	—	12 500
Ulivo	860	540	100	—	—	900	90	1100	100	—	—	130 000
		54	10	—	—	90	9	110	10	—	—	13 000
Quercia	680	580	100	125	25	1100	110	900	100	110	10	130 000
		58	10	12	2	110	11	90	10	11	1	13 000
Robinia	750	590	100	130	25	1400	115	1400	110	145	10	140 000
		59	10	13	2	140	11	140	11	14	1	14 000
Teak	660	630	120	210	40	1190	120	1200	120	60	6	130 000
		63	12	21	4	119	12	120	12	6	0,6	13 000
Mogano	680	540	100	—	—	1100	105	1000	100	60	6	110 000
		54	10	—	—	110	10	100	10	6	0,6	11 000
Eucalipto	900	570	120	—	—	1050	105	900	90	—	—	130 000
		57	12	—	—	105	10	90	9	—	—	13 000

Caratteristiche meccaniche

Tab. 3.10 Resistenza meccanica a compressione, trazione, flessione e taglio delle diverse essenze legnose italiane (carichi di sicurezza)

Specie legnosa	Compressione parallela alle fibre (kg/cm ²)	Compressione normale alle fibre (kg/cm ²)	Flessione (kg/cm ²)	Trazione parallela alle fibre (kg/cm ²)	Taglio normale alle fibre (kg/cm ²)
<i>Abete bianco</i>	70-100	20	75-115	60-110	7-9
<i>Larice</i>	75-120	20-25	85-130	70-120	9-11
<i>Pino</i>	70-110	20-25	80-125	60-110	8-10
<i>Castagno</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8
<i>Faggio</i>	75-120	22-30	85-130	70-120	9-12
<i>Frassino</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8
<i>Quercia</i>	75-120	22-30	85-130	70-120	9-12
<i>Pioppo</i>	60-100	15	65-105	45-90	4-6
<i>Robinia</i>	75-120	22-30	90-135	70-130	9-12
<i>Olmo</i>	70-110	20	80-120	60-110	6-8

I valori più alti si riferiscono a legnami di prima categoria. Quelli più bassi a legnami di terza categoria. Alcuni carichi di sicurezza a trazione risultano minori di quelli a flessione o compressione per il grado di sicurezza più elevato che è stato adottato per i primi.

Fonte: CHIOSTRI F., PILATI D. e SESTINI V., *Elementi di tecnologia dell'architettura*, Alinea, Firenze 1983.

Caratteristiche meccaniche

Tab. 3.16 Specie legnose in ordine di prezzo

Lista in ordine di prezzo dei legnami

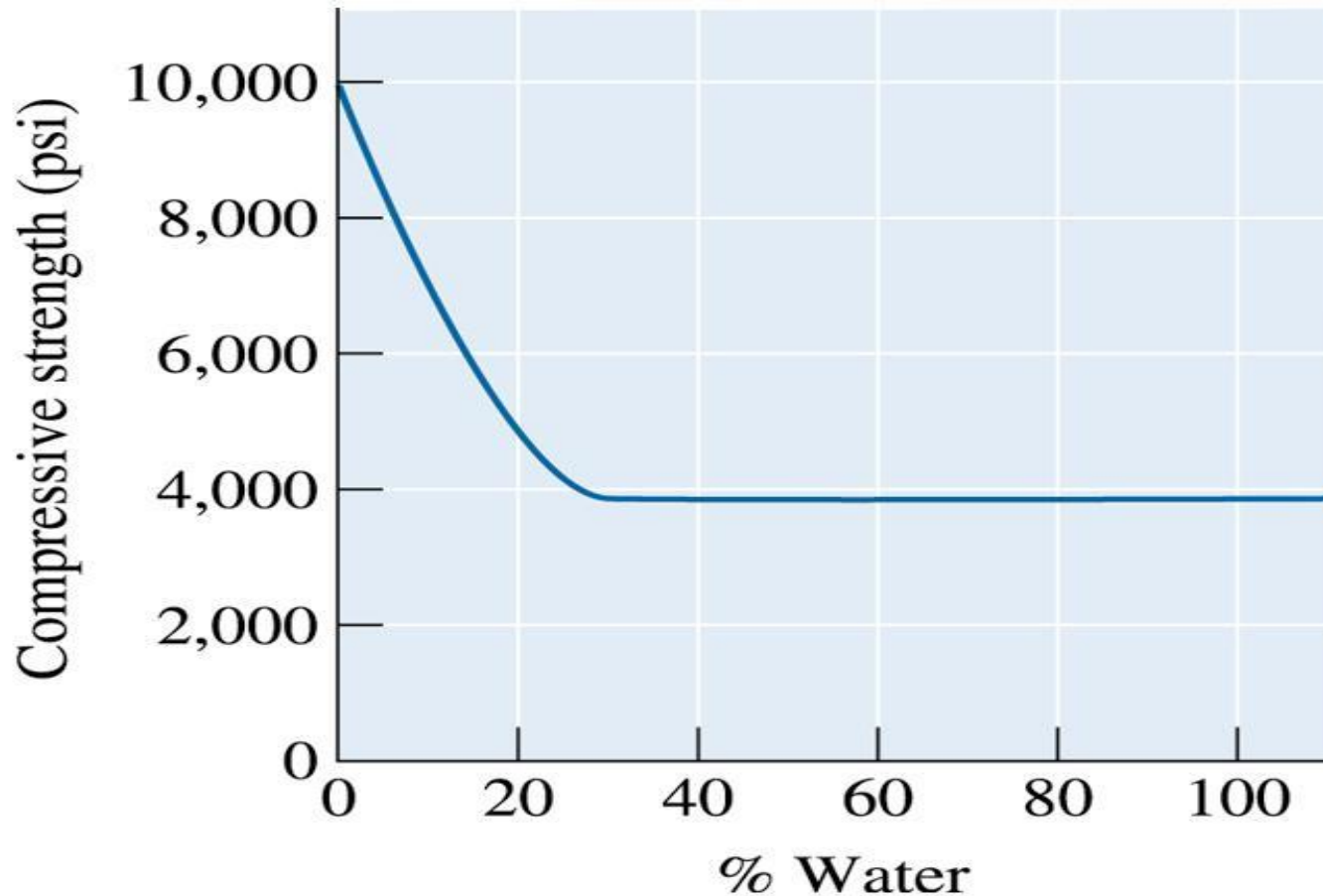
Pioppo	Pino nazionale	Castagno	Abete	Larice nazionale	Rovere nazionale	Faggio	Pino del nord (Svezia, Finlandia)	Mogano	Rovere di Slavonia	Douglas	Noce nazionale	Palissandro
--------	----------------	----------	-------	------------------	------------------	--------	--------------------------------------	--------	--------------------	---------	----------------	-------------

La lista è in realtà riferita al legname per la produzione di infissi e quindi non tiene conto dell'incidenza dei grandi formati in relazione alle possibilità offerte dalle diverse specie.

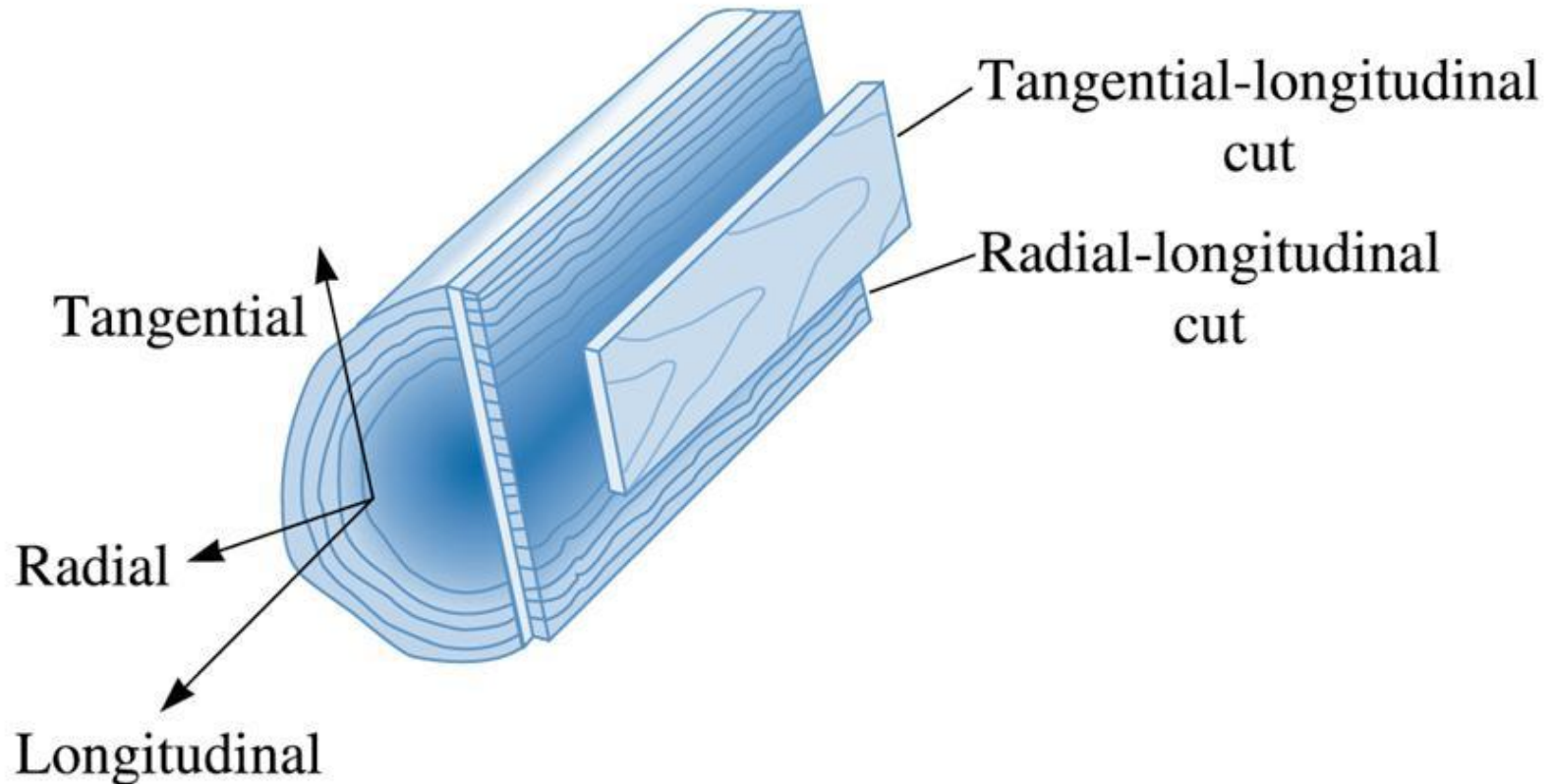
Fonte: AA.Vv., *Tecnologia delle costruzioni*, vol. 2, Le Monnier, Firenze 1989.

Caratteristiche meccaniche

L'effetto della percentuale di acqua, in un tipico legno, sulla resistenza alla compressione parallela alla venatura.



Caratteristiche meccaniche



©2003 Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc. Thomson Learningsm is a trademark used herein under license.

Le diverse direzioni in un tronco. A causa delle differenze nell'orientamento cellulare e nella venatura, il legno mostra un comportamento anisotropo.

Caratteristiche meccaniche

TABLE 17-2 ■ Anisotropic behavior of several woods (at 12% moisture)

	Tensile Strength Longitudinal (psi)	Tensile Strength Radial (psi)	Compressive Strength Longitudinal (psi)	Compressive Strength Radial (psi)
Beech	12,500	1,010	7,300	1,010
Elm	17,500	660	5,520	690
Maple	15,700	1,100	7,830	1,470
Oak	11,300	940	6,200	810
Cedar	6,600	320	6,020	920
Fir	11,300	390	5,460	610
Pine	10,600	310	4,800	440
Spruce	8,600	370	5,610	580

Caratteristiche meccaniche

TABLE 17-3 ■ Comparison of the specific strength and specific modulus of wood with those of other common construction materials

Material	Specific Strength ($\times 10^5$ in.)	Specific Modulus ($\times 10^7$ in.)
Clear wood	7.0	9.5
Aluminum	5.0	10.5
1020 steel	2.0	10.5
Copper	1.5	5.5
Concrete	0.6	3.5

After F.F. Wangaard, "Wood: Its Structure and Properties," J. Educ. Models for Mat. Sci. and Engr., Vol. 3, No. 3, 1979.

Espansione e contrazione del legno

La variazione delle dimensioni Δx nel legno nelle direzioni radiale e tangenziale è approssimata da

$$\Delta x = x_0 [c(M_f - M_i)]$$

dove x_0 è la dimensione iniziale, M_i il contenuto iniziale di acqua, M_f quello finale, e c è un coefficiente che descrive il cambiamento dimensionale e può essere misurato in direzione radiale o tangenziale.

Espansione e contrazione del legno

Coefficiente c

TABLE 17-4 ■ *Dimensional coefficient c (in./in. · % H₂O) for several woods*

Wood	Radial	Tangential
Beech	0.00190	0.00431
Elm	0.00144	0.00338
Maple	0.00165	0.00353
Oak	0.00183	0.00462
Cedar	0.00111	0.00234
Fir	0.00155	0.00278
Pine	0.00141	0.00259
Spruce	0.00148	0.00263

Caratteristiche di prestazione

In **fase di progettazione** la **scelta** del tipo di essenza da impiegare per la realizzazione di un determinato tipo di elemento tecnico o di componente, deve confrontarsi con una valutazione comparativa delle prestazioni delle diverse specie. In particolare sarà opportuno fare riferimento alle norme UNI che hanno come oggetto le prestazioni dei legnami da costruzione ed in particolare le norme **UNI-EN 8939/87, UNI-EN 338** e s.m.i..

Nello specifico tali valutazioni di idoneità dovranno interessare:

1. la **massa volumica** (a umidità normale pari al 12%) ossia il peso in g/cm^3 , e per questo si faccia riferimento alla norma UNI-ISO 3131/85;
2. il **tipo di fibratura** (regolare-dritta o irregolare-intrecciata);
3. la **curabilità** del durame ad **attacchi di funghi**
4. la durata naturale contro **attacchi di insetti** distinguendo i tipi di insetti;
5. la **stabilità dimensionale** in opera;
6. l'**essudazione** di resine o gomme (assenza o presenza);
7. la tenuta a **collegamenti incollati** (se li si prevedono)
8. la tenuta a **collegamenti con chiodi o viti**;
9. l'idoneità alla **verniciatura**;
10. l'**impregnabilità** con antisettici.

Trattamenti del legno

Tab. 3.17 Trattamenti del legno secondo la norma UNI 8662 (parte 1ª)

Termine	Definizione
<i>Preservazione</i>	Trattamento con antisettici, preventivo o curativo, atto a proteggere il legno da danni di origine biologica
<i>Impregnazione</i>	Trattamento che prevede l'introduzione nel legno di sostanze atte a raggiungere il fine voluto
• <i>impregnazione superficiale</i> • <i>impregnazione in profondità</i> • <i>impregnazione ad assorbimento spontaneo</i> • <i>impregnazione ad assorbimento forzato</i>	Trattamento che interessa gli strati più esterni del legno Trattamento che interessa anche gli strati profondi del legno Trattamento nel quale l'assorbimento della sostanza avviene senza modifiche delle condizioni ambientali (pressione, temperatura) Trattamento nel quale l'assorbimento avviene a seguito di modifiche delle condizioni ambientali (pressione, temperatura)
<i>Ignifugazione (trattamento igniritardante)</i>	Trattamento atto a migliorare la reazione al fuoco del legno
<i>Trattamento idrorepellente</i>	Trattamento atto a ridurre l'assorbimento di umidità da parte del legno
<i>Vaporizzazione</i>	Trattamento con vapore acqueo atto a conseguire determinati effetti, come per esempio variazioni di colore, lavorabilità, comportamento plastico, asportazione di sostanze ecc.
<i>Essiccazione</i>	Trattamento, naturale o artificiale, atto a ridurre l'umidità del legno
<i>Trattamento di finitura</i>	Trattamento superficiale avente prevalentemente scopo protettivo (mediante rivestimento) e decorativo (per esempio verniciatura, tinteggiatura, pitturazione ecc.)

Prodotti del legno

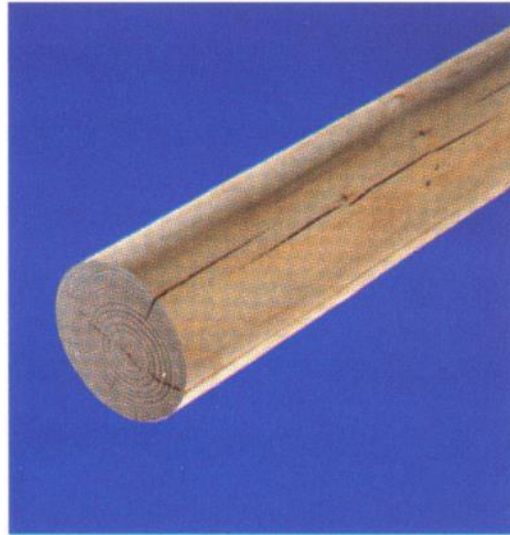
Dalla materia prima si possono ottenere due tipi di prodotti:

- Legami rotondi per pali, puntelli o elementi da imballo
- Segati: travi, tavole; sfogliati, tranciati

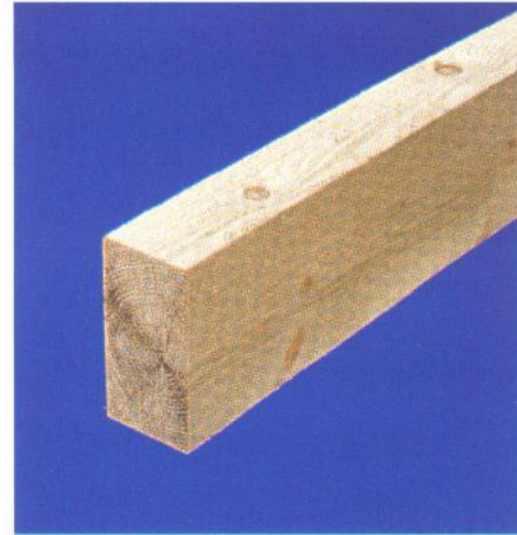


Pali

Elementi a sezione circolare
di diametro medio di 25 cm
e lunghezza dai 2,5 - 4,0 m



Legname rotondo



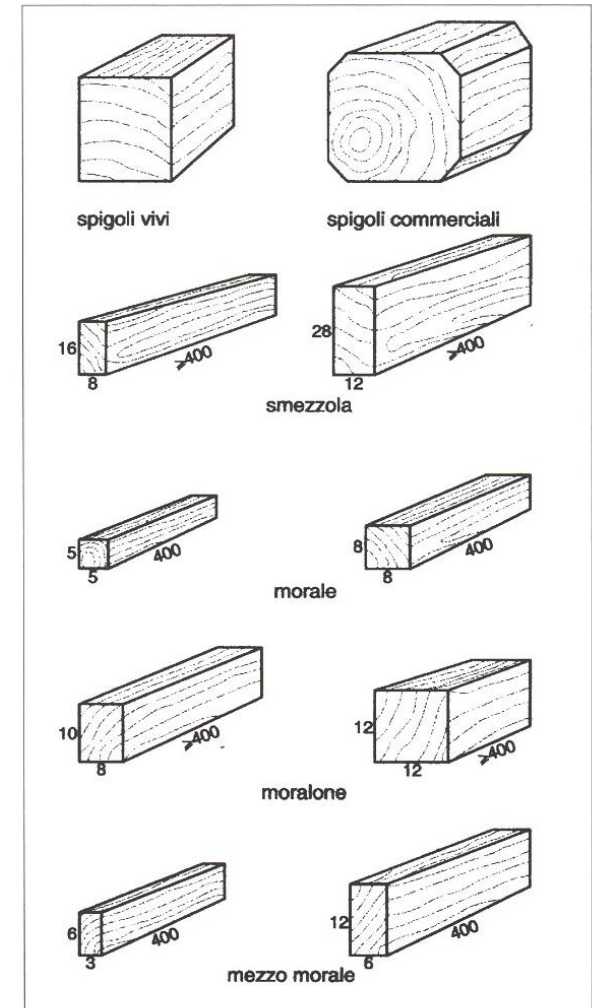
Legname segato



Travi

Sono elementi a sezione rettangolare il cui lato lungo risulta maggiore o uguale a 20 cm. Impiegate nelle strutture portanti con sezioni variabili a seconda delle necessità strutturali vengono, in base al dimensionamento della sezione ed alla funzione statico-strutturale da assolvere, classificate in:

- **TRAVICELLI o TRAVI SECONDARIE**
 - dim. 12cm x 8 cm x 300-600 cm
 - 15cm x 10cm x 3-6m
 - 18cm x 12cm x 3-6m
- **MORALI** a sezione quadrata o rettangolare
 - dim. 5cm x 5cm x 400cm
 - 5cm x 8cm x 400cm
 - 8cm x 8cm x 4m
- **LISTELLI** a sezione rettangolare o quadrata
 - dim. 1cm x 2cm x 200 – 400 cm
 - 2cm x 2cm x 2-4 m



3.14a

Listelli

A sezione rettangolare o quadrata

Dimensioni:

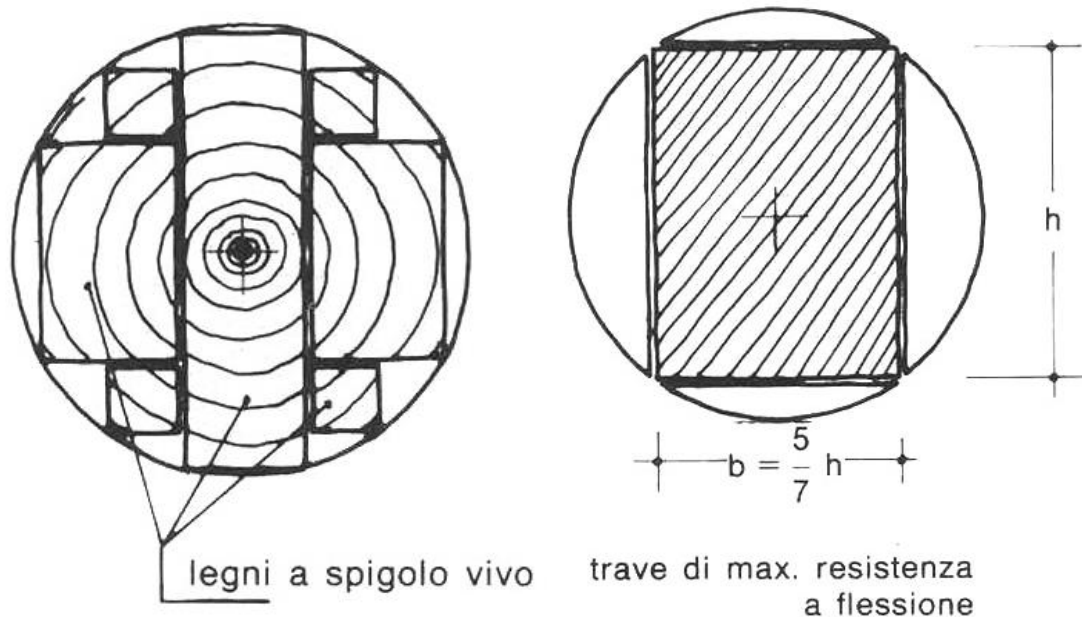
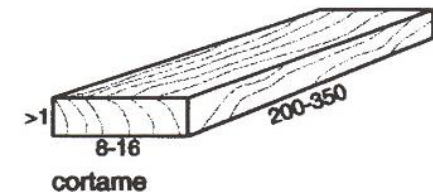
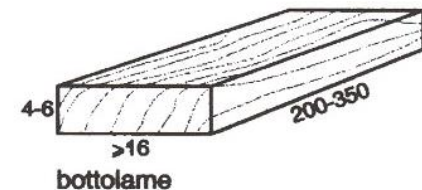
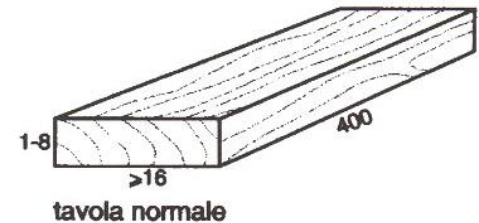
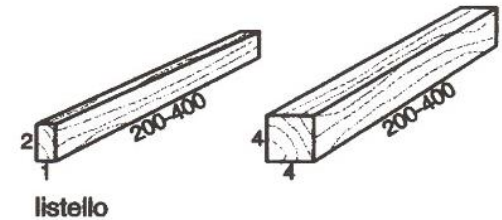
1cm x 2cm x 200 – 400 cm

2cm x 2cm x 200 – 400 cm



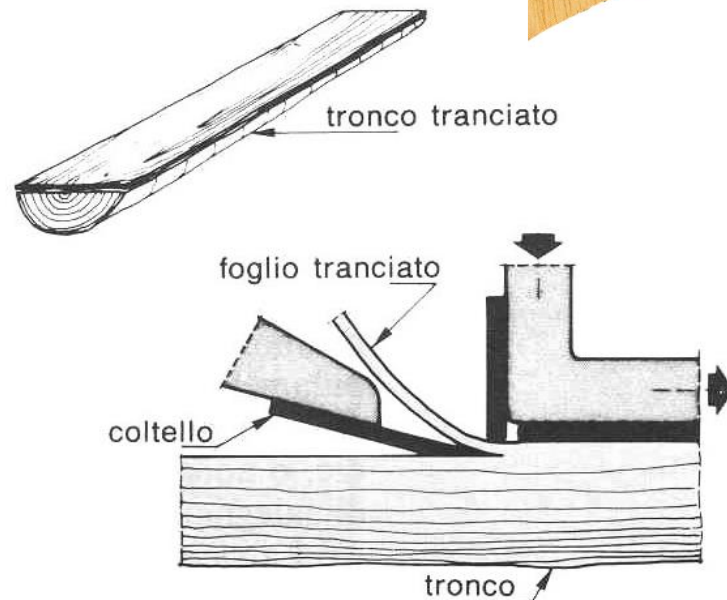
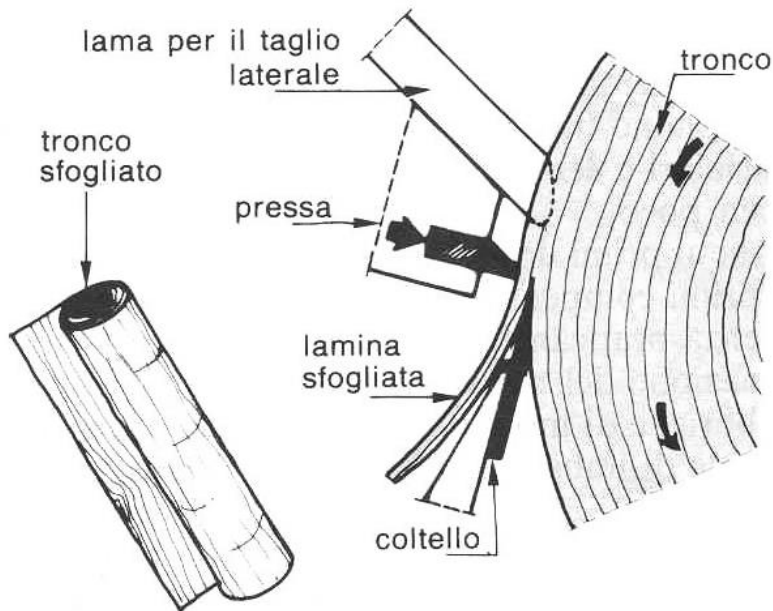
Tavole, tavoloni, panconi

- **Tavole:** prodotti a sezione rettangolare dallo spessore compreso tra 1,2 cm e 8 cm, larghe fino a 16 cm e lunghe fino a 4 m.
- **Tavoloni:** grandi assi da costruzione di 8cm di spessore e di 40 cm di larghezza.
- **Panconi:** grosse assi di legno di sezione di 4 cm e larghezza 12 cm.



Sfogliati e tranciati

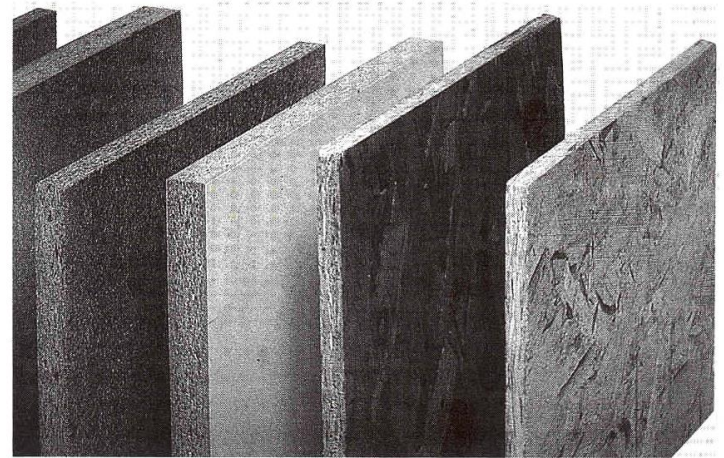
- **Sfogliati:** fogli di legno ottenuti con taglio tangenziale sul tronco in rotazione dello spessore compreso tra i 0,8mm ed i 3,5mm.
- **Tranciati:** fogli di legno ottenuto con taglio parallelo lungo le fibre dello spessore compreso tra i 0,5mm ed i 3,5mm.



Cascami

Elementi derivati dallo sfrido di lavorazioni quali:

- refili
- polveri di legno
- segatura
- trucioli



6.3

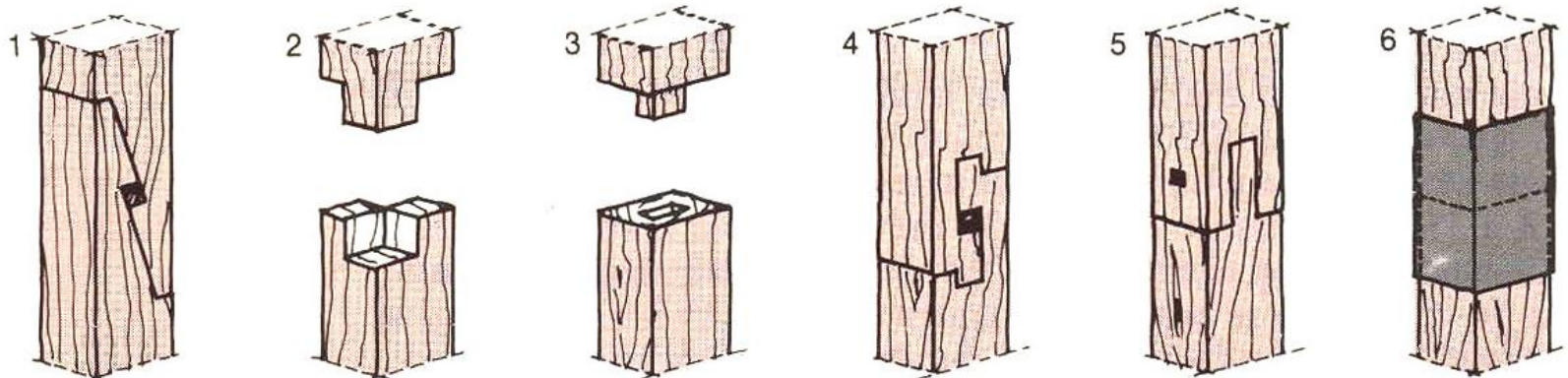
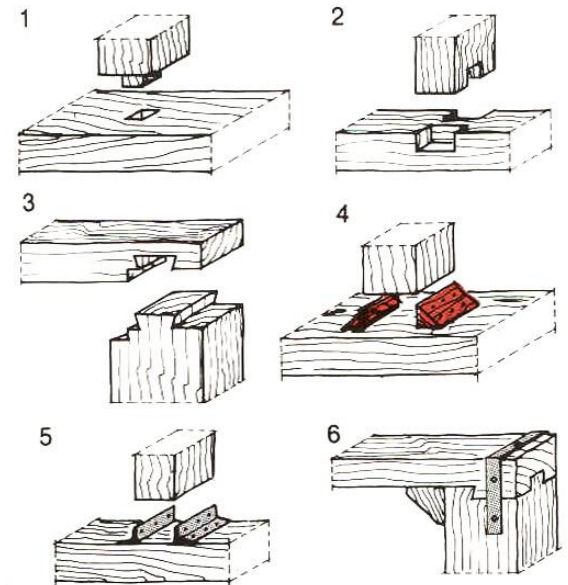


Seconda lavorazione

Prende questo nome quella lavorazione che avviene su elementi già parzialmente lavorati e stagionati che vengono uniti con tecniche diverse tra loro per ottenere manufatti più complessi.

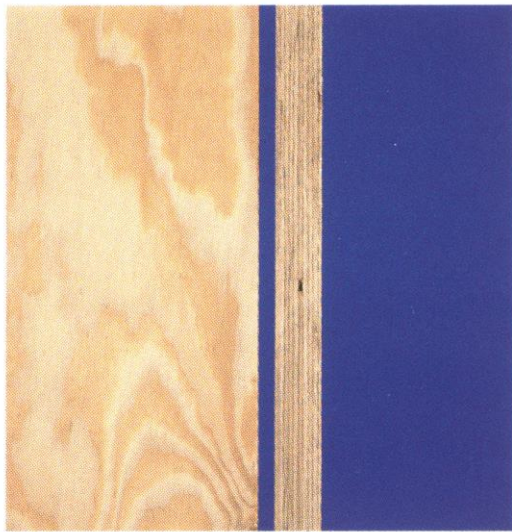
Nella seconda lavorazione vengono prodotti:

- **travi**
- **pilastri composti** (in legno massiccio o legno lamellare)

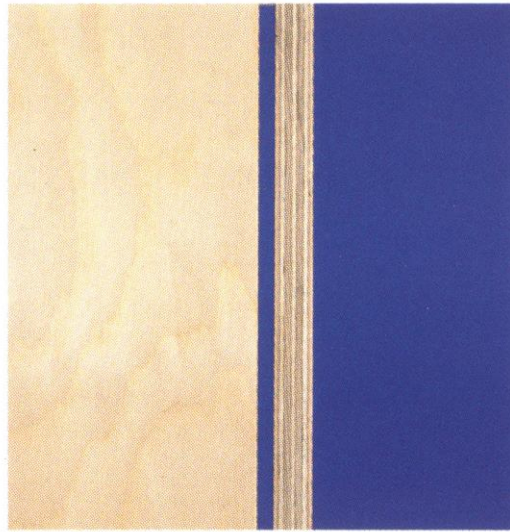


Pannelli

Pannelli: compensati, paniforti, pannelli di particelle (PDP) e truciolati



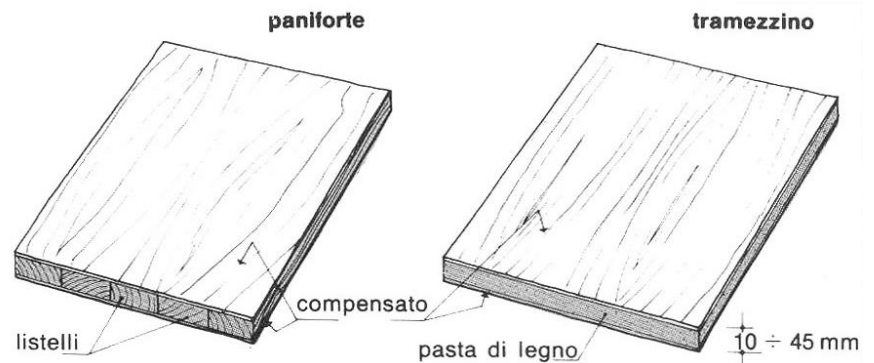
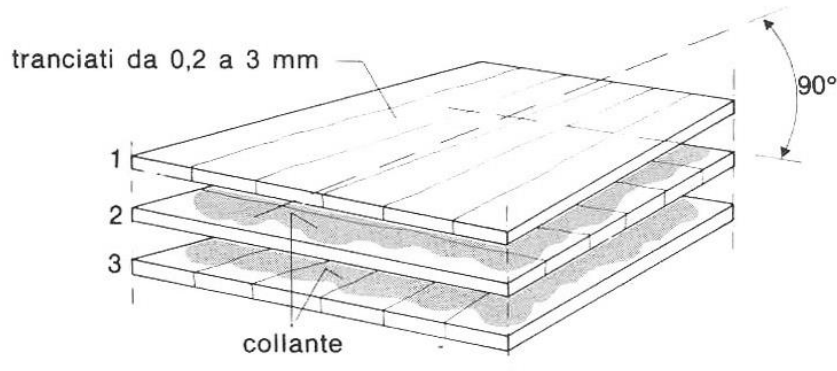
Laminated veneer (LVL)



Plywood



Oriented Strand Board (OSB)



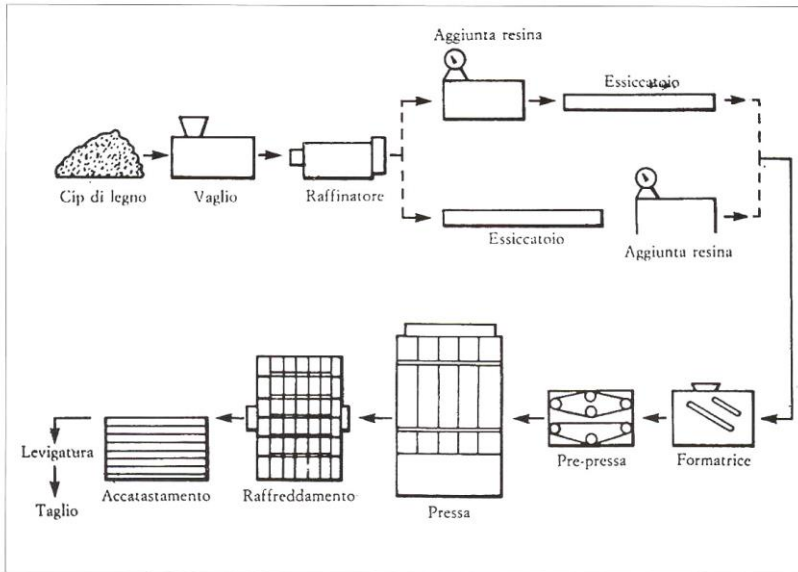
Plywood - compensato

- Il comportamento anisotropo del legno può essere ridotto e i prodotti in legno possono essere realizzati in dimensioni maggiori, producendo compensato.
- Foglio: il singolo strato di impiallacciatura di legno da cui è costruito il compensato.



Pannelli

Fig. 6.9 • Ciclo di produzione dei pannelli in fibra di legno, del tipo MDF.



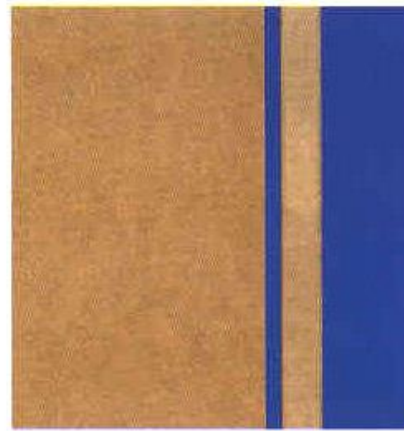
6.9



Particleboard



Soft-fibre board



Medium-density fibre board
(MDF, medium)

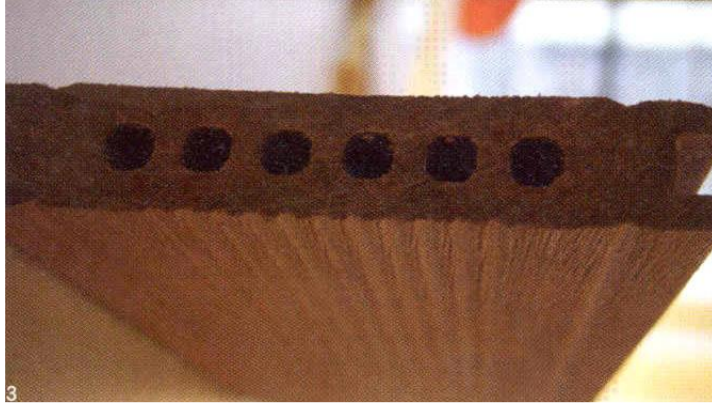


Fermacell gypsum cellulose
plaques

Listoni, listelli e tavolette

Listoni, listelli e tavolette

Estrusi, tessuti e termoformati



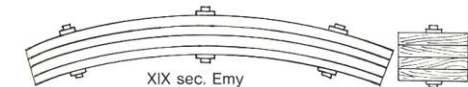
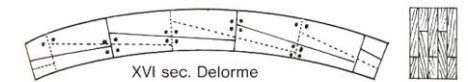
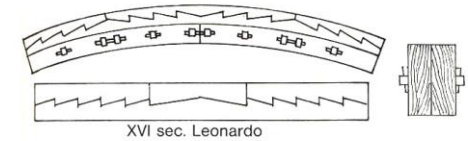
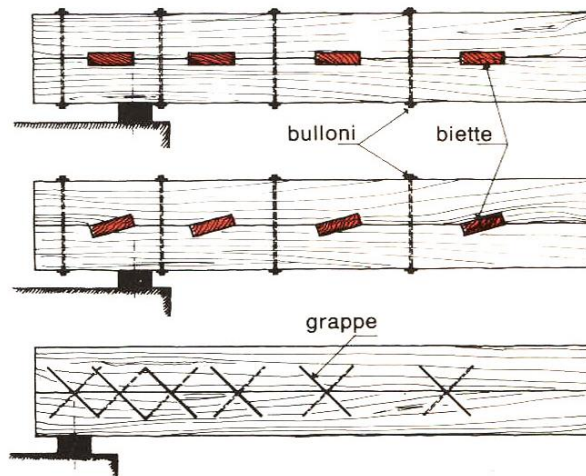
Cos'è? (1/4)



Travi composte

Il bisogno di avere, a seguito di un calcolo strutturale, un sezione resistente superiore a 40cm rende necessaria la creazione di travi composte. Ne esistono di diverso tipo in base al tipo di composizione:

- travi composte da due elementi sovrapposti a dente di sega con bullonatura passante
- travi unite con grappe o piccoli arpioni
- travi di vario tipo (armate e non) lenticolari, a doppia t, a cassetta o incollate

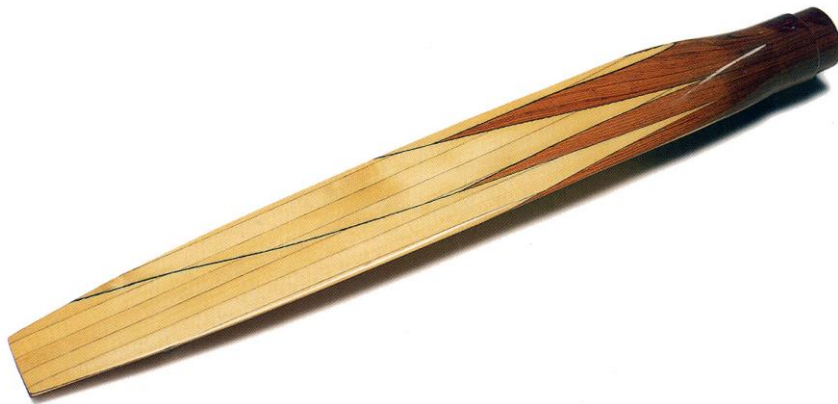


Legno lamellare

Consta nell'unione di piccole assi (lamelle) sovrapposte mediante incollaggio. Le fibre delle lamelle sono incollate tutte nella stessa direzione.

Legni preferibilmente impiegati:

- **abete** e **pino** per le essenze europee
- **abete di douglas** per le essenze esotiche.



Legno lamellare

Consta nell'unione di piccole assi (lamelle) sovrapposte mediante incollaggio. Le fibre delle lamelle sono incollate tutte nella stessa direzione.

Legni preferibilmente impiegati:

- **abete** e **pino** per le essenze europee
- **abete di douglas** per le essenze esotiche.

Legno lamellare

- Le **strutture in legno lamellare** permettono **luci libere fino a 150 m**, ponendosi in alternativa al cemento armato.
- Offrono prestazioni di **stabilità morfologica** migliori del legno massiccio grazie alla maggiore omogeneità derivante dal reciproco annullamento delle tensioni nelle lamelle, trattandosi di una struttura compensata.
- Presenta una **densità pari a 550 kg/m^3** risultando quindi più leggero se confrontato con gli altri materiali strutturali.
- **Una struttura in legno lamellare pesa circa $1/5$ di una in cemento armato**, mentre si ricorda che la densità del legno massiccio è compresa tra i 330 e i 1100 kg/m^3 , quindi una struttura in lamellare può pesare fino alla metà di una in legno massiccio.

Legno lamellare

- Si tratta di un **materiale unidirezionale** che reagisce meglio alle sollecitazioni lungo le fibre.
- Ha **reazioni al fuoco accettabili**. Possono essere realizzate sezioni fino a 2 m di altezza, mentre per limiti produttivi la larghezza massima delle lamelle risulta di 21 cm.
- L'aspetto maggiormente innovativo risiede nell'**accostabilità di qualsiasi materiale**.
- Vengono infatti **contenute le dispersioni** di materiali poiché sono realizzate con le parti migliori di altri legni.

Legno lamellare – proprietà meccaniche

Classe di resistenza del legno lamellare incollato		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Resistenza a flessione	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Resistenza a trazione	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Resistenza a compressione	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Resistenza a taglio	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Modulo di taglio	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Massa volumica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Legno lamellare – dimensioni

Larghezza della trave b (cm)					
8-10-12-14-16-18-20-22					
Altezza della trave h (cm), da 2 a 66 lamelle da 33 mm					
-	39.7	76.9	113.7	150.6	187.4
6.2	43.1	80.2	117.1	153.9	190.8
9.6	46.4	83.6	120.4	157.3	194.1
12.9	50.1	86.9	123.8	160.6	197.5
16.3	53.4	90.3	127.1	164.0	200.8
19.6	56.8	93.6	130.5	167.3	204.2
23	60.1	97.0	133.8	170.7	207.5
26.3	63.5	100.3	137.2	174.0	210.9
29.7	66.8	103.7	140.5	177.4	214.2
33	70.2	107.0	143.9	180.7	217.6
36.4	73.5	110.4	147.2	184.1	220.9
Altezza della trave h (cm), da 2 a 50 lamelle da 40 mm					
-	40.0	76.0	112.0	148.0	184.0
-	44.0	80.0	116.0	152.0	188.0
12.0	48.0	84.0	120.0	156.0	192.0
16.0	52.0	88.0	124.0	160.0	196.0
20.0	56.0	92.0	128.0	164.0	200.0
24.0	60.0	96.0	132.0	168.0	-
28.0	64.0	100.0	136.0	172.0	-
32.0	68.0	104.0	140.0	176.0	-
36.0	72.0	108.0	144.0	180.0	-

Campi di impiego

Il lamellare viene impiegato per la realizzazione di:

- Elementi **per strutture** semplici verticali (piedritti e pilastri) o per la realizzazione di travi;
- Elementi **per strutture di copertura di luce piccola**, media o grande **per edilizia civile, industriale, commerciale e sportiva**;
- Come **elemento per la composizione o la realizzazione di componenti vari** (serramenti, pannelli di tamponamento, ecc.)

