



ALBERO_ORGANISMO_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)

A mezzo delle foglie e dall'attuazione della loro funzione clorofilliana riesce da assorbire l'anidride carbonica dell'atmosfera e a restituire ossigeno all'ambiente.

A mezzo delle sue radici l'organismo sintetizza e trae nutrimento per l'accrescimento dal terreno e ad esso si vincola saldamente.

Una lettura dell'organismo ALBERO secondo i dettami della disciplina della Scienza delle costruzioni, lo fa descrivere come assimilabile ad un vincolo ad INCASTRO; una TRAVE A SBALZO sollecitata a PRESSO-FLESSIONE; vento e gravami accidentali, quali neve e ghiaccio, i carichi più frequenti di sollecitazione ambientale.

Come quasi tutti gli organismi viventi ha una pelle che lo protegge; la corteccia. Una parte molto delicata ed importante dell'albero. Solo in taluni casi sacrificabile come nel caso delle essenze sugherose ove, rimossa, molto lentamente si rigenera.

Il legno allo stato naturale è utilizzato nel settore delle costruzioni per le strutture, i componenti, finiture e come materiale ausiliario per le lavorazioni di cantiere.

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**.

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).

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

Fonte: A.A.Vv., Manuale di progettazione edilizia, vol. 5, cit.

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.

Caratteristiche meccaniche del legno

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:

una resistenza a compressione massima nella direzione delle fibre compresa:

resistenza a compressione: 40-50 N/mm²

una resistenza a trazione di 2-3- volte superiore a quella di compressione applicata in direzione assiale alle fibre:

resistenza a trazione: 120-150 N/mm²

una resistenza a flessione molto simile a quella di trazione:

resistenza a flessione: 120-150 N/mm²

la resistenza al taglio varia secondo la percentuale di umidità:

resistenza a taglio: 5-12 N/mm²

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_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	
		σ_r	σ_o	σ_r	σ_o							
ESSENZE RESINOSE												
Abete rosso	460	390	80	80	20	700	90	840	90	66	9	130000
		39	8	8	2	70	9	84	9	6	0,9	13000
Abete bianco	440	400	90	90	20	720	100	850	90	60	8	150000
		40	9	9	2	72	10	85	9	6	0,8	15000
Larice	580	530	100	100	22	960	110	850	95	87	10	130000
		53	10	10	2	96	11	85	9	8	1	13000
Pino silvestre	500	470	90	96	20	970	100	930	90	80	9	130000
		47	9	9	2	97	10	93	9	8	0,9	13000
Pino marittimo	500	470	90	90	20	870	100	830	85	80	9	120000
		47	9	9	2	87	10	83	8	8	0,9	12000
Cipresso	560	540	90	—	—	550	80	530	70	45	5	100000
		54	9	—	—	55	8	53	7	4	0,5	10000
Cirmolo	480	400	80	—	—	410	70	400	60	50	6	110000
		40	8	—	—	41	7	40	6	5	0,6	11000
Abete Douglas	540	450	80	70	20	750	90	800	90	95	9	120000
		45	8	7	2	75	9	80	9	9	0,9	12000
Pitch-pine	660	490	90	70	20	970	100	950	95	95	9	132000
		49	9	7	2	97	10	95	9	9	0,9	13200
ESSENZE DOLCI												
Pioppo	420	340	80	60	15	680	85	700	70	40	5	85000
		34	8	6	1,5	68	8	70	7	4	0,5	8500
Betulla	640	230	50	—	—	600	60	600	60	50	5	120000
		23	5	—	—	60	6	60	6	5	0,5	12000
Salice	510	300	55	—	—	650	60	700	60	35	4	90000
		30	5	—	—	65	6	70	6	3	0,4	9000
Tiglio	500	300	55	—	—	650	60	700	60	40	4	80000
		30	5	—	—	65	6	70	6	4	0,4	8000
Ontano	510	380	80	65	15	700	90	900	80	40	5	120000
		38	8	6	1,5	70	9	90	8	4	0,5	12000
Olmo	650	410	90	100	20	720	100	800	90	65	7	110000
		41	9	10	2	72	10	80	9	6	0,7	11000
Pero	710	460	90	—	—	850	85	—	—	45	6	100000
		46	9	—	—	85	8	—	—	4	0,6	10000
ESSENZE FORTI												
Acero	620	430	80	—	—	1200	100	1300	110	85	8	150000
		43	8	—	—	120	10	130	11	8	0,8	15000
Bosso	940	640	120	—	—	1200	120	950	100	60	6	130000
		64	12	—	—	120	12	95	10	6	0,6	13000
Carpino	810	660	120	—	—	1100	120	1000	100	60	6	130000
		66	12	—	—	110	12	1000	100	60	6	13000
Castagno	620	530	90	110	20	1120	100	900	90	80	7	110000
		53	9	11	2	112	10	90	9	8	0,7	11000
Faggio	720	520	100	90	—	1050	100	820	85	82	8	155000
		52	10	9	—	105	10	82	8	8	0,8	15500
Frassino	700	480	90	110	20	1020	100	790	90	122	8	120000
		48	9	11	2	102	10	79	9	12	0,8	12000
Noce	660	410	80	120	20	1200	100	1000	100	—	—	125000
		41	8	12	2	120	10	1000	100	—	—	12500
Ulivo	860	540	100	—	—	900	90	1100	100	—	—	130000
		54	10	—	—	90	9	110	10	—	—	13000
Quercia	680	580	100	125	25	1100	110	900	100	110	10	130000
		58	10	12	2	110	11	90	10	11	1	13000
Robinia	750	590	100	130	25	1400	115	1400	110	145	10	140000
		59	10	13	2	140	11	140	11	14	1	14000
Teak	660	630	120	210	40	1190	120	1200	120	60	6	130000
		63	12	21	4	119	12	120	12	6	0,6	13000
Mogano	680	540	100	—	—	1100	105	1000	100	60	6	110000
		54	10	—	—	110	10	1000	100	6	0,6	11000
Eucalipto	900	570	120	—	—	1050	105	900	90	—	—	130000
		57	12	—	—	105	10	90	9	—	—	13000

Caratteristiche meccaniche del legno

Prova in laboratorio di rottura a flessione di una trave in Legno

Ricordiamo che la resistenza a flessione è
Indicativamente compresa:

resistenza a flessione: 120-150 N/mm²



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_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	σ_r	σ_o	
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 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

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/cm²)	Compressione normale alle fibre (kg/cm²)	Flessione (kg/cm²)	Trazione parallela alle fibre (kg/cm²)	Taglio normale alle fibre (kg/cm²)
<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.



Tab. 3.16 Specie legnose in ordine di prezzo

Lista in ordine di prezzo dei legnami



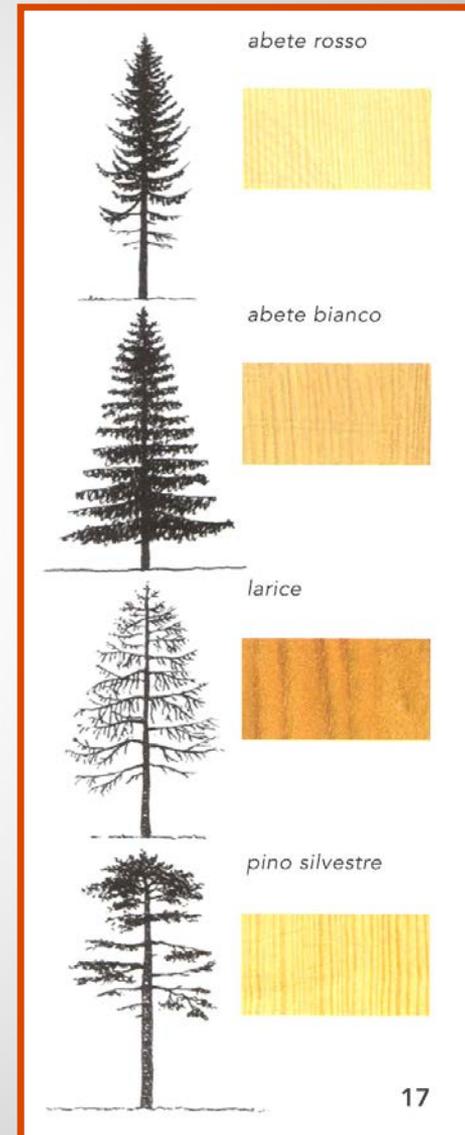
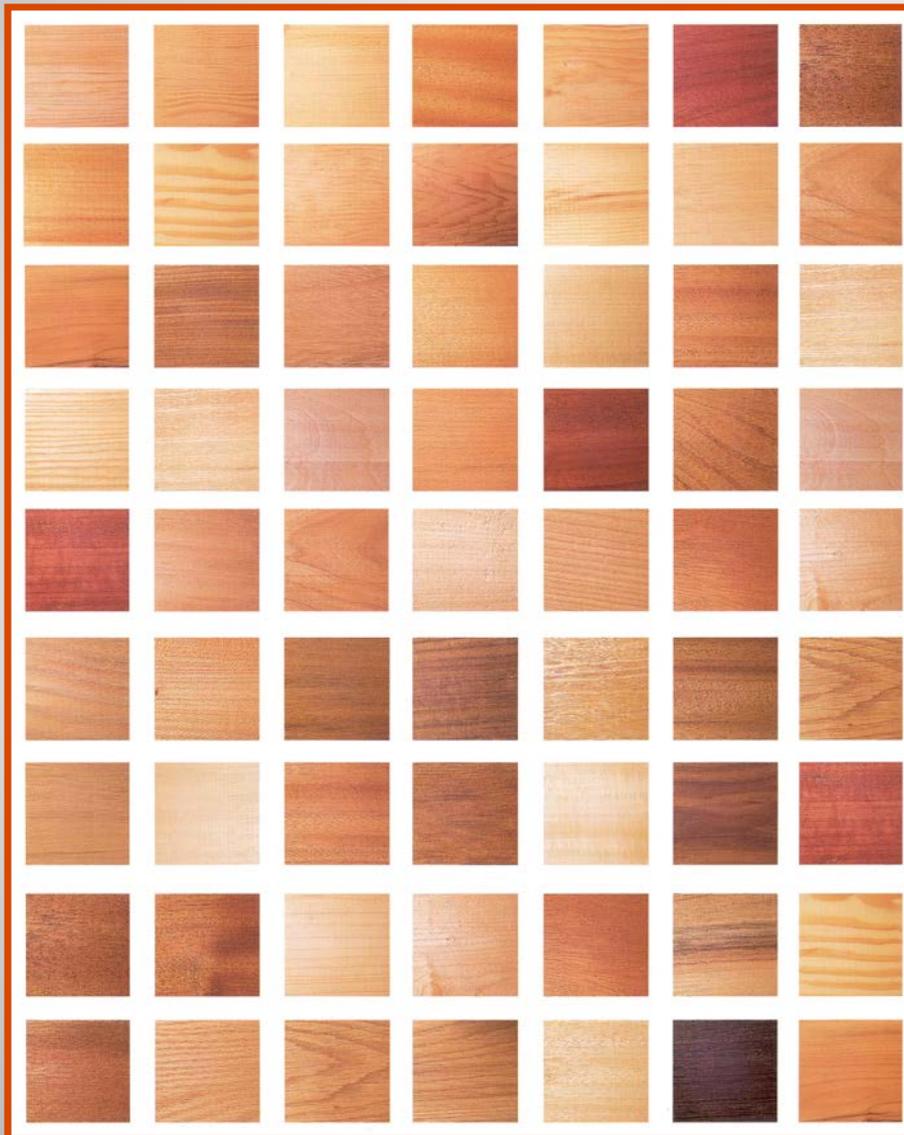
La lista è in realtà riferita al legname per la produzione di infissi e quindi non tiene conto dell'incidenza dei grandi formati in relazione alle possibilità offerte dalle diverse specie.

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



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.



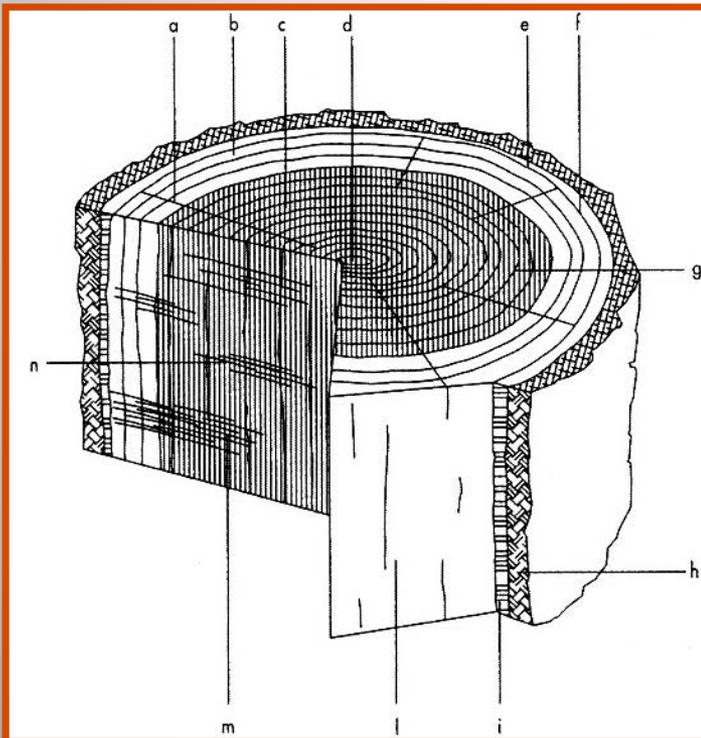
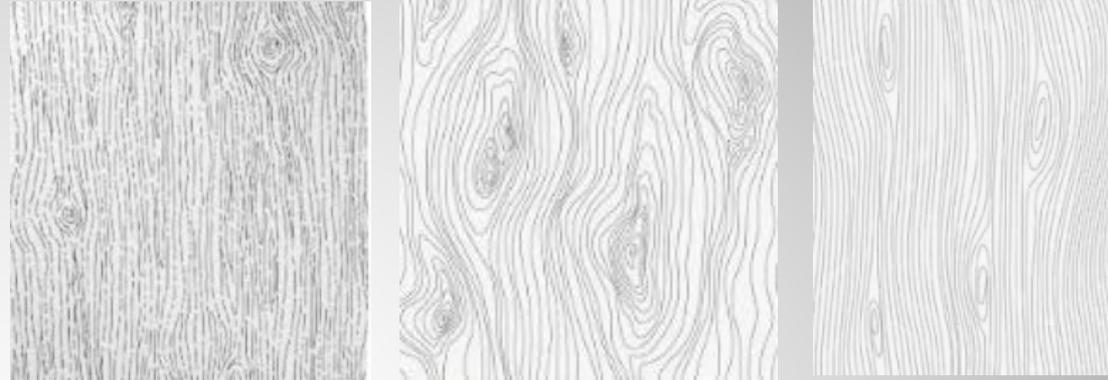
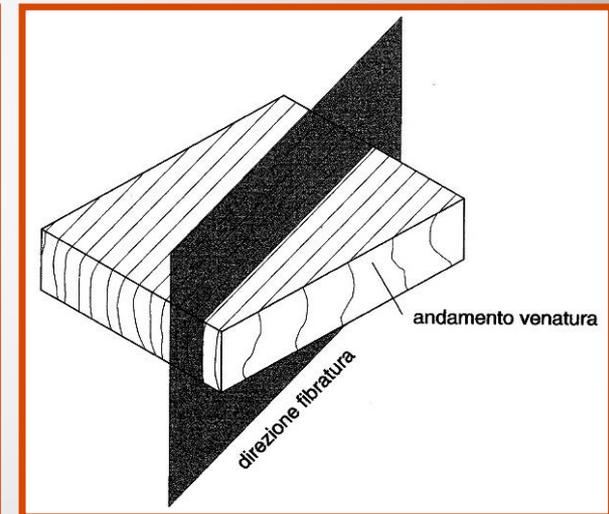


Fig. 1 Struttura del tronco:

- a) raggio o raggio midollare;
- b) albarno;
- c) durame;
- d) midollo;
- e) cambio, tessuto vegetale allo stato nascente;
- f) libro, tessuto principale della distribuzione degli alimenti;
- g) sezione trasversale;
- h) corteccia esterna fisiologicamente morta;
- i) corteccia interna fisiologicamente viva;
- l) sezione tangenziale;
- m) specchio (nella sezione radiale i raggi midollari si dicono specchi);
- n) sezione radiale.



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:

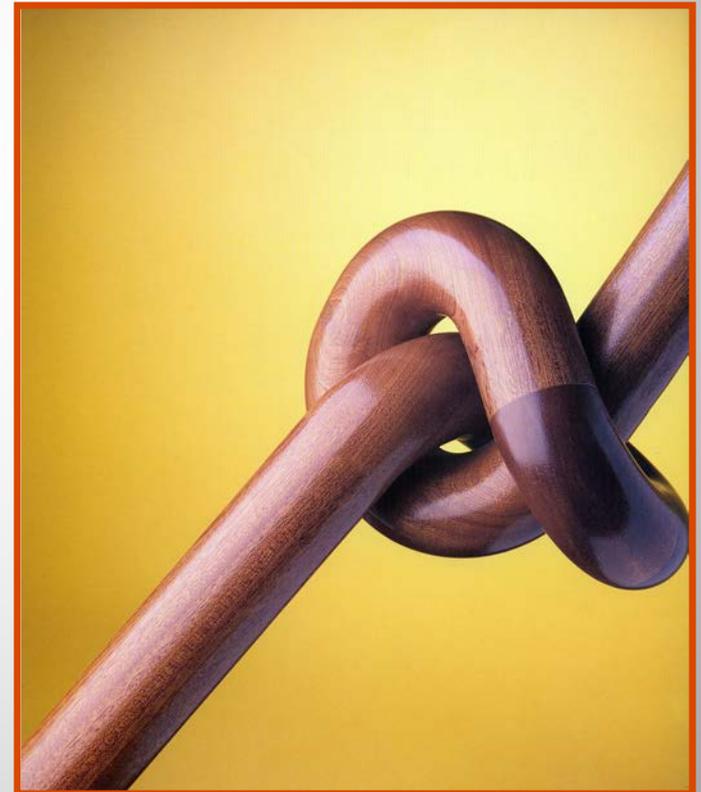
1. La massa volumica (a umidità normale pari al 12%) ossia il peso in g/cm³, e per questo si faccia riferimento alla norma UNI-ISO 3131/85;
2. il tipo di fibratura (regolare-dritta o irregolare-intrecciata);
3. la curabilità del durame ad attacchi di funghi
4. la durata naturale contro attacchi di insetti 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.

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

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
<ul style="list-style-type: none">• <i>impregnazione superficiale</i>• <i>impregnazione in profondità</i>• <i>impregnazione ad assorbimento spontaneo</i>• <i>impregnazione ad assorbimento forzato</i>	<p>Trattamento che interessa gli strati più esterni del legno</p> <p>Trattamento che interessa anche gli strati profondi del legno</p> <p>Trattamento nel quale l'assorbimento della sostanza avviene senza modifiche delle condizioni ambientali (pressione, temperatura)</p> <p>Trattamento nel quale l'assorbimento avviene a seguito di modifiche delle condizioni ambientali (pressione, temperatura)</p>
<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.)

Sarà opportuno verificare alcune caratteristiche di lavorabilità delle essenze scelte, in particolare valutando il grado di difficoltà dell'esecuzione di collegamenti con chiodi o viti, la lavorabilità dell'essenza prescelta, il grado di usura sugli utensili prodotta dal tipo di legname ed il grado di facilità della essiccazione. Esistono poi delle caratteristiche proprie delle diverse essenze che le fanno preferire in funzione del tipo di impiego o destinazione d'uso. In questo caso il progettista dovrà valutare a seconda dei casi i requisiti che dovrà possedere l'elemento tecnico realizzato in legno e in base a questo la scelta dovrà orientarsi sulle caratteristiche del legno utili a raggiungere tale scopo. Saranno da valutare:

- la **plasticità** del legno: **molto plastici** sono il larice ed il pioppo; **discretamente plastici** sono il faggio ed il noce;
- l'**elasticità**
- la **flessibilità**
- la **resistenza**: all'aperto, all'acqua ed al coperto;
- la **durezza**;
- la **durata**: lunga (pino, pioppo frassino), lunghissima (rovere, quercia, noce).
- **resistenza al fuoco** (se richiesta).



Cenni di prevenzione incendi

In generale la sicurezza antincendio ha come obiettivi la sicurezza delle persone, dei beni e delle costruzioni (secondo la sequenza appena espressa).

Le **condizioni necessarie** per avere una **combustione** sono:

- presenza del **combustibile** (nel caso il legno e suoi derivati);
- presenza di **comburente** (ossigeno);
- presenza di **una sorgente di calore** (temperatura elevata – temperatura di accensione*).

• *Temperatura di accensione o di autoaccensione*

• **E' la minima temperatura alla quale la miscela combustibile-comburente inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.**

Per il legno la Temperatura di accensione (°C) va dai 220 °C per i legnami più resinosi ai 250 °C per i legnami più duri.

L'obiettivo che ci dovremo porre è quello che vuole la messa in atto di ogni possibile soluzione per interrompere questa catena di parametri coesistenti che danno luogo all'incendio.

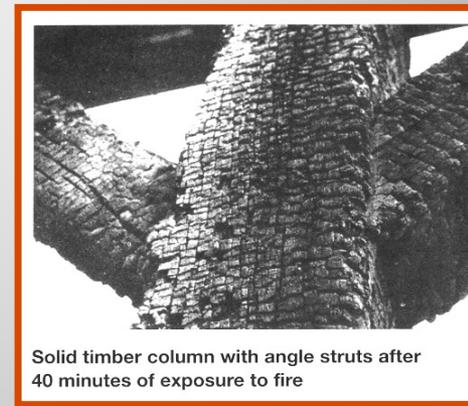
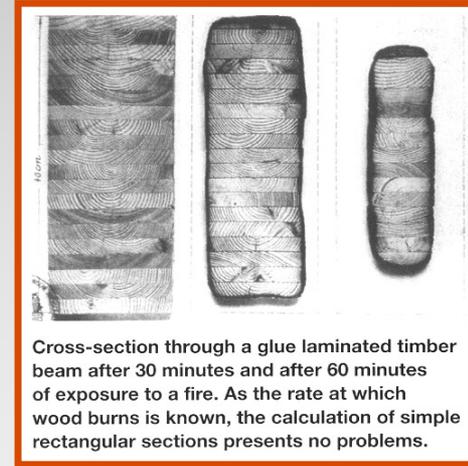
In particolare dovremo occuparci principalmente di **prevenzione incendi passiva**:

E' l'insieme delle misure di protezione che non richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto specifico (rete idrica antincendio, evacuatori di fumo e calore, ecc.) o di un dispositivo (estintore).

In particolare nella fase della progettazione dovremo tener conto di alcuni aspetti tecnico/morfologici e distributivi che nel loro insieme concorrono alla prevenzione di un incendio ed alla sicurezza dei fruitori che si riassumono in:

- 1) *isolamento dell'edificio*;
 - 1.a distanza di sicurezza esterne (rispetto agli altri edifici circostanti)
 - 1.b ed interne (tra le aree oggetto di potenziali pericoli di propagazione incendi insite nella struttura che si sta progettando. Es. separazione tra C.T. e scuola);
- 2) *verifica e previsione di strutture resistenti al fuoco*;
- 3) *uso di materiali classificati per la loro resistenza al fuoco* (incombustibili o di Classe 0, o scarsamente combustibili = classe 1, ecc.);
- 4) *sistema delle vie d'uscita*;
- 5) *sistemi di ventilazione dei locali*.

Indicazioni progettuali circa queste 6 macrocategorie di aspetti cui occorre tener conto sono *già date come input progettuali* e sono solo da mettere in atto al momento della definizione delle scelte progettuali.



IL LEGNO e IL FUOCO

Significato del fare prevenzione incendi nel caso di strutture lignee

I materiali da costruzione di origine organica come il legno tendono a disgregarsi alle alte temperature per effetto della pirolisi. La temperatura alla quale prendono fuoco è correlata all'umidità presente nel legno, mentre la lunghezza del tempo dipende da come è avvenuto il surriscaldamento dello stesso.

Indicazioni circa il comportamento al fuoco di materiali da costruzione sono date da prove condotte da istituti specializzati autorizzati dai ministeri competenti (in Italia dal Ministero dell'Interno per i Vigili del Fuoco) che ne producono certificati comprovanti le reali caratteristiche.

I tempi di combustione delle strutture in legno variano a seconda della tipologia di legname da costruzioni utilizzato, dal suo impiego in funzione del ruolo svolto nella costruzione (strutturale, di completamento, di rivestimento, o di finitura) e dalla sua collocazione rispetto allo svolgersi dell'incendio.

In genere **si assume una velocità di combustione di 0,8 mm al minuto nel caso di legno massello**, mentre i tempi sono leggermente più dilatati **per i legnami incollati (lamellare)** e considerano una velocità di **0,7 mm al minuto**.

Il legno più stagionato (con la sola eccezione del faggio) brucia ad una velocità di 0,56 mm/min.

Questi **valori** possono essere sensibilmente **incrementati attraverso procedimenti di protezione del materiale basati o sul rivestimento del materiale con prodotti resistenti al fuoco e quindi con ottima coibenza termica o con prodotti chimici (colle speciali, vernici intumescenti, ecc..)**;

Quindi per semplificazione bisognerà calcolare la sezione resistente dei diversi elementi che concorrono a definire la resistenza statica (e/o dinamica) della struttura dell'edificio da noi progettato, incrementando successivamente le dimensioni ottenute dell'elemento secondo i valori di riferimento appena citati (**in media 0,75 mm/min.**), **fino alla concorrenza della resistenza al fuoco – espressa in minuti primi - richiesta da normativa per l'elemento**.

Accorgimento assai utile in fase di progettazione, quando necessiti una predeterminata resistenza al fuoco della struttura, risulta quello di **proteggere i pilastri (o le travi) inglobandoli/e nei pacchetti di chiusura verticale esterna (o chiusure orizzontali) di frontiera limitando così al minimo l'esposizione degli stessi ad eventuali episodi d'incendio interni ai locali**. Analogamente, eventuali giunzioni metalliche tra gli elementi andranno protette anch'esse (uso del tipo a scomparsa).

LA RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco delle strutture rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno funzioni strutturali nelle costruzioni degli edifici, siano esse funzioni portanti o funzioni separanti.

In termini numerici la resistenza al fuoco rappresenta l'intervallo di tempo, espresso in minuti primi, di esposizione dell'elemento strutturale ad un incendio, durante il quale l'elemento costruttivo considerato conserva i requisiti progettuali di stabilità meccanica, tenuta ai prodotti della combustione, nel caso più generale, di coibenza termica.

Di qui convenzionalmente si indica:

R – *stabilità*

è l'attitudine alla conservazione della resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;

E – *tenuta*

è l'attitudine a non lasciar passare, né produrre – se sottoposto all'azione del fuoco su un lato – fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto al fuoco;

I – *isolamento termico*

è l'attitudine di un elemento da costruzione a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore.

Avremo quindi, in base alle attitudini degli elementi, elementi con caratteristiche di tipo:

REI (tre requisiti soddisfatti – è il caso degli elementi di compartimentazione tra zone diverse);

RE (se soddisfano solo i requisiti di stabilità e tenuta);

R (se soddisfano la sola stabilità meccanica – è caso delle strutture).

A questi indicatori saranno associati i minuti primi per i quali conservano le caratteristiche sopra indicate calcolati in base a prove sperimentali in presenza di scenari predeterminati di riferimento.

Avremo quindi resistenze al fuoco

REI (RE o R) 30'

REI (RE o R) 45'

REI (RE o R) 60'

REI (RE o R) 90'

REI (RE o R) 120'

REI (RE o R) 180'.

Prodotti di prima lavorazione

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
dal diametro medio
di 25cm e
lunghezza dai 2,5-4,0m



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

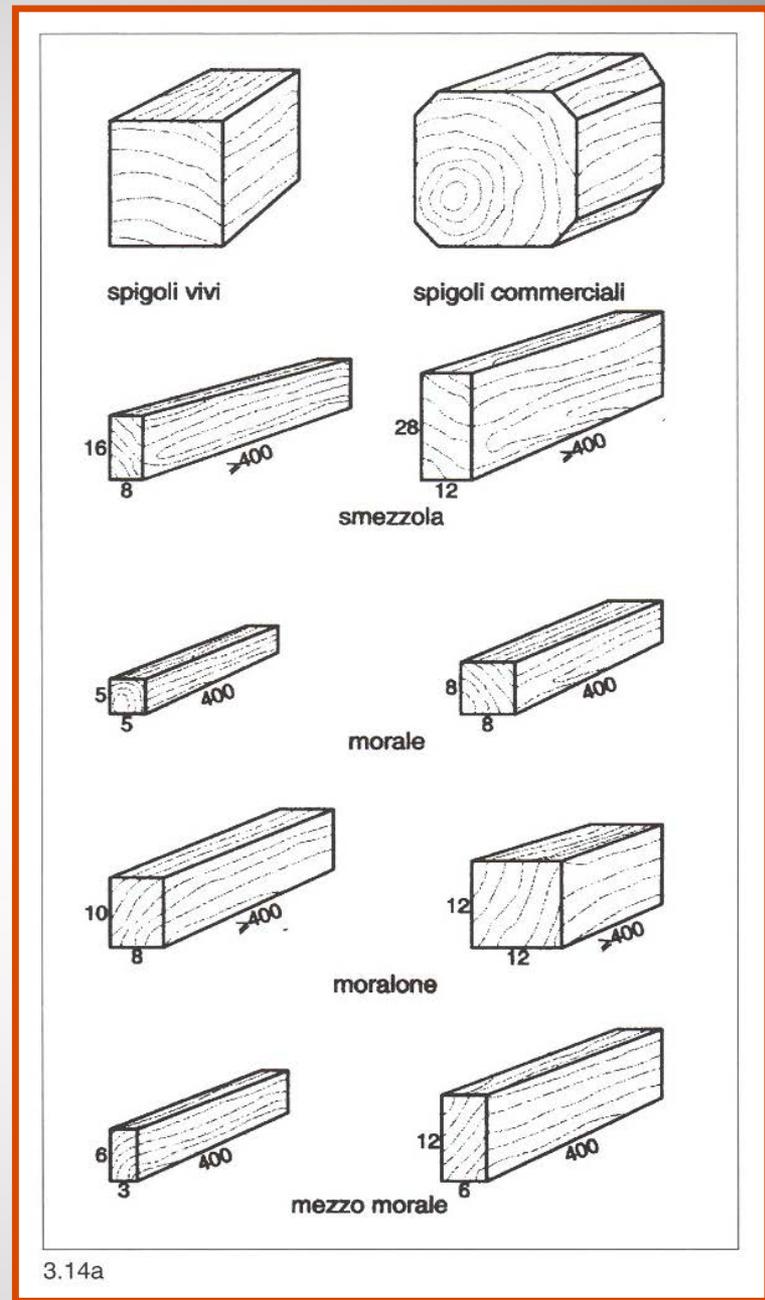
MORALI a sezione quadrata o rettangolare

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

Fig. 3.14 • Esempio di una produzione corrente di segati a quattro fili con relativa nomenclatura (norma UNI 3517).



3.14a

LISTELLI

a sezione rettangolare o quadrata
dim. 1cm x 2cm x 200 – 400 cm
2cm x 2cm x 200 – 400 cm



TAVOLE

Sono prodotti a sezione rettangolare dallo spessore compreso tra 1,2cm e 8cm, larghe fino a 16cm e lunghe fino a 4m.



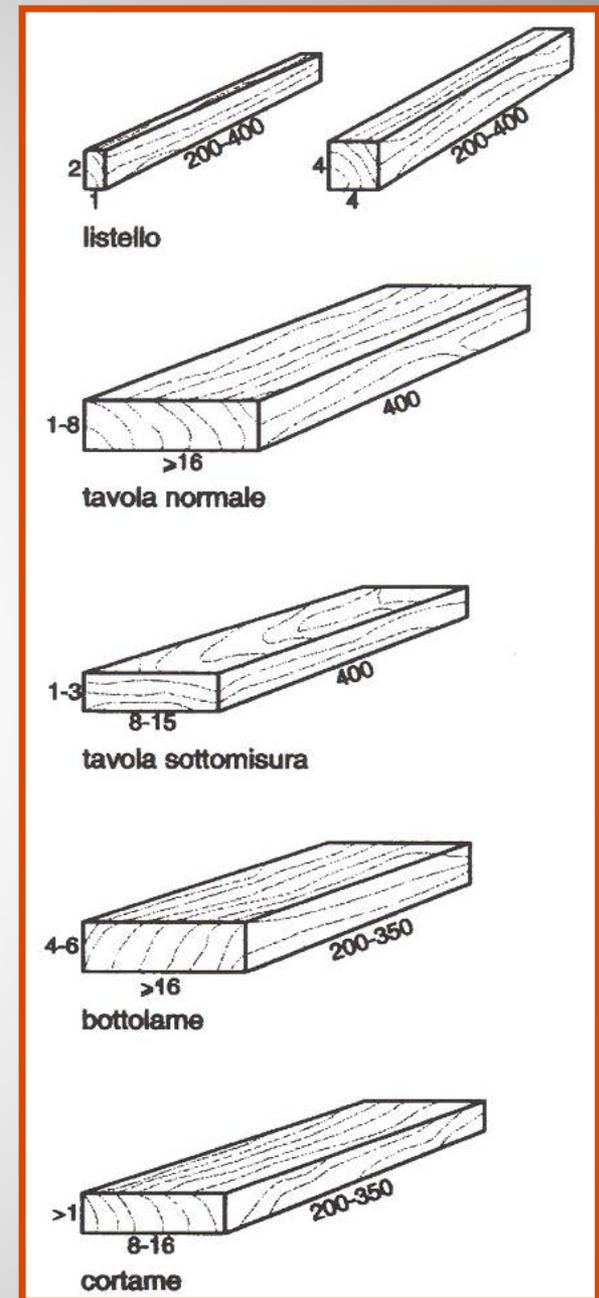
TAVOLONI:

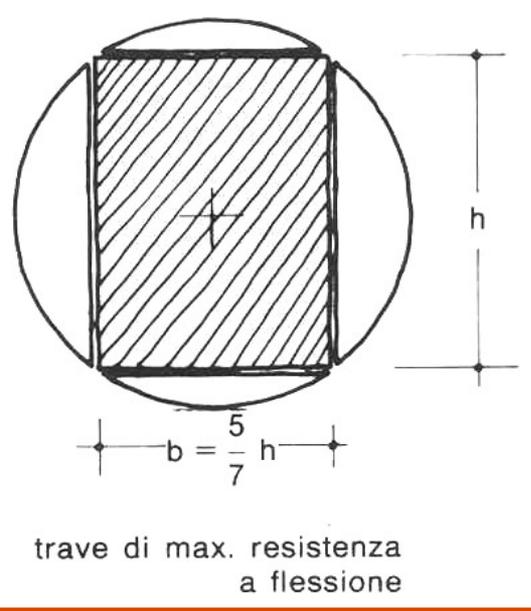
grandi assi da costruzione di 8cm di spessore e di 40cm di larghezza.



PANCONI:

grosse assi di legno di sezione di 4cm e larghezza 12cm.



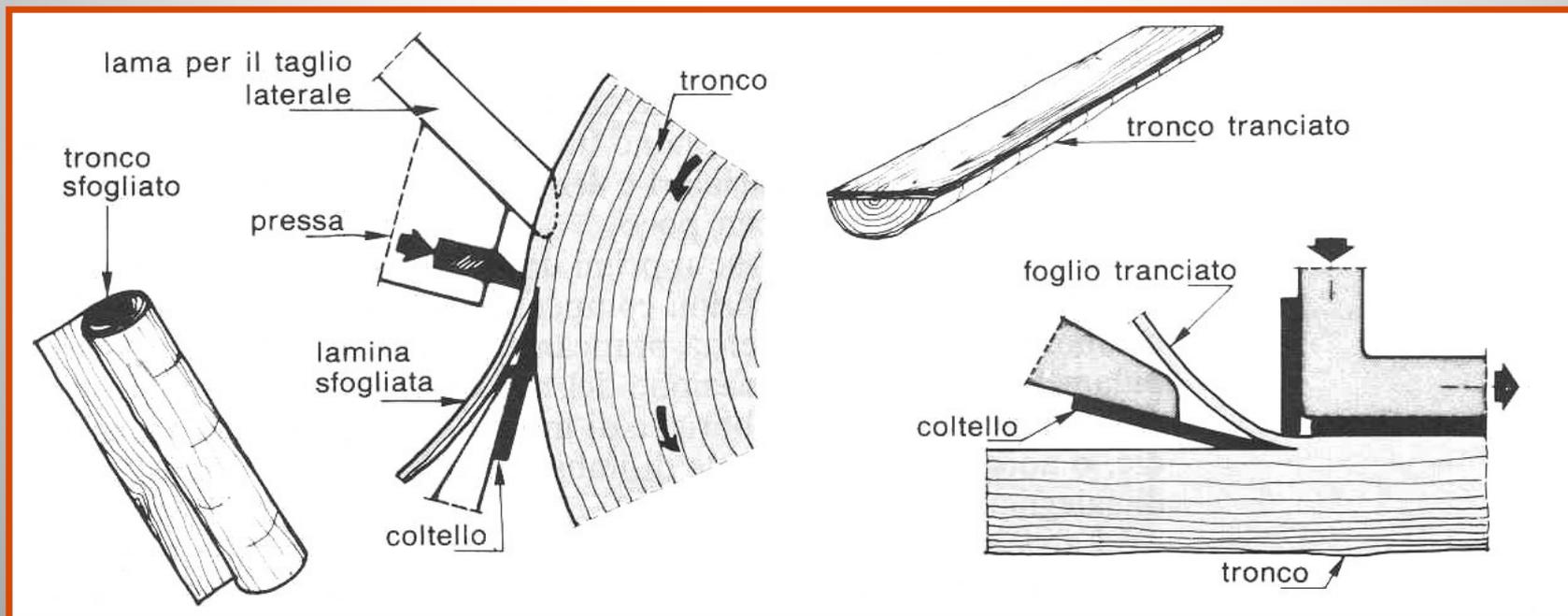
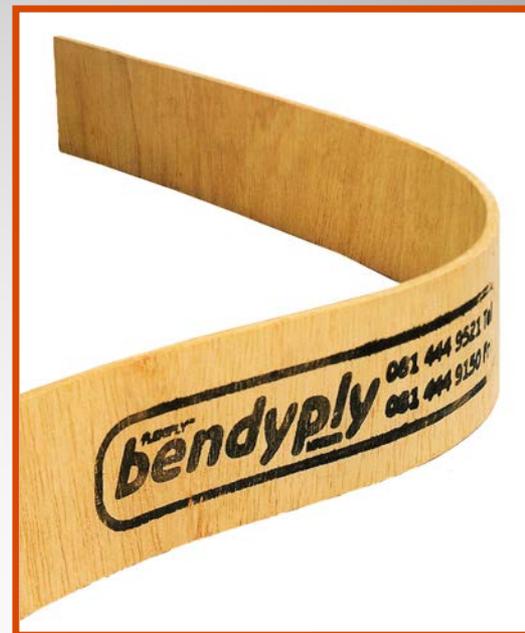


SFOGLIATI

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.



**SFOGLIATI
LINK**

<https://www.youtube.com/watch?v=R7L8VN9Vat4>



CASCAMI

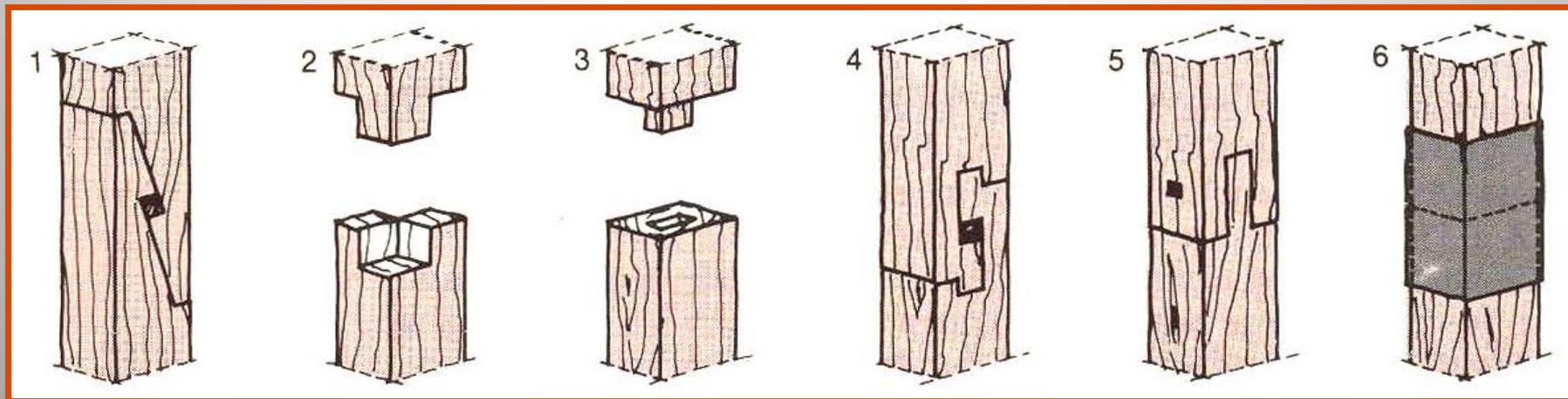
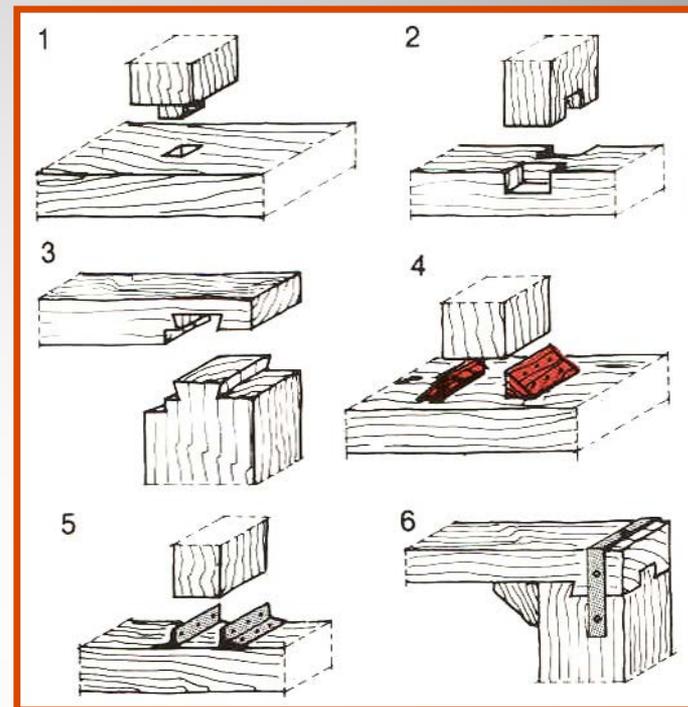
Elementi derivati dallo sfido di lavorazioni quali:
REFILI, POLVERI DI LEGNO, SEGATURA e TRUCIOLI



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:

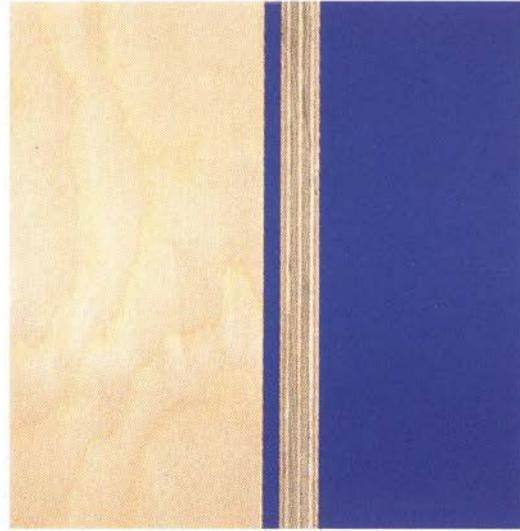
TRAVI E PILASTRI COMPOSTI (in legno massiccio o legno lamellare)



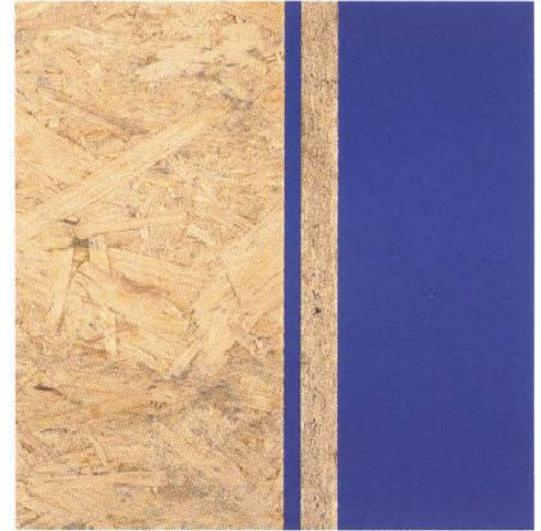
PANNELLI DI OGNI TIPO (compensati, Paniforti, pannelli di particelle (PDP) e truciolati)



Laminated veneer (LVL)



Plywood



Oriented Strand Board (OSB)

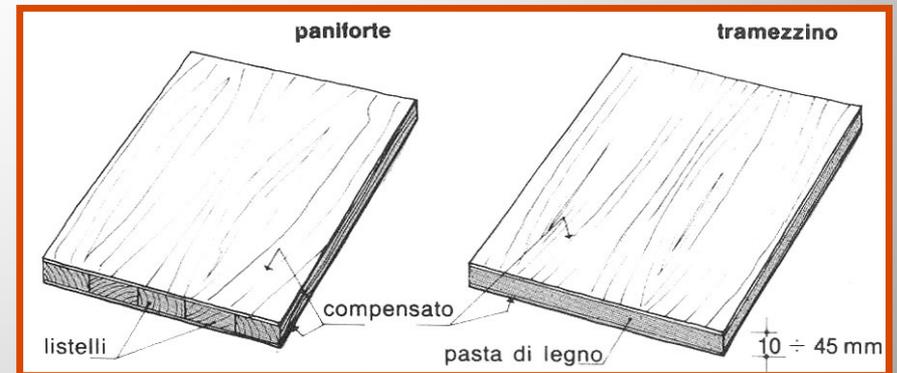
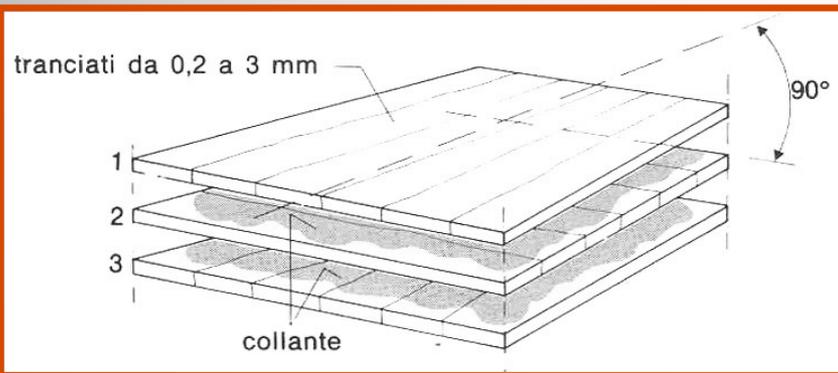
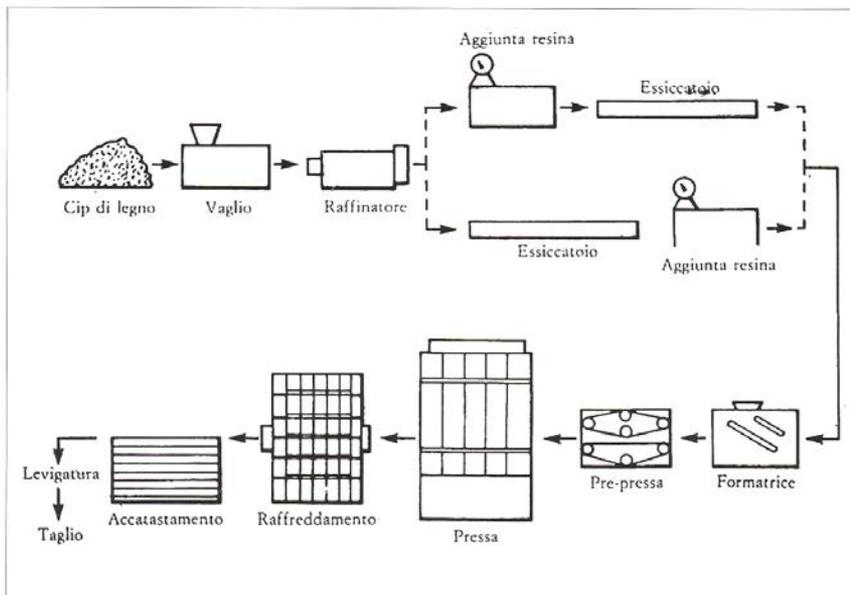
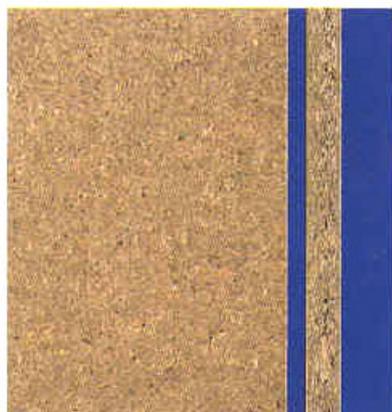
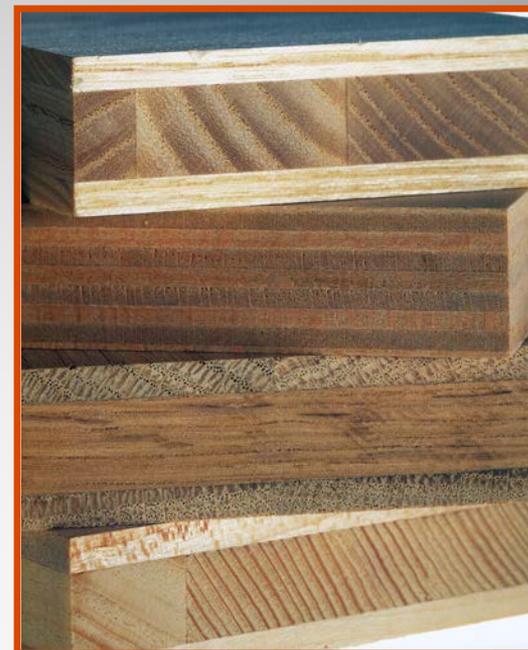


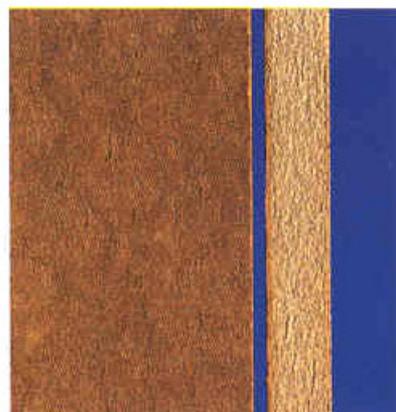
Fig. 6.9 • Ciclo di produzione dei pannelli in fibra di legno, del tipo MDF.



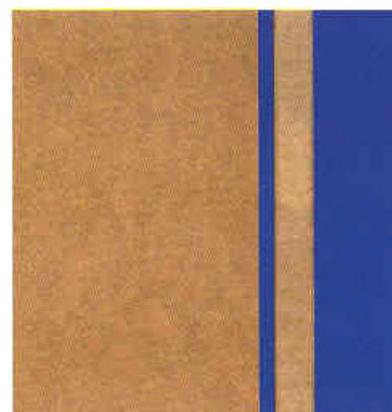
6.9



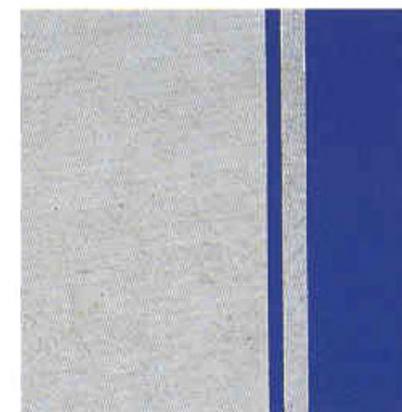
Particleboard



Soft-fibre board



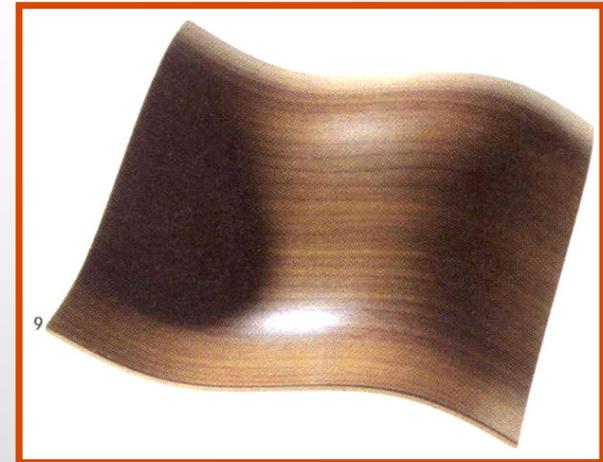
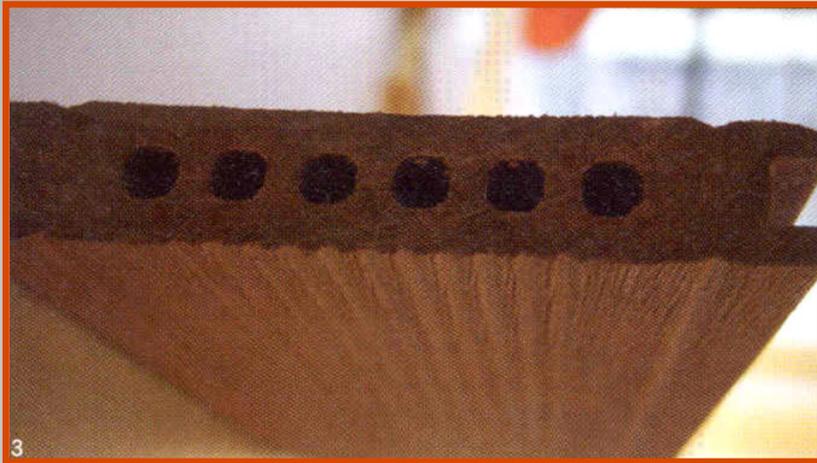
Medium-density fibre board (MDF, medium)



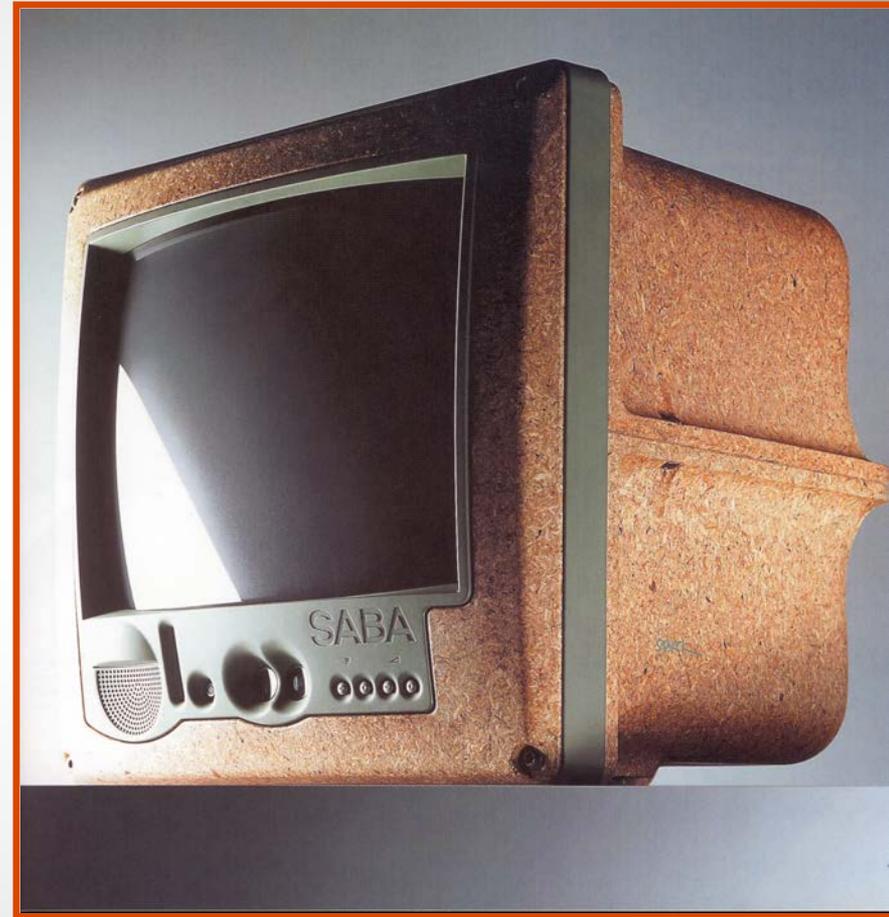
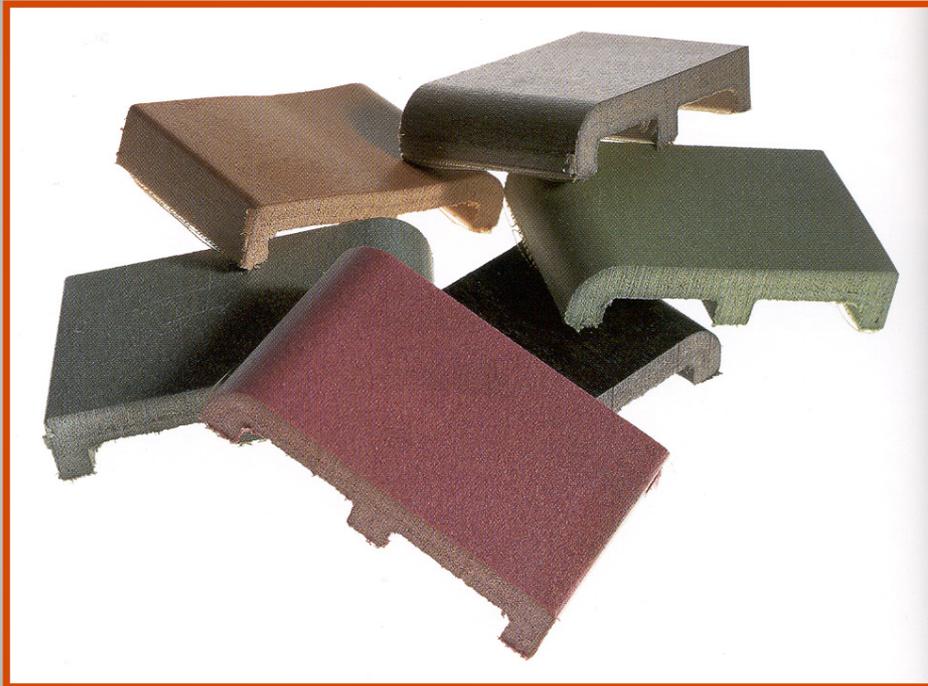
Fermacell gypsum cellulose plaques

LISTONI, LISTELLI e TAVOLETTE

ESTRUSI, TESSUTI e TERMOFORMATI







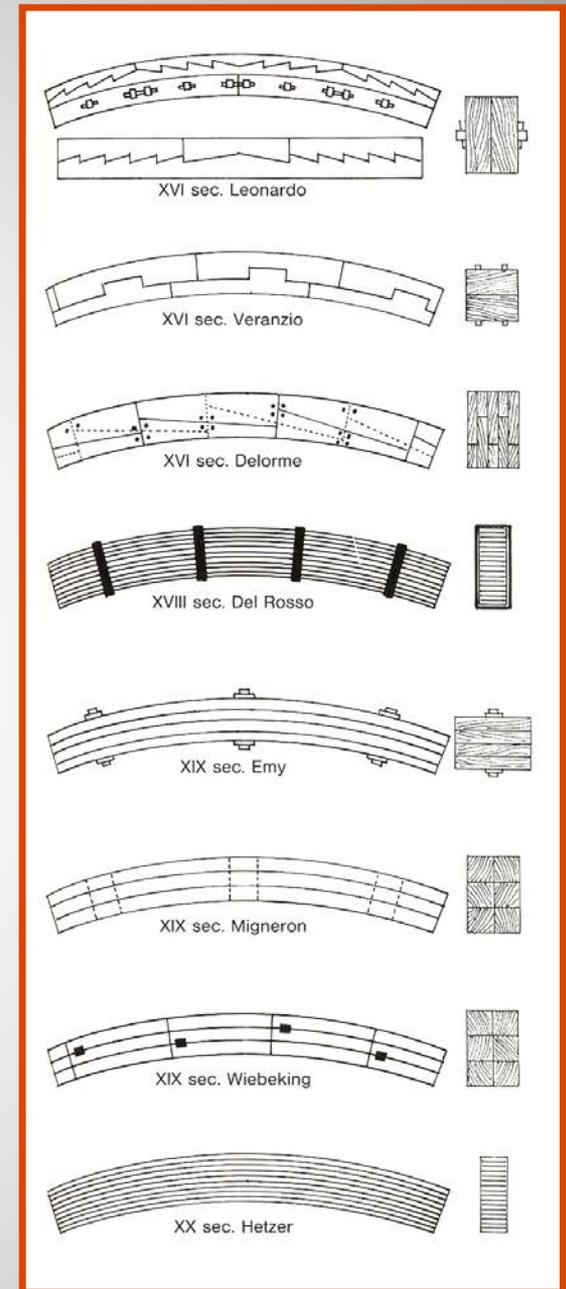
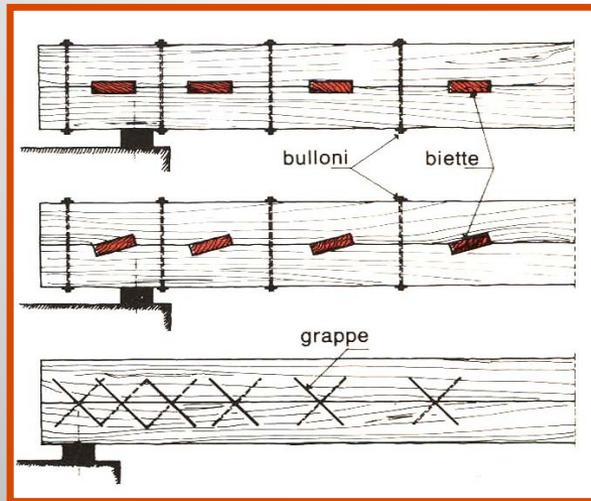
TRAVI COMPOSTE IN LEGNO MASSICCIO

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 (INCOLLATO)

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.



CARATTERISTICHE DEL LEGNO LAMELLARE

Le strutture in legno lamellare **permettono luci libere fino a 150 metri**, 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/m³ 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/m³, quindi **una struttura in lamellare può pesare fino alla metà di una in legno massiccio**.

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 metri di altezza**, mentre **per limiti produttivi la larghezza massima delle lamelle** risulta di **21cm**.

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.



Campi di impiego del lamellare

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.)

Ciclo produttivo

L'intero ciclo avviene ad umidità e temperatura controllate e si articola nelle seguenti fasi:

- **Riduzione delle travi in lamelle** di larghezza massima di 21cm
- **Essiccazione** idonea al tipo di colla e alla destinazione d'uso del materiale
- **Controllo ed eliminazione delle parti difettose**
- **Controllo dell'umidità**
- **Esecuzione dei giunti** (incastri) a pattine o a minidita con dentatura autoserrante sulla testa delle lamelle mediante incastratrice
- Eventuale **piallatura sulle quattro facce delle lamelle** (se richiesto dal tipo di incollaggio)
- **Incollaggio e pressaggio** dell'intestatura delle lamelle
- **Spalmatura della colla** a pioggia
- **Sovrapposizione di coltello delle lamelle** (pacco) a giunti sfalsati
- **Pressaggio** per 12 ore
- **Piallatura** delle facce laterali
- **Impregnazione o verniciatura**

Vantaggio offerto dal legno lamellare è quello della **curvatura da un raggio minimo di 2 metri** a un massimo indefinito (comunque curvatura media di 5 metri).

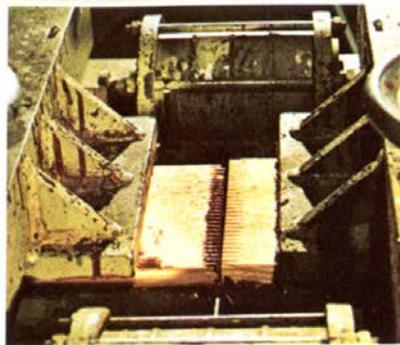


Fig. 29 Giunzione di testa delle tavole con innesti multipli (a becchi o minidita). Si ottengono così tavole della lunghezza desiderata che, piallate sulle due facce, verranno incollate una sopra l'altra.

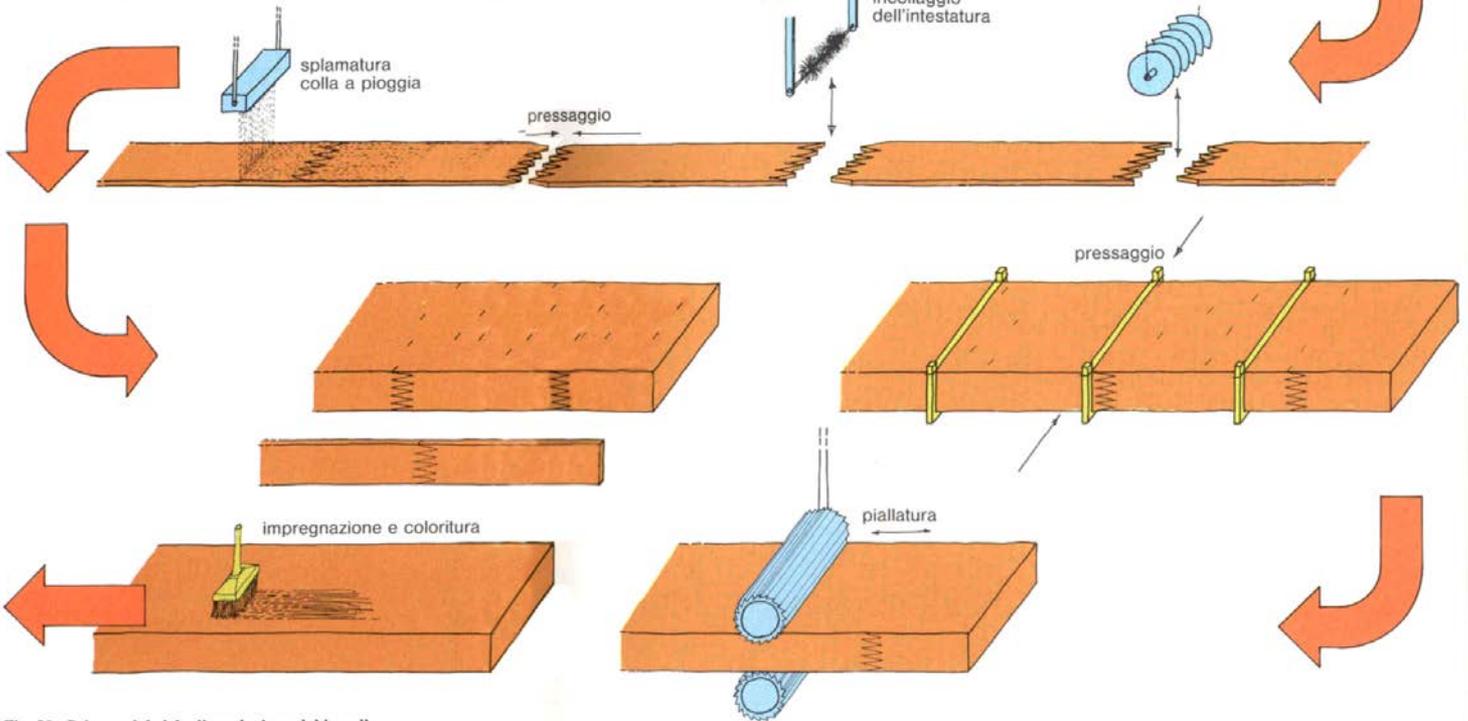


Fig. 30 Schema del ciclo di produzione del lamellare. Fino al pressaggio le operazioni sono eseguite in ambienti a umidità e temperatura controllata. Per facilitare la movimentazione delle travi gli ambienti di lavorazione devono essere sviluppati in lunghezza.

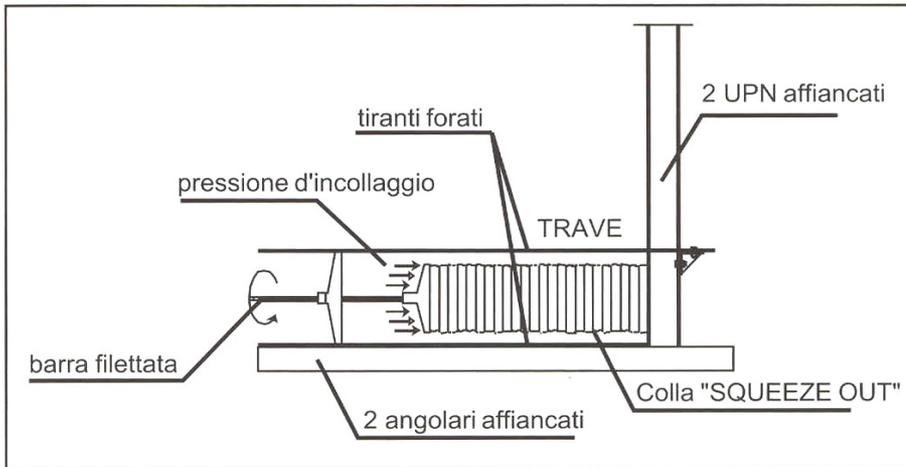


Figura 3.9 - Zona di assemblaggio della trave e schema di funzionamento del letto di pressaggio

LE COLLE

L'incollaggio del lamellare avviene per mezzo di resine di due tipi principali o colle con caratteristiche diverse. Tra queste sono da segnalare:

RESINE RESORCINICHE

- Vantaggi: Insensibile all'umidità
 Neutra agli agenti chimici
 Resistente ed elastica
 Ottima resistenza al fuoco
- Svantaggi: Costo elevato
 Necessità di piallare preventivamente il legno delle lamelle

RESINA ALL'UREA FORMALDEIDE

- Vantaggi: Economica
 Produce un effetto uniformante sulle lamelle
- Svantaggi: Non assicura una buona tenuta di giunti in caso di incendio. Può creare problemi di inquinamento interno

COLLE POLIMERIZZABILI

ALTRI MATERIALI COMPOSITI LEGNOSI

LEGNO A LISTELLI PARALLELI PSL (Parallel Strand Lumber)

Si tratta di un prodotto innovativo di seconda lavorazione ottenuto grazie all'utilizzo di particolari colle polimerizzate con fasci di microonde. Utilizzato per realizzare travi, travetti e piedritti possiede come limite intrinseco l'impossibilità di piegatura. Il prodotto (commercialmente noto come PARALLAM) presenta listelli di legno che, impregnati con resine idrorepellenti, orientati in modo da compensare le tensioni interne e posti in una pressatrice a nastro rotante continuo, vengono stagionati sotto pressione e trattati con energia a microonde. Si ha così un elemento continuo formato da listelli lunghi fino a 3 metri di spessori circa di 3cm. in tal modo si ha un materiale composto da un elemento continuo che può essere tagliato in pezzi standard di 21 metri. È un materiale a resistenza uniforme (isotropo) con elevatissima stabilità dimensionale.

LEGNO LAMELLARE ARMATO (con zanche e arpioni)

LEGNO LAMELLARE PRECOMPRESSO (recente sviluppo)

LAMELLARE CON LAMELLE SOVRAPPOSTE IN VERTICALE

Si tratta di un prodotto di nuova concezione che si differenzia da quello tradizionale per il fatto di avere le lamelle incollate in senso verticale. In questo modo il giuntaggio è realizzato nel senso della fibra sempre con sistemi di incastro a minidita. Il prodotto commerciale detto BI-LAM presenta il vantaggio di un'ottima compensazione e, dal punto di vista dell'aspetto, una maggiore somiglianza al legno massello, venendo meno le consuete divisioni a vista delle lamelle accostate nel senso verticale dell'elemento.

PANNELLI A PACCHETTI DI TAVOLE PARALLELE PORTANTI CON LEGNO COMPENSATO DI TAVOLE

Attualmente il mercato delle costruzioni sta proponendo con sempre maggiore diffusione nuovi sistemi costruttivi basati su **tecnologie di tipo massiccio ottenuto con legno compensato di tavole incollate** o meccanicamente vincolate a mezzo di chiodature lignee incrociate.

Elementi multistrato massicci con funzione portante sono ottenuti appunto con la sovrapposizione di orditi di tavole perpendicolari e sfalsati in ordine retto tra loro. Tali sistemi, tra cui ricordiamo per brevità e memoria uno tra i sistemi commercialmente più noti lo **XLAM**, offrono infatti alcune potenzialità rilevanti ai fini della versatilità di progetto. Tra queste si annoverano:

- **possibilità di realizzazione di strutture pluripiano** (oltre il 3 livello. *Edifici pubblici, social housing, ..*);
- **buone caratteristiche di resistenza sismica** grazie a giunti appositamente studiati (è tuttavia in atto un perfezionamento della normativa sismica ad esso connesso)
- **controllo di qualità e numerico dimensionale degli elementi** (*taglio pannelli a CN in stabilimento*);
- **facilità e ottimizzazione del trasporto**;
- **tempistica ridotta di montaggio rispetto ad altri sistemi** (*ad esempio bucatore già realizzate*);
- **possibilità** - con strutture miste legno-calcestruzzo - **di luci libere fino a 10 m.**

Limiti dimensionali salienti

- larghezza massima della parete (o dell'edificio): max 16,5 m (con un unico elemento piano);
- altezza max dell'interpiano (o del pannello portante verticale): max 3,0 m
- spessore degli elementi (coincidente con lo spessore tavole): di norma 8 – 12 cm per le pareti
di norma tra 12 – 20 cm per i solai

PATOLOGIE DEL LEGNO

Attacchi biologici

La curabilità del legno è data dagli attacchi a cui è soggetto. I più importanti attacchi sono di tipo biologico: insetti e funghi. Questi avvengono sia durante le prime lavorazioni che dopo trattamenti complessi come quelli del lamellare. Le alterazioni dovute ad attacchi di insetti riguardano più di frequente legni tagliati di recente, ma possono interessare tutti i legni. Gli insetti xilofagi sono di tipo differente. I coleotteri e le termiti sono gli insetti più pericolosi (Anobidi, Capricorno, Termiti). In località marine bisogna proteggere con trattamenti ed idonee soluzioni tecniche il legno da particolari tipi di insetti xilofagi. La valutazione del rischio connessa ad attacchi di funghi è maggiormente controllabile perché questi hanno possibilità di svilupparsi solo quando la percentuale di umidità supera il 20% con temperature comprese tra i 20-25°C.

Umidità

L'umidità può causare danni al legno facendolo marcire. Per questo motivo è necessario trattare il legno con prodotti non solubili all'acqua, ma permeabili al vapore, che creano una barriera stagna, permettendo comunque al legno di respirare. Il trattamento viene effettuato con soluzioni chimiche impregnanti che possono essere applicate a spruzzo, per immersione o sotto pressione, con funzione idrorepellente, fungicida o anche ritardante di fiamma (ignifuga). Per questo motivo saranno da valutare le attitudini di permeabilità all'impregnazione delle varie essenze.

Attacco chimico

La composizione delle cellule del legno è solitamente acida, quindi il legno viene attaccato da prodotti basici, sopportando abbastanza bene gli acidi.