



1 – IL MATERIALE

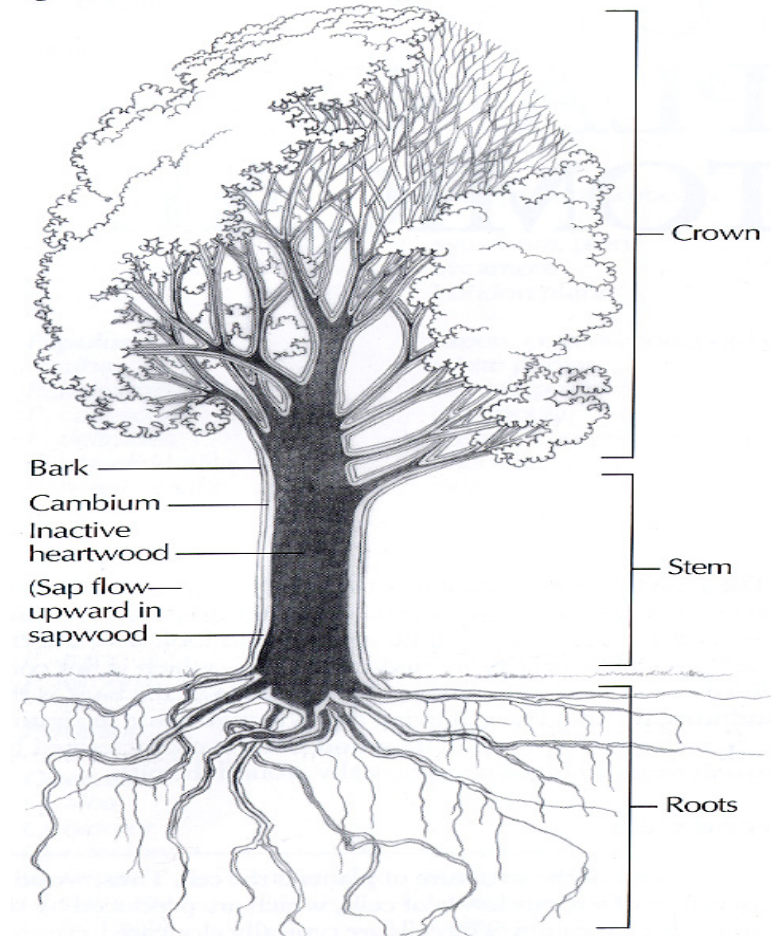
Nicola Macchioni

Definizione

Materia fornita da quella parte del tronco e dei rami che si trova sotto lo strato corticale.

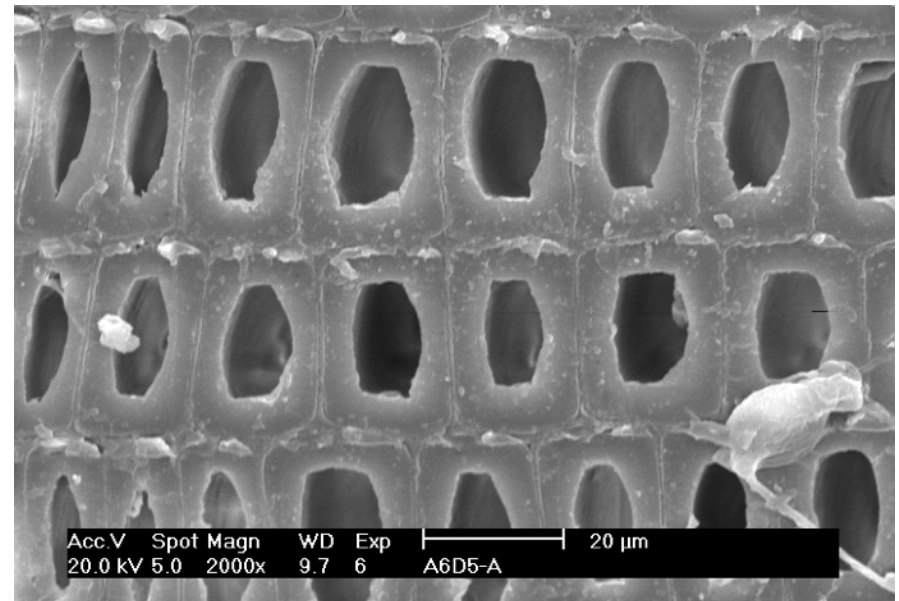
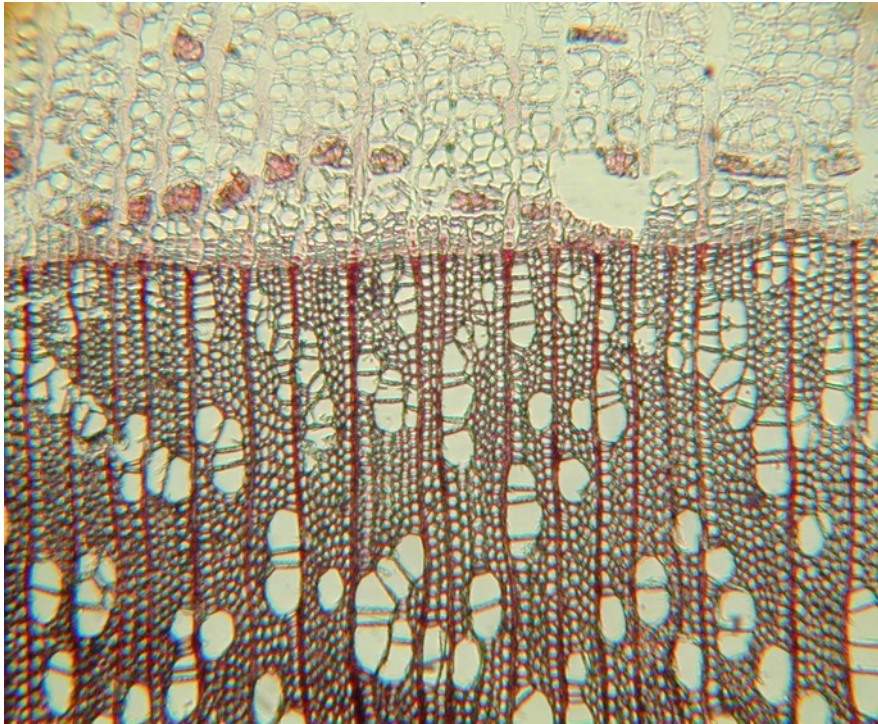
MAIN PARTS OF A TREE

Wood is the vascular supportive tissue of trees. Sapwood remains active in the conduction of sap and in food storage in living parenchyma cells; heartwood gives the tree mechanical support.



Definizione

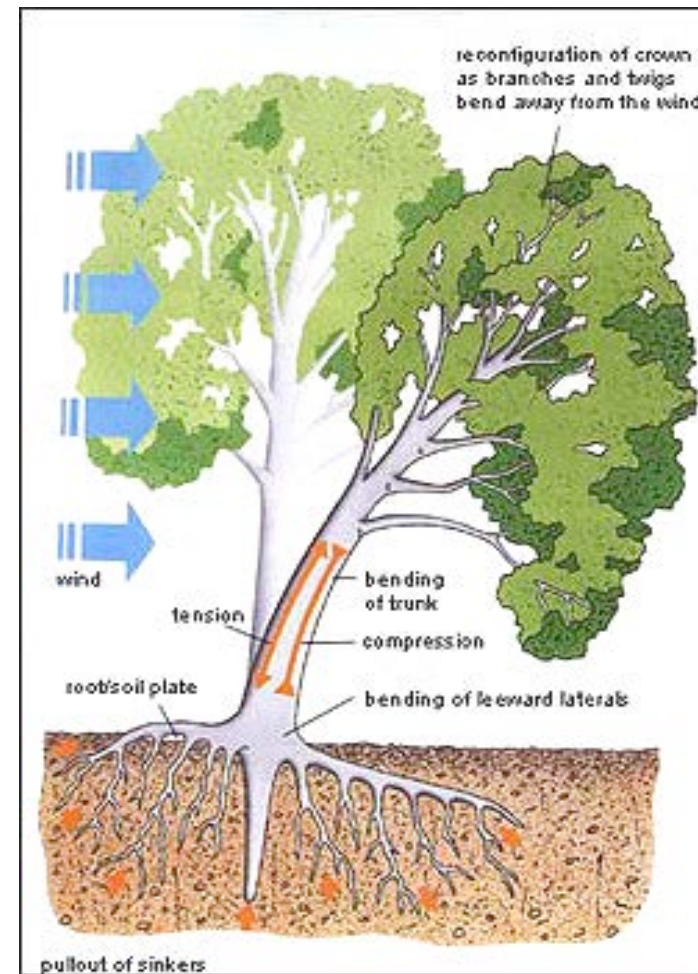
Insieme degli elementi cellulari lignificati

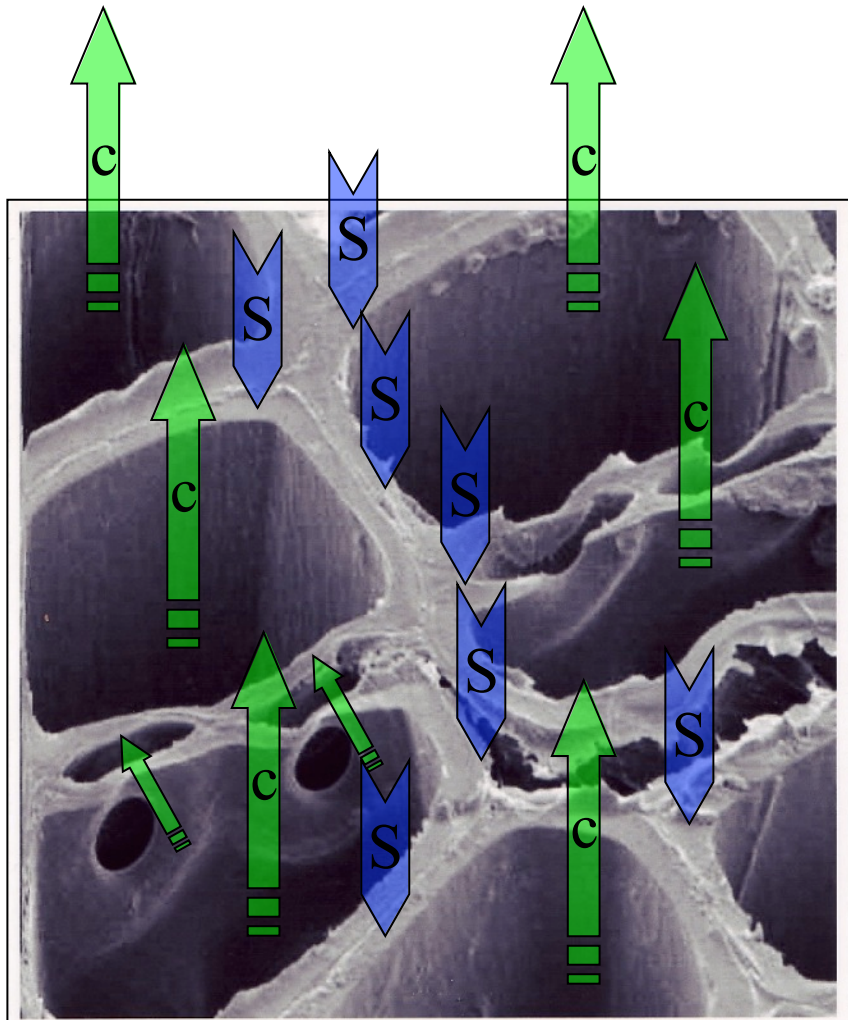


Il legno è un prodotto dell'attività di organismi viventi (alberi)

Gli alberi producono legno per rispondere a due esigenze fisiologiche: sostegno meccanico e conduzione d'acqua

Il legno è pre-teso e pre-compresso dalla natura

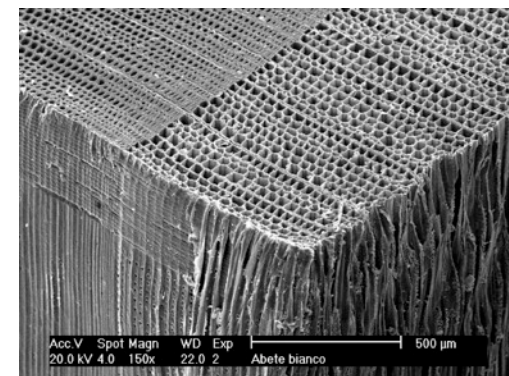
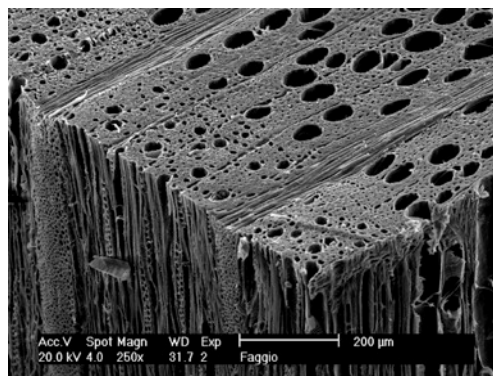
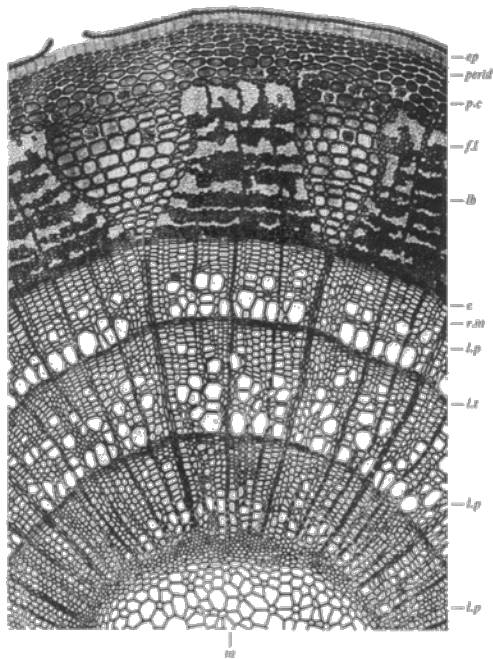




La costituzione cellulare del legno garantisce sia la funzione di conduzione sia quella di sostegno

La costituzione cellulare del legno garantisce un buon rapporto massa volumica/prestazioni.

Organizzazione del fusto



Caratteristiche del legno

Origine biologica

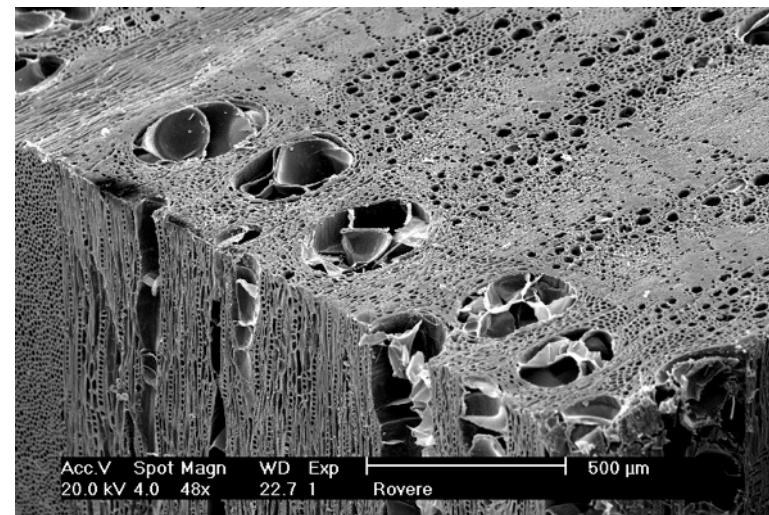
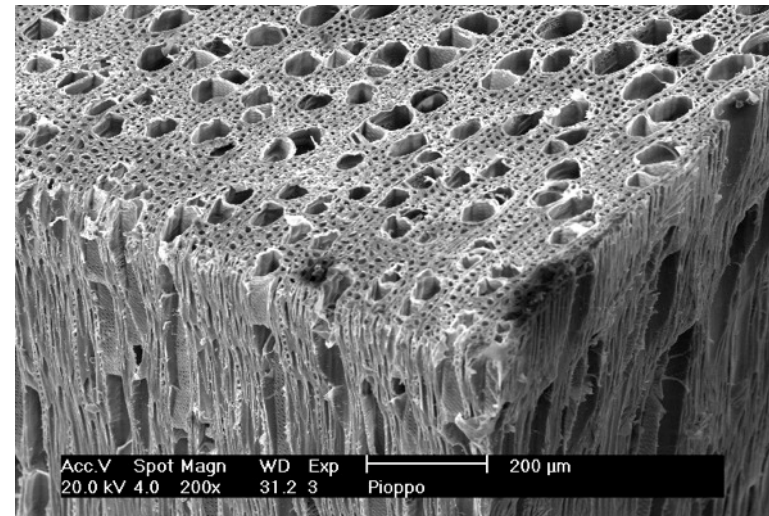
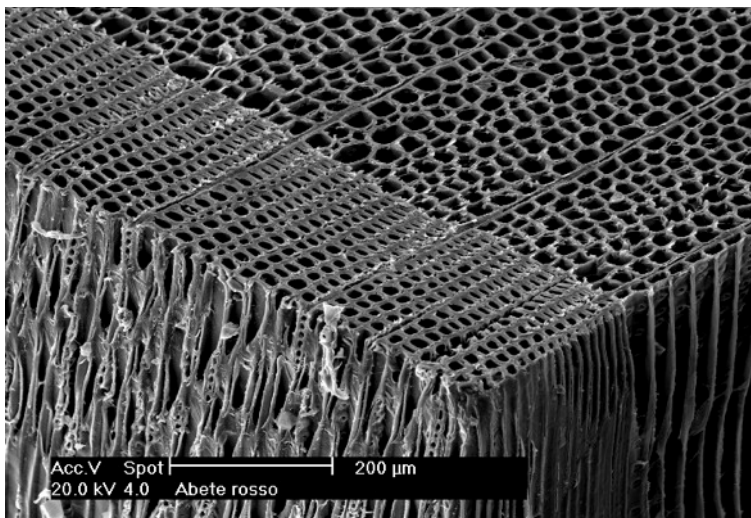


- Variabilità
- Biodegradabilità
- Igroscopicità
- Anisotropia



Variabilità del legno

Interspecifica



Variabilità del legno

TABELLA IV. 12.

Densità delle principali specie legnose italiane o coltivate in Italia

Specie legnosa	Densità allo stato fresco g/cm³			Densità allo stato di umidità normale (u = 12%) g/cm³			Densità commerc. (legno con nodi, umidità compresa tra il 12 e il 15%) kg/m³
<i>Conifere</i>							
Abete bianco	0,65	0,92	1,20	0,31	0,42	0,61	440
Abete rosso	0,52	0,86	1,10	0,30	0,42	0,62	450
Cipresso	0,55	0,86	1,14	0,42	0,60	0,84	620
Cirmolo	0,60	0,87	0,96	0,32	0,42	0,65	450
Douglasia	0,40	0,75	1,09	0,39	0,51	0,72	530
Ginepro comune	0,97	1,02	1,10	0,50	0,60	0,70	620
Larice	0,56	0,90	1,10	0,40	0,63	0,83	660
Pino d'Aleppo	0,75	1,00	1,15	0,48	0,62	0,88	650
Pino domestico	0,60	0,85	1,05	0,45	0,59	0,87	620
Pino insigne	0,70	0,92	1,04	0,35	0,41	0,46	440
Pino marittimo	0,65	0,95	1,10	0,45	0,61	0,79	630
Pino nero	0,60	0,90	1,10	0,41	0,52	0,66	560
Pino silano (o laricio)	0,53	0,90	1,10	0,39	0,56	0,79	590
Pino silvestre	0,45	0,88	1,03	0,38	0,54	0,66	570
Pino strobo	0,45	0,78	1,05	0,31	0,39	0,43	410
Tasso	0,95	1,02	1,10	0,60	0,74	0,90	760

Specie legnosa	Densità allo stato fresco g/cm ³			Densità allo stato di umidità normale (u = 12 %) g/cm ³			Densità commerc. (legno con nodi umidità compres- tra il 12 e il 15 % kg/m ³
<i>Latifoglie</i>							
Acero montano e riccio	0,72	0,83	0,98	0,59	0,65	0,77	670
Acero campestre	0,75	0,90	1,05	0,62	0,72	0,90	740
Ailanto	0,75	0,90	1,08	0,58	0,64	0,70	660
Alaterno	0,95	1,05	1,20	0,88	0,92	1,00	940
Bagolaro	0,85	0,96	1,06	0,65	0,70	0,76	720
Betulla	0,82	0,95	1,08	0,53	0,63	0,78	650
Bosso	0,96	1,07	1,15	0,94	0,98	1,03	1000
Carpino bianco	0,86	1,00	1,20	0,70	0,78	0,88	800
Carpino nero	0,88	1,05	1,20	0,75	0,80	0,88	820
Castagno	0,78	1,00	1,18	0,37	0,56	0,70	580
Cerro	0,95	1,10	1,20	0,80	0,87	0,92	900
Ciliegio	0,70	0,90	1,02	0,50	0,60	0,70	620
Corbezzolo	0,90	1,00	1,08	0,77	0,81	0,88	820
Erica	0,95	1,02	1,10	0,87	0,89	0,92	900
Faggio	0,80	1,05	1,20	0,52	0,73	0,93	750
Farnia	0,92	1,08	1,20	0,60	0,74	0,95	760
Frassino	0,62	0,96	1,17	0,52	0,70	0,87	720
Gattice	0,80	0,86	0,98	0,42	0,46	0,54	480
Ippocastano	0,75	0,90	1,05	0,50	0,57	0,65	590
Lauro	0,80	0,90	1,02	0,65	0,72	0,78	740
Leccio e Sughera	0,90	1,10	1,25	0,80	0,94	1,10	960
Maggiociondolo	0,86	1,00	1,15	0,60	0,70	0,86	720
Mirto	0,90	1,00	1,15	0,78	0,82	0,95	840
Melo	0,76	0,88	1,04	0,54	0,66	0,81	680
Nocciolo	0,75	0,92	1,10	0,58	0,65	0,72	670
Noce	0,88	0,93	0,98	0,63	0,70	0,75	720
Olivio	0,96	1,12	1,25	0,82	0,92	1,02	950
Olmo	0,78	1,00	1,16	0,46	0,60	0,70	620
Ontano bianco	0,65	0,84	1,00	0,42	0,50	0,64	520
Ontano nero	0,68	0,86	1,00	0,50	0,54	0,63	560
Orniello	0,65	0,92	1,15	0,56	0,75	0,86	760
Pioppi (ibr. euramericani)	0,60	0,76	0,95	0,26	0,33	0,52	360
Pioppo nero	0,76	0,84	0,97	0,40	0,48	0,60	500
Platano	0,80	1,00	1,10	0,60	0,67	0,72	690
Robinia	0,90	1,05	1,20	0,65	0,77	0,87	790
Rovere	0,70	1,05	1,22	0,58	0,74	0,97	760
Salici	0,70	0,88	0,97	0,32	0,43	0,55	450
Sorbi	0,85	1,00	1,12	0,66	0,77	0,92	800
Tiglio	0,75	0,90	1,00	0,58	0,63	0,70	650

Variabilità del legno

All' interno del
singolo fusto

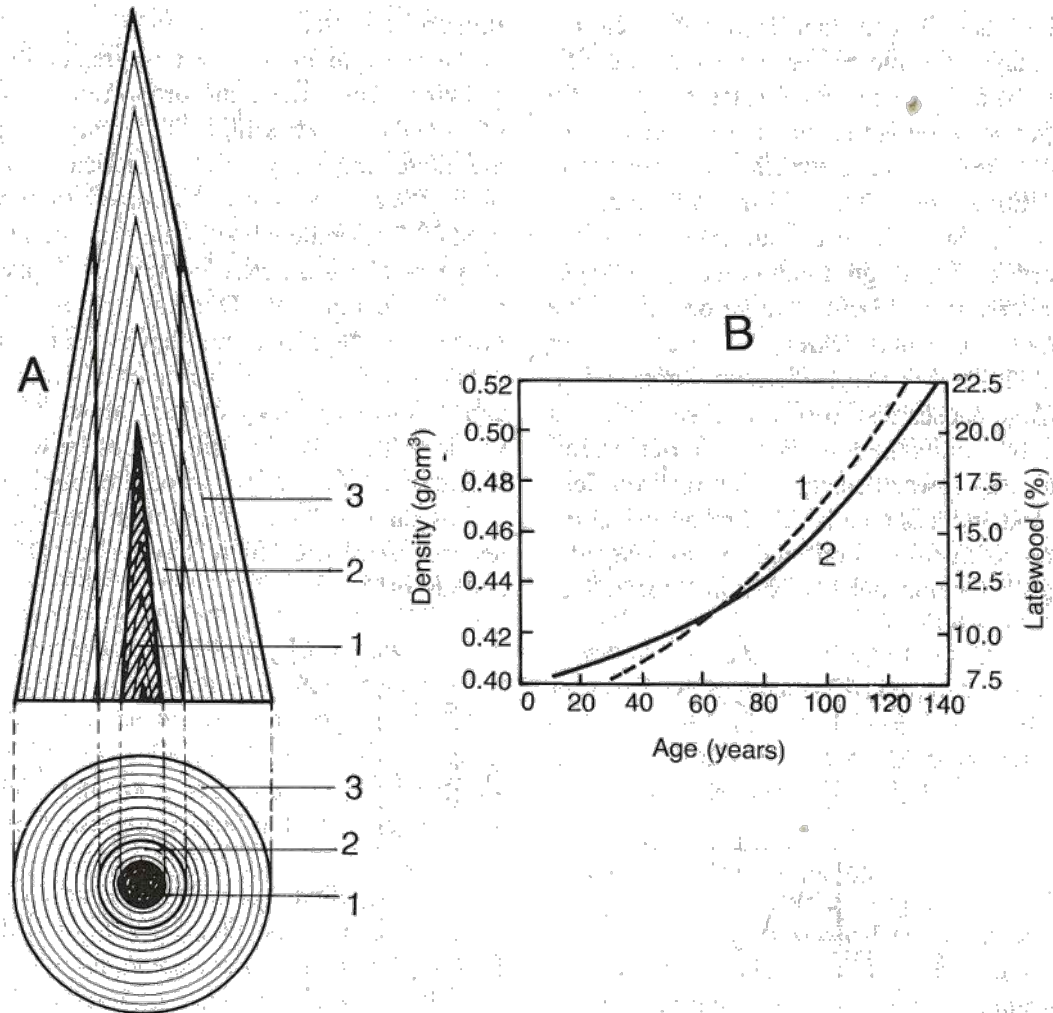
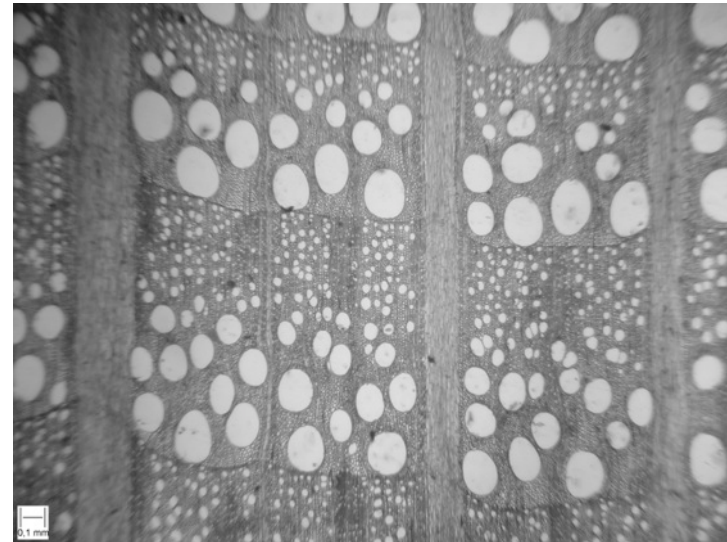
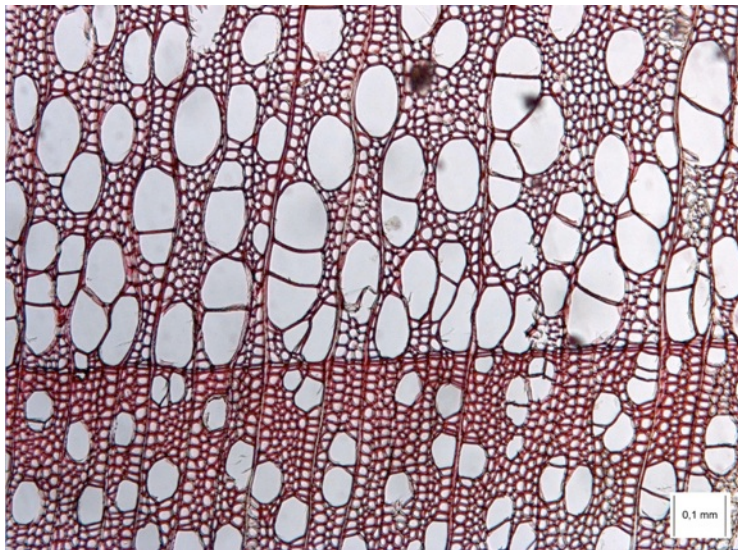
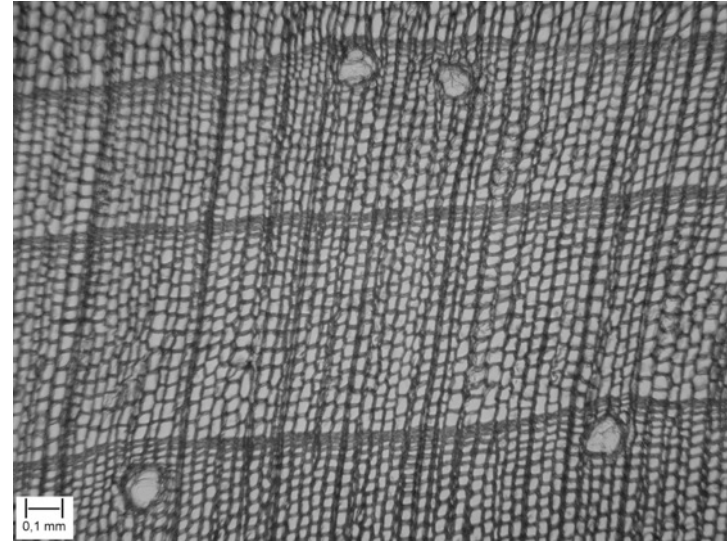
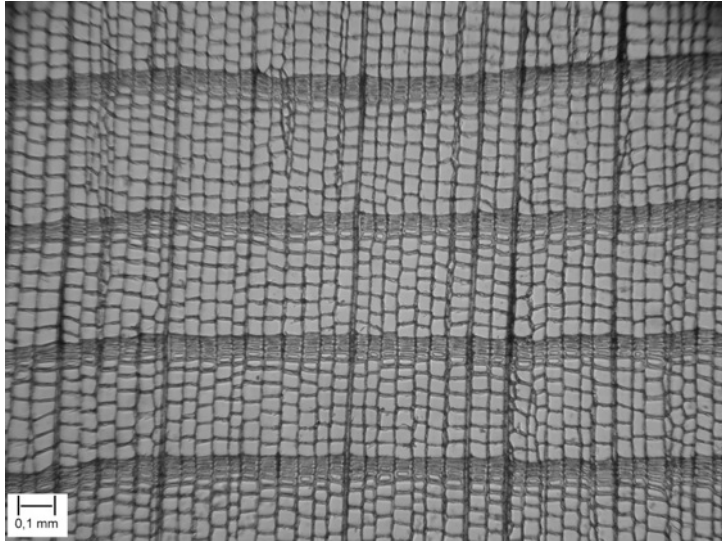


Figure 6-4. Variation of structure. (A) Vertical and horizontal variation (1, heartwood; 2, juvenile wood; 3, mature wood). (B) Variation of (1) density and (2) latewood with increasing age in spruce. (A, after Ref. 41; B, Ref. 67.)

All' interno dell' anello



Igroscopicità

I costituenti delle pareti cellulari sono sempre gli stessi e variano entro limiti non molto distanti:

lignina	dal 22% al 30%
emicellulose	dal 13% al 27%
cellulosa	dal 42% al 50%

Igroscopicità

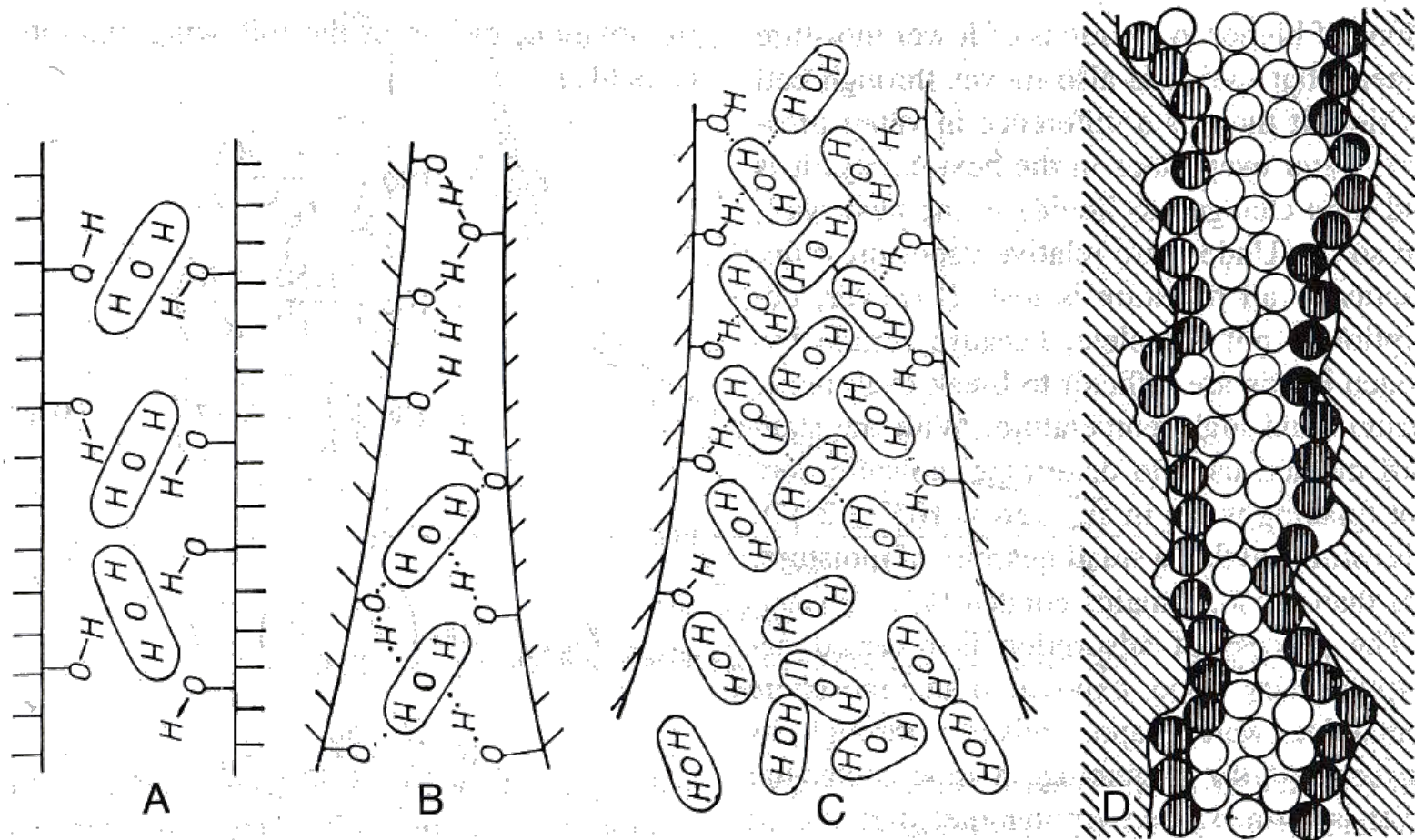
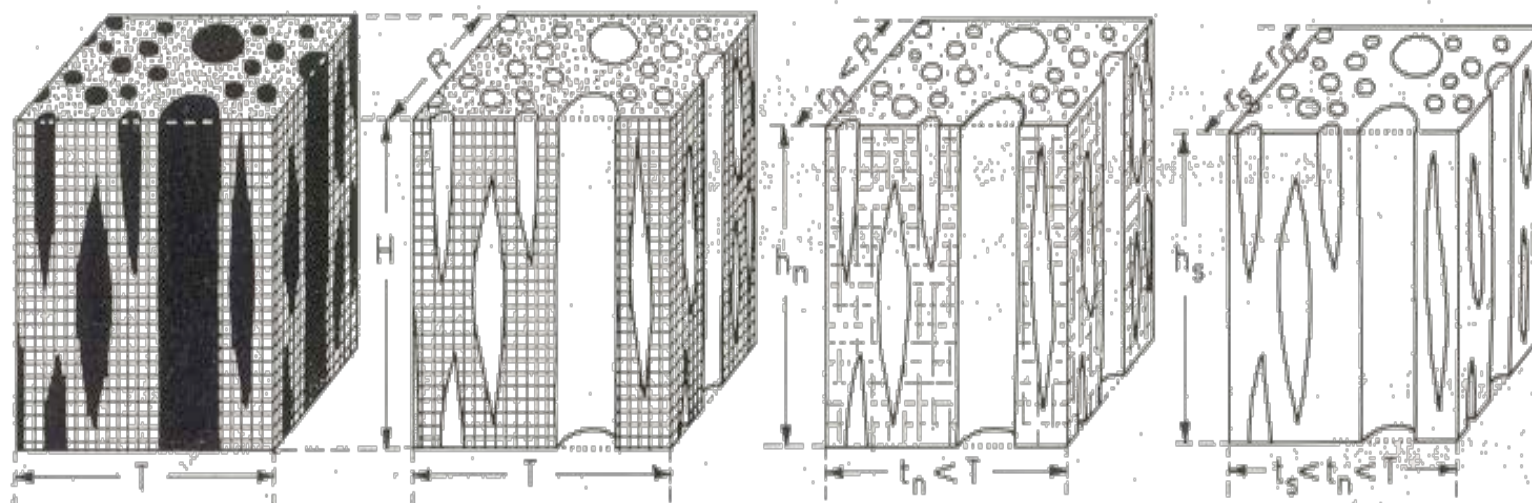


Figure 9-3. Water in wood. (A) Monomolecular layer of water held by free hydroxyls of cellulose chain molecules. (B) Gradual formation of the monomolecular layer by breaking the hydrogen bonds between adjacent cellulose molecules. (C) Polymolecular layer. (D) Schematic representation of monomolecular (dark circles) and polymolecular layer (white circles) of water. (After Refs. 5 and 21; reproduced by permission from VEB-Fachbuchverlag and Springer-Verlag.)

Igroscopicità



dimensioni:
 $T = R = H = 1$
 acqua libera nelle ca-
 vità cellulari e acqua di
 saturazione delle pareti.

dimensioni:
 $T = R = H = 1$.
 acqua di saturazione
 delle pareti.

dimensioni:
 $t_n < T, r_n < R, h_n < H$
 parte dell'acqua di sa-
 turazione delle pareti.

dimensioni:
 $t_s < t_n < T, r_s < r_n < R$
 $h_s < h_n < H$
 senza acqua.

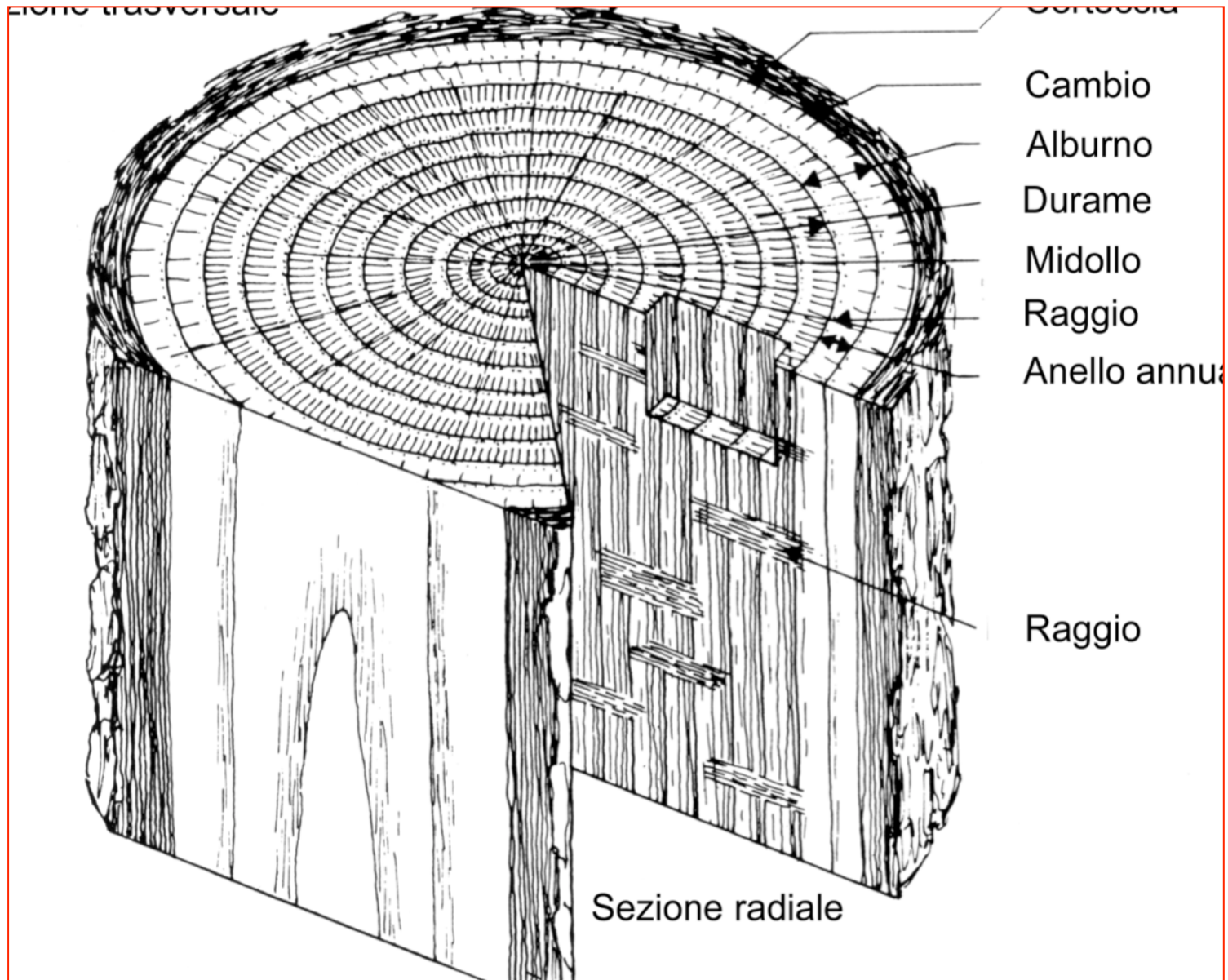
Pesi volumici apparenti nelle condizioni sopra indicate.

Cerro			
1,077	0,935	0,863	0,827
Pioppo (Gattice)			
0,894	0,454	0,408	0,378

Igroscopicità



Anisotropia



Anisotropy

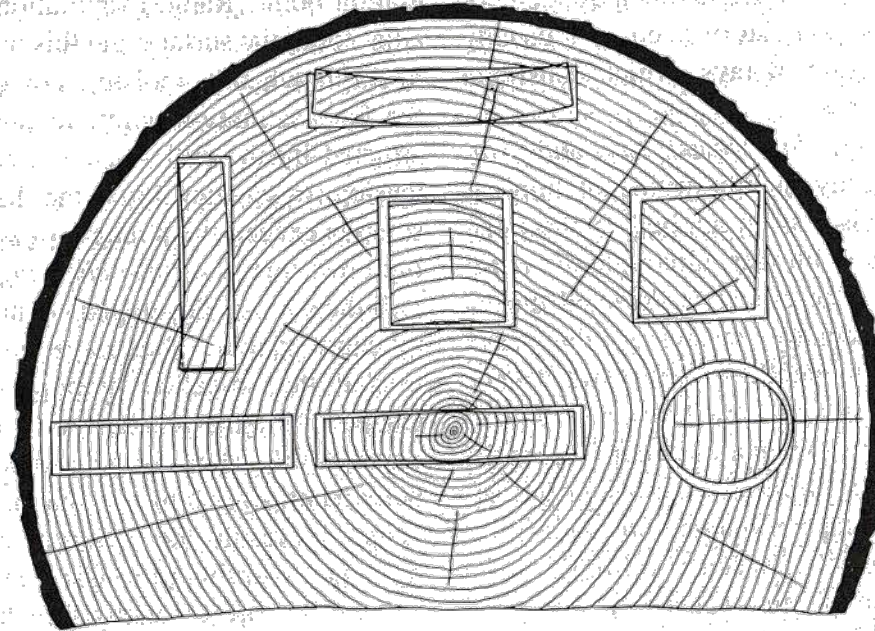


Figure 10-7. Change of shape of various cross-sections and warping due to differential radial and tangential shrinkage (Courtesy of U.S. Forest Products Laboratory.)

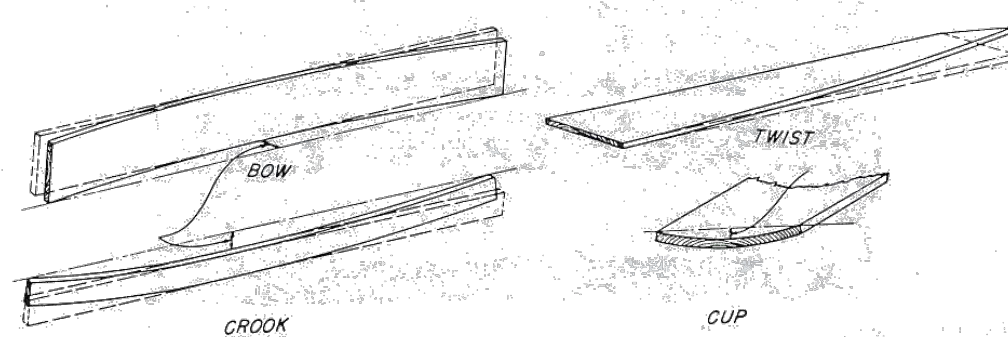


Figure 10-8. Types of warping. (Courtesy of U.S. Forest Products Laboratory.)

Anisotropy

Table 11-1. Mechanical Properties (SI units)^a

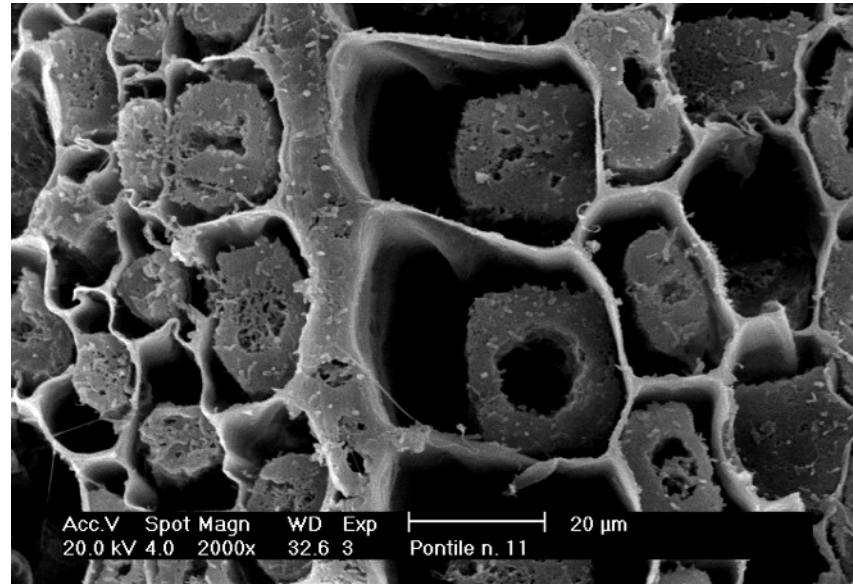
Species (North American)	Tension		Compression		Static bending		Shear	Hardness (side)	Toughness	
		⊥		⊥	MOR	MOE			R	T
	N/mm ²								Nm	
Baldcypress	—	1.9	44	6.2	73	9,940	6.9	2.3	—	—
Douglas-fir	130	2.3	51	6.0	83	13,660	8.0	3.2	22.6	40.8
Fir, white	—	1.8	37	4.1	64	9,520	6.4	2.1	14.7	22.6
Hemlock, western	—	2.1	43	4.7	69	10,280	8.1	2.4	15.8	23.8
Larch, western	134	3.0	56	6.8	96	13,520	9.7	3.7	23.8	38.5
Pine, loblolly	—	3.2	49	6.8	88	12,420	9.4	3.1	18.1	29.5
Pine, ponderosa	—	2.8	36	5.1	63	8,690	8.0	2.0	16.9	21.5
Pine, white, eastern	78	2.1	33	3.5	59	8,560	6.2	1.7	12.4	13.6
Red cedar, western	—	1.5	43	4.2	53	7,730	5.9	1.6	10.2	14.7
Redwood, old growth	—	1.7	42	5.9	69	9,250	1.5	2.1	10.2	15.9
Spruce, Engelmann	88	2.4	31	2.8	64	8,900	8.3	1.7	12.5	20.4
Alder, red	—	2.9	40	3.0	68	9,500	7.4	2.6	—	—
Ash, white	—	6.5	51	8.0	106	12,000	13.4	5.9	—	—
Aspen, quaking	—	1.8	29	2.6	58	8,100	5.9	1.6	—	—
Basswood, American	—	2.4	33	2.6	60	10,100	6.8	1.8	—	—
Beech, American	—	7.0	50	7.0	103	11,900	13.9	5.8	—	—
Birch, yellow	—	6.3	56	6.7	114	13,900	13.0	5.6	56.5	70.1
Cherry	—	3.9	49	5.9	85	10,280	11.7	4.2	—	—
Cottonwood, eastern	—	4.0	34	3.3	59	9,450	6.4	1.9	—	—
Elm, American	—	4.6	38	4.8	81	9,200	10.4	3.7	—	—
Hickory, mockernut	—	—	62	11.9	132	15,300	12.0	8.1 ^b	70.3	74.8
Maple, sugar	—	—	54	12.5	109	12,630	16.1	6.4	41.8	40.7
Oak, northern red	—	5.5	47	8.6	99	12,560	12.3	5.7	53.1	49.1
Oak, white	—	5.5	51	9.1	105	12,280	13.8	6.0	38.4	35.0
Sweetgum	119	5.2	44	4.6	93	11,320	11.0	3.8	29.4	29.4
Sycamore, American	—	5.0	37	4.8	69	9,800	10.1	3.4	—	—
Walnut, black	—	4.8	52	7.0	101	11,600	9.4	4.5	—	—
Willow, black	109	—	28	3.0	54	7,000	8.6	—	23.8	26.1
Yellow poplar	155	3.7	38	3.9	70	10,900	8.2	2.4	24.9	23.8

^aData based on small, clear specimens in air-dry condition (Ref. 73). Original data in lb/in², except hardness (lb) and toughness (in. lb). Equivalent English unit data in Table 11-1A (Conversion equivalents are given at the end of this book).

^bPecan hickory.

Biodegradabilità

batteri



insetti



organismi marini



funghi

Insetti

COLEOTTERI

- Le larve scavano gallerie e si nutrono di cellulosa ed amido
- Le gallerie sono piene di “rosume” (polvere)
- L’ insetto esce e lascia un “foro di sfarfallamento”
- L’ attacco può ripetersi (deposizione uova) nello stesso manufatto

ISOTTERI (termiti)

- *Reticulitermes* non rimane nel legno, lavora al buio
- Le altre specie rimangono nel legno ma non si vedono
- Danni molto gravi

Funghi

- Umidità del legno > 20% (strutture esterne o zone umide). Si fermano essiccando.
- Attaccano sia l' alburno che il durame (salvo il durame di alcune specie)
- L' attacco è normalmente localizzato ad una zona "umida" dell' elemento
- Diminuzione di resistenza totale, ma solo nella zona attaccata
- L' azzurramento (bluettatura) non provoca danni meccanici



Durabilità naturale delle principali specie legnose

Nome commerciale (Nome scientifico) ed origine	DURABILITÀ NATURALE						TRATTABILITÀ	
	Funghi	Hylutru- pes	Hespero- phanes	Anobidae	Lyctus	Termiti	alburno	durame
Abete bianco (<i>Abies alba</i> Mill.) Europa e Nord America	4	NR	R	NR	R	NR	4	4
Abete rosso (<i>Picea abies</i> Karst.) Europa	4	NR	R	NR	R	NR	4	4
Douglasia (<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco) Canada	3	NR	R	NR	R	NR	3	3
USA Europa	4	NR	R	NR	R	NR	2	3
Larice (<i>Larix decidua</i> Mill.) Europa	3	NR	R	NR	R	NR	2	3
Pino pece (<i>Pinus palustris</i> Mill. <i>P. taeda</i> L.) Nord America	3	NR	R	R	R	NR	1	3
Pino silano (<i>Pinus laricio</i> Poir.) Europa	4 - 5	NR	R	NR	R	NR	1	3
Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Europa	3 - 4	NR	R	NR	R	NR	1	3
Castagno (<i>Castanea sativa</i> Mill.) Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	2	4
Cerro (<i>Quercus cerris</i> L.) Europa	4	R	NR	NR	NR	NR	1	1
Faggio (<i>Fagus silvatica</i> L.) Europa	5	R	NR	NR	R	NR	1	4
Farnia (<i>Quercus robur</i> L.) Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	1	4
Pioppo (<i>Populus spp.</i>) Europa	5	R	NR	NR	R	NR	1	2
Rovere (<i>Quercus petraea</i> Liebl.) Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	1	4