

ESNE

Escuela Universitaria
de Diseño, Innovación
y Tecnología

Ciencia de Materiales

Grado en Diseño de Producto

Guillermo Filippone



Maderas

Los árboles y la madera

¿Cuál es el ser viviente más grande del mundo?

General Sherman
Sequoiadendron
giganteum

2.000 toneladas

1490 m³

2.000 años

Ramas: long. 30 m
diám. 2 m



83 m

11 m



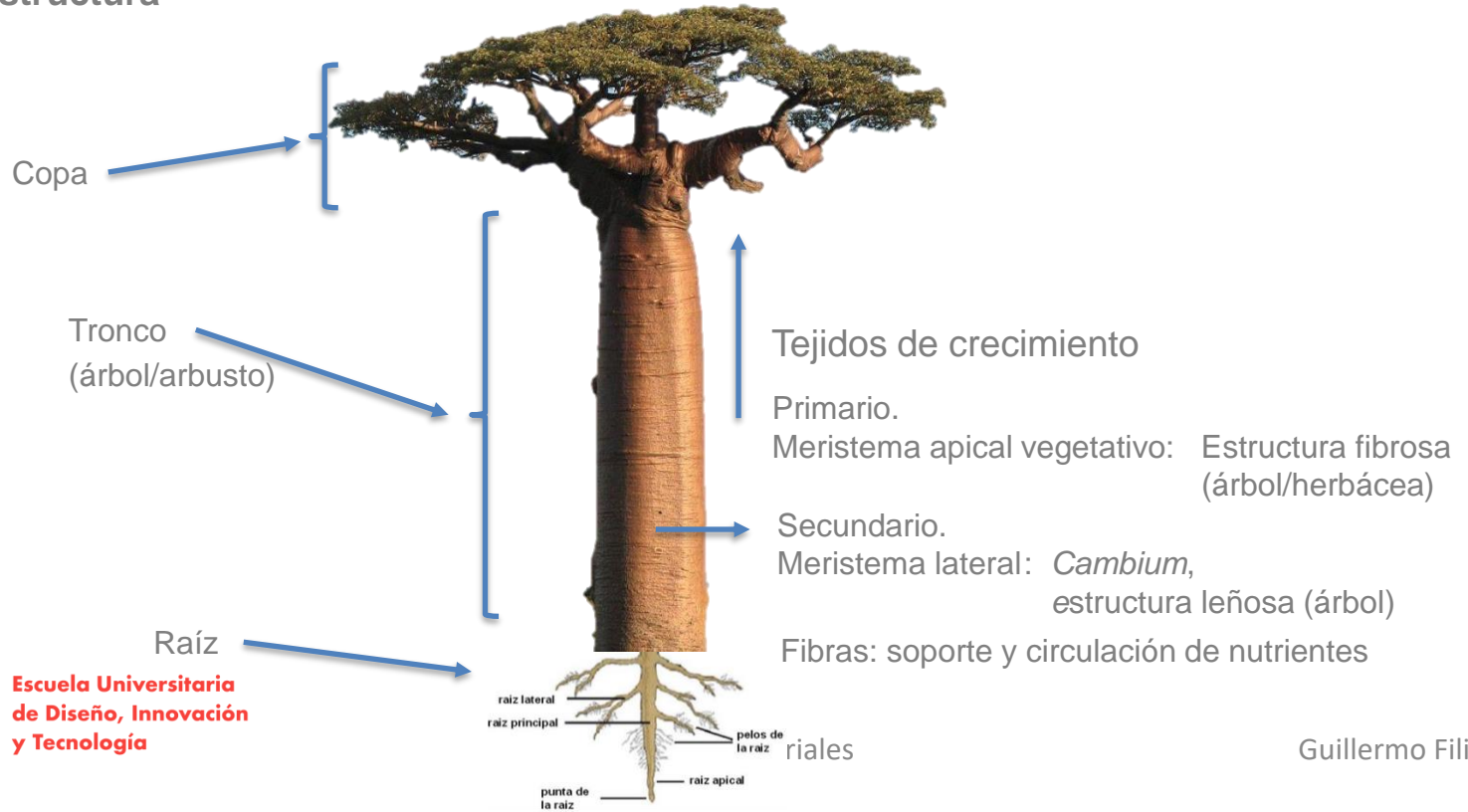
Height comparison of the Hyperion tree (iltwmt.com)

Hyperion

Los árboles y la madera

Características: resistente, flexible, combustible básico...

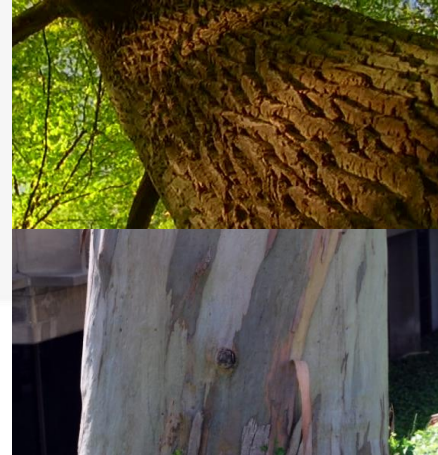
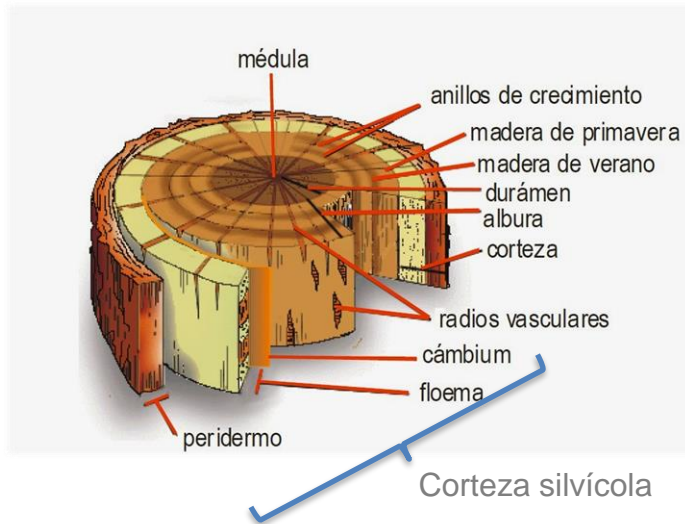
Estructura



Los árboles y la madera

Estructura

Componentes



Corteza persistente

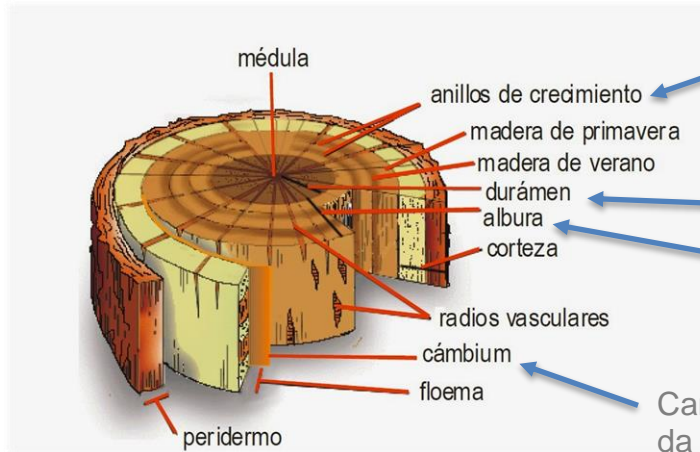


Corteza caediza

Los árboles y la madera

Estructura

Componentes



Anillos de crecimiento. Capa de xilema; desarrollo anual.

Durámen. Capa interna del xilema que ha cesado con el almacenamiento y la conducción; por lo común más oscuro que la albura activa.

Albura. Parte externa de la madera de un tallo (xilema) que con células vivas; conducción de agua y minerales. En general, de color más claro que el durámen.

Cámbium: genera el *xilema* que da lugar a la madera.

Los árboles y la madera

Estructura

Maderas duras

En general son árboles de hoja caduca con semillas enceradas (bellotas...), de crecimiento mas bien lento y madera densa: encina, roble, olmo, caoba, sicomoro, pero también madera de balsa.

Roble



Maderas blandas

En general son árboles de hoja perenne con semillas sin revestimiento, de menor calidad, menos vida útil y madera más delicada.
(abetos, alerces, secoya, cedros, pinos...)

Cedro



Los árboles y la madera

Caracteres estéticos

Color.

Colorantes (*xilicromas*) que impregnan las células: resinas, gomas, derivados tánicos, colorantes (blanco, marrón oscuro, rosado, verdoso, ocre, amarillento...) En regiones frías predominan colores claros.

Olor.

Son producidos por sustancias volátiles (resinas, aceites...), y se manifiesta sobre todo cuando la madera está recién cortada.

Veteado.

Revela las características leñosas de cada tipo de madera:

- Arcos superpuestos o floreado
- Franjas paralelas o rayado
- Jaspeado
- Espigado
- Acaobado
- Veteado irregular

Grano/textura.

Grano: alineamiento del desarrollo de los componentes del leño, en especial los alargados (recto, oblicuo, ondulado, entrecruzado...).

Textura: tamaño de los elementos del leño.



Los árboles y la madera

Usos de la madera

Energético

Combustible en forma de leña, carbón, *chips* (virutas) o *pellets* (aglomerado de virutas).

Madera redonda (postes)

Pueden ser sin tratar (maderas resistentes como la acacia blanca) o tratados (eucalipto, álamo...) con sustancias que los protegen contra hongos e insectos (creosota, sales hidrosolubles).

Madera desmenuzada

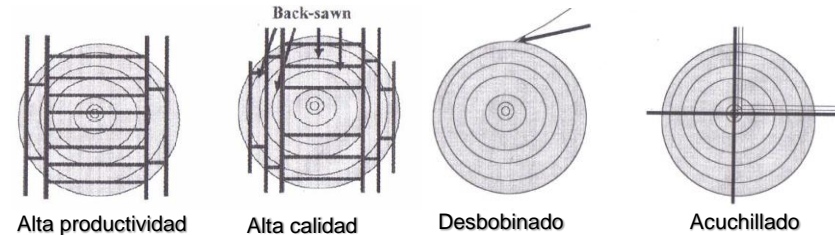
Para uso celulósico. Pueden ser de fibra larga (coníferas) o corta (eucaliptos, sauces, álamos...).

Para tableros. Fibra de alta densidad (HDF), media (MDF) o de virutas (OSB).

Cortada.

Puede ser cortada con sierras (alta *productividad* para cajones, alta *calidad* para muebles) o con cuchillas

(*desbobinado*, para laminados, o *acuchillado*, para chapas decorativas).



Alta productividad

Alta calidad

Desbobinado

Acuchillado

Fuente: Manual de reconocimiento de maderas, Barañao, Penon, UNLu, 1994

Características físicas

Anisotropía.

Por su estructura, sus propiedades cambian según el eje o plano considerado: *tangencial*, *radial* y *longitudinal*.

Contracción.

La madera es higroscópica, contiene agua de la savia:

$$C_{\text{humedad}} = (\text{Peso}_{\text{agua}} / \text{Peso}_{\text{madera-seca}}) \cdot 100$$

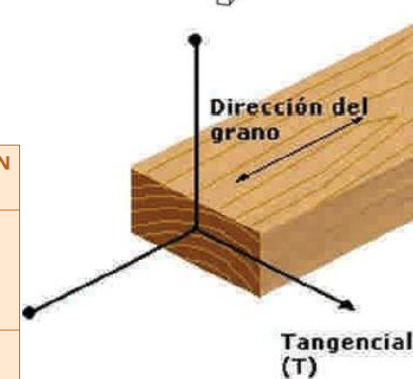
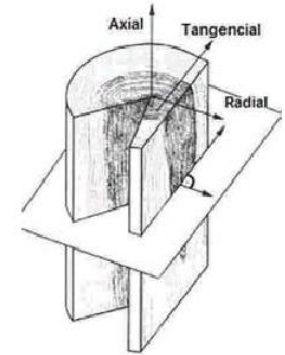
$$\text{Peso}_{\text{agua}} = \text{Peso}_{\text{madera-húmeda}} - \text{Peso}_{\text{madera-seca}}$$

Recién cortada puede contener 80 % de humedad (puede superar el 100 %).

Al cambiar la humedad, la madera cambia de volumen.

- Madera en *verde*: ha entregado toda el agua *libre* (solo queda la del interior de las células) y alcanza la *humedad de equilibrio* (pto. saturación de la fibra, PSF, aprox. 30 %).
- Madera *seca*, secada en cámara. Evapora agua de las células. Menos del 15 %.

La contracción es diferente según la especie y los ejes considerados.



HUMEDAD	DIMENSION	CONTRACCION %
Verde -12%	Tangencial	4,0
	Radial	2,0
	Longitudinal	0,1
	Volumétrica	6,0
Verde-Seco en cámara	Tangencial	7,0
	Radial	3,4
	Longitudinal	0,2
	Volumétrica	10,5

Fuente: Manual La Construcción de viviendas en madera, Corma.

Características físicas

Propiedades eléctricas.

La madera anhidra es un excelente aislante eléctrico, capacidad que disminuye con la humedad.

$$C_{\text{agua}} = 0 \% \rightarrow \text{a } 30 \%$$
$$\rho = 10^{16} \Omega\text{m} \rightarrow \text{a } 10^4 \Omega\text{m} \text{ (resistividad)}$$

Propiedades acústicas.

La madera un buen aislante acústico. Su estructura celular porosa absorbe energía sonora en que se disipa en forma de calor.



Características físicas

Propiedades térmicas.

- La *conductividad* (capacidad para transmitir calor) de la madera está relacionada con la humedad, ya que cuanto más seca, las cavidades interiores están más llenas de aire.
- *Calor específico* (cantidad de calor necesario para que 1 g de madera aumente 1º C): es 50% mayor que en el aire y 4 veces mayor que en el cobre.

La combinación de estos aspectos hace de la madera un material que absorbe calor lentamente.

- *Dilatación térmica*. Coeficiente bastante bajo, es un material adecuado para absorber tensiones por dilataciones térmicas.
- *Impregnabilidad*. Capacidad de la madera de introducir y mover líquidos en su interior.

Norma EN 350-2:

- 1 (Totalmente absorbente)
- 2 (Bastante absorbente)
- 3 (Poco absorbente)
- 4 (No absorbente)



Características físicas

Raíces

- Artesanía
- Construcción



Características físicas

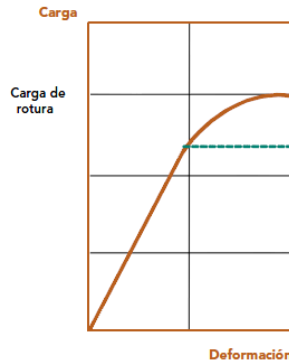
Propiedades mecánicas.

La madera se suele ensayar para dos estados de humedad: > 30% (en verde), y 12% (seca al aire).

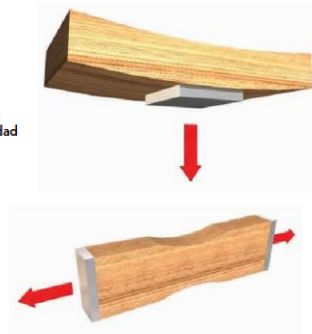
Compresión: Paralela y Normal a las fibras

Tracción : Paralela y Normal a las fibras

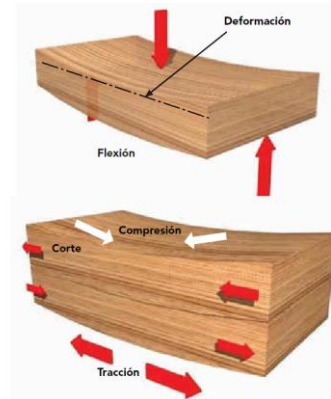
Flexión.



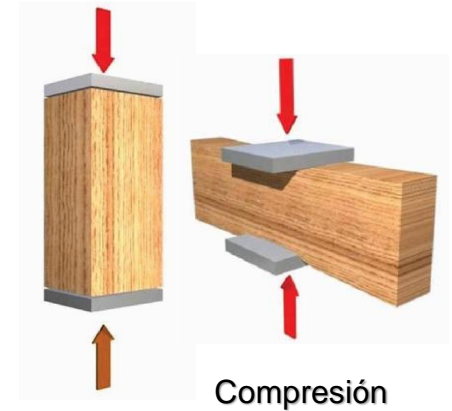
Carga en el límite de proporcionalidad



Tracción



Flexión



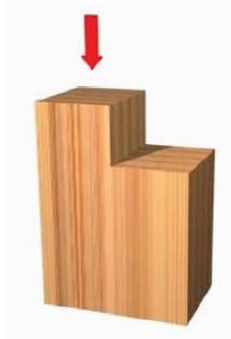
Compresión

Características físicas

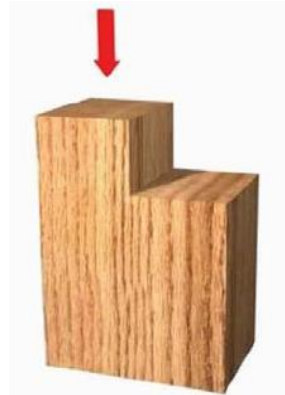
Propiedades mecánicas.

Cizalladura: Paralela radial y tangencial

Clivaje: tangencial y radial



Cizalladura
Paralela tangencial



Paralela radial



Clivaje
Tangencial



Radial

Características físicas

Propiedades mecánicas.

Dureza: resistencia a la penetración.

Tenacidad: resistencia a la rotura frente a carga instantánea.



Tenacidad



Dureza

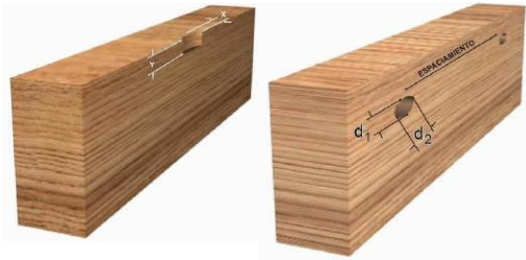


Extracción de clavo

Características físicas

Defectos

Propios



Agujeros y nudos sueltos

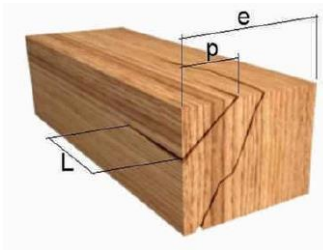


Inclusión de médula

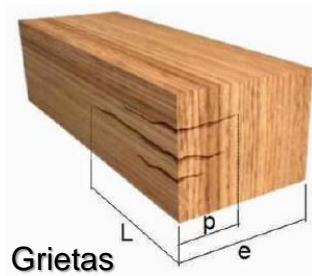


Alabeo

Putrefacción
Colapso por secado...



Rajaduras



Grietas



Acebolladura

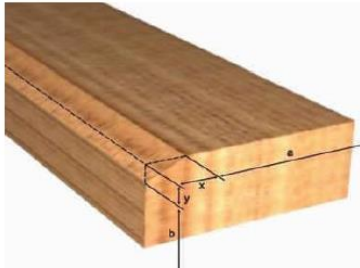


Huecos o bolsillos:
corteza/resina

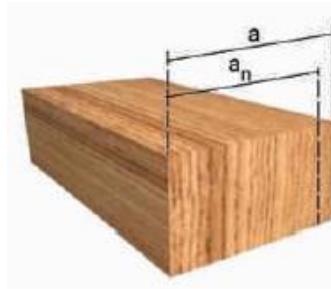
Características físicas

Defectos

Por elaboración



Arista faltante o
canto muerto



Falta de escuadra/
Sobredimensión



Falta de material por cepillado

Marcas, grietas, rajaduras de sierra
Astillamiento
Cepillado irregular, ondulado o incompleto
Manchas/quemado

Propiedades

Densidad

Descripción	Densidad (kg/m ³)	Ejemplos
Madera ligera	<500	Balsa
Madera medio ligera	500-599	Abeto, cedro y aliso
Madera de peso medio	600-699	Pino insigne, caoba
Madera pesada	700-799	Haya y roble
Madera muy pesada	>800	Wenge

Propiedades

Resistencia mecánica

Resistencia (Mpa)	Coníferas (maderas blandas)	Fronosas (maderas duras)
Flexión	14 – 50	18 - 70
Tracción paralela	8 – 30	11 – 42
Tracción perpendicular	0,4	0,6
Compresión paralela	16 – 29	18 – 34
Compresión perpendicular	2 – 3	7,5 – 13,5
Cortante	3 – 4	3,4 - 5
Módulo de elasticidad (GPa)		
Paralelo	7 – 16	9,5 - 20
Perpendicular	0,2 – 0,5	0,6 – 1,33

Maderas comerciales

Tipos y características

Serrada y cepillada
Serrada verde
Serrada seca
Cepillada seca

Molduras
Interiores
Exteriores
Techos
Suelos
Horizontales
Molduras decorativas
Balaustradas
Cornisas
Junquillo
Esquineros...

Madera reconstituida
Tableros estructurales
No estructurales

Contrachapados (Plywood)
Fibras orientadas (OSB)
Fibras (HDF, MDF)
De partículas (aglomerado)

Ejemplo de dimensiones

DIMENSION NOMINAL (mm)	DENOMINACION COMERCIAL (adimensional)
13	1/2
19	3/4
25	1
38	1 1/2
50	2
63	2 1/2
75	3
88	3 1/2
100	4
125	5
150	6
175	7
200	8
225	9
250	10



Referencias

- Manual para la identificación de maderas. Barañao, J.J., et al. UNLuj
- Manual Construcción de viviendas en madera, Corma.
<http://tecniciv.blogspot.com/2012/10/manual-de-la-cosnstruccion-en-madera.html>
- Manual técnico de formación para la caracterización de la madera estructural.
http://normadera.tknika.net/inicio_tknikamadera
- UNE EN 14081-1. Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE EN 15228. Madera estructural. Madera estructural tratada con un producto protector contra los ataques biológicos.
- EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

FIN

Muchas gracias

The logo for ESNE (Escuela Universitaria de Diseño, Innovación y Tecnología) is located in the center-right of the slide. It features the acronym "ESNE" in a bold, red, sans-serif font, with a thick red horizontal line underneath. To the right of the acronym, the full name "Escuela Universitaria de Diseño, Innovación y Tecnología" is written in a smaller, red, sans-serif font, arranged in three lines.

ESNE Escuela Universitaria
de Diseño, Innovación
y Tecnología