

BLOQUE III. MATERIALES.

MATERIA: TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I.

TEMA 15. LA MADERA.

ÍNDICE:

1. LOS ÁRBOLES.
 - 1.1. Clasificación.
2. LA MADERA.
 - 2.1. Formación.
 - 2.2. Los anillos de crecimiento.
3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MADERA.
 - 3.1. Sustancias presentes en la madera.
 - 3.2. Destilación seca.
4. PROPIEDADES DE LA MADERA.
5. CLASIFICACIÓN DE MADERAS.
6. OBTENCIÓN DE LA MADERA.
 - 6.1. Aserrado y secado.
 - 6.2. Técnicas de corte de las piezas.
 - 6.3. Acabado superficial de la madera.
7. MADERAS ARTIFICIALES.
 - 7.1. Chapado.
 - 7.2. Contrachapado.
 - 7.3. Aglomerados.
 - 7.4. Tablero prensado.
8. DERIVADOS DE LA MADERA.
 - 8.1. Obtención del papel.
 - 8.2. El papel reciclado.
9. IMPACTO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN DE LA MADERA.
10. ACTIVIDADES DE SÍNTESIS.
11. RECURSOS WEB.
12. BIBLIOGRAFÍA.



Todo nuestro entorno es una *vivencia de madera*. Los muebles o el suelo de nuestra casa, las puertas, algunos elementos de construcción...; maderas como decoración de paredes, maderas en postes «de la luz» o «del teléfono», maderas para las traviesas del ferrocarril, postes de madera en la entibación de minas, madera en las fábricas de celulosa; árboles en jardines y parques... La humanidad ha usado la madera desde tiempos prehistóricos, mucho antes de que utilizara la piedra y, por supuesto, los metales. Y por ese destino tan arraigado en el progreso humano, no siempre se ha sabido utilizar de modo responsable.

La tala incontrolada de bosques, la irresponsabilidad ante las necesarias repoblaciones forestales, el uso salvaje del fuego... están influyendo de manera decisiva en la naturaleza y contribuyendo a su deterioro.

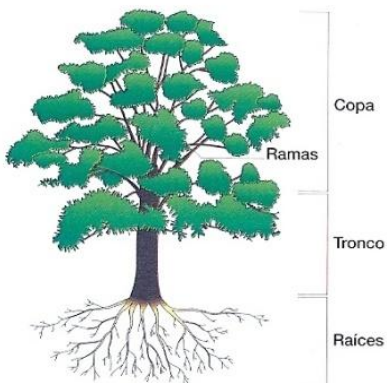
¿Cómo obtener la madera?, ¿cómo tratarla con fines de utilidad?, ¿cómo responsabilizarnos ante los problemas de deforestación?...

1. LOS ÁRBOLES.

Desde un punto de vista botánico pueden entenderse los árboles como plantas leñosas, de tallo sencillo y normalmente desnudo en su base, que logra alcanzar alturas relativamente grandes con ramificaciones más o menos acusadas. Prescindiendo de las partes subterráneas del árbol, las raíces -que en algunos casos también tienen aplicación como aporte de madera-, destacan en la zona aérea dos aspectos importantes:

- El **tronco**, o parte indivisa del tallo.
- La **copa**, que engloba todo el conjunto de ramaje, hojas, flores y frutos.

El crecimiento en longitud y en diámetro de un tronco depende de muchos factores, entre los que destacan, aparte de la propia **especie botánica** a que pertenece la planta, los **climáticos** (humedad, temperatura, luz...), las **características del suelo** (arcilloso, calcáreo, bien o mal abonado...) y los **tratamientos** a que fue sometido (podas, prevención de enfermedades, eliminación de parásitos...).

	 El clima y el suelo influyen en el crecimiento de los árboles.	La edad de los árboles La vida de un árbol varía muchísimo de una especie a otra; asimismo, está en función de las condiciones del terreno y climáticas donde se cultiva. Hay especies que viven entre 20 y 30 años, y otras cuya existencia se prolonga durante varios siglos. He aquí algunos ejemplos: <table><tr><td>Ciprés y tejo</td><td>3000 años</td></tr><tr><td>Castaño</td><td>2000 años</td></tr><tr><td>Abeto</td><td>1200 años</td></tr><tr><td>Tilo</td><td>1000 años</td></tr><tr><td>Álamo blanco</td><td>500 años</td></tr><tr><td>Haya</td><td>300 años</td></tr><tr><td>Fresno</td><td>250 años</td></tr></table>	Ciprés y tejo	3000 años	Castaño	2000 años	Abeto	1200 años	Tilo	1000 años	Álamo blanco	500 años	Haya	300 años	Fresno	250 años
Ciprés y tejo	3000 años															
Castaño	2000 años															
Abeto	1200 años															
Tilo	1000 años															
Álamo blanco	500 años															
Haya	300 años															
Fresno	250 años															

1.1. Clasificación.

De acuerdo con la aplicación a la que se destinan, los árboles pueden ser: **de adorno, medicinales, frutales y maderables**, siendo estos últimos los más importantes desde el punto de vista tecnológico.

2. LA MADERA.

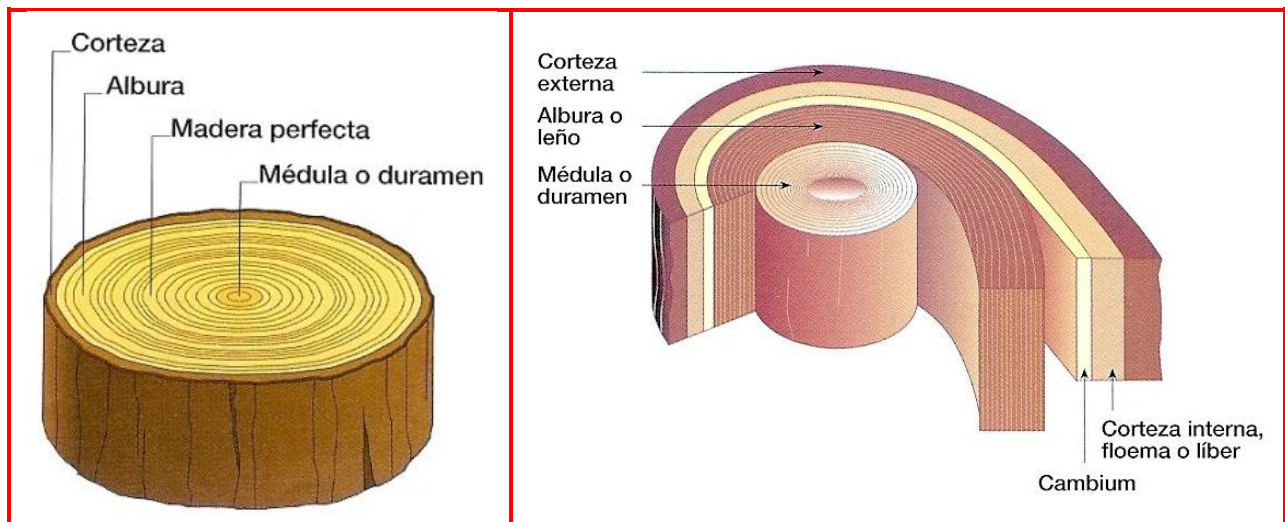
Por madera se entiende la parte sólida de los árboles que se encuentra debajo de la corteza. O, matizando un poco más el concepto, la madera es el conjunto de tejidos, de cierta dureza, que constituyen la mayor parte del tronco y de las ramas de un árbol.

Sus aplicaciones más importantes son:

- Como **combustible**.
- Como materia prima en la **fabricación de enseres** domésticos (mesas, armarios, arcas, sillas, artesas, fuentes, estanterías...).
- Como **material de trabajo artístico** (tallas...).
- Como **material secundario** de construcción (puertas, ventanas).
- Como **material primario** de construcción (casas, hórreos, vigas).
- Como materia prima para la **obtención de productos derivados** (papel, celulosa, fibras textiles...).

2.1. Formación.

Si diéramos un corte transversal a un tronco de árbol distinguiríamos en él las siguientes zonas:



- La **médula o duramen**, formada por células muertas que debido a una serie de procesos químicos están muy lignificadas. En general, es de color oscuro y ofrece un aspecto seco y duro.
- La **albura o leño**, de aspecto más blanquecino, formada por células vivas (al menos en su parte más exterior), es responsable de la circulación de la savia bruta desde la raíz del árbol hasta todas las partes aéreas. Durante el crecimiento activo del árbol las células interiores de la albura se mueren y pasan a engrosar el duramen.
- El **cambium**, capa de células vivas situada entre la albura y la corteza interna, y que durante el crecimiento da lugar a la formación de la albura y a nuevas células de la corteza interna (líber o floema).
- La **corteza interna, floema o líber** por donde circula la savia elaborada; está formada por células que poco a poco se transforman y se desplazan al exterior formando la corteza externa.
- La **corteza externa**, constituida por una capa de células muertas, que protege al árbol contra las inclemencias climáticas y del ataque de insectos y de microorganismos parásitos.

En lo que a la madera se refiere, desde un punto de vista industrial únicamente interesan la albura y el duramen; de ahí que, en la mayoría de los casos, sea el **descortezado** la primera operación que exige el tratamiento de la madera dispuesta ya para su aserrado.

2.2. Los anillos de crecimiento.

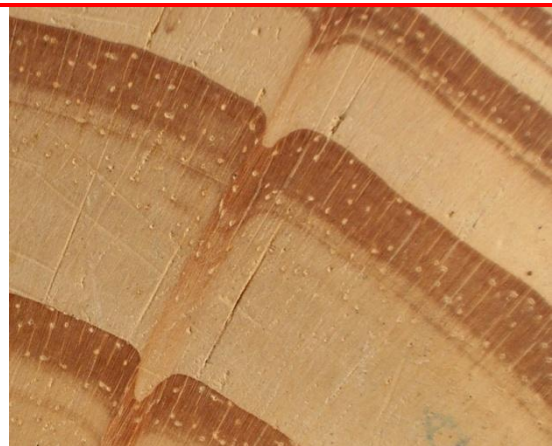
El aumento en grosor de un tronco es generalmente periódico y se manifiesta en una serie de capas o anillos de crecimiento anual, muy visibles a simple vista cuando se efectúa un corte transversal del tronco. Estos anillos son tanto más acusados cuanto más cercano a la raíz se haya efectuado el corte.

El porqué de la aparición de estos anillos de crecimiento, que son muy típicos de los árboles de zonas templadas, se debe a lo siguiente:

- Durante la **primavera** las células que forman el leño son más anchas y gruesas, dando origen a una madera más blanquecina y menos dura.
- Durante el **otoño** las células que dan origen al leño son muy estrechas y de paredes más lignificadas; de ahí que su color sea más oscuro y la dureza sea también mayor.

Los leños de primavera son más ligeros y más porosos que los de otoño; en éstos la madera es más dura y densa.

No existen anillos de verano o de invierno, porque durante estas épocas el árbol experimenta un detenimiento en su desarrollo en grosor.



En esta fotografía se observan alternadamente las bandas claras de la madera temprana (primavera) y oscuras de madera tardía (verano). Los puntos blancos son canales de resina muy abundante en esta especie del grupo de los pinos resinosos. Cerca del centro la inserción de una rama. (Las rayas son defectos del pulido).

El color de la madera.

En algunos árboles, al formarse el duramen, se acumulan en él ciertas sustancias resinosas o gomosas que le dan una coloración más oscura que la de la albura; en ocasiones, además, se forman sustancias colorantes que, en general, se manifiestan con más intensidad en las maderas de árboles tropicales. Estas maderas, como la de caoba, gozan de gran aprecio en el mercado.

El olor de la madera.

Hay maderas que desprenden un olor característico, que es consecuencia del que poseen las sustancias presentes en sus células. Tal es el caso del clásico olor a resina en los pinos, del olor a eucalipto en el árbol que lleva su mismo nombre, del agradable olor de la madera de sándalo...

En algunos casos, como en el del roble o el castaño, el olor únicamente se aprecia durante el corte de la madera (aunque ya esté seca); en otros, es prácticamente permanente.

Las maderas de olores muy penetrantes no deben usarse como combustible doméstico, pues transfieren a los alimentos tales olores y modifican sus cualidades organolépticas.

3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MADERA.

La madera es una sustancia orgánica y, en consecuencia, en su composición química elemental intervienen aquellos elementos propios de la materia viva: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno... Existen, además, ciertas sustancias minerales que al quemar la madera dan origen a las cenizas.

El valor promedio de C, H, O, N y cenizas oscila entre estos parámetros, en muestras de madera seca:

CARBONO	50-57%
HIDRÓGENO	6-6,5%
OXÍGENO	37,5-43%
NITRÓGENO	1,0-1,5%
CENIZAS	0,25-0,27%

En realidad, la madera contiene una proporción de agua muy acusada, cuyos valores varían entre límites muy dispares que dependen de la propia especie botánica del árbol, de la edad, de la estación climática en que se haya efectuado el corte, etc.

En términos muy generales, el porcentaje de agua existente en la madera abarca desde un 25% hasta casi un 62%; la albura contiene más agua que el duramen, de ahí que los árboles cortados en primavera-verano contengan más agua que los cortados en otoño-invierno.

3.1. Sustancias presentes en la madera.

Las células y tejidos vegetales que constituyen la madera contienen, en proporción muy variable, dos sustancias importantísimas: **celulosa y lignina**; admitiéndose, como valores medios, un porcentaje de 47-62% para la celulosa y un 38-52% para la lignina.

Existen, además del agua ya citada, otros componentes orgánicos y minerales como pueden ser azúcares, féculas, gomas, resinas, sustancias tánicas, materias colorantes, etc.

3.2. Destilación seca.

Sometiendo la madera finamente dividida (aserrín o serrín) a la acción del calor fuera del contacto del aire, del oxígeno, -operación denominada **destilación seca**-, pueden obtenerse una serie de productos, algunos de los cuales tienen cierta importancia industrial. Entre los más frecuentes figuran:

- Vapor de agua, dióxido de carbono y monóxido de carbono (subproductos).
- Ácidos fórmico (metanoico) y acético (etanoico).
- Alcohol metílico (metanol).
- Hidrocarburos (benceno, parafinas...).
- Fenoles (cresol, guayacol, pirocatequina...).
- Alquitraneos.

La colada.

Antiguamente existía la costumbre de blanquear la ropa, una vez lavada, disponiéndola sobre un recipiente agujereado y, cubierta con un paño permeable, verter sobre ella agua caliente impregnada de cenizas de madera. Esta agua (lixia o yisía) se vertía de nuevo sobre la ropa hasta conseguir su total blanqueo.

¿Qué es la lignina?

Las fibras de celulosa de la madera se encuentran unidas por una sustancia polímera que recibe el nombre de lignina. Este término proviene del latín *lignum*, que significa madera. Se obtiene en grandes cantidades como subproducto de la fabricación del papel y se utiliza como vulcanizante y en la síntesis de plásticos, alcoholes, insecticidas, etc.

La dureza de la madera.

En el caso de la madera, el término dureza puede inducir a engaño, pues existen maderas duras que se pueden trabajar fácilmente. De hecho, la mayor parte de las maderas duras se trabajan mejor a máquina y su acabado decorativo es superior al de las maderas blandas.

4. PROPIEDADES DE LA MADERA.

A la hora de considerar las propiedades de la madera, debemos tener presente que ésta es un material natural que procede de los árboles, cuyo crecimiento depende tanto de las condiciones meteorológicas como del suelo en el que se asientan. Esto da lugar a unos intervalos muy amplios en los valores numéricos de las propiedades, hasta el punto de que incluso trozos de madera de un mismo árbol posean propiedades muy diferentes.

• **Densidad.** En general, las maderas suelen ser menos densas que el agua, con valores que oscilan entre $0,4 \text{ kg/dm}^3$ y $0,95 \text{ kg/dm}^3$; de ahí que floten en ella y, por esta causa, en muchas zonas se facilita su transporte formando haces de troncos que siguen el curso de un río flotando en él. Entre las maderas más densas figuran las de encina y roble, las de olivo, las del manzano y cerezo... y entre las más ligeras, las de aliso, tilo y pino.

• **Dureza.** La dureza de una madera suele estar relacionada con su estructura histológica, y con la mayor o menor presencia de agua y de aire entre sus células y tejidos. En general, los árboles de crecimiento lento dan origen a maderas más duras; los de crecimiento rápido, a maderas más blandas.

Según su dureza, las maderas suelen clasificarse así:

- **Extremadamente duras;** por ejemplo: ébano.
- **Muy duras;** por ejemplo: almendro, tejo.
- **Bastante duras;** por ejemplo: fresno, cerezo, olmo.
- **Algo duras;** por ejemplo: haya, roble, nogal, castaño.
- **Blandas;** por ejemplo: abeto, pino, aliso, abedul.
- **Muy blandas;** por ejemplo: tilo, álamo.

En general, las **maderas blandas** corresponden a **árboles resinosos de hoja perenne, suelen ser de color blanquecino y son fáciles de trabajar.**

Las **maderas duras** corresponden a **árboles de hoja caduca, frecuentemente son de color oscuro y su trabajo ofrece mayor dificultad.**

- **Brillo.** Hay maderas que, una vez pulidas, presentan una superficie lisa y brillante que las hace muy apreciadas. Tal es el caso de la acacia.

- **Conductividad térmica y eléctrica.** Todas las maderas poseen una escasa conductividad, tanto térmica como eléctrica; de ahí sus aplicaciones como aislantes térmicos (por ejemplo: casas de madera en países fríos, mangos de madera en recipientes que han de calentarse, conductores...).

Las maderas ricas en agua son mejores conductores (aunque siempre malos) que las secas; si, además, pertenecen a árboles de tronco afilado (copa cónica) son muy sensibles a la acción del rayo (pino, eucalipto, chopo, abeto, roble...).

- **Propiedades mecánicas.** Son las que más interesan desde un punto de vista técnico; en general, guardan relación con la resistencia que ofrece la madera a los esfuerzos mecánicos de compresión, tracción, flexión y cizalladura.

En términos generales, la madera resiste mayores esfuerzos de tracción y de compresión en dirección paralela a las fibras que perpendicularmente a ellas; al contrario de lo que sucede en la cortadura o cizalladura: es más fácil desgarrar las fibras que cortarlas. Por otra parte, la resistencia de la madera a la tracción es mayor que a la compresión.

- **Acción del agua.** La madera, al secar, se encoge (disminuye de volumen) y vuelve a recuperar el volumen primero si de nuevo se encuentra sometida a ambientes húmedos. La contracción de volumen, al secar, suele ser del 0,1% en la dirección de las fibras y del 10% en la dirección de los anillos de crecimiento anual. Cuando la madera encoge o se dilata por la acción del agua, experimenta diversos defectos que se traducen en hendiduras o abombamientos, detalle que hay que cuidar extremadamente en muchísimos casos (suelos, vigas, etc.).

5. CLASIFICACIÓN DE MADERAS.

Dentro de los árboles maderables (o forestales) suelen distinguirse los llamados **frondosos**, como el roble, abedul, haya o castaño, cuyo contenido en resinas es nulo o muy bajo; y los denominados **coníferos**, como el pino o abeto, de alto contenido en resinas y con hojas aciculares.

Las **maderas de coníferas**, suelen ser blandas y de gran resistencia; son duraderas, admiten bien la pintura y tienen un coste no muy alto. Su destino más importante es la construcción.

Las **maderas de frondosas duras**, como el roble o el haya, tienen gran dureza y duración; se destinan a la construcción y a la carpintería de taller.

Las **maderas de frondosas blandas**, como abedul, aliso, álamo o tilo, se emplean para la talla o como alma de madera contraplacada (chapada).

De acuerdo con el destino industrial, se distinguen:

- **Maderas para construcción:** cubiertas y techos, vigas, suelos, marquetería de puertas y ventanas...; así como material auxiliar para encofrado de hormigones, soporte de suelos durante el fraguado...

- **Madera de minas**, para proteger la excavación (entibar, consiste en apuntalar, fortalecer con maderas y tablas las excavaciones que ofrecen riesgo de hundimiento) ante posibles derrumbes; suele utilizarse pino o eucalipto.

- **Maderas para postes**, especialmente utilizadas en tendidos eléctricos y telefónicos.

- **Maderas para carpintería** de taller con aplicaciones en la fabricación de muebles, ebanistería, etc.

- **Maderas para la obtención de celulosa** con destino principal a la fabricación de papel.

Atendiendo a su calidad, se distinguen tres categorías:

- **Categoría extra o A**, que engloba aquellas maderas sanas, de fibra recta, bien lignificadas, sin nudos y sin defectos de fuego, heridas o ataques de parásitos.
- **Categoría buena o B**, que corresponde a maderas sanas, suficientemente lignificadas, con pocos nudos y, asimismo, con pocos defectos.
- **Categoría baja o C**, que comprende aquellas maderas de mucha albura, con nudos excesivos, piezas enfermas o con podredumbre, zonas con ataques de parásitos, etc.

La elección de una categoría u otra depende de muy diversos factores, y siempre estará condicionada por:

- La aplicación concreta a que se destine y a las características que exija.
- La existencia o no en el mercado de ese tipo en concreto.
- Las disponibilidades económicas del consumidor y del precio de la madera en el mercado.

Duración de la madera.

La madera es un material de larga vida; tanto, que si se preserva del ataque de parásitos o de hongos su duración se alarga a cientos o miles de años. Entre las maderas que mejor resisten el paso del tiempo destacan el nogal, la caoba, la teca, el cedro y la secuoya; otras, como el pino o el eucalipto, tienen una vida mucho más reducida y son más sensibles a la polilla, a las termitas y a la podredumbre.

La impregnación con creosota o con cloruro de cinc, el tratamiento superficial con barnices y pinturas, o la aplicación de antiparasitarios y fungicidas suelen ser los métodos más frecuentes para proteger a la madera y alargar su duración.

El eucalipto.

Es el eucalipto (el más frecuente es el *Eucalyptus globulus*) una de las especies forestales de crecimiento más rápido y que, junto con el pino, representa casi un 75% de la producción maderera del norte de España.

Planta de origen australiano, fue introducida en la Península a finales del siglo XIX casi exclusivamente como planta o árbol ornamental. Perfectamente aclimatada en un suelo fértil, húmedo y de temperatura suave, ha hecho que el norte español sea la mancha forestal de esta especie más importante de Europa.

6. OBTENCIÓN DE LA MADERA.

El punto de partida, lógicamente, es el **bosque** (sea natural o producido artificialmente) donde, en un primer paso, hay que proceder a la **tala** de los árboles. Teniendo en cuenta que el arbolado es una fuente renovable de materias primas, las talas deben efectuarse en períodos tales que no perjudiquen al normal crecimiento del árbol y respetando siempre aquellos ejemplares que aún no han conseguido su desarrollo ideal.

Las talas han de realizarse de una forma selectiva, eligiendo una de las maneras siguientes:

- Talando todos los árboles de una zona del bosque, la cual se repoblará a continuación con plantas de semillero.
- Talando zonas más amplias, dejando algunos árboles repobladores.
- Talando los árboles de mayor tamaño, dejando los menos vigorosos. Antiguamente la tala se efectuaba por tala manual de los árboles; en la actualidad se utilizan motosierras.

Una vez talados los árboles se procede a eliminarles el ramaje y, en algunos casos, la corteza exterior; finalmente se trocean los troncos que, así, quedan dispuestos para su transporte.

Esto exige vehículos de gran adaptabilidad al terreno y de suficiente capacidad de carga. Por otra parte, la circulación de tales vehículos supone la construcción de pistas que, en la medida de lo posible, causen un mínimo deterioro al bosque.

6.1. Aserrado y secado.

Estas operaciones se llevan a cabo en las llamadas **serrerías o aserraderos** y, normalmente, exigen estos pasos:

- **Descortezado** de las piezas, para eliminar las cortezas exterior e interior.
- **Tronzado** en piezas de longitudes adecuadas y de grosor determinado; las formas y tamaños de las piezas más frecuentes en el mercado se detallan en el cuadro siguiente:

FORMAS COMERCIALES DE LA MADERA.				
Designación	Sección	Largo (m)	Ancho (cm)	Grueso (cm)
VIGAS	Rectangular	4 - 10	20 - 35	15 - 25
VIGUETAS	Cuadrada	Hasta 5	8 - 15	8 - 15
TABLONES	Rectangular	2 - 10	10 - 30	5- 10
LISTONES	Rectangular	Indeterminado	5 - 8	2 - 4
LISTONCILLOS	Rectangular	Indeterminado	2 - 4	1 - 2
TABLAS	Rectangular	Indeterminado	10 - 30	1 - 3 mm
REGRUESO	Rectangular	Indeterminado	Indeterminado	4 - 10 mm
CHAPAS	Rectangular	Indeterminado	Indeterminado	0,3 - 5 mm

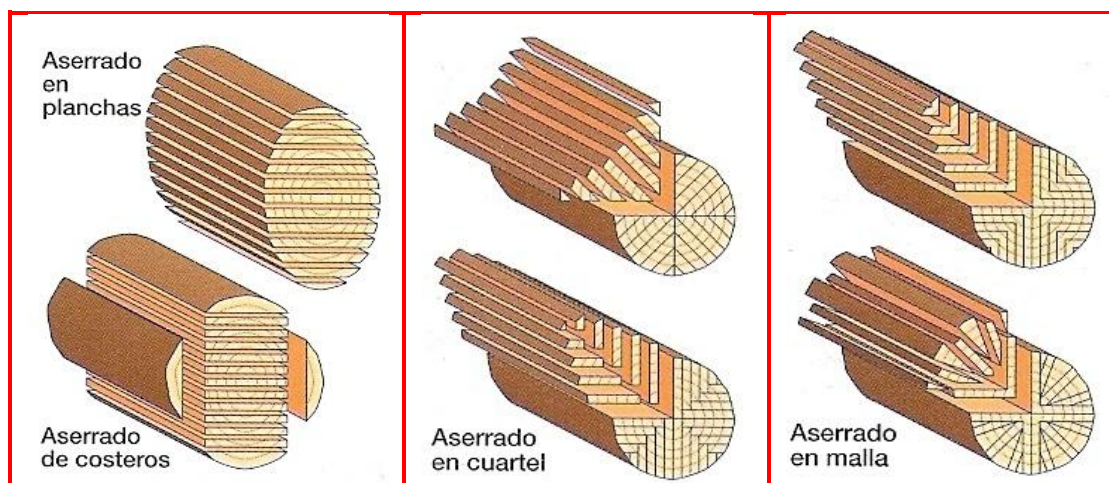
El **secado** es la última operación que tiene lugar en este proceso. Puede realizarse de forma natural, al aire libre, disponiendo las piezas de madera en rimas directamente al aire o bajo cobertizos que las protejan de la acción directa del sol o de la lluvia.

En la actualidad, además del secado natural, se utilizan otros procedimientos artificiales en los llamados hornos de secado, ya empleados en Estados Unidos a finales del siglo XIX.

6.2. Técnicas de corte de las piezas.

El fin primordial de una serrería o aserradero, es conseguir de cada tronco la máxima cantidad de madera comercializable. De ahí que las técnicas de corte que se empleen en cada caso dependan:

- De las propias características del tronco que se utiliza (categorías A, B o C).
- Del cumplimiento de las medidas estándar para los distintos cortes.
- De las necesidades y exigencias del cliente.



Los métodos más frecuentes de corte son los siguientes:

- Aserrado en planchas.
- Aserrado en costeros.
- Aserrado en cuartel.
- Aserrado en malla.

Los subproductos también se utilizan.

La corteza que se elimina de los árboles se emplea como combustible, en jardinería para acondicionar el suelo y para la construcción de tableros duros.

Por otra parte, en el tronzado de los troncos se obtiene **serrín**, que se emplea en la fabricación de papel y tableros de aglomerado.

No siempre hay que secar.

Las maderas que permanentemente han de estar al aire (postes del tendido eléctrico, traviesas de ferrocarril, etc.) no deben secarse previamente, pues al estar en contacto con el agua, o con tierra húmeda, si secaron antes vuelven a tomar agua y se deterioran (curvan, hinchán, etc.). Sí deben protegerse de la podredumbre y de parásitos y, para ello, se tratan con diversos productos como el aceite de creosota, el naftaleno clorado y nitrofenoles.

6.3. Acabado superficial de la madera.

Las superficies de las piezas de madera, una vez aserradas, se suelen someter a un proceso de **acabado**, que tiene como finalidad no solo protegerlas de los efectos de la humedad, sino también mejorar su aspecto estético.

Previamente se debe lijar la superficie de la madera en la dirección de la fibra y eliminar a continuación el polvo con un pincel fino, moviéndolo también longitudinalmente a la fibra.

Algunos de estos acabados son los tintes, los acabados con aceite, los barnices y las pinturas.

- Los **tintes** sirven tan solo para modificar el color de la madera, manteniendo visibles las vetas. No ejercen protección alguna contra la humedad.
- Los acabados con **aceite** suministran protección contra el agua. No proporcionan brillo, sino que oscurecen la madera dejando las vetas visibles. Se aplican en dirección transversal a las fibras, haciendo que el aceite penetre durante aproximadamente una hora y eliminando a continuación lo sobrante por medio de un paño suave, sin pelusa.
- Los **barnices** protegen contra la humedad. Si se aplican con pincel, las pasadas se deben efectuar primero en dirección transversal a las fibras, y después longitudinalmente.
- Las **pinturas** no solo protegen contra la humedad, sino que también proporcionan color a la superficie.

7. MADERAS ARTIFICIALES.

En realidad no se trata de productos artificiales propiamente dichos, sino de productos elaborados con láminas o virutas de madera convenientemente tratadas.

Tienen una gran aceptación en la industria del mueble y en otras afines debido a su costo relativamente bajo, a la gran versatilidad de tamaños y formas en que se presentan, a las condiciones de dureza y densidad que poseen y a su «inactividad» frente a los agentes atmosféricos y al ataque de parásitos. Los ejemplos más típicos de maderas prefabricadas son: el chapado, el contrachapado, el aglomerado y el tablero prensado.

7.1. Chapado.

El chapado consiste en colocar, encolándola, una lámina fina de madera noble sobre una base de madera común u ordinaria. Normalmente el chapado se efectúa sobre las dos caras de la madera base.

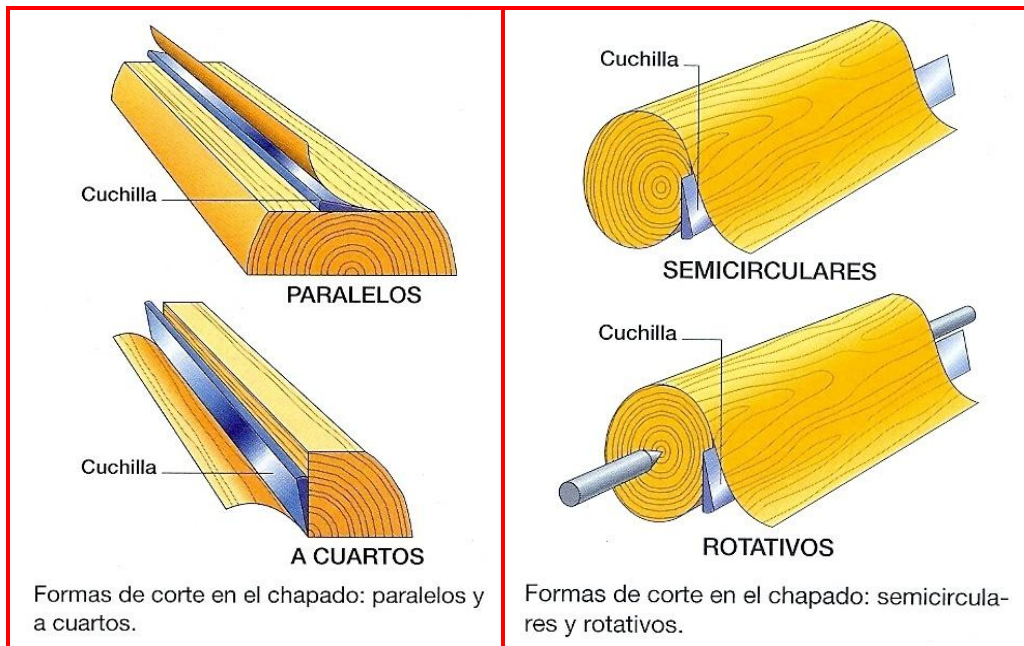
Las maderas más utilizadas para láminas de chapado son las de nogal, roble, fresno y caoba.

Para cortar las chapas se utilizan cuchillas que abren la madera sin producir serrín. Esta operación puede realizarse de las siguientes maneras:

- **Cortes paralelos.** Se parte de la mitad de un tronco, que se ablanda con agua, cortándolo a continuación longitudinalmente según planos paralelos entre sí y paralelos, a su vez, al plano diametral. De esta forma se obtienen capas con espesores comprendidos entre 0,7 y 0,9 mm.
- **Cortes a cuartos.** El proceso es similar al anterior, a diferencia de que se parte de un cuarto de tronco, que se ablanda previamente sumergiéndolo en agua o tratándolo con vapor de agua.
- **Cortes semicirculares.** El tronco se ablanda sumergiéndolo en agua o por tratamiento con vapor de agua, y se corta en dirección paralela a la semicircunferencia exterior, obteniéndose chapas de mayor

tamaño que mediante los procedimientos anteriores.

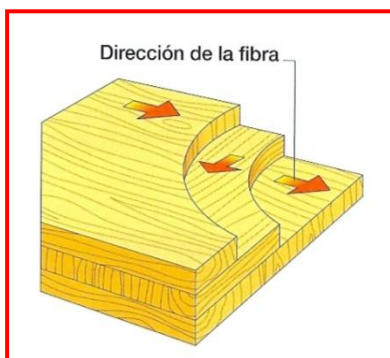
- **Cortes rotativos.** El tronco entero, una vez ablandado y descortezado, se hace girar en torno a su eje. El avance de una cuchilla, unido al giro del tronco, da lugar a una chapa continua.



7.2. Contrachapado.

El chapado por un solo lado presenta el inconveniente de que la chapa que se encola a la madera posee tendencia a contraerse, lo que hace que el tablero se curve. Para evitarlo se coloca una chapa a cada lado, si bien en la actualidad se utilizan las llamadas **maderas contrachapadas**, consistentes en tres o más capas finas de madera pegadas con cola y dispuestas de forma que las fibras de dos chapas contiguas estén orientadas perpendicularmente entre sí. El material así obtenido presenta una resistencia uniforme en ambas direcciones, disminuyendo la posibilidad de que el tablero se combe. No obstante, si una cara de la tabla se moja, o se calienta, la tabla se combará, pues las chapas externas se dilatan o se contraen.

El número de chapas siempre será impar: 3, 5, 7, etc., y cuanto mayor sea este número mayor será la resistencia de la madera.



La madera contrachapada posee la ventaja, con respecto a la madera natural, de que su coste es menor, además de permitir la obtención de láminas de mayor tamaño. Otro aspecto importante es que es flexible y se puede moldear en curvas.

El contrachapado se utiliza en ebanistería, en construcción de barcas, fabricación de puertas, embalajes, paletas de ping-pong, etc. Una de sus grandes ventajas para carpintería interior radica en que la madera contrachapada no se deforma por la acción de un calor seco y permanente como, por ejemplo, el que produce un sistema de calefacción.

7.3. Aglomerados.

Los aglomerados se forman a partir de virutas de madera adheridas con colas tipo resinas de fenolformaldehído. En general, siguen esta proporción: 90% de virutas y 10% de cola.

La obtención de un tablero aglomerado se realiza mediante los siguientes pasos sucesivos:

- ✓ **Descortezado** de la madera, eliminando la corteza, que carece de fibras que le proporcionen resistencia mecánica.
- ✓ **Trituración** de los troncos, reduciéndolos a virutas del tamaño adecuado.
- ✓ **Secado** de las virutas, hasta que su humedad sea inferior a un 5%.
- ✓ **Mezcla** de las virutas con colas o resinas.
- ✓ **Prensado** de la mezcla a temperaturas comprendidas entre 160 y 200 °C. De esta manera las colas solidifican y el tablero seca.
- ✓ **Acabado** del tablero, eliminando las partículas no adheridas y cortándolo al tamaño preestablecido. En ocasiones se recubre con chapas de maderas nobles o de materiales plásticos.

Los aglomerados son relativamente económicos, pesados y se presentan en grandes tableros, lo que facilita el corte en piezas adaptadas a la medida que exijan las circunstancias. Además, pueden chaparse con láminas de maderas nobles o con laminados de plástico tipo formica.

Como está constituida por partículas entrecruzadas, la resistencia de la madera aglomerada es similar en las dos direcciones, siendo poco resistente a la flexión. Se corta y se trabaja fácilmente a máquina, pero gasta con rapidez los dientes de la sierra y de la fresa, a causa de la elevada proporción de cola. Se puede unir de una manera similar a la madera natural, pero las fijaciones no pueden hacerse en los bordes, pues se desgarraría: antes de acoplar bisagras u otros accesorios es necesario colocarle un reborde de madera.

Se emplea para revestimientos de techos, tabiques, puertas, fondos de cajones, muebles de cocina, etc.

7.4. Tablero prensado o táblex.

Se forma sometiendo pulpa de madera a altas presiones. Los tableros prensados suelen disponer de una capa lisa y otra rugosa y son poco resistentes a la humedad, que puede llegar a deshacerlos. Se utiliza para construir la parte trasera de muebles, para puertas de interiores, etc.

8. DERIVADOS DE LA MADERA.

Además de algunos productos ya comentados en los procesos de destilación seca de la madera, de ésta se obtiene una sustancia, la **celulosa**, que es importantísima en la industria química.

La **celulosa** es el más complejo de los polisacáridos, de fórmula general $(C_6H_{10}O_5)_n$, estimándose su grado de polimerización en valores comprendidos entre $n = 2000$ y $n = 3000$. Se encuentra asociada a la lignina formando parte de las células vegetales. Se extrae de vegetales ricos en ella (lino, cáñamo, yute...) y, especialmente, de maderas de árboles que la poseen en proporción alta (eucalipto, haya, pino, abeto...).

La celulosa es materia prima para la fabricación de muy diversos productos, como papel, rayón, celofán, explosivos... De todos ellos, el papel es, sin duda alguna, el más importante.

8.1. Obtención del papel.

El papel se obtiene a partir de la «pasta de papel», que procede de la celulosa de la madera, una vez eliminada total o parcialmente la lignina.

La conversión de la madera en pasta de papel puede realizarse por tres métodos diferentes: mecánico, semiquímico o químico.

• **Método mecánico.** La madera, previamente descortezada y troceada, se impregna de agua y se tritura, añadiendo cloro a continuación. Cuando la mezcla se haya batido lo suficiente, se extrae el agua y se seca posteriormente en cámaras de vacío o con agua caliente.

El rendimiento es alto, pero la pasta obtenida resulta de baja calidad, pues contiene lignina. Se emplea para la fabricación de papel de periódico.

• **Método semiquímico.** La madera desmenuzada se somete en una caldera a una cocción controlada, en presencia de sosa cáustica y sulfato de sodio. De esta manera se elimina parte de la lignina. El rendimiento es menor que en el caso anterior.

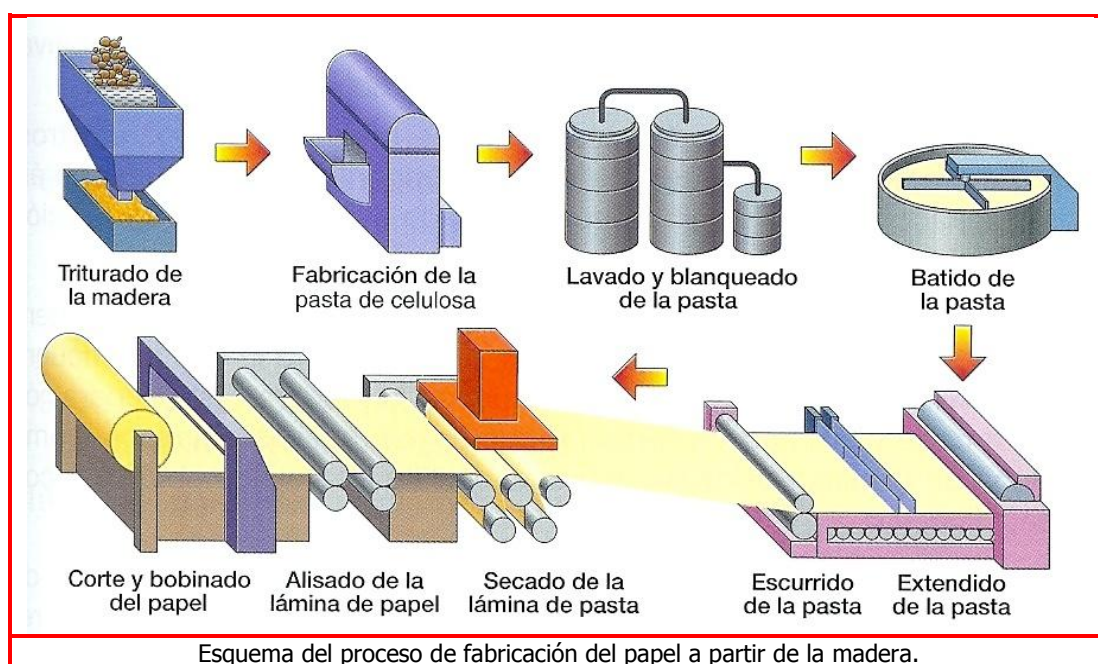
• **Método químico.** Se obtiene una pasta de gran calidad, formada por celulosa casi pura, pero el rendimiento es muy bajo.

Para la eliminación de la lignina se emplean bisulfitos de sodio, de calcio o de magnesio, en presencia de dióxido de azufre (método al bisulfito), sulfito de sodio (método al licor alcalino) o sosa cáustica (método a la sosa).

Una vez obtenida la pasta, se **refina**, desmenuzando las fibras de celulosa y añadiendo pigmentos, colas y colorantes. A continuación, comienza **el proceso de fabricación del papel** propiamente dicho, que consta de cuatro etapas:

- ✓ **Extendido** de la pasta, para eliminar parte del agua y uniformizar su espesor.
- ✓ **Escurrido** de la pasta por medio de un rodillo marcador que en ocasiones, si se desea, imprime sobre el papel la "marca del agua» (que se ve a contraluz).
- ✓ **Secado** para eliminar por completo el agua. Se realiza por medio de rodillos escurridores y hornos de aire caliente.
- ✓ **Alisado y satinado.** Se efectúa en unos rodillos de acero muy pulidos, llamados calandrias, que alisan y satinan el papel.

Por último, el papel se corta y se enrolla en bobinas, que se dejan dispuestas para su transporte.



8.2. El papel reciclado.

El **papel** es en la actualidad uno de los productos de mayor consumo, y su demanda es tal que el mercado apenas puede satisfacerla utilizando madera o plantas como materia prima; ello acarrearía un exceso de deforestación, o un elevado destino de terreno para arbolado de especies ricas en celulosa (eucaliptos, pinos...), con la consiguiente pérdida de especies autóctonas maderables y de lento crecimiento, como robles, castaños, nogales, etc.

Este aspecto hace que se tienda al aprovechamiento de papeles de desecho, cartones usados e incluso ropas inservibles para obtener con ellos pasta de papel que pueda destinarse a la fabricación de un nuevo producto llamado papel reciclado, siempre más económico en la obtención de la pasta virgen, a la vez que se evita o aminora la tala de arbolado (además de agua y energía).

Cuando no se conocía el papel.

Cuando no se conocía el papel Antes de inventarse el papel, para escribir se utilizaban papiros y pergaminos.

El **papiro** se comenzó a emplear hace unos 5000 años y se obtenía a partir de los tallos de una planta llamada *Cyperus papyrus*, existente en el norte de Egipto. Estos tallos se cortaban en tiras que se yuxtaponían y enganchaban, y sobre las que se podía escribir.

El **pergamino** fue descubierto con posterioridad. Se fabricaba con pieles de carnero, cabra o ternera, tratadas con cal y raspadas hasta que quedaban bien lisas. Su invención se atribuye a Eumenes I, rey de la ciudad de Pérgamo: de ahí su nombre. El pergamino sustituyó por completo al papiro hasta que fue, a su vez, sustituido por el papel.

Un poco de historia.

Se dice que fueron los chinos quienes inventaron la fabricación del papel a comienzos de la era cristiana. Parece ser que el mérito corresponde a un eunuco de la corte del emperador Ho-Ti, llamado Tsai-Lun.

Los árabes introdujeron la técnica en Europa, y fue en España donde se estableció la primera fábrica de papel allá por el año 1150.

La invención de la imprenta, en el siglo XV, fue el gran espaldarazo para la fabricación de papel; lo que se tradujo en un abaratamiento de los libros y en una enorme difusión de la cultura.

9. IMPACTO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN DE LA MADERA.

Desde tiempos antiquísimos la humanidad ha empleado y transformado materiales naturales para acomodarlos a sus usos y necesidades; la madera, como material de adquisición sencilla e inmediata, no pudo (ni puede) ser ajena a este fenómeno.

Una de las más graves consecuencias de esta acción es la destrucción a gran escala de los bosques (**deforestación**), bien para la obtención de maderas o para adecuar los terrenos a labores de praderío o de huerta. En muchas ocasiones, la deforestación es debida a la acción del fuego (accidental o intencionado).

Entre las consecuencias nocivas que acarrea la deforestación, sobresalen:

- **Erosión del suelo** por el viento o por el agua, al disminuir la capa de tierra vegetal que lo recubre.
- **Desestabilización** de las capas freáticas (aguas subterráneas), lo que se traduce en sequías o inundaciones.
- **Reducción de la biodiversidad**; es decir, la diversidad de hábitat, especies vegetales y animales y tipos genéticos.
- **Contribución a los desequilibrios climáticos**, pues los bosques suponen un consumo considerable de CO₂ que, entre otros factores, es causa del llamado efecto invernadero.

Al lado de estos procesos de deforestación, los bosques, debido a múltiples factores (contaminación atmosférica, aparición de plagas, acción del fuego, etc.), están experimentando notables deterioros que, en definitiva, son causa del deficiente estado sanitario de los árboles que los forman.

El estado de salud de los árboles se define mediante dos parámetros: **grado de decoloración y grado de defoliación**; entendiéndose que un árbol está dañado cuando su grado de defoliación supera el 25% en relación con un árbol normal en la misma zona.

Por otra parte, según se ha mencionado en el apartado anterior, la obtención de la celulosa requiere su separación de la lignina, a la que se encuentra unida en las células leñosas que componen la madera. Esta separación se lleva a cabo utilizando diversos productos y procesos químicos, como ebullición con bisulfito de calcio (hidrogenosulfito de calcio), ebullición con sosa cáustica, etc.

El vertido de los subproductos residuales suele acarrear problemas de contaminación en las aguas de recepción de vertidos, y algunos de los residuos gaseosos -del tipo de los mercaptanos- presentan unos olores realmente desagradables. Todo esto conlleva el que las factorías destinadas a la obtención de

celulosa acarreen problemas en el hábitat de su cercanía y que, en la medida de lo posible, sea importante subsanar.

En la actualidad se tiende a que las fábricas de celulosa se instalen en las proximidades de zonas madereras (lo que abarata el transporte de la materia prima), cercanas a suministros de aguas (ríos) y lo más alejadas posible de núcleos urbanos. Evidentemente, la instalación de estaciones depuradoras de aguas residuales y un eficaz filtrado de los humos ayudan a la eliminación o disminución de los efectos contaminantes.



Deforestación en Brasil para cultivo de soja.

10. ACTIVIDADES DE SÍNTESIS.

1. ¿Qué partes importantes se distinguen en la zona aérea de un árbol? ¿Cuál de ellas posee mayor interés industrial maderable? ¿Por qué?
2. Cita tres ejemplos de árboles frutales y tres de árboles maderables. ¿Puede ser maderable un frutal? ¿Por qué? Explícalo con un ejemplo.
3. Cita tres ejemplos de árboles frutales existentes en tu localidad, y detalla la altura y el diámetro (siempre en valores medios) de su tronco.
4. Define el concepto de madera y cita alguna de sus aplicaciones.
5. ¿Cómo se forman los anillos que se observan en la madera? Se ha dicho que los anillos son el calendario de la vida de un árbol. ¿Por qué? ¿Por qué es preferible efectuar la tala en otoño en vez de en verano?
6. ¿Por qué en algunos árboles de zonas tropicales no se aprecian los anillos?
7. Al metanol o alcohol metílico se le llamó antiguamente «alcohol de madera». Explica cómo se realiza su obtención industrial, cuáles son sus propiedades y a qué aplicaciones más importantes se destina.
8. Antiguamente las cenizas de roble, castaño, laurel o haya se empleaban, mezcladas con agua, como agentes de blanqueo en el lavado de la ropa; operación que se denominaba colada. Explica técnicamente el porqué de este proceso.
9. Cita tres propiedades de la madera y explica cómo influyen en su aplicación industrial.
10. ¿Cuál ha de ser el diámetro mínimo de una columna de madera de 4 m de altura y de sección circular para que pueda soportar un peso de 10000 kg, sabiendo que su resistencia a la compresión es de 90 kp/cm²?
11. ¿Por qué la resistencia de las maderas a la cortadura es mayor cuando ésta se lleva a cabo perpendicularmente a las fibras que cuando se realiza en dirección longitudinal?
12. Explica las características de las tres categorías de madera. ¿Qué criterios influyen a la hora de seleccionar un tipo u otro?
13. ¿Qué formas de corte existen para obtener láminas de chapado? ¿Qué ventajas e inconvenientes existen en cada caso?
14. Describe los pasos más importantes en la obtención de la madera. ¿Qué cuidados han de observarse en la correcta tala del arbolado?
15. ¿En qué consiste la tala selectiva de árboles? Explica casos y ejemplos.
16. ¿Qué son las maderas prefabricadas? Describe un ejemplo.
17. ¿Qué desventajas ofrecen los tableros prensados respecto a los tableros naturales?
18. ¿Qué aplicaciones poseen...
 - a) la madera contrachapada?
 - b) la madera aglomerada?
 - c) la madera prensada?
19. ¿Qué dos sustancias importantes existen en la madera? ¿Cómo pueden separarse la una de la otra y con qué fin se hace esta operación? ¿Qué problemas ambientales acarrea?
20. Explica las consecuencias negativas de una deforestación incontrolada.