

♦ LA MADERA

La madera está considerada como uno de los recursos de tipo renovables de la naturaleza, dado que es posible hacer plantaciones y volver a obtener lo ya consumido.

La medida de renovabilidad viene dada por la velocidad de crecimiento y recuperación de ejemplares, de manera tal que deberíamos considerar mucho más renovable un álamo que un roble o un cedro.

En general, podemos lamentarnos de que, aquellas maderas de evidente renovabilidad (el álamo, el eucalipto), no sean tan bellas como otras cuyo crecimiento es bastante mas lento (ejemplo del palisandro, prácticamente desaparecido)

Aquí se da una permanente contradicción entre la necesidad de preservar ese patrimonio natural que son los bosques, con el deseo de gozar con la belleza tan particular que nos brindan esas maderas para cuya recuperación pueden necesitarse muchísimos años.

En nuestro país casi no se forestan esas especies.

Se puede vaticinar, que en el futuro, será menor el uso de las maderas con poca transformación primaria hasta que sea solo en objetos de tipo exclusivo, ejecutados artesanalmente y con gran carga de status (verdaderas joyas) y habrá un crecimiento del uso de las maderas con procesos primarios complejos: Aglomerados, M.D.F., Papel, etc., (que por otro lado, responden muy bien a ese requerimiento de estándares de las maquinas tecnotrónicas)

Por supuesto, que el artesanado y la manufactura, seguirán deleitando con creaciones en nobles maderas macizas.

PROPIEDADES DE LAS MADERAS:

De las Propiedades físicas de la madera , la que más reviste importancia para el usuario es la Densidad. Esta es un indicativo de cuanto material leñoso en gramos presenta una madera por unidad de volumen expresada en g/cm³. La densidad también varía de acuerdo a la cantidad de humedad y de sustancias en las células. A Mayor Densidad mayor fortaleza mecánica. Por eso las maderas más densas son más resistentes que las livianas, aunque son más difíciles de trabajar ,de hornear y de inmunizar.

Con respecto a la densidad, se debe tener en cuenta que el término Verde se refiere a la madera con un contenido de humedad mayor 30% y la densidad verde , es la relación entre el peso verde y el volumen verde. El contenido de humedad se refiere al peso del agua de una pieza de madera que se expresa en porcentaje, el cual tiene gran influencia en el peso de la madera y sus propiedades mecánicas. Pero cuando la madera es secada por debajo del 30% las paredes celulares se vuelven más duras y rígidas. Por lo tanto al vender o comprar la madera se debe especificar su humedad para saber que se puede esperar de la misma desde el punto de vista mecánico.

Otra propiedad es la Contracción, y es importante desde el punto de vista de su utilización. Toda madera que se seca , se contrae , ocasionando una disminución de sus dimensiones, lo cual hace que la madera se tuerza y se raje. La contracción se expresa como un porcentaje de las dimensiones en estado verde.

Puntualizaremos algunas características naturales de la madera que representan desventajas para los actuales procesos tecnológicos:

1)El trabajo de la madera (movilidad por diferencias de humedad ambiente)

2)La poca estabilidad dimensional en el tiempo. (preocupación de siempre de los carpinteros).

3)Largos variables.

4)No mucha longitud de las piezas

5)La poca homogeneidad del material (veta y contraveta)

6)Los defectos (nudos, oquedades, etc.)

Cuando el artesano ejecutaba algo en madera, palpaba el material, lo analizaba, hablaba con él, estudiaba sus mejores ángulos, sus posibilidades; pero cuando el diseño se separa de la ejecución, deja de existir ese diálogo y el diseñador necesita que los materiales posean características conocidas, generalizadas y confiables. Esto es lo que se llama estándares.

PARTES DEL ÁRBOL

Un árbol consta de raíces, tronco y copa. Cada una de estas partes tiene misiones determinadas.

Las raíces forman en su totalidad la raigambre. La raíz principal o las principales y las secundarias anclan el árbol al suelo. Con la ayuda de sus raíces capilares toman del suelo el agua con las sales nutrientes que son necesarias para la vida y el crecimiento del árbol.

El tronco soporta la copa del árbol. A través de él se conduce a la copa y hasta las hojas el agua absorbida por las raíces junto con las sales nutrientes y los productos de síntesis a las zonas de crecimiento y a determinadas células del árbol. La parte del tronco desde el suelo hasta la cruz (nacimiento de las primeras ramas) se llama también tallo o fuste. El tronco llega en algunos árboles hasta la cima de la copa, como por ejemplo en los coníferos y algunos frondosos. Esos troncos se denominan rectos. En la mayoría de los árboles frondosos se divide el árbol en la cruz. Los árboles con esa forma se denominan de ramas angulosas.

La copa de un árbol consta de ramas y ramificaciones con yemas, hojas, flores y fruto. El tamaño y la forma de la copa pueden ser distintos. En los árboles que crecen sueltos, *árboles aislados*, tienen una copa completa; los que crecen agrupados, tiene la copa mas o menos desarrollada por la falta de luz y los del margen del bosque o que están en pendientes o pegados a muros tienen un acopa irregular.

ALIMENTACIÓN DEL ÁRBOL

El árbol sintetiza las sustancias que necesita para su vida y crecimiento. Para ello toman a través de innumerables aberturas lenticulares o estomas situadas en la cara inferior de las hojas el dióxido de carbono del aire y a través de las raíces el agua y las sustancias inorgánicas del suelo.

El dióxido de carbono y el agua se convierten en las hojas con ayuda de la clorofila y de la luz solar en fuente de energía, en azúcar y en almidón.

El oxígeno que se desprende de esa transformación se libera a la atmósfera también a través de las estomas.

Con el azúcar y el almidón, el árbol, forma otras sustancias orgánicas estructurales tales como: celulosa, lignina resinas y grasas. Para ello necesita distintas sustancias estructurales que se hallan disueltas en el agua del suelo como: nitrógeno, fósforo, silicio, azufre, potasio, calcio, magnesio y hierro. Para la conversión de

estas sustancias hace falta oxígeno como fuente de energía, que toma el árbol durante el día y la noche a través de poros corticales y de las células de la superficie de las raíces. En este proceso denominado respiración, se desprende dióxido de carbono. Dado que con falta de energía luminosa no es posible la fotosíntesis, sino solo la respiración, durante la noche no se libera nada de oxígeno.

CRECIMIENTO DEL ÁRBOL

El crecimiento del árbol en nuestras latitudes, comienza, en primavera y dura hasta finales de otoño. Durante los meses de invierno el crecimiento descansa.

El **crecimiento en longitud** (crecimiento primario) empieza con la gemación de los brotes extremos del tronco, de las ramas y de las ramificaciones. En los brotes se encuentran zonas de crecimiento en las cuales las células se dividen continuamente y luego se alargan. Los brotes, blandos y verdes al principio, al cabo de un tiempo se hace leñosos; su corteza, según el tipo de árbol, de gris a pardusca.

El **crecimiento en espesor** (crecimiento secundario) tiene lugar en el cámbium, que es una capa cilíndrica muy fina de células alrededor del leño del árbol. Durante el período de crecimiento desarrolla tres tipos de células: células para su propio engrosamiento, células para el líber que lo circunda y células para el leño que se encuentra en su interior. Las células del líber (capa cortical interna) forman hacia afuera la corteza (capa cortical externa). Sus partes externas se quiebran durante el crecimiento del árbol y se caen. Las células hacia el interior, hacia la médula, son *células de madera*.

Las células de madera formadas en primavera y verano constituyen la madera temprana. Son espaciosas y de gran lumen, de paredes finas y de color claro. Las que nacen a finales de verano y en otoño, constituyen la madera tardía. Son reducidas, de poco lumen, de paredes gruesas y de color oscuro. Por lo general, las zonas de madera tardía son esencialmente más estrechas que las de madera temprana y ambas en conjunto forman lo que se denomina *anillo anual*.

Por el número de anillos anuales de un árbol se sabe su edad. Para ello debe estar el grueso de la sección del tronco sobre el suelo.

Igual que en el crecimiento en longitud, en el crecimiento en espesor las células también se dividen y se alargan.

Los anillos anuales exteriores conducen la savia o agua del árbol. Esta parte de la madera se llama *albura*. Algunos tipos de árboles solo tienen un anillo estrecho de albura; en otros , en cambio, va desde la médula hasta el cámbium. En la mayoría de los árboles al aumentar en edad sufren la mineralización de la madera interna. Los anillos anuales viejos interiores del leño no tienen ya paso de agua o savia y se acumulan en ellos sustancias de depósitos como taninos, colorantes, resina, grasa, etc. Con ello trabaja menos el leño y se hace más pesad, más duro y más duradero. Si con la mineralización del leño tiene lugar también un descoloramiento, esa madera se llama entonces *duramen* o corazón. El leño mineralizado apenas sirve para la alimentación del árbol y si se diferencia poco en color de la albura se le llama duramen claro. Se distingue así entre árboles de albura, duramen, duramen claro, y duramen claro y oscuro.

Los **árboles de duramen** presentan una separación clara de albura y duramen. A ellos pertenecen la acacia, el tejo, el roble, el pino, el alerce, el nogal y todos los árboles frutales a excepción del peral.

Los **árboles de duramen claro** son, por ejemplo, el peral, el arce, el abeto rojo, el tilo, la haya y el pino abeto.

Los **árboles de albura** solo tienen ésta, de igual dureza en toda la sección. Pertenecen a ellos el sicómoro, el abedul, el chopo, la haya blanca y el álamo.

Los **árboles de duramen claro y oscuro** tienen corazón, duramen y albura. El olmo es uno de ellos.

LA MADERA

ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DE LA MADERA

Si se analiza la madera a través de un microscopio se comprueba que, al igual que cualquier ser vivo, está constituido por células en general alargadas dispuesta en su mayoría en dirección del eje del árbol, y sin contenido protoplasmático. Sólo un pequeño porcentaje de células tienen formas más o menos rectangulares y están orientadas transversalmente al eje del árbol en una dirección radial y tienen contenido protoplasmático. En las coníferas el 90% de las células son del tipo traqueida, con funciones conductoras y de sostén. Las características de estas células son las siguientes:

Las células de traqueida tiene forma de tubo acabadas en punta denominada de pico de flauta, generalmente están orientadas en sentido longitudinal y no tienen contenido protoplasmático.

El resto de las células que conforman la madera de coníferas son las células de parénquima y las células secretoras de los canales de resina.

Las células de parénquima tiene funciones de almacenamiento. Su forma es rectangular dispuesta fundamentalmente en le eje transversal radial formando radios leñosos. Su contenido protoplasmático permanece durante varios años después de su formación.

Las células secretoras de los canales resiníferos tiene como función segregar resina al dicho canal, cuya función en el árbol es muy compleja pero fundamentalmente es de defensa y protección contra agentes patógenos.

En las frondosas, la estructura es más complicada, pues existe una mayor especialización, así las funciones conductoras las realizan las células de tubo o vaso y las de sostén las células de fibra, si bien también existen traqueidas con la doble función señalada en las coníferas.

Otra diferencia en la tabal de las frondosas es en el tamaño de las células.

Los vasos, constituyen entre el 5 y el 7% del volumen de la madera, está formado por células sin contenido protoplasmático, dispuestas axialmente cuya característica principal es que las paredes trasversales están disueltas total o parcialmente de forma que existe una comunicación perfecta entre una célula y la siguiente.

Las fibras, traqueidas y fibro-traqueidas, constituyen normalmente el tejido mayor, aunque pueden variar su porcentaje entre el 20 y el 70% del total del volumen de la madera.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MADERA

Para la composición química de la madera se distingue entre parte leñosa, sustancia, jugo y protoplasma. Estos dos últimos componen a menudo en la madera recién cortada más de la mitad del peso. la sustancia de la madera está compuesta, en todas las maderas, de carbono elemental 50%, oxígeno 46%, hidrógeno 6% nitrógeno y pequeñas cantidades de componentes de las cenizas 1%. Los componentes esenciales de la madera son: la celulosa 40%, sustancias semejantes a la celulosa 24 –32%, y lignina 22 –30%. La celulosa es insípida, inolora e incolora; resistente al agua y a la intemperie, atacada por los ácidos. La composición química de la lignina es semejante a la de la celulosa. Además de los componentes enunciados anteriormente, la madera contiene también otros componentes secundarios como resina, trementina, grasa, cera, colorantes y sustancias inorgánicas tales como: potasio, sodio, calcio, magnesio, ácido fosfórico y óxido de hierro.

FALLOS DE CRECIMIENTO

Los fallos de crecimiento son desviaciones del desarrollo normal de un árbol, sobretodo de su tronco. Por lo general reducen la utilidad de la madera, pero hay en cambio casos en que suponen una ventaja para su utilización, como por ejemplo, las excrecencias nudosas de los troncos en la fabricación de chapeados.

Los **tallos defectuosos** hacen casi siempre imposible su utilización completa de oficio. El tronco de madera toda ella aprovechable ha de ser macizo, es decir, la reducción en diámetro no ha de ser superior al centímetro por

metro de tronco. Las diferencias superiores de la forma cilíndrica de un tronco se conocen como támara o leña de desperdicio.

Un defecto corriente de crecimiento es la *encorvadura* por la cual un tronco se desarrolla más o menos apartado de una dirección rectilínea o vertical. En la bifurcación se divide el tronco cerca del suelo. Los árboles se bifurcan cuando la cima principal se deteriora siendo joven o por capricho de la naturaleza o cuando se destruye por rotura, heladas o granizo. La *horquilla* se forma a varios metros sobre el suelo. Se forma por lo general por predisposición hereditaria y también por influencias externas. Si la horquilla se forma por debajo de los 8 o 10 metros, la madera del tronco pierde mucho valor porque a menudo por debajo de la horquilla suele tener doble corazón o médula.

El crecimiento de nudos puede aparecer en casi todas las maderas. En este fallos corren los anillos anuales en líneas onduladas concéntricas con entradas proporcionales en los radios medulares principales. Por estas irregularidades en el curso de las fibras se generan dibujos superficiales muy atractivos. El abeto nudoso tiene una madera muy solicitada para la fabricación de cajas de resonancia de instrumentos de música.

El **crecimiento de nudos** puede aparecer en casi todas las maderas. En este fallos corren los anillos anuales en tronco y a consecuencia de ello los anillos anuales se estrechan mucho por un lado y por el otro se separan. Los objetos hechos con esta madera se alabea si los troncos no se cortan correctamente.

La **madera presionada o palo de Pernambuco** se forma frecuentemente en los abetos y pinos en la parte del tronco opuesta a aquella por donde la presión del viento lo ha doblado. La formación de madera presionada conduce a menudo a un tronco de sección excéntrica, cuya utilidad es poca porque siempre se alabea. Al cortarla con sierra circular se agarrota mucho y puede ser causa de accidentes.

El **resquebrajamiento o estriado** se aprecia por estrechamientos y sinuosidades en el tronco. En esta anomalía los anillos anuales no son circulares. Se encentra por lo general en hojaranzos y alcornos y a veces también en abetos, olmos y tejos.

El **crecimiento torcido o revirado** puede ser con giro a la izquierda o la derecha. Con giro a la derecha (visto de arriba abajo) corren las fibras de la madera como los hilos de rosca de un tornillo. Como causas de crecimiento torcido se han visto la herencia, las influencias del lugar y el efecto del viento. Los objetos hechos con madera de fibra revirada se alabea y deforman.

Las **excrecencias** se forman por tuberosidades de yemas laterales impedidas en su desarrollo. La madera con excrecencias es difícil trabajarla pero por el curso especial de sus vetas y los bellos dibujos que forman, es una madera apreciada para la fabricación de chapados y obras de tornería.

Las **agallas de resina** son espacios huecos rellenos de resina que se suelen formar entre los límites de madera tardía y madera temprana de dos anillos anuales. Tienen lugar sobretodo en pinos, pero nunca en abetos.

Los **anillos lunares** se ven sobretodo en el roble. Están causados principalmente por la interrupción parcial o

total de la mineralización de la madera, de lo que resulta un anillo de albura más claro o una zona falciforme de madera de albura. La interrupción de la mineralización es casi siempre consecuencia del efecto de fuertes heladas o de trastornos durante el crecimiento. Los anillos lunares en la madera de roble deben despreciarse.

Los núcleos falsos se encuentran en los árboles frondosos, preferentemente en hayas, abedules y chopos. Como causas se han visto la penetración de hongos en la madera o el soporte de fríos intensos. En los nudos falsos suele formarse alrededor de ellos una línea de contorno negruzca que separa la madera atacada de la sana. Por ello el valor de esta madera es tanto menor cuanto mayor es la descomposición descrita. La madera de los falsos nudos casi nunca se puede aprovechar.

La **nudosidad** es propia de todos los árboles, no hay ningún árbol sin ramas. En general se llaman ramas a las partes de un árbol que forman su copa. Las partes de esas ramas que quedan encerradas en la madera aserrada se llaman nudos.

La **entrecorteza** o **entrecasco** aparece por variación repentina de la variación de luz en el lugar del árbol. Con ello se puede presentar una variación del ancho de los nudos anuales y como consecuencia de esto una separación entre los mismos. La entrecorteza suele encontrarse en las coníferas. Según el lugar de la entrecorteza la utilidad de la madera se ve más o menos reducida.

Las **fendas de heladura** se producen por fuertes heladas que congelan el agua de la región de la albura y ocasionan grietas o fisuras por tensión que se prolongan radialmente y profundizan en el tronco. Si se cierra por fuera por recubrimiento o cicatrización queda en la madera una grieta que puede alcanzar varios metros y que para muchos fines la madera sea inservible.

Las **grietas estrelladas** o **medulares** aparecen cuando en el tronco se invierten las zonas de anillos anuales anchos con las de anillos estrechos. Al secar la madera puede suceder que se separe por completo la de duramen de la de albura.

El **recubrimiento** o **cicatrización de heridas** es la forma como un árbol pretende cerrar las lesiones producidas en la capa del cámbium. Pocas veces se produce el recubrimiento completo; casi siempre quedan partes por cerrar en las que se introducen hongos que deprecian la madera. Las partes recubiertas de una pieza aserrada deben pues quitarse.

PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera de las distintas clases de árboles se distingue por su composición química y la constitución de las células y la estructura celular. Por tal razón el aspecto de las distintas clases de madera y de sus partes, así como su comportamiento frente a influencias externas son distintos. Se debe conocer las diferencias de la madera en sus propiedades estéticas, físicas y mecánicas, así como poder enjuiciar sobre su duración, medios de protección y utilidad de los distintos materiales para los distintos propósitos.

BELLEZA NATURAL

La belleza natural de la madera se ve en su veteado y color, así como en su brillo. El veteado de la madera depende del curso de los anillos anuales, de la de la presencia de madera de duramen y de albura, del recorrido de las fibras, de los radios medulares y de las sustancias contenidas en las células. Según el recorrido de las fibras se habla de veteado listado, de franjas, piramidal, obstruido, ondulado o con aguas.

El **color** natural de la madera depende principalmente de los pigmentos contenidos en las células, de los proporciones de lignina y celulosa y del grado de mineralización y, en las maderas preparadas, también del efecto de la luz y del oxígeno.

El **brillo** natural de la madera aparece sobretodo cuando la luz se refleja en la superficie de los espejuelos de los radios medulares. Es muy acusado en algunas maderas como las de arce, tilo y plátano.

OLOR

La madera recién cortada tiene un olor fuerte como la almacenada, que está ocasionado por las escencias contenidas en las sustancias de la madera, como en las resinas, las ceras, la trementina y las grasas, que se volatilizan fácilmente y por eso la madera pierde pronto su olor tras del corte. Algunas maderas pueden llegar a producir dolor de cabeza, sensación de desmayo y somnolencia a causa de las esencias que desprenden. Algunas de esas maderas son el sándalo, el Pernambuco.

TACTO

La madera es evidentemente háptica, o sea grata al tacto. Por su relativamente poca masa su capacidad de ganancia térmica es pobre, y esto la hace adecuada para la producción de objetos que deban tocarse. A veces se hace insustituible. La textura táctil de algunas maderas o las que dejan ciertos tipos de tratamientos colabora en enfatizar esta hapticidad. El quemado de la madera.

OÍDO

Por su porosidad posee gran capacidad para absorber el sonido y los ruidos lo que la hace muy adecuada para su utilización en interiores arquitectónicos donde se requiere bienestar auditivo. No debemos dejar de apuntar, que esta valoración sensible de la madera está siempre teñida con la moda del momento, la que dictamina si la madera linda es la floreada o la rayada, si el color bueno es el claro o el oscuro, etc.

DENSIDAD Y DENSIDAD BRUTA

En la madera se distingue entre densidad y densidad bruta. Por *densidad* se entiende la relación de masa a volumen de madera sin cavidades celulares. La sustancia de la pared celular está compuesta de las mismas materias en todas las células. Por ello en todas las maderas la densidad la sustancia de la pared celular tiene el mismo valor, que es de 1.56 g/cm³.

Para la madera se da casi siempre la *densidad bruta*, que se toma de la relación espacio a volumen incluido el de los espacios huecos ,poros. El contenido de agua en la madera influye fundamentalmente en la densidad bruta, por lo cuál, incluso en una misma madera puede ser distinta. Es por tal motivo que suele darse en las tablas correspondientes a qué contenido de agua o de humedad está referido el valor dado de la densidad bruta.

La utilidad de una madera para un fin determinado depende mucho de su densidad bruta. Influyen especialmente la resina, dureza y abrasión, así la facilidad con que se trabaja y el secado.

RESISTENCIA

Para la valoración de una madera como material, la resistencia es una de las propiedades importantes. Se entiende por resistencia la que ofrece la madera frente a la actuación de fuerzas externas.

Según sea la forma de la solicitud se distingue entre resistencia a la tracción, a la compresión, la flexión, deslizamiento, cortadura o cizallamiento, torsión, pardeo y escisión (rajado).

La **resistencia a la tracción** de la madera es solo de poca importancia para muebles y construcciones

interiores. Se distingue entre resistencia a la tracción transversal y longitudinal. La primera, o sea la transversal a las fibras, es inferior al 10% de la resistencia a la tracción longitudinal.

La **resistencia a la compresión** puede en general no tenerse en cuenta en ebanistería. De todos modos, en el trabajo de la madera puede considerarse cuando se emplean prensas y prensillas en lugares de presión. La deformación que así se produce en el lugar de presión puede evitarse utilizando unos suplementos planos. No obstante si se producen, a menudo desaparecen hinchándose de nuevo con agua clara caliente.

La resistencia a la compresión es una de las medidas de la madera. En la resistencia a la compresión se distingue compresión transversal y longitudinal. En el sentido longitudinal de la fibra (de testa), la resistencia a la compresión es 5 a 8 veces mayor que transversalmente.

La **resistencia a la flexión** (resistencia a la rotura) es importante cuando se trata de piezas delgadas, largas y de plano o planas. La pieza se flexa cuando se carga fuera de los soportes o apoyos. Como ejemplos de estas piezas están las estanterías, los asientos de bancos y las tablas de entarimados.

Por lo general es tanto mayor cuanto mayor es la densidad bruta y menor la humedad de la madera; además, se ve disminuida por desviaciones de las vetas y por los nudos.

La **resistencia a la cortadura** es la que presenta frente a la fuerza que actúa de una pieza de material contra otra en una superficie (superficie de corte) tratando de desplazarla. En esa superficie aparecen tensiones de deslizamiento. En la madera se distingue la resistencia a la cortadura paralela a las fibras (al hilo) de la normal de las mismas (transversal).

La resistencia a la cortadura paralela a las fibras tiene lugar en el acñado, apuntalamiento, hojas enganchadas, ensambladuras y juntas con cola de milano. Desempeña también una gran función en los trabajos de la madera con arranque de viruta, como por ejemplo, aserrado, amortajado y limado.

La resistencia a la cortadura paralela a las fibras es pequeña.

La resistencia a la cortadura normal a las fibras suele ser la más importante para las distintas juntas de madera, como por ejemplo los tacos.

ocas veces se presenta una sollicitación a cortadura pura; lo corriente es que la pieza sea sometida al mismo tiempo a flexión, presión y rozamiento.

Por **resistencia a la torsión** se entiende la que presenta la madera contra la rotación o giro alrededor del eje longitudinal a la fibra. A menudo las piezas solo quedan lesionadas, es decir se afloja la estructura de la madera sin llegar a la rotura. La resistencia a la torsión de la pieza depende de la clase de la madera, de su densidad y humedad, de la forma de su sección y la superficie de ésta. Se ven sometidas a torsión, por ejemplo, las piezas mientras se torsión o las patas de una silla al girar el cuerpo estando sentados.

La resistencia a la torsión de la madera paralela a las fibras es algo mayor que a la cortadura, pero solo del 15 al 20% de la resistencia longitudinal.

La **resistencia al pandeo** debe tenerse presente cuando se trate de piezas esbeltas. Las piezas esbeltas, en comparación con su longitud tienen secciones de poca longitud. Entre ellas están postes, puntales y patas de sillas. Si estas piezas se someten a una fuerte compresión longitudinal se pandean por la parte más débil.

La resistencia al pandeo es pues un caso especial de la resistencia a la compresión. El pandeo es máximo en el tercio central de la longitud del eje y depende de la esbeltez de la pieza, de la clase de madera, de su humedad y forma de su sección y de la sujeción de sus extremos.

La **resistencia a la escisión** (al hendimiento o a rajarse) es la que presenta la madera a la abertura de su estructura al introducir una cuña en el sentido de las fibras. En el hendimiento la grieta precede a la cuña; por lo general la madera se hiende más fácilmente en el sentido radial que en sentido tangencial. Transversalmente a las fibras la madera no es hendible. Las maderas que se rajan con facilidad tienen poca resistencia a la escisión y las que cuesta rajarlas mucha. A las primeras pertenece el abeto, el pino, el roble, el fresno, el haya y el aliso y, a las segundas, el arce, el abedul, el olmo, el álamo, el tilo, el castaño y las maderas de árboles frutales. Las maderas que se hienden bien se emplean para la fabricación de tablillas, duelas, radios de ruedas, peldaños de escaleras y remos.

DUREZA Y RESISTENCIA FRENTE A LA ABRASIÓN

Se entiende por dureza de la madera a su resistencia a la penetración de cuerpos extraños en su superficie o contra la abrasión. Es tanto mayor en ambos casos cuanto mayor es su densidad bruta y menor su contenido de agua.

En general las maderas se dividen en duras y blandas. a estas últimas pertenecen algunos árboles frondosos y todas las coníferas excepto el tejo.

En la práctica se distinguen entre maderas *muy blandas*, como balsa, álamo, sauce, tilo; *blandas*, como arce, haya, roble, fresno, olmo, cerezo, nogal, tejo, y *muy duras*, como boj, palisandro, hojaranzo y guayacán.

La dureza y la existencia contra la abrasión son de importancia para la construcción de tableros de trabajo y de suelos.

PLASTICIDAD Y ELASTICIDAD

Se dice que una madera es plástica cuando se puede doblar y al desaparecer la fuerza que provoca la flexión no recupera su forma original, como sucede con la albura de nogal y la madera de abedul. La madera húmeda se curva más que la seca. En estado vaporizado se pueden doblar todas las maderas y especialmente la de haya. De madera de haya vaporizada lo mismo que de abedul sin vaporizar se hacen piezas curvas de sillería. Se alcanza el límite de plasticidad o sea la capacidad máxima de curvado cuando la madera empieza a romperse. Se dice que una madera es elástica cuando al desaparecer la fuerza que la flexa se recupera y vuelve a tomar su forma original. Se alcanza pues el límite de elasticidad cuando por flexión aparece una deformación permanente. Por lo tanto, no es lo mismo elasticidad que flexibilidad. La elasticidad depende de la clase de madera, de la densidad bruta, de su densidad y temperatura y también de su estructura y de las sustancias que contenga. Las maderas de eucalipto, fresno y alerce, son muy elásticas. Las maderas elásticas se emplean para la construcción de artículos de deporte y sillería y también en la fabricación de vehículos.

CONDUCTIVIDAD DE LA MADERA

La *conductividad térmica* de la madera seca es poca; por ello está descrita como mala conductora del calor. Los polos de la madera seca están menos llenos de aire y éste conduce mal el calor. Por ello la madera está indicada para aquellas aplicaciones en que debe impedirse o atrasarse la emisión de calor, como por ejemplo suelos, mangos de herramientas y saunas.

En general la madera tiene tanta mayor conductividad térmica cuanto mayores son su densidad bruta y contenido de agua.

La *dilatación térmica* de la madera es prácticamente nula sobretodo si se compara con el acero u otros materiales metálicos.

La *difusividad térmica* de la madera es una propiedad poco valorada que interpreta la velocidad con que un

material se calienta, puesto en contacto con una fuente de calor. Es una propiedad muy requerida en muebles que vayan a estar en contacto con el hombre, pues si la difusividad térmica es muy grande, el mueble quita o cede calor al hombre muy rápidamente, según si está a temperatura inferior o superior a 37°C, sintiendo éste frío o calor, en la misma medida que la diferencia de temperatura existentes entre ambos.

La difusividad térmica de la madera es muy baja si se compara con cualquier otro tipo de material.

La *conductividad eléctrica* de la madera depende esencialmente de su contenido de agua. Únicamente la madera secada al horno tiene una resistencia tan alta que no pasa por ella ningún valor nominal de corriente. Al aumentar el contenido de agua retenida va aumentando proporcionalmente la conductividad eléctrica hasta llegar al punto de saturación de las fibras. Para una absorción de agua por encima de la saturación de las fibras la conductividad eléctrica sólo aumenta entonces lentamente.

PROPIEDADES ACÚSTICAS DE LA MADERA

Aislamiento acústico frente a ruidos aéreos externos: El aislamiento de los materiales frente a éstos tipos de ruidos depende de su peso específico, aumentando el aislamiento conforme aumenta éste. La madera al tener un peso específico tan bajo es un aislante muy malo, siendo uno de los grandes problemas de utilización como divisor en viviendas y edificios de núcleos urbanos.

Aislamiento acústico frente a ruidos aéreos internos: Reverberación. El problema de la reverberación se produce cuando el sonido producido en una habitación ni se transmite fuera de ella, ni es absorbido por materiales existentes en su interior, rebotando de una pared a otra hasta extinguirse, causando una desagradable sensación acústica. Los materiales absorbentes del sonido son aquellos que tienen muchos poros, circunstancia que se produce en la madera, por lo que la abundancia de este material en una habitación evita la reverberación. Esta propiedad, junto con la conductividad térmica es la que han otorgado a la madera su calificativo de material noble por la agradable sensación acústica y térmica que otorga su presencia.

Aislamiento acústico frente a impactos: El aislamiento ante este tipo de ruidos, se produce cuando el material absorbe toda la energía del impacto, mediante su deformación. En este sentido, son buenos los materiales elásticos, como es el caso de las moquetas, el corcho y en menor medida la madera.

Transmisión acústica: Es la velocidad con que se transmite el sonido a través de un material. La madera es uno de los materiales que mejor transmiten el sonido, siendo por ello utilizada en instrumentos musicales.

Esta propiedad permite, conociendo la densidad de la madera, saber la resistencia de ésta sin necesidad de realizar ensayos destructivos. Incluso, permite calcular el estado de una viga, atacada por insectos u hongos, sin necesidad de quitarla de servicio.

POLARIDAD DE LA MADERA

La madera tiene carácter polar y por tanto tiene afinidad con los productos polares como puede ser el agua, los pegamentos de carácter polar, los barnices, etc.

TRABAJO DE LA MADERA

La madera es higroscópica, puede ceder y absorber humedad. La cesión o absorción de humedad empieza cuando entre el contenido de humedad de la madera y el entorno que lo rodea hay diferencia. Por cesión y absorción de humedad varían indeterminadas condiciones el volumen y la forma de la madera, que se puede contraer o hinchar, alabear o deformar, o agrietarse. Estos procesos se denominan trabajo de la madera.

El agua de la madera se encuentra en los espacios intercelulares y en las paredes de las células. A la primera

se le llama agua libre; a la segunda agua ocluida.

En el secado de la madera primero se pierde el agua libre y luego la ocluida. La cesión del agua libre tiene lugar de forma relativamente rápida; la del agua ocluida relativamente lenta.

La cesión de agua tiene lugar antes en las células exteriores que en las interiores; en las piezas de madera poco dura más deprisa que en las duras y la albura, lo mismo que en la parte superior del tronco más deprisa y con más intensidad que en el duramen y la parte inferior del tronco. Se produce tanto más deprisa cuanto mayor es la diferencia de humedad entre la madera y el aire.

Durante la cesión del agua libre no varían ni la forma ni el volumen de la madera. Las fibras o membranas celulares están aún en ese momentos saturadas y por eso se habla de saturación de las fibras.

Después de la vaporización del agua libre empieza por diferencia de humedad la vaporización del agua ocluida, con lo cual se hace menor el volumen de la madera, se *contrae*. La contracción de la madera se prolonga hasta que su humedad es el 0%, es decir, hasta alcanzar el estado de secado al horno.

En el sentido de las fibras la contracción es, aproximadamente, del 0,1 al 0,3%; en el sentido de los radios medulares un 5% y en el de los anillos anuales alrededor del 10%. No obstante, en algunas clases de madera las cotas de contracción se apartan mucho de estos valores pro medio. Así, la madera de balsa sólo se reducen el ancho un 3,5% frente al 15% del boj.

La contracción en ancho se hace a menudo apreciable en muchas obras acabadas de carpintería, ejemplo característico son las clásicas uniones a escuadra con madera de testa en las que el travesaño del marco se une simplemente a testa con el larguero, en las que el entrepaño pintado después del montaje muestra la franja de maderas sin pinturas. Para evitar que se despegue la junta de un colado en espesor, debe poner cola a ambas caras enfrentadas de las dos tablas.

Con la contracción no sólo varía el volumen de la madera, sino también su forma.

Las células de madera temprana son de gran lumen y pared fin y por tal motivo acumulan más agua libre y menos ocluida que las del lumen pequeño con paredes gruesas de la madera tardía. Por lo tanto, las células de madera temprana ceden mucho agua libre en comparación con las de madera tardía. La contracción es pues poca en madera temprana y grande en la tardía.

MEDIDAS CONTRA EL TRABAJO DE LA MADERA

El trabajo de la madera se puede impedir o reducir mediante la adecuada elección de la misma, su secado al grado correcto de humedad, en encolado que corresponda de las caras, su recubrimiento y los métodos adecuados de construcción.

Para la elección de la madera, no se debe tener en cuenta alguna particular, hay que buscar en lo posible las que trabajan poco o sea las que modifican poco sus medidas, como por ejemplo, el roble, el fresno y el castaño.

La madera debería trabajarse cuando estuviera seca al máximo, que es además cuando mejor se trabaja. Las caras de madera maciza se encolan a lo ancho de modo que el corazón quede con el corazón y la albura con la albura. De esta forma se conservan rectas las caras. Para esto hay que tener en cuenta cuando se encolen de canto que los distintos anchos deben de ir todos en la misma posición.

Los **encolados de engrosamiento** pueden seguir por indicación la junta cuando no se encolan las caras izquierdas. Con esta forma de encolado la junta permanece cerrada con la contracción de la madera. Los

revestimientos de puertas y las **molduras de zócalos** se hacen y colocan así para que con la contracción de la madera el revestimiento a la moldura sean atraídos hacia la pared. En los cajones, la junta entre el forro y pieza frontal permanece cerrada con el secado cuando el forro se encola por la cara izquierda.

Son también medidas contra el trabajo de la madera el encolado de chapas a la madera, las piezas de madera cortada para molduras y junquillos y su chapado.

Igualmente, siguiendo construcciones apropiadas se puede impedir el trabajo de la madera sin que impida la utilización de un mueble o de componentes. Ejemplos de esas construcciones son los marcos y entrepaños, los ensambles machihembrados y también la cola de milano.