

## La Industrialización de la madera

La explotación mesurada de los recursos naturales es vital para su preservación. Este noble material, fabricado por la naturaleza con un elevado grado de especialización, debe sus atributos a la complejidad de su estructura. Está atravesado por una red de células longitudinales (desde las raíces a la copa) y transversales (desde la médula a la corteza) de distintas características, que dan forma a sus tres componentes químicos básicos: celulosa, hemicelulosa y lignina, más otros compuestos secundarios como taninos, gomas, aceites, colorantes y resinas.



### Aserraderos y remanufactura

El proceso de aserrado comienza con la clasificación automática de los trozos según su diámetro, a fin de asegurar un mayor rendimiento en las líneas de aserrío.

Dependiendo de las demandas de los productos (vigas, tablas) y las características de cada trozo, un programa de software especializado permite aprovechar el trozo de madera en forma óptima, de acuerdo a las especificaciones requeridas por los mercados nacionales e internacionales.

La madera aserrada (tablas), tras un proceso de secado, tiene la posibilidad de tres destinos:

- Exportación: La madera puede ser exportada a más de 30 países.
- Remanufactura: La madera es llevada a la planta de Remanufactura que posee Empresas CMPC en Los Ángeles, VIII Región de Chile, donde se obtienen piezas y diversos tipos de molduras.
- Mercado Nacional: La madera es comercializada directamente en todo el país (sin secado). Los subproductos generados en este proceso industrial son aprovechados, ya sea como astillas, para abastecer las plantas de celulosa de CMPC, o como astillas combustibles para abastecer a los secadores de madera de los mismos aserraderos.

El aserrín y otros despuntes son utilizados por una empresa termoeléctrica, para generar electricidad, con una producción de 8,7 megawatt/hr, la que en un 50 % es consumida por Empresas CMPC y el resto es entregada al servicio interconectado del país.

### **Proceso productivo de la madera**

El proceso de remanufactura consiste en una primera etapa de preparación de materia prima, esto es, la optimización de anchos (opti-rip), el cepillado y la clasificación en distintos grados de calidad.

En una segunda fase, la madera es trozada en líneas manuales y automáticas, con el fin de eliminar los defectos, para, a continuación, separar los cutstocks (piezas libres de nudos de largo fijo) de los blocks (piezas de madera libre de nudos de largos variables). Estos últimos son conducidos a las máquinas que hacen la unión de tipo finger, que dan origen a los blanks o tablas libres de nudos de 6 m. de largo.

La tercera etapa consiste en el procesamiento de estos cutstocks y blanks en distintas líneas orientadas a los productos finales. Estas son las moldureras, para el caso de las molduras, o las líneas de encolado de canto o línea de encolado de cara, para los productos laminados. Las principales máquinas para estos últimos productos son procesadoras de líneas de colas, prensas tanto frías como de radio frecuencia, escuadradoras y lijadoras.

La cuarta y última etapa consiste en control de calidad, etiquetado, empaquetado, y despacho, tanto a puerto para los productos de exportación, como directamente a las instalaciones de los clientes en el mercado nacional.

Fuente:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/carpinteria/madera/madera1a.htm>

### **CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA MADERA**

#### **1. GENERALIDADES**

La madera se define como la sustancia vegetal más o menos dura, compacta y fibrosa que se extrae del tronco, ramas y raíces de las plantas leñosas. Es una agrupación de células de formas muy variadas de diferentes tamaños y características. Por lo tanto la madera no es un material homogéneo, o sea, no tiene una estructura uniforme y debe cumplir en el árbol o vegetal vivo tres funciones: la conducción de la savia, o sea agua y sustancias disueltas, la transformación y almacenamiento de sustancias de reserva y el sostenimiento o resistencia mecánica del vegetal.

En el mercado mundial de maderas se conocen dos grandes grupos comerciales: las Coníferas, llamadas también maderas blandas o suaves, características de las zonas templadas del norte y del sur y entre nosotros representada por el ciprés y el pino principalmente. Las maderas Duras, llamada también latifoliadas, maderas porosas o de hoja ancha, de amplia distribución en el trópico y aún en las zonas templadas; para nosotros están representadas en todas las maderas de uso muy difundido como el cedro, abarco, roble, etc.

## Maderas

Los términos de suaves ó blandas y duras no se aplican a la efectiva dureza de las mismas, ya que algunas maderas blandas como por ejemplo el Pino es más dura y densa que una madera dura como el Balso.

Las células que forman la madera son en su mayoría cilíndricas o prismáticas y alargadas en la dirección del eje del árbol y están constituidas por una pared celular que encierra una cavidad llamada lúmen.

## 2. PLANOS EN LOS CUALES SE ESTUDIA LA MADERA

Para tener una idea exacta de la estructura de la madera vamos a considerar una sección del tronco del árbol el cual se asemeja bastante a un tronco de cono y que vamos a suponer cortado en tres planos ortogonales, entre sí de la forma siguiente:

(Figura 1).

Transversal o sea normal al eje longitudinal del árbol, un segundo radial, determinado por el eje del tronco y un diámetro, y un tercero tangencial, paralelo al eje del tronco y que pasa por una de las cuerdas de la circunferencia del tronco.

## 3. ELEMENTOS DE LA MADERA

Al observar la sección transversal de un tronco de una conífera o de una latifoliada, se observan de afuera hacia adentro las siguientes capas:

(figura 1).

1. Corteza externa o corteza propiamente dicha.
2. Corteza interna o libero
3. Cambium, capa delgada de células vivas generadora del crecimiento en espesor del árbol.
4. Estructura leñosa o madera propiamente dicha.
5. Cordón medular.

La corteza externa está constituida por células muertas y tiene corno

## Maderas

función ser una capa protectora contra daños externos. La corteza interna o floema está constituida por elementos conductores especiales.

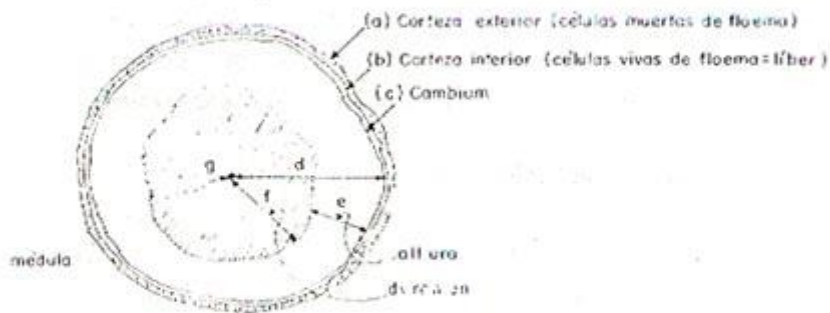
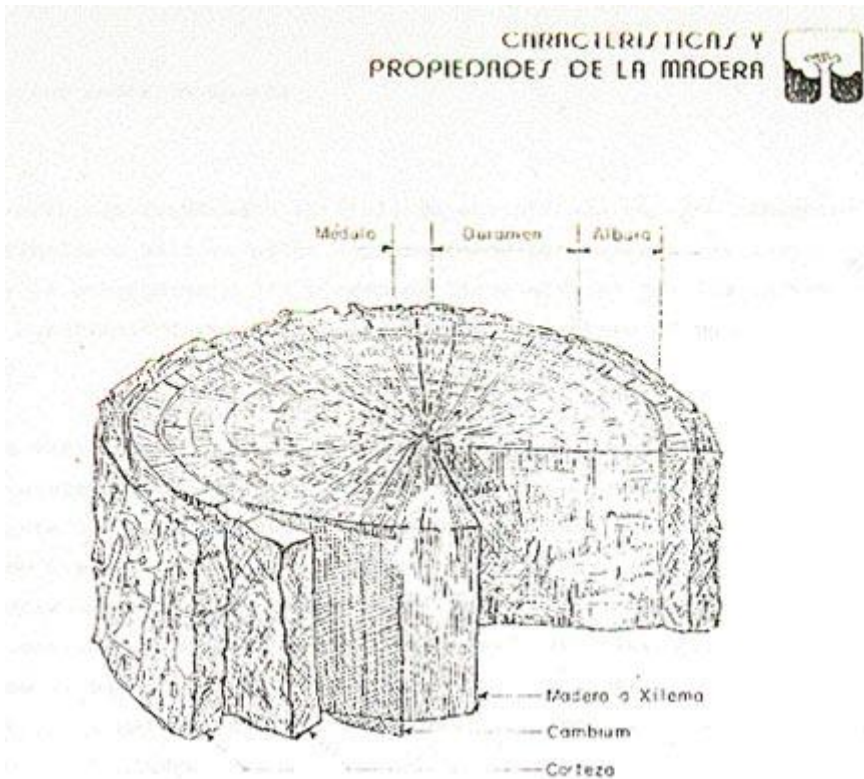


Figura 1. Partes del tronco

Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino

En una madera de frondosa o latifoliada encontramos que los elementos longitudinales o axiales están representados por vasos, traqueida, fibras y

## Maderas

el parénquima y los elementos transversales por los radios leñosos constituidos por parénquima y células secretoras de los canales de goma.

A simple vista o con ayuda de una lupa de 10x podemos observar en el corte transversal de una madera de latifoliada las siguientes estructuras (Figura 2): como huecos solitarios o agrupada los poros o vasos, así mismo los radios se observan como líneas finas, que van del centro del árbol hacia la periferia, rodeando los poros o en forma irregular se pueden observar células de paredes delgadas y de color mas claro que conforman el parénquima, el resto del tejido de madera está constituido por células de paredes gruesas y láminas estrechas que constituyen las fibras y latifoliadas.

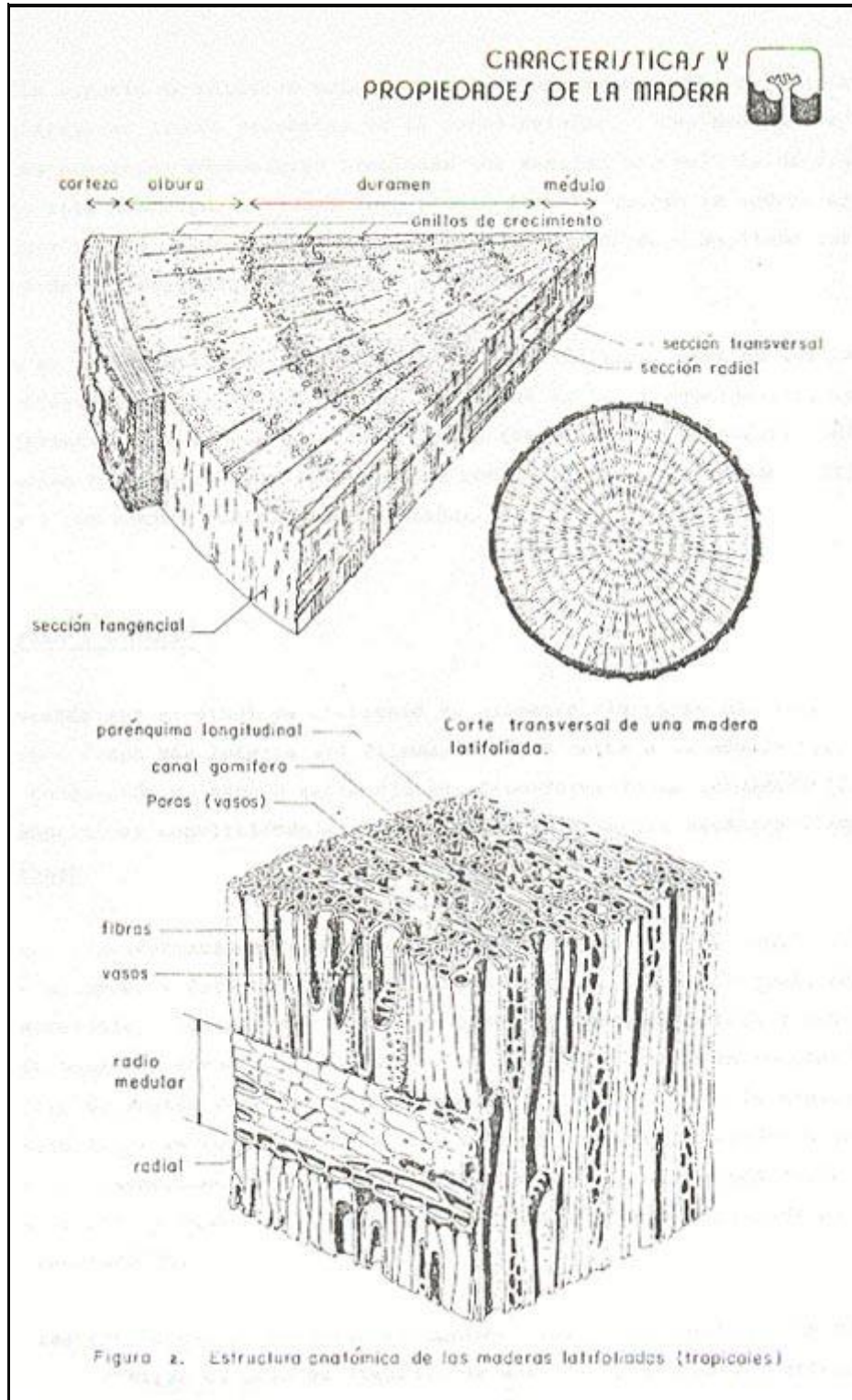
Los vasos son estructuras cilíndricas, alargadas verticalmente que están unidas unas con otras longitudinalmente, formando tubos continuos.

Los radios son agrupaciones de células de formas rectangulares o cuadradas que siguen la dirección de la médula a la corteza y que hacen la función de transporte y almacenamiento de sustancias de reserva.

El parénquima longitudinal está formado por células rectangulares alargadas verticalmente.

Las fibras de la madera, que son las estructuras más abundantes, poseen la forma de un prisma truncado en ambos extremos, con pared y volumen.

Todas estas células están conectadas entre si por medio de pequeños agujeros que se conocen con el nombre de Punteaduras y que permiten la comunicación de las células entre sí.



En la mayoría de nuestras maderas las punteaduras son simples, es decir, son agujeros libres presentes en la pared celular. Las maderas de coníferas

## Maderas

presentan punteaduras areoladas que semejan una válvula de diafragma; a este diafragma se llama Toro y está abierto cuando la madera es de albura y está verde o en condición húmeda; y cerrado o aspirado cuando la madera forma parte del Duramen o está seca.

Una de las diferencias entre coníferas y latifoliadas está en que las coníferas solo tienen punteaduras areoladas en las traqueidas, la otra diferencia está en que las coníferas no tienen vasos, solamente radios, canales resiníferos y traqueidas que son más largas que en las latifoliadas y con muchas punteaduras areoladas.

### 4. ALBURA Y DURAMEN

A medida que el árbol va creciendo en diámetro, la parte más interna del tronco (capa más interna del xilema) situada cerca a la médula cesa en la conducción de agua y sufre ciertas transformaciones químicas, físicas y anatómicas convirtiéndolas en tejido de resistencia mecánica llamado duramen.

Estas transformaciones generalmente van acompañadas de un cambio de color (no siempre) y está formada por células muertas, llenas de goma, resina y materiales colorantes y en muchos casos de agentes tóxicos y repelentes para hongos e insectos. La madera de esta zona cumple la función de tejido de sostén y se conoce como madera de Corazón. En la madera de latifoliadas es común encontrar los vasos de duramen taponados u obstruidos por expansiones de células de parénquima lo que hace más difícil el transporte de agua o de líquidos por lo tanto es más complicado un secado e inmunización.

En las coníferas, al formarse el duramen, las punteaduras de las traqueidas cierran el paso de líquidos de una célula a otra y continua funcionando como verdadera válvula por acción de las resinas que se depositan en ellas.

El duramen presenta una mejor durabilidad y es más resistente al deterioro debido a la impregnación de sus células con sustancias antisépticas que paralizan el desarrollo de los parásitos de la madera. Esta característica hace que el duramen sea preferido más que la albura, pero a su vez presenta mayores dificultades para su impregnación.

La parte de la madera que continúa en las funciones de conducción y almacenamiento se denomina Albura y corresponde a la zona externa, de color claro, generalmente blanco, que forma un anillo en la periferia; ella realiza las funciones de transporte de savia. Se considera la albura como más susceptible al ataque de hongos e insectos.

## 5. ANILLOS DE CRECIMIENTO

En los árboles que crecen en las zonas templadas existen períodos definidos de crecimiento activo durante el año, por la presencia de las estaciones. Generalmente el crecimiento y el aumento en diámetros de los árboles se realiza durante la primavera y el verano y ocasionalmente en el otoño.

Durante la primavera se origina un tejido de células de paredes delgadas, lúmen amplio y color claro, llamada Madera temprana ó Madera de primavera y en el verano y otoño se forma un tejido más compacto, de paredes gruesas, lúmen más estrecho y color más oscuro llamado Madera tardía ó Madera de verano.

La alternancia de estas zonas de primavera y de verano dan la apariencia en el corte transversal de círculos concéntricos llamados anillos de crecimiento. En las zonas templadas donde existe un período vegetativo definido en cada año podemos hablar de anillos anuales de crecimiento, que nos permiten incluso llegar a determinar la edad de los árboles.

En las zonas tropicales no se forman anillos bien definidos pero algunas especies los pueden presentar si están asociadas con zonas donde hay lapsos bien definidos, de invierno (lluvias), y verano (sequía) durante el año.

## 6. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Las principales propiedades físicas que nos interesan para el secado de la madera son: densidad, humedad y contracción.

Estas características están íntimamente relacionadas; así el efecto de toda variación en el contenido de humedad se manifiesta, dentro de ciertos límites, en variaciones de las dimensiones y la densidad de la madera.

### 6.1 Densidad

La densidad de la madera se define como la relación de la masa a un volumen medido a un determinado contenido de humedad. Como la madera es un material heterogéneo, su densidad en función de la proporción de espacios huecos con relación a la madera leñosa, se conoce como densidad aparente de la madera.



## Maderas

Para efectos de comparación entre especies, se determina a un contenido de humedad definido:

Densidad anhidro o seca al horno para un C H = 0%  
Densidad seca al aire o normal para un C H = 12%  
Densidad verde para un contenido de humedad: > 30%

La densidad anhidra varía en las maderas de 0.1 g/cm<sup>3</sup> para el balsa a 1.4 g/cm<sup>3</sup> para el guayacán de bola. Su valores varían entre especies y aún dentro de la misma especie.

Es una de las propiedades físicas más utilizada como guía para el secado de la madera. En general la madera más dura, seca más lentamente y con mayor tendencia a defectos del secado que las maderas menos duras.

### 6.2 Relaciones agua-madera. Contenido de Humedad

La madera es un material higroscópico que siempre contiene agua, de hecho, en el árbol en pie la madera tiene como función el transporte de agua de la raíz hasta las hojas, lo que permite el proceso de crecimiento.

Para un uso adecuado de la madera, una vez cortado el árbol es necesario remover o secarla hasta un contenido de humedad, que depende de las condiciones de uso posterior de la madera.

Al estar constituida la madera por una innumerable cantidad de células que consisten en paredes celulares y cavidades celulares o lúmenes, el agua en la madera puede encontrarse en dos formas:

Agua libre, que llena las cavidades celulares como un líquido; teóricamente puede moverse más fácilmente de una célula a otra y eventualmente a la superficie de la madera, para ser evaporada.

El agua que se encuentra contenida dentro de las paredes celulares se llama agua higroscópica o agua límite y sacarla de la madera requiere usar energía y puede producir mayores problemas para el efecto de la contracción.

En la madera recién cortada se encuentran ambas formas de humedad

## Maderas

y se dice que la madera está en condiciones verde o húmeda; cuando la madera está seca al aire o parcialmente seca solo contiene agua en las paredes celulares.

El término contenido de humedad (C.H) se define como la " cantidad de agua que una pieza de madera contiene, expresada como porcentaje del peso anhidro o seco al horno de la pieza de madera. La fórmula para calcular el contenido de humedad es:

$$C.H (\%) = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso seco al horno}}{\text{Peso seco al horno}} \times 100$$

En la fórmula anterior el peso seco al horno significa que ha sido llevado a una estufa a 103°C y su contenido de humedad es 0%. Las especies de madera de baja densidad, tienen paredes delgadas y cavidades celulares relativamente grandes. Tales maderas pueden retener más que su propio peso en agua y así poseer un contenido de humedad verde de 200 a 400%.

Las maderas duras tienen paredes gruesas y cavidades celulares pequeñas, y por tanto su contenido de humedad máximo que pueden tener es menor del 100%. Para nuestras condiciones por ejemplo, el roble que se consigue en rastras en depósitos de la ciudad puede alcanzar contenidos de humedad del 60% al 70%.

Cuando la madera alcanza un contenido de humedad tal que el agua libre ha sido evaporada y solo contiene agua higroscópica se dice que ha alcanzado el punto de saturación de las fibras ( P.S.E), el cual tiene gran importancia para el proceso del secado y corresponde a valores de contenidos de humedad del 24 al 32%; para casos prácticos se toma como 30% de contenido de humedad.

La madera al ser apeada comienza un proceso de equilibrio con el medio ambiente. Este proceso se expresa a través de la pérdida del agua que posee en su interior, y será más o menos rápido según el medio y la especie de madera.

En forma simplificada podemos decir que el "agua libre" es eliminada en primer término hasta alcanzar el P.S.F.; hasta este punto de secado, la madera no experimenta modificaciones dimensionales de importancia,

## Maderas

pero dado que es muy difícil que este porcentaje de contenido de humedad represente un punto de equilibrio, el proceso continúa y se va perdiendo el "agua límite" y es a partir de este momento que la madera comenzará a experimentar movimientos o juegos que se conocen con el nombre de Contracción.

### 6.3 Contracción de la Madera

La madera posee la propiedad de contraerse o hincharse según pierda o gane humedad. Al secar la madera verde hasta un contenido de humedad equilibrio con las condiciones atmosféricas se produce una considerable disminución de las dimensiones originales y aún cuando una determinada pieza de madera sea adecuadamente secada antes de ser puesta en obra se encogerá o hinchará de acuerdo a las variaciones del medio ambiente.

La contracción se origina al perderse el agua límite, o sea, que empieza cuando la madera alcanza el P.S.F. y como todo cuerpo las variaciones se realizan en las tres dimensiones: longitudinal, radial y tangencial.

Las variaciones en el sentido longitudinal son prácticamente despreciables en usos comunes, la contracción tangencial es 1.5 a 2 veces mayor que la radial. Este fenómeno da lugar a deformaciones tales como alabeos, torceduras, rajaduras, grietas y colapsos.

Las maderas más duras presentan mayores valores de contracción que las maderas menos densas; la contracción se expresa en % de la dimensión original.

## **IMPLICACIONES ECONÓMICAS DEL SECADO DE LA MADERA**

### **1. LA MADERA COMO MATERIA PRIMA**

Las posibilidades reales de utilización de la madera como materia prima para diversos procesos industriales depende básicamente del tratamiento que se le dé con el fin de convertirla en un material apropiado.

En los países desarrollados y con tradición forestal, la madera es considerada como material básico en la industria de la construcción. No puede decirse lo mismo respecto a su uso en los países de la subregión Andina y en la mayoría de los países subdesarrollados con inmensas áreas cubiertas con bosques tropicales; donde la madera es considerada como el peor material para construcción, apta solamente para construcciones rústicas y temporales.

Los avances tecnológicos logrados alrededor del acero, concreto y plásticos y el desconocimiento que tienen los ingenieros y arquitectos sobre las propiedades y técnicas de procesamiento de la

## Maderas

madera, son factores que han contribuido a que este material pierda competitividad frente a otros para su uso en la construcción, fabricación de muebles, postes para líneas de transmisión eléctrica o telefónica. y otra gran variedad de usos.

La madera posee una serie de propiedades que la convierten en materia prima de excelente calidad para la fabricación de ciertos productos, destacándose las siguientes:

- Relación peso específico - resistencia mecánica altamente favorable.
- Fácil de trabajar y acoplar mediante uniones simples.
- Cuando está seca, posee un alto poder como aislante térmico, acústico y eléctrico.

En contraste con las propiedades mencionadas, son muy pocos los factores limitantes de su uso, siendo los más determinantes la predisposición a la descomposición debido a su origen orgánico y la inestabilidad dimensional por ser un material higroscópico que se hincha cuando absorbe agua y se contrae cuando la pierde.

Durante los últimos cincuenta años se han logrado notables avances para contrarrestar estas desventajas, desarrollándose técnicas de secado y preservación que permiten el uso de la madera con un alto grado de confiabilidad. La adaptación y transferencia de nuevas tecnologías al tratamiento de maderas tropicales y de plantaciones establecidas en climas tropicales, constituye la base fundamental para ampliar las posibilidades de uso de la madera en países como Colombia y poder así considerarla como una alternativa que contribuya a la solución de uno de los principales problemas que afecta al país, como es el déficit de vivienda.

## 2. IMPORTANCIA DEL SECADO DE LA MADERA

Una de las condiciones esenciales para que la madera pueda utilizarse industrialmente es que su contenido de humedad esté ajustado a las condiciones de uso y sitio a que va a ser destinada. Es bien sabido que la madera verde contiene una gran cantidad de agua, la cual debe ser eliminada si se quiere convertirla en un material apropiado para una amplia gama de aplicaciones industriales. Durante el proceso de remoción del agua, la madera puede sufrir cambios no deseados en su forma y color o ser atacada por hongos e insectos. Si estos defectos no pueden ser controlados, es posible que la madera se convierta en un material no apropiado para los diversos usos a que podría destinarse, ya que la aparición de defectos tales como grietas, rajaduras y deformaciones limitan considerablemente sus aplicaciones. Así mismo, la utilización industrial de la madera exige que ésta tenga bajos contenidos de agua.

El secado de la madera puede lograrse a base de aire natural (secado al aire libre) o por métodos especiales que estimulan la salida del agua en forma más o menos rápida. sea cual fuere el método de secado empleado, debe tenerse siempre presente los principios que lo regulan, que son:

- Secar la madera en el menor tiempo posible
- Producción mínima de defectos
- Costos de secado que hagan rentable la operación.

### 3. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL SECADO DE LA MADERA.

La selección, para la aplicación a escala industrial, del método de secado más apropiado, conlleva un análisis profundo de las implicaciones de orden económico que pueden afectar la rentabilidad de la actividad industrial considerada.

**Desde el punto de vista económico, una definición sobre el sistema de secado más apropiado exige el conocimiento previo de todos aquellos elementos que determinan el costo de secado, siendo los más importantes:**

- Consumo anual de madera
- Tipo de productos que se elaboran
- Fuente de energía y/o calor disponible
- Maderas utilizadas. Especie, espesor y precio
- Tiempo de secado, tanto para el caso de secado al aire libre como para el secado en horno
- Rotación del capital
- Pérdidas de madera durante el secado
- Mano de obra requerida.

El análisis conjunto de estos factores, suministra los elementos de juicio para la toma de una definición sobre el método más apropiado.

A manera de guía metodológica, se plantea en el presente documento un derrotero para el cálculo de costos de secado al aire libre y en horno, para con base en ellos establecer cual será el sistema más rentable de acuerdo a las características de la industria establecida.

3.1. FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA PARA EL ANALISIS DE COSTOS DE SECADO AL AIRE LIBRE

a- INVERSIONES

Se incluye en este rubro las inversiones necesarias para la adecuación del patio de secado, es decir, costo de las fundaciones para las pilas de madera, cobertizos, palos separadores, bases y vigas.

1a (\$)

b- Período de depreciación para los rubros considerados en el numeral anterior. Para el secado al aire se acostumbra fijar un período de depreciación de 5 años

f1 = 20%

c- Volumen de madera a secar por año

Vm (m<sup>3</sup>/año)

d- Tasa de interés

i (% anual)

e- Area del patio de secado incluyendo las vías de acceso para el transporte. El cálculo del área del patio de secado se hace sobre la base de 3m<sup>2</sup> de terreno por m<sup>3</sup> de madera

A<sub>p</sub> (m<sup>2</sup>)

f- Costo del terreno para el patio de secado

K1 (\$/m<sup>2</sup>)

g- Costo de preparación del terreno y construcción de vías para el patio de secado

K2 (\$/m<sup>2</sup>)

h- Período de depreciación para los rubros considerados en el numeral anterior. Se considera un período de 10 años para la depreciación de las vías y obras civiles para el patio de secado

f2 = 10%

i- Precio de la madera sin incluir costos de apilado

Pm (\$/m<sup>3</sup>)

j- Duración promedio del período de secado

X (meses)

k- Valor estimado de las pérdidas de madera durante el período de secado

Pw (%)

l- Tiempo de transporte y apilado de la madera dentro del patio

t<sub>a</sub> (min/m<sup>3</sup>)

m- Tiempo de descargue después del secado

t<sub>d</sub> (min/m<sup>3</sup>)

n- Salarios mano de obra, incluyendo prestaciones sociales

L (\$/hora)

3.2. CALCULO DE COSTOS DEL SECADO AL AIRE LIBRE		
a- Depreciación sobre inversiones	$\frac{Ia \times f1}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
b- Interés sobre la inversión	$\frac{Ia \times i}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
c- Interés sobre costo del terreno	$\frac{Ap \times K1 \times i}{Vm \times 100}$	/m <sup>3</sup>
d- Depreciación sobre obras civiles patio	$\frac{Ap \times K2 \times f2}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
e- Interés sobre el capital circulante	$\frac{Pm \times i \times X}{12 \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
f- Valor de las pérdidas de madera durante el secado al aire	$\frac{Pm \times Pw}{100}$	\$/m <sup>3</sup>
g- Costos de apilado	$\frac{ta \times L}{60}$	\$/m <sup>3</sup>
h- Costos de descargue	$\frac{td \times L}{60}$	\$/m <sup>3</sup>
COSTO TOTAL SECADO AL AIRE		$\Sigma$ (\$/m <sup>3</sup> )

### 3.3. FACTORES QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS DE SECADO AL HORNO.

La característica principal del secado de madera en hornos es el control que puede ejercerse sobre los factores que determinan el clima dentro de la secadora. En otras palabras, con el secado al horno, la madera se puede secar hasta un contenido de humedad deseado, mediante la regulación de la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire dentro de la secadora, lográndose una disminución considerable en el tiempo de secado.

## Maderas

Es condición esencial para obtener un buen secado en hornos el disponer de equipo apropiada con registradores de calor, buen equipo de ventilación, controles para la humedad relativa (tubería de rocío y ventilas para entrada y salida de aire) y aparatos adecuados para el control total del proceso de secado.

La definición sobre el tipo y tamaño de secadora es función del volumen de madera requerido para los procesos industriales, la especie, el espesor de la madera y el contenido de humedad final deseado y el tipo de energía y/o combustible disponible.

Cuando se requiere secar madera de diferentes especies y espesores y cuyo comportamiento de secado es muy variable, es recomendable la construcción de varios hornos de secado de tamaño pequeño, en lugar de un horno grande.

Los factores que deben tenerse en cuenta para el cálculo de costos de secado son los siguientes:	
a- Inversión total Comprende el valor del horno, sistemas de control, caldera, inversiones de energía, fundaciones y el costo del transporte del sistema al sitio de instalación y el costo del montaje	Ia (\$)
b- Período de depreciación de la inversión. Se estima un período de 8 años para la depreciación de la secadora	f1 = 12,5%
c- Cantidad de madera a secar anualmente	Vm(m <sup>3</sup> /año)
d- Tasa de interés	i (% anual)
e- Area requerida para la secadora y apilado de madera	As
f- Valor del terreno para la secadora	K1(\$/m <sup>2</sup> )
g- Valor obras civiles para montaje de la secadora	K2 (\$/m <sup>2</sup> )
h- Período de depreciación para las obras civiles	f2 = 10%
i- Remoción promedio de humedad por m <sup>3</sup> de madera $W = Po [(Chi - Chf) \div 100]$	Kg agua/m <sup>3</sup>
j- Consumo promedio de combustible por kilogramo de agua extraída	Q(galones/Kg agua)
k- Precio combustible	Pq(\$/galón)
l- Potencia requerida por los ventiladores	NW (Kw)
m- Consumo de energía de los ventiladores expresado como un % de la potencia de los motores	Y (%)



n-	Costo de la energía	Pe (\$/Kwh)
o-	Precio de la madera antes del secado excluyendo el costo del apilado	Pm (\$/m <sup>3</sup> )
p-	Tiempo de almacenamiento de la madera durante el presecado	X (meses)
q-	Tiempo de secado al horno	ts (días)
r-	Capacidad de la secadora, en volumen neto de madera	Vs (m <sup>3</sup> )
s-	Tiempo de apilado (cargue)	ta (min/m <sup>3</sup> )
t-	Tiempo de descargue	td (min/m <sup>3</sup> )
u-	Costo mano de obra, incluyendo prestaciones sociales	L (\$/hora)
v-	Valor estimado de las pérdidas durante el secado al horno	Pw (%)
3.4. CALCULO DE COSTOS DE SECADO AL HORNO		
a-	Depreciación sobre inversiones en la secadora	
	$\frac{Ia \times f1}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
b-	Interés sobre la inversión	
	$\frac{Ia \times i}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
c-	Costo financiero del área ocupada por la secadora	
	$\frac{As \times K1 \times i}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
d-	Depreciación sobre obras civiles	
	$\frac{As \times K2 \times f2}{Vm \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
e-	Costos combustible o energía calórica	
	W x Q x Pq	\$/m <sup>3</sup>
f-	Costo energía consumida por ventiladores	
	$\frac{NW \times 24 \times ts \times Y \times Pe}{Vs}$	\$/m <sup>3</sup>

g- Interés sobre el capital circulante	
$\frac{P_m \times i \times X}{12 \times 100}$	\$/m <sup>3</sup>
h- Costo de mano de obra durante apilado	
$\frac{t_a \times L}{60}$	\$/m <sup>3</sup>
i- Costo de mano de obra para el descargue	
$\frac{t_d \times L}{60}$	\$/m <sup>3</sup>
j- Valor de las pérdidas	
$\frac{P_m \times P_w}{100}$	\$/m <sup>3</sup>
<b>COSTO TOTAL SECADO AL HORNO</b>	<b><math>\Sigma</math> (\$/m<sup>3</sup>)</b>

### 3.5. ANÁLISIS DE LOS DIVERSOS FACTORES QUE DETERMINAN LOS COSTOS DEL SECADO.

Se ha comprobado en la práctica, tanto para el secado al aire libre como para el secado en estufa, que los costos correspondientes a mano de obra y valor de las pérdidas de madera, representan una proporción relativamente alta de los costos totales de secado.

En el caso del secado al aire, el mayor porcentaje de costos corresponde a los costos del interés del capital circulante debido a los grandes stock de madera que es necesario mantener en patio para abastecer continuamente de madera seca a la planta industrial, ya que la duración del período de, que es función del clima del sitio, puede variar entre 2 meses a un año.

Para el caso del secado al horno, la mayor proporción de costos está en la depreciación de la inversión realizada para la compra y montaje de la secadora.

Para empresas que requieren del secado de más de 1.000 m<sup>3</sup>/año, se considera antieconómica la utilización del sistema de secado al aire libre.

De ahí la tendencia a desarrollar sistemas de secado que disminuyan el tiempo de secado para el rango de humedad entre la condición verde y el punto de saturación de las fibras. Los presecadores, basados fundamentalmente en la circulación de aire forzado por medio de ventiladores constituyen una alternativa favorable para disminuir los tiempos de secado.

Si además se considera el hecho de que por el método de secado al aire sólo se obtiene un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones climáticas del patio de madera y que en

## Maderas

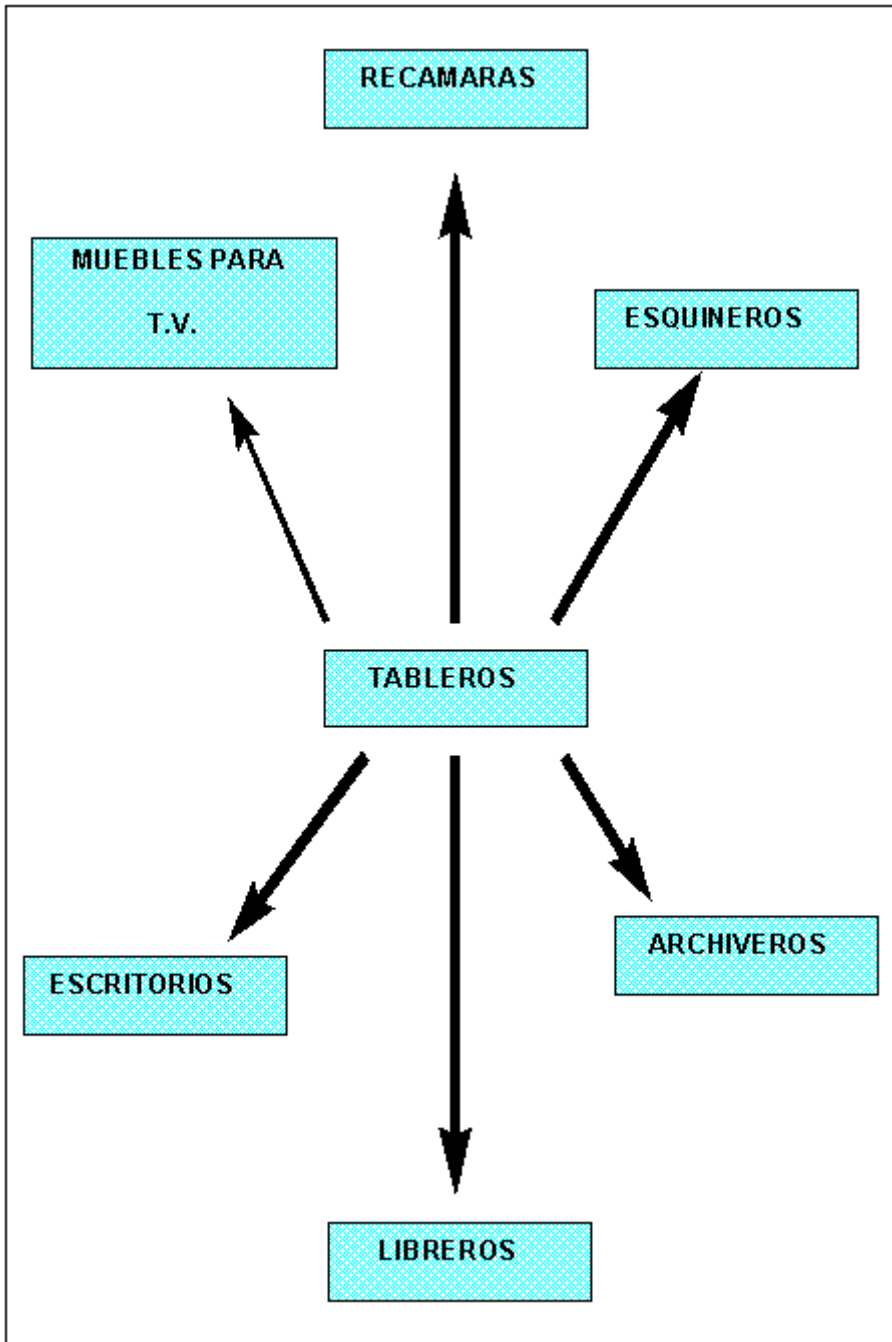
muchos casos este contenido de humedad es demasiado alto para ciertas aplicaciones industriales, se llega a la conclusión que, desde el punto de vista técnico es necesario la utilización de hornos de secado.

Otro factor que favorece la utilización de hornos de secado es el alto riesgo que presenta el almacenamiento al aire libre de grandes cantidades de madera durante largos períodos de tiempo.

En la elección del tipo de secado al horno más apropiado, además del tamaño, que está determinado por el volumen y tipo de madera a secar, es importante tener presente que de los tres elementos de control de secado de la madera, temperatura, humedad relativa y velocidad del aire, el equipo requerido para regular las condiciones de velocidad del aire dentro de la secadora es el que tiene mayor peso dentro de los costos de la secadora. Así, para modificar las condiciones de humedad relativa del aire en un horno, solo se requiere aumentar o disminuir la cantidad de vapor rociado y/o aumentar o disminuir la acción de las ventilas, por lo cual puede considerarse como el componente de equipo más económico. Para el caso de la temperatura, un aumento de la capacidad máxima de calentamiento puede exigir una mayor capacidad del hogar de la caldera o una caldera adicional, cuyo costo será en todos los casos mayor que cuando se requiere alterar las condiciones de humedad relativa del aire; pero menor que cuando es necesario considerar una mayor velocidad del aire, ya que la energía eléctrica consumida por los ventiladores es aproximadamente proporcional al cubo de la velocidad del aire.

### FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ESCALAS DE PRODUCCION

Los procesos de producción para la elaboración de los diversos productos de madera aglutinada son similares ya que a pesar de la diversidad de productos el procedimiento utilizado es parecido.



## Maderas

Las escalas posibles de producción que se pueden lograr son:

	Escala (rango de producción)
Microempresa/artesanal:	Hasta 6 libreros/día
Pequeña empresa:	De 6 a 10 libreros/día
Mediana empresa:	De 10 a 30 libreros/día
Gran empresa:	Más de 30 libreros/día

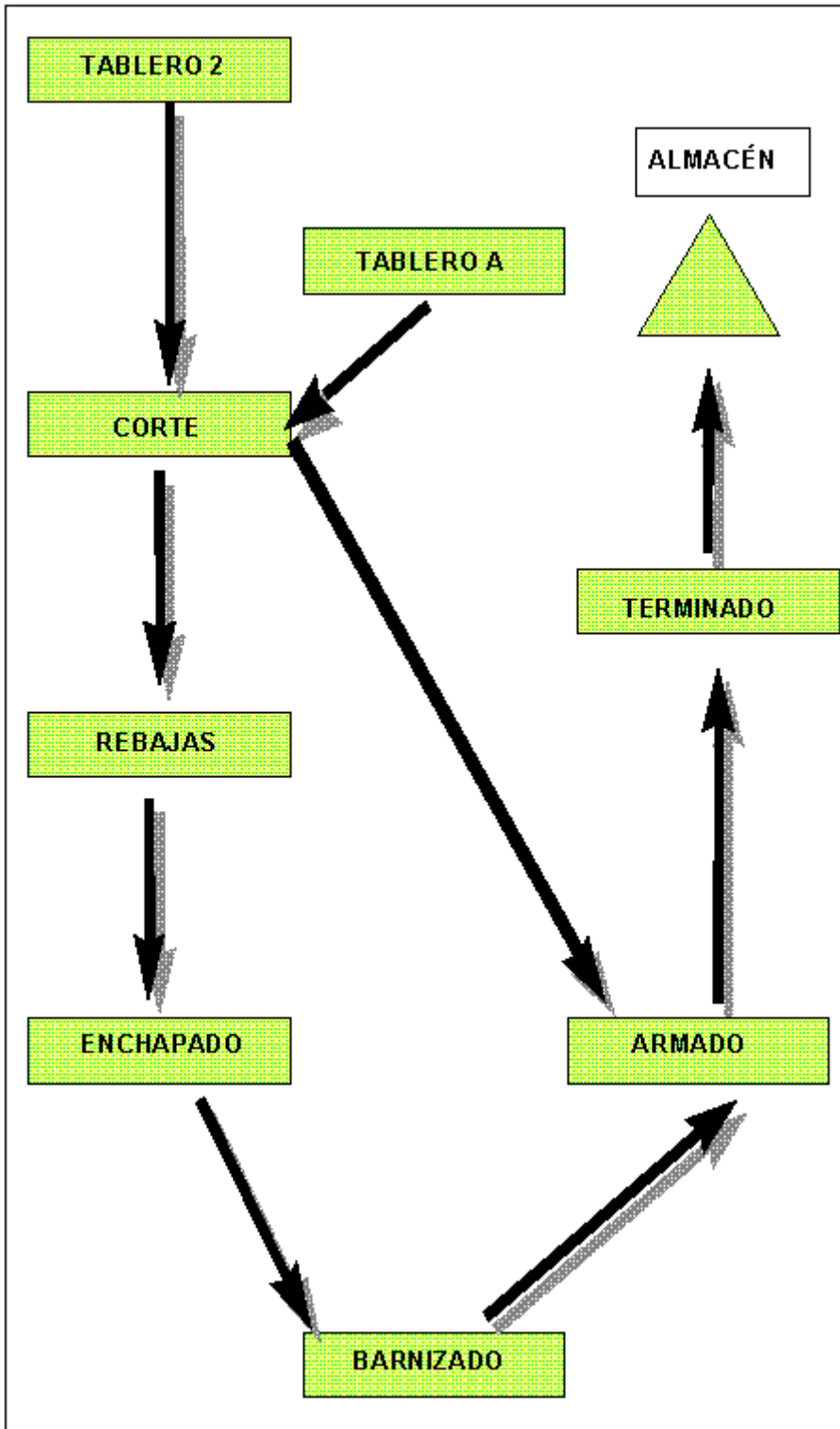
En cuanto al grado de actualización tecnológica se destaca lo siguiente:

- El proceso de producción en la elaboración de muebles de madera aglutinada se trata de un proceso tradicional.
- Los cambios o transformaciones importantes que ha sufrido el proceso a través del tiempo se refieren principalmente a los cambios de diseño que han sufrido los muebles y los materiales en especial el aglomerado que ha cambiado sus tonos.
- En cuanto a los procesos a nivel de Gran empresa se realizan con una intensificación de maquinaria que sirve para incrementar el volumen de la producción. Este incremento en el nivel de maquinaria se ve a partir de la pequeña empresa.

### **Flujo del proceso de producción en una escala de micro empresa/artesanal**

Se presenta el flujo del proceso productivo a nivel general, referente al producto seleccionado del giro y analizado con más detalle en esta guía.

Sin embargo, éste puede ser similar para otros productos, si el proceso productivo es homogéneo, o para variantes del mismo. Al respecto, se debe evaluar en cada caso la pertinencia de cada una de las actividades previstas, la naturaleza de la maquinaria y el equipo considerados, el tiempo y tipo de las operaciones a realizar y las formulaciones o composiciones diferentes que involucra cada producto o variante que se pretenda realizar.



A continuación, se presenta una explicación del proceso productivo a nivel microempresa/artesanal:

## Maderas

Tablero 2, Tablero A: El proceso productivo comienza cuando se reciben los tableros de una y dos caras de 16 mm de grosor de 1.22 de ancho y 2.44 de largo.

En el proceso se hace la señalización de cada uno de estos para diferenciarlos el tablero 2 es el tablero principal el cual lleva las 2 caras cubiertas con un enchapado y es ello lo que le da vista al mueble, mientras que el tablero A es aquel el cual sirve para la realización de ensambles en áreas no específicas de la vista principal del mueble y es por ello su participación dentro de el proceso se lleva acabo hasta el ensamble del mismo.

**Corte:** Posteriormente estos tableros pasan por la sierra industrial circular para realizar los cortes de acuerdo a la pieza que se trate, los cortes pueden ser rectos o en diferentes grados. El proceso de corte es el principal y mas critico, a su vez existen tres tipos de corte que se pueden realizar:

- **Corte manual:** El corte debe ser por cara utilizando segueta para metal y porta segueta de hoja libre, de preferencia con diente fino para lograr un acabado mas limpio. Se puede dar acabado con cepillo carpintero y en los tableros laminados se puede utilizar además una lija de agua de grano fino.
- **Corte con caladora:** se puede utilizar caladora con segueta de diente fino y con control de balanceo. Este corte se debe realizar por cara en el caso de los laminados decorativos y asentar con lija de agua de grano fino.
- **Corte con Sierra:** Para el corte de los tableros se recomienda utilizar una sierra circular con un motor de 2HP como mínimo y de 3500 a 5000 RPM. Se deben utilizar discos con el mayor numero de dientes (aprox. El diámetro del disco en pulgadas por 6) con insertos de carburo de tungsteno. Los dientes pueden ser del tipo alternado o combinado, siendo estos últimos los mas recomendables. El disco debe sobresalir por lo menos 3 cms de la superficie del tablero y en el caso de los tableros laminados el corte debe de hacerse por la cara decorativa. En los tableros decorativos de 2 caras se requiere utilizar una sierra con un disco incisor el cual genera un Recorte en la parte inferior para evitar el despostillamiento originado por la salida de corte de la sierra.

Es indispensable que la herramienta este bien afilada y que la velocidad de corte sea uniforme.

**Routeado:** Esta es una máquina que sirve para realizar canales y rebajas sobre la madera para la realización de los ensambles; los canales son pequeñas llaves sobre los cuales se ubican a las rebajas que son disminuciones de la madera para el ensamblado real de el mueble. Si se utiliza router manual se recomienda que tenga por lo mínimo 1HP y de 20 000 a 30 000 RPM.

Las brocas deben tener insertos de carburo de tungsteno y estar bien afiladas. Cuando se hagan los rebajes en los cantos o ranuras deben tener una profundidad máxima del 50% del espesor del material.

## Maderas

**Ensamblado:** En esta parte el proceso se procede a ensamblar las diversas partes de las cuales se conforma el mueble; se recomienda usar para la parte de el frente de el mueble los cortes del tablero de doble cara y para las otras partes los cortes del tablero de 1 sola cara. Para el ensamble de partes o mobiliario en general se puede preceder de varias maneras:

- **Diente-Canal:** Este es un procedimiento simple, que consiste en hacer rebajas y ranuras para ensambles. Estos maquinados como ya se indico no deben de exceder el 50% del espesor del material. Para uniones permanentes se aplica resistol 850, 240, 241, 870, 8500 en línea industrial, dejando prensado el ensamble por varias horas.
- **Pernos:** Este sistema de ensamble es utilizado en la industria principalmente. Consiste en ensambles por medio de pernos, de madera o plástico y barrenos. Estos son practicados en las caras y cantos de los costados, cubiertas y entrepaños . Generalmente cuando se utiliza este método se hace por medio del sistema 32. Que consiste en practicar perforaciones espaciadas cada 32mm. Ó múltiples de estos. Este sistema se realiza por medio de taladros múltiples, ya que se requiere de gran precisión.

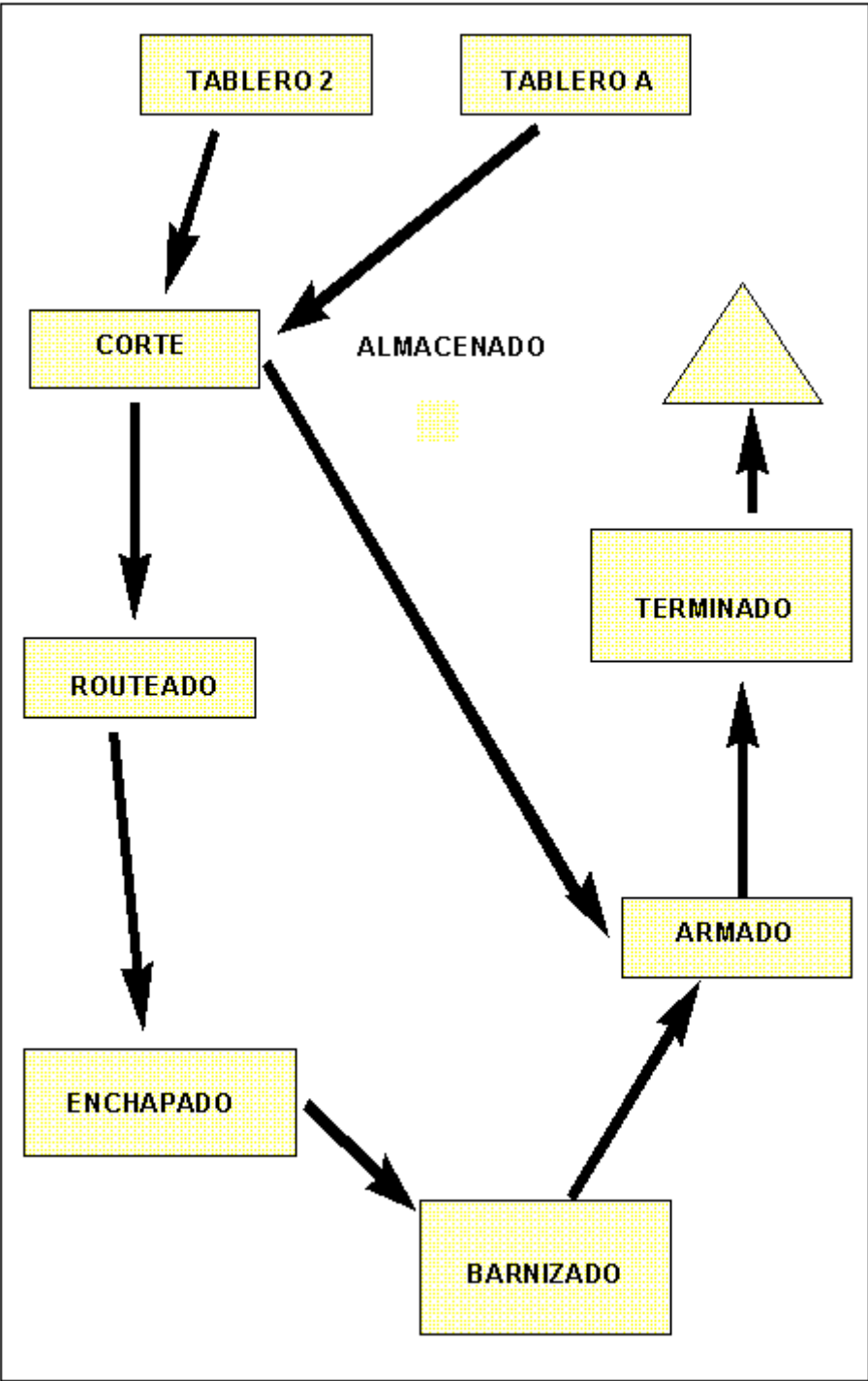
**Barnizado:** En esta etapa se coloca un barniz especial al mueble para resaltar su color; puede; también incorporarse un barniz del color del tablero para cubrir ciertas imperfecciones del mueble durante el armado.

**Enchapado:** Este proceso sirve para colocar cintas especiales de ornamento sobre los cantos de la madera que ha sido cortada para que muestre una textura uniforme, existen 2 tipos de enchapado el dorado que es una cinta de color oro que se coloca preferencialmente sobre las partes frontales y resaltantes de el mueble, preferencialmente sobre las ventanas de el mueble.

**Terminado:** Se realiza la colocación de puertas, cristales, jaladeras y chapas de acuerdo al mueble de el cual se trate, finalizado este proceso se procede a la distribución de el producto.

**Flujo del proceso de producción en una escala de pequeña empresa:**





## Maderas

Tablero 2, Tablero A: El proceso productivo comienza cuando se reciben los tableros de una y dos caras de 16 mm de grosor de 1.22 de ancho y 2.44 de largo.

En el proceso se hace la señalización de cada uno de estos para diferenciarlos el tablero 2 es el tablero principal el cual lleva las 2 caras cubiertas con un enchapado y es ello lo que le da vista al mueble, mientras que el tablero A es aquel el cual sirve para la realización de ensambles en áreas no específicas de la vista principal del mueble y es por ello su participación dentro de el proceso se lleva acabo hasta el ensamble del mismo.

**Corte:** Posteriormente estos tableros pasan por la sierra industrial circular para realizar los cortes de acuerdo a la pieza que se trate, los cortes pueden ser rectos o en diferentes grados. El proceso de corte es el principal y mas critico, a su vez existen tres tipos de corte que se pueden realizar:

- **Corte manual:** El corte debe ser por cara utilizando segueta para metal y porta segueta de hoja libre, de preferencia con diente fino para lograr un acabado mas limpio. Se puede dar acabado con cepillo carpintero y en los tableros laminados se puede utilizar además una lija de agua de grano fino.
- **Corte con caladora:** se puede utilizar caladora con segueta de diente fino y con control de balanceo. Este corte se debe realizar por cara en el caso de los laminados decorativos y asentar con lija de agua de grano fino.
- **Corte con Sierra:** Para el corte de los tableros se recomienda utilizar una sierra circular con un motor de 2HP como mínimo y de 3500 a 5000 RPM. Se deben utilizar discos con el mayor numero de dientes (aprox. El diámetro del disco en pulgadas por 6) con insertos de carburo de tungsteno. Los dientes pueden ser del tipo alternado o combinado, siendo estos últimos los mas recomendables. El disco debe sobresalir por lo menos 3 cms de la superficie del tablero y en el caso de los tableros laminados el corte debe de hacerse por la cara decorativa. En los tableros decorativos de 2 caras se requiere utilizar una sierra con un disco incisor el cual genera un Recorte en la parte inferior para evitar el despostillamiento originado por la salida de corte de la sierra.

Es indispensable que la herramienta este bien afilada y que la velocidad de corte sea uniforme.

**Routeado:** Esta es una máquina que sirve para realizar canales y rebajas sobre la madera para la realización de los ensambles; los canales son pequeñas llaves sobre los cuales se ubican a las rebajas que son disminuciones de la madera para el ensamblado real de el mueble. Si se utiliza router manual se recomienda que tenga por lo mínimo 1HP y de 20 000 a 30 000 RPM.

Las brocas deben tener insertos de carburo de tungsteno y estar bien afiladas. Cuando se hagan los rebajes en los cantos o ranuras deben tener una profundidad máxima del 50% del espesor del material.

**Ensamblado:** En esta parte el proceso se procede a ensamblar las diversas partes de las cuales se conforma el mueble; se recomienda usar para la parte de el frente de el mueble los cortes del

## Maderas

tablero de doble cara y para las otras partes los cortes del tablero de 1 sola cara. Para el ensamble de partes o mobiliario en general se puede preceder de varias maneras:

- **Diente-Canal:** Este es un procedimiento simple, que consiste en hacer rebajas y ranuras para ensambles. Estos maquinados como ya se indico no deben de exceder el 50% del espesor del material. Para uniones permanentes se aplica resistol 850, 240, 241, 870, 8500 en línea industrial, dejando prensado el ensamble por varias horas.
- **Pernos:** Este sistema de ensamble es utilizado en la industria principalmente. Consiste en ensambles por medio de pernos, de madera o plástico y barrenos. Estos son practicados en las caras y cantos de los costados, cubiertas y entrepaños . Generalmente cuando se utiliza este método se hace por medio del sistema 32. Que consiste en practicar perforaciones espaciadas cada 32mm. Ó múltiples de estos. Este sistema se realiza por medio de taladros múltiples, ya que se requiere de gran precisión.

**Barnizado:** En esta etapa se coloca un barniz especial al mueble para resaltar su color; puede; también incorporarse un barniz del color del tablero para cubrir ciertas imperfecciones del mueble durante el armado.

**Enchapado:** Este proceso sirve para colocar cintas especiales de ornamento sobre los cantos de la madera que ha sido cortada para que muestre una textura uniforme, existen 2 tipos de enchapado el dorado que es una cinta de color oro que se coloca preferencialmente sobre las partes frontales y resaltantes de el mueble, preferencialmente sobre las ventanas de el mueble.

**Terminado:** Se realiza la colocación de puertas, cristales, jaladeras y chapas de acuerdo al mueble de el cual se trate, finalizado este proceso se procede a la distribución de el producto.

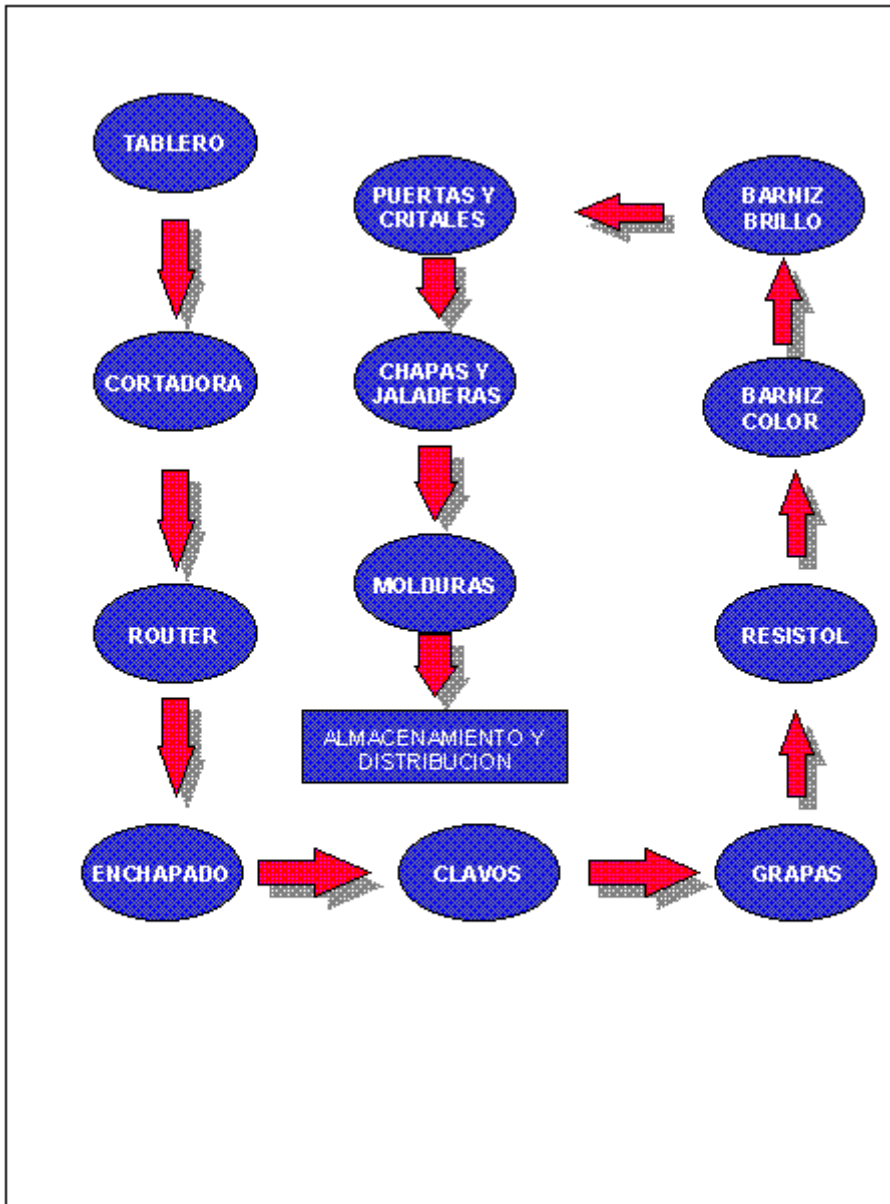
### **Distribución Interior de las Instalaciones:**

Los factores a considerar en el momento de elaborar el diseño para la distribución de planta son:

- a) Determinar el volumen de producción
- b) Movimientos de materiales
- c) Flujo de materiales, y
- d) Distribución de la planta.

Se recomienda utilizar, como esquema para la distribución de instalaciones, el flujo de operaciones orientado a expresar gráficamente too el proceso de producción, desde la recepción de las materias primas hasta la distribución de los productos terminados, pasando obviamente por el proceso de fabricación.

### **Flujo de materiales**



Además de la localización, diseño y construcción de la planta es importante estudiar con detenimiento el problema de la distribución interna de la misma, para lograr una disposición ordenada y bien planeada de la maquinaria y equipo, acorde con los desplazamientos lógicos de las materias primas y de los productos acabados, de modo que se aprovechen eficazmente el equipo, el tiempo y las aptitudes de los trabajadores.

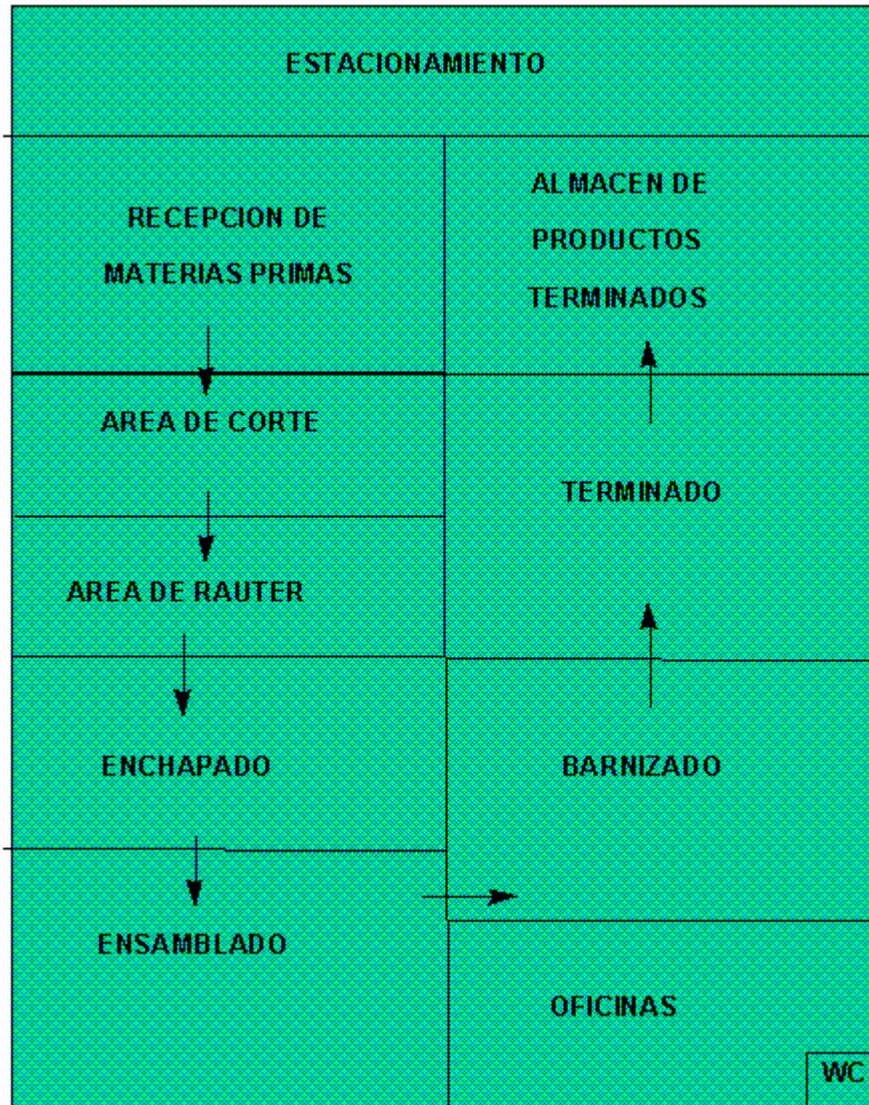
Las instalaciones necesarias para una pequeña empresa de este giro incluyen, entre otras, las siguientes áreas:

- Recepción de materias primas
- Area de producción

## Maderas

- Area de productos terminados
- Sanitarios
- Estacionamiento
- Area administrativa y de atención a clientes

Ejemplo de la distribución interna de las instalaciones de la planta:



Determinación de costos y márgenes de operación:

## Maderas

El estudio de los costos de operación es la piedra angular en toda clase de negocios, ya que permite no sólo la obtención de resultados satisfactorios, sino evitar que la empresa cometa errores en la fijación de los precios y que esto derive en un resultado negativo.

En la determinación de los costos, se debe tomar en cuenta que su valor cambia por posibles fluctuaciones en los precios o por diversos grados de utilización de la capacidad instalada.

En términos generales, el precio se puede establecer por debajo o por encima del de la competencia o ser igual al de ella.

El precio de los productos finales del giro deberán estar integrados por:

- Costos directos (materia prima y remuneraciones al personal)
- Costos y gastos indirectos
- Margen de utilidad

Luego de obtenerse estos se evalúan respecto de los precios de la competencia y la situación de oportunidad (oferta-demanda).

### **Distribución del producto:**

La importancia del sistema de distribución se subestima muchas veces a pesar de que impacta en los volúmenes de venta y de que se refleja en un mal aprovechamiento del potencial del mercado, así como en acumulaciones excesivas de inventarios que, en otras consecuencias, incidirán en la rentabilidad del capital.

Los principales canales de distribución en este giro son del fabricante a tiendas departamentales y mueblerías, cuando se exporta se realiza a través de distribuidores mayoristas extranjeros.

### **Administración y control de inventarios:**

La administración y el control de los inventarios tienen como función principal determinar la cantidad suficiente y tipo de los insumos, productos en proceso y terminados o acabados para hacer frente a la demanda del producto, facilitando con ello las operaciones de producción y venta y minimizando los costos al mantenerlos en un nivel óptimo.

La inversión que representan los inventarios es un aspecto muy importante para la empresa en la administración financiera. En consecuencia, se debe estar familiarizado con los métodos para controlarlos con certeza y asignar correctamente los recursos financieros.

*De acuerdo con reglamento de la Ley del Impuesto Sobre la Renta, las empresas están obligadas a llevar algún sistema de inventarios, dependiendo de los ingresos manifestados en su última declaración.*

Las empresas en el giro acostumbran utilizar como método de valuación de inventarios el de primeras entradas, primeras salidas (PEPS).

### **Proceso productivo de los tableros HDF y puertas moldeadas Solimat**

La fabricación de este tipo de puerta utiliza tableros moldeados de alta densidad, conocidos en el mundo como puertas de tableros moldeados (molded doorskins), este tablero tiene la particularidad de tener un espesor de 3,2 mm con una alta densidad que supera los 1.050 kg/m<sup>3</sup>, se fabrica con fibra de madera y resinas tipo fenólicas, melamínicas o uréicas; esto las hace muy resistentes a deformaciones dimensionales y con los diseños y modelos logrados con estas tecnologías se convierten en un real aporte a la decoración y ambientación de la obra. Este tipo de tablero se logra con el prensado de fibra obtenida de procesos tipo TMP (Thermal Mechanical Pulp) a alta presión y elevada temperatura, lo novedoso de este sistema es que el tablero se elabora con la forma de la puerta, o sea, la fibra se prensa en moldes con los diseños de las puertas. Esto hace que la placa sea estructuralmente homogénea y posea grandes cualidades para soportar los requerimientos de una "cara" o "piel" de una puerta.

Esta última tecnología posee sustanciales ventajas sobre las otras soluciones constructivas que se han desarrollado para puertas de bajo costo y de alta eficiencia

### **¿Cómo se fabrican los tableros moldeados Masonite y sus puertas?**

Los tableros para puertas moldeadas se fabrican a partir de madera de bosque sostenibles utilizando un proceso desarrollado por Masonite.

Las astillas (chips), sin tratar, obtenidas de la madera, se refinan hasta que quedan convertidas en fibras.

Estas fibras se mezclan con resinas fenólicas atóxicas y cera, las cuales dan cohesión y confieren la característica única de hidrorresistencia e impermeabilidad, formando una manta continua. Esta manta se corta longitudinalmente y se introduce en una gran prensa de tablero de placas múltiples, que contiene moldes.

A continuación la manta se somete a una gran presión y altas temperaturas para fusionar las fibras formando un tablero de alta densidad de 3,2 mm para puertas moldeadas. Los tableros para puertas moldeadas pueden fabricarse con una superficie lisa o vetada.

Una vez prensados, se aplica sobre los tableros dos capa de imprimación atóxica exclusiva de Masonite basada en agua que ayuda a mantener limpia la superficie de las puertas durante el proceso de fabricación, transporte y manipuleo. Esta imprimación prepara además la superficie para su posterior acabado sellándola y permitiendo un mayor rendimiento de los productos de acabado, soportando casi todo tipo de revestimiento (pinturas, esmaltes y barnices a base de agua o solvente, tinte, etc.). A continuación se cortan a medida, se embalan y son exportadas a los representantes de Masonite en el mundo para la fabricación de puertas.

El proceso de fabricación tiene como resultado un material duro y altamente denso denominado H.D.F. (High Density Fiberboard / Tablero de Fibra de Alta Densidad) efectivamente superior a las de madera sólida visto que elimina alguna de las desventajas naturales de la madera.

Los tableros moldeados H.D.F. Masonite son productos diseñados y fabricados con precisión y

## Maderas

controlados durante todo el proceso de fabricación automatizado. Son de duración excepcional, pueden pintarse a la perfección y son resistentes a las rajaduras y grietas, aún reteniendo las características naturales de la madera.



### **Problema típico en puertas sólidas Puertas confeccionada con placa continua sin uniones**

Posteriormente, la empresa Solimat, fabrica las puertas moldeadas a partir de los tableros Masonite.

La puerta consiste en un bastidor de madera finger-joint (mayor estabilidad) tratados y secados en cámara entre 8 y 12 % y otros productos derivados (siguiendo rigurosamente los planos técnicos de cada modelo) prensado entre un par de tableros moldeados Masonite con adhesivo de punta (norma D3).

En su interior la puerta contiene refuerzos de madera y una estructura aislante en forma de panales para absorber las vibraciones e incrementar el aislamiento acústico y térmico de la misma. La región de la cerradura es especialmente reforzada en su interior (chapero) para soportar la instalación de una amplia gama de chapas.

Posteriormente, cada puerta es escuadrada a la dimensión exacta de su respectivo marco.

Toda la madera que emplea Solimat proviene de bosques comprobadamente sostenibles y cuenta con toda la documentación de ley.



## Maderas



### MDF

También se le llama DM o tablero de fibra de densidad media.

Está fabricado a partir de elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco. Se utiliza como aglutinante un adhesivo de resina sintética.

Presenta una estructura uniforme y homogénea y una textura fina que permite que sus dos caras y sus cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar incluso los cantos. La estabilidad dimensional, al contrario que la madera maciza, es óptima, pero su peso es muy elevado. Constituye una base excelente para las chapas de madera. Es perfecto para lacar o pintar. También se puede barnizar. Se encola (con cola blanca) fácilmente y sin problemas. Es comercializado en grosores desde 2,5 mm a 4 cm o más. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. Suele ser de color marrón medio-oscuro y es un tablero barato.

Recomendable para construir todo tipo de muebles (funcionales o artísticos) en los que el peso no suponga ningún problema. Son una base óptima para lacar. Excelente como tapas de mesas y bancos de trabajo. Se puede utilizar como lienzo para pintar, como base para maquetas, como trasera y fondo de cajones en muebles y como trasera de portafotos, posters y puzzles. También se usa para hacer formas, peanas, para tallar e incluso para hacer esculturas (pegando varios tableros para obtener un grosor adecuado). No es apto para exterior ni condiciones húmedas.

DENSIDADES APROXIMADAS DEL MDF ESTÁNDAR SEGÚN GROSOR:

de 2,5 a 3 mm	800 Kg/m <sup>3</sup>
de 4 a 6 mm	780 Kg/m <sup>3</sup>
de 7 a 9 mm	770 Kg/m <sup>3</sup>
de 10 a 16 mm	760 Kg/m <sup>3</sup>

## Maderas

de 18 a 19 mm 755 Kg/m<sup>3</sup>

de 22 a 25 mm 750 Kg/m<sup>3</sup>

de 28 a 32 mm 740 Kg/m<sup>3</sup>

de 35 a 38 mm 730 Kg/m<sup>3</sup>

de 38 a 40 mm 720 Kg/m<sup>3</sup>

### PESO APROXIMADO DE LOS TABLEROS MDF DE BRICO-TODO (2,44 x 1.22 m) SEGÚN GROSOR:

de 3 mm 7 Kg

de 5 mm 12 Kg

de 7 mm 16 Kg

de 10 mm 23 Kg

de 16 mm 36 Kg

de 19 mm 43 Kg

de 30 mm 66 Kg

### **AGLOMERADO SIN CUBRIR**

Es un tablero fabricado con pequeñas virutas de madera encoladas a presión y sin ningún acabado posterior.

Existen principalmente tres tipos de aglomerado según su fabricación: de una capa, de densidad graduada y de tres capas. En el de una capa las virutas son de tamaño semejante y están distribuidas de manera uniforme, resultando una superficie relativamente basta por lo que no admite bien ningún acabado. El de densidad graduada tiene virutas muy finas en las superficies y más bastas en el núcleo siguiendo una transición uniforme. Su superficie es más suave y permite ciertos acabados. El de tres capas tiene el núcleo formado por virutas dispuestas entre dos capas exteriores de partículas muy finas de alta densidad y con alta proporción de resina, lo que da lugar a una superficie muy suave y apta para recibir la mayor parte de los acabados y recubrimientos. Este es el tipo de tablero que trabajamos en BRICO-TODO.

Suele ser de color marrón claro moteado y sus cantos son más bastos que la superficie (aglomerado de tres capas). Como consecuencia, los cantos no admiten bien el fresado ni el pintado. Sin embargo su superficie se puede pintar sin problema y admite perfectamente ser chapada o plastificada. Se comercializa en grosores de 10, 16 19 y 30mm. La medida normal es de 244 x 122 cm, pero algunos grosores se fabrican

## Maderas

también en 366 x 183 cm. Es el tablero más barato.

Es recomendable para cualquier función en el que no quede visto (partes ocultas de mobiliario, tablero para encima del somier, cabeceros forrados, etc) o para mobiliario muy barato, provisional o de almacén. Los niños lo utilizan también para secar hojas de árboles entre dos tableros.

En construcción se utiliza el aglomerado sin cubrir en división de interiores, como base de cubiertas, enfoscados, montaje de stands, bases para suelos, etc.

No se puede utilizar en condiciones de humedad (exteriores, cuartos de baño, etc) pues tiende a hincharse y no se recupera con el secado. Para estas condiciones existe el aglomerado hidrófugo que es un tipo de aglomerado al que se le añaden productos químicos que repelen la humedad.

### DENSIDADES APROXIMADAS DEL AGLOMERADO DE TRES CAPAS SEGÚN GROSOR:

de 8 a 13 mm    690 a 650 Kg/m<sup>3</sup>

de 15 a 19 mm    645 a 625 Kg/m<sup>3</sup>

de 22 a 25 mm    600 a 580 Kg/m<sup>3</sup>

de 30 a 45 mm    570 a 520 Kg/m<sup>3</sup>

### PESO APROXIMADO DE LOS AGLOMERADOS DE BRICO-TODO (2,44 x 1.22 m) SEGÚN GROSOR:

de 10 mm    20 Kg

de 16 mm    30 Kg

de 19 mm    35 Kg

de 30 mm    50 kg

## AGLOMERADO PLASTIFICADO

Es un aglomerado (de 3 capas) que recibe en sus caras un recubrimiento de melamina (es un tipo de plástico) en colores lisos o de imitación de maderas, granitos, etc. Durante el plastificado se produce la polimerización de la melamina introduciéndose en los poros del tablero y proporcionando un agarre perfecto. La melamina es una barrera contra la humedad, el vapor, los agentes químicos, la erosión y el rayado.

Las imitaciones de madera de la melamina son cada vez más perfectas, pues actualmente se utilizan para su fabricación fotos reales de maderas transformadas mediante programas de ordenador, y en algunos casos es difícil distinguirla de una madera barnizada, sobre todo para un profano en la materia. La melamina puede ser lisa, con acabado poro o catedral, o con acabado lluvia. El acabado poro o catedral

## Maderas

consiste en grabar suavemente la veta de la madera para que sea perceptible a la vista y al tacto. El acabado lluvia es un grabado de pequeñas rayitas a modo de lluvia. El grosor de la melamina determina la calidad del tablero.

Durante el proceso de fabricación se produce la polimerización de la melamina, introduciéndose ésta en el tablero, proporcionando un agarre perfecto. También debido a la polimerización de la melamina, se provoca que ésta fluya en la superficie, proporcionando un cerramiento y un acabado excelente. Debido a estos procesos, el tablero de melamina adquiere unas características propias, que lo hacen más resistente a la acción de agentes externos como el vapor de agua, los agentes químicos, la erosión, el rayado, las altas temperaturas, etc.

No admite ningún tipo de acabado y es necesario rematar los cantos vistos con cinta de cantear o moldura. Se limpia con un trapo húmedo y jabón neutro. Es un tablero barato y se comercializa en los mismos grosores que el aglomerado sin cubrir. La medida del tablero es de 244 x 122 cm.

Se utiliza principalmente para la construcción de muebles funcionales, económicos y de muy fácil mantenimiento. Ideal para hacer interiores de armarios incluyendo el forrado. No soporta condiciones extremas de humedad y no es resistente al exterior principalmente porque al cantearlo no se produce un sellado perfecto de los mismos..

### **AGLOMERADO CHAPADO**

Es un aglomerado (de tres capas) al que se le ha pegado en sus caras chapa de madera natural.

Viene ya lijado para permitir darle el acabado directamente, aunque siempre conviene pasarle antes una lana de acero 00 ó 000 en el sentido de la veta. Se puede teñir, barnizar, encerar, pintar y lacar. Los cantos vistos hay que rematarlos con cinta de cantear o moldura. No es un tablero muy barato y su precio es muy variable dependiendo del tipo de madera usada en la chapa. Se comercializa en los mismos grosores que el aglomerado sin cubrir. La medida del tablero es de 244 x 122 cm.

Se utiliza principalmente para hacer todo tipo de muebles de calidad pudiéndose combinar con listones o partes de madera maciza. Los muebles modernos utilizan este tipo de tablero debido a su belleza y estabilidad dimensional. Tampoco soporta mucha humedad (depende del acabado que se le dé) y no es apto para exterior.

### **TABLEX**

Es un tablero fabricado a partir de fibras de madera húmedas sometidas a gran presión y elevada temperatura. Para unir las fibras se utilizan resinas naturales contenidas en las mismas.

Tiene una cara lisa y otra rugosa y se caracteriza por su extremada dureza. Su color es marrón oscuro y se comercializa en grosor de 3,2mm. La medida del tablero es de 244 x 122 cm. Existe también perforado para

## Maderas

permitir la aireación. Es un tablero barato.

Se utiliza principalmente como traseras de muebles y fondos de cajones. También es muy utilizado como base para pintar y para algunas partes de embalajes. También como trasera de portafotos, posters y puzzles, y como protección de mesa para hacer cortes con cutter. Forrado con tela y con imprimación, se utiliza como lienzo.

PESO APROXIMADO DE LOS TABLEX DE BRICO-TODO (2,44 x 1.22 m):

de 3,2 mm    9 Kg

### **TABLEX PLASTIFICADO**

Es un tablex al que se le ha recubierto su cara lisa con melamina de colores lisos o de imitación de maderas, granitos etc.

Es un complemento de los tableros aglomerados plastificados. Se comercializa en grosor de 3,2mm y es un tablero barato aunque más caro que el tablex crudo. La medida del tablero es de 244 x 122 cm.

Se utiliza principalmente como traseras de muebles y fondos de cajones a juego con los tableros plastificados. También puede utilizarse como revestimiento decorativo de paredes y forrado de armarios pegándose directamente con masilla de fijación.

### **CONTRACHAPADO**

Existen diferentes tipos de contrachapados según los diferentes usos y en función de la especie de madera utilizada, el tipo de encolado y la calidad de las chapas. La construcción de todos ellos se basa en la superposición de placas o chapas estructurales de madera alternando el sentido de la fibra y pegadas entre sí. Deben ser simétricos con respecto a la placa o placas centrales (alma). Esta disposición alterna de las fibras (en ángulo recto) es lo que le da una gran estabilidad dimensional, una gran resistencia al alabeo y una no dirección natural de ruptura. Existe también el contrachapado al hilo (las fibras de cada chapa van en la misma dirección) que se utiliza principalmente como sustitutivo de la madera maciza en los laterales de cajones.

La calidad de un contrachapado viene dada por la calidad de sus chapas y el tipo de adhesivo empleado en su fabricación. Existen las siguientes clases de contrachapado: 1.- Contrachapado de interior. Sirve para aplicaciones de interior no estructurales y normalmente tiene una cara de mayor calidad que la otra. 2.- Contrachapado de exterior. Los hay para exposición total o parcial al exterior y sirve para aplicaciones no estructurales. 3.- Contrachapado náutico. Es un contrachapado estructural de alta calidad con las dos caras de calidad fabricado principalmente para usos náuticos. 4.- Contrachapado estructural. Está indicado para usos industriales en los que la resistencia y durabilidad son las características primordiales. Las caras suelen ser de peor calidad.

## Maderas

El contrachapado que trabajamos en BRICO-TODO es para interior, de madera africana de Calabó, fibras alternas y con su cara anterior de mayor calidad. Se fabrica en grosores desde 3mm a 2cm. La medida del tablero es de 244 x 122 cm.

También tenemos contrachapados de 4mm con una de sus caras con chapa de pino, sapely, haya o roble. Actualmente estos tableros se están haciendo de MDF chapado para que se tuerzan menos.

El contrachapado de interior es un tablero muy ligero y no es muy barato debido a su proceso de fabricación. Sus principales usos son la carpintería de interior, traseras y fondos de cajones en muebles de calidad, marquetería, maquetas, manualidades, armazones y embalajes. También puede servir para el forrado decorativo de paredes e interiores de armario.

**PESO APROXIMADO DE LOS CONTRACHAPADOS DE BRICO-TODO (2,44 x 1.22 m) SEGÚN GROSOR:**

de 3 mm	3 Kg
de 5 mm	7 Kg
de 7 mm	8 Kg
de 10 mm	14 Kg
de 20 mm	28 Kg



### **OSB**

#### **¿QUÉ ES?**

Es un panel estructural de astillas o virutas de madera, orientadas en forma de capas cruzadas para aumentar su fortaleza y rigidez, unidas entre sí mediante adhesivos químicos aplicados bajo alta presión y temperatura.

#### **¿POR QUÉ UTILIZARLO EN CONSTRUCCIÓN?**

Muchos son los fundamentos que otorgan al OSB la denominación de un excelente material de

## Maderas

construcción. Dentro de ellos podemos destacar su resistencia mecánica, rigidez, aislación y capacidad para absorber diferentes solicitaciones.

El tablero OSB tiene una amplia aplicación en el sector construcción de viviendas, en todos los tipos existentes, dentro de los cuales se destacan:

- Base de cubierta de techo.
- Diafragma de rigidización lateral.
- Pisos.
- Escalas.
- Vigas doble T.
- Tarimas.
- Paneles divisorios.

### Otras aplicaciones

- Muebles
- Parlantes
- Embalajes (Bins y Pallets)

### TIPOS DE OSB

Masisa OSB Home es un tablero certificado TECO, empresa americana que avala la calidad y el uso de Masisa OSB en la construcción. Además posee protección contra insectos garantizada por 10 años.

Masisa OSB Form presenta bajos índices de hinchamiento, siendo un producto especialmente desarrollado para encofrados de hormigón. Los tableros OSB son producidos en la planta que la compañía posee en Brasil.

Este producto posee las siguientes certificaciones

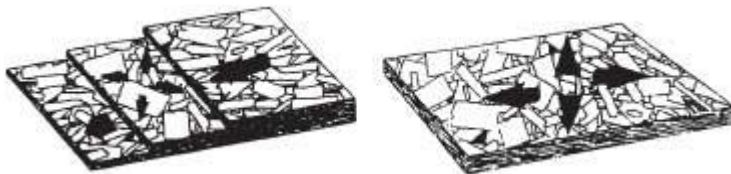




## Historia del OSB

En el mercado mundial desde 1978, el Oriented Strand Board (OSB) nació en los Estados Unidos como una segunda generación del waferboard, producto desarrollado en 1954 por el Dr. James Clarke. Mientras que en el waferboard (imagen de la derecha en la ilustración arriba) las tiras eran menores y aplicadas en todas las direcciones, el OSB utiliza tiras mayores y orientadas.

A partir de su introducción en el mercado americano, la placa estructural fue rápidamente aceptada, substituyendo los demás paneles en el segmento de construcción residencial. Los países que más utilizan estas placas son Estados Unidos y Canadá, principalmente para el uso en la construcción civil, debido a sus características físicas y mecánicas que posibilitan su empleo para fines estructurales.



En estos países, a partir de la década del 90, el OSB pasó a competir en gran escala con las placas de aglomerado. Actualmente, todos los códigos de edificaciones americanos y canadienses reconocen la calidad del material para los mismos usos que la madera aglomerada. Todavía nuevo en Brasil, el OSB sólo comenzó a ser producido y comercializado en gran escala a partir de 2002.

## Evolución del OSB

Del waferboard al OSB, la evolución del producto ocurrió con la substitución de las tiras menores y aplicadas en todas las direcciones por la aplicación de tiras mayores y orientadas. Con características estéticas bastante similares, el OSB y el waferboard se diferencian en el proceso productivo.

El OSB fue concebido originalmente para atender al segmento de construcción seca, desarrollado a fines de los años 70 en los Estados Unidos, funcionando muy bien en el contraventamiento de las estructuras de acero o de madera (steel frame y wood frame). Evolucionó para otros mercados como los de embalajes, muebles y decoración, principalmente en Europa, donde la cultura del fast-construction todavía no es muy fuerte.

El gran boom en el mercado mundial se dio recién en la década del 90, aunque no hubo ninguna gran revolución en la apariencia o en las tecnologías empleadas para su fabricación. Se debe más al desarrollo constante del mercado por las empresas fabricantes y a la mayor aceptación del producto por los usuarios.



## Maderas

Sintonizado con las expectativas del mercado - excelente calidad y resistencia estructural sumados al precio, inferior al del aglomerado -, el sector de construcción civil observó el potencial del producto. En virtud del precio, debido al proceso productivo, fue en esa década que muchas plantas que producían aglomerado comenzaron a fabricar OSB.

El aumento de demanda por el producto resultó en la instalación de las primeras plantas industriales fuera de Canadá y Estados Unidos, entre los años 1996 y 1997. Europa, Asia y Chile comenzaron a fabricar el producto. En el 2000, la primera y única fábrica nacional, la Masisa de Brasil, comenzó a ser instalada en Ponta Grossa (Paraná). Finalizada en diciembre de 2001, la producción nacional se inició en enero de 2002.

Este avance se debe principalmente a 4 factores:

- Mejor aprovechamiento de los troncos de madera (el OSB utiliza 96% contra 56% del aglomerado), optimizando el costo y proporcionando un producto ecológicamente más eficaz
- Posibilita la utilización de troncos más finos (6 años para el OSB contra 14 años para el aglomerado) y de menor valor comercial
- Mayor productividad debido al proceso de fabricación totalmente automatizado y de gran escala (la fábrica existente en Brasil utiliza 24 personas en 3 turnos para operar una línea de producción de 350.000 m<sup>3</sup>/año. Una fábrica de aglomerado necesita más de 200 personas para producir cerca de 80.000 m<sup>3</sup>/año)
- Las características del producto, técnicamente similar al aglomerado pero con un costo menor, que permite una amplia variedad de usos y aplicaciones.

### **El OSB y los otros paneles de madera**

El OSB es una placa estructural y no compite directamente con el MDF, que no posee esa función. Su competidor directo es el panel aglomerado que presenta indicaciones para los mismos tipos de usos.

El producto posee óptima resistencia físico-mecánica, resistencia de arranque a tornillos y posibilidad de pintura equivalente a los otros paneles estructurales. Otra característica es la calidad interna, superior a la del aglomerado, ya que no tiene nudos ni huecos. En el aglomerado multilaminado son comunes las fallas y densidades diferentes en el interior que pueden comprometer la resistencia a la ruptura y a la elasticidad, además de influir en la estabilidad del panel.

El proceso de producción a gran escala y automatizado le proporciona a las placas una calidad absolutamente uniforme. Comparando el OSB con otros materiales, el producto presenta resistencia superior al MDF (2,5 veces mayor) y al aglomerado cuando es sometido a ensayos de resistencia a la ruptura y a la elasticidad. Sin embargo, esos dos materiales no poseen función estructural y son indicados para el uso en la industria de muebles.

El OSB posibilita trabajar con grosores menores para una resistencia similar o superior. En lo que tiene que ver con resistencia a la acción del agua, el OSB es similar al aglomerado fenólico en relación al descolamiento.

## Maderas

Comparativo Resistências				
	Compensado	Masisa OSB	Aglomerado	MDF
Resistência \ Espessura	Média	Média	Média	Média
Sentido Paralelo				
MOE (MPa)	5100,0	5200,0	1770,0	2060,0
MOR (MPa)	43,9	35,5	12,3	23,5
Sentido Perpendicular				
MOE (MPa)	3660,0	3407,0	1770,0	2060,0
MOR (MPa)	39,0	25,8	12,3	23,5

Fonte: IPT-SP e CETEMORS (Centro Tecnológico de Móveis)

## Gisele Cichinelli

### Medio Ambiente

El OSB es un producto amigo del medio ambiente. Durante el proceso de producción de las placas, es posible el mejor aprovechamiento de los troncos de madera - el OSB utiliza 96% contra 56% del aglomerado - lo que permite optimizar el costo del producto, haciéndolo ecológicamente más eficaz.

Producido a partir de tiras orientadas de pino, madera de reforestamiento, es uno de los pocos materiales que consideran el ciclo de uso completo, de la concepción - eliminando sobras de forma industrialmente racionalizada - hasta la preocupación con su utilización, realizada de la manera más adecuada a cada tipo de uso.



Otro aspecto relevante es la no utilización de árboles adultos en la fabricación del OSB. Su materia prima es constituida únicamente por madera de pequeñas dimensiones, proveniente de florestas administradas de

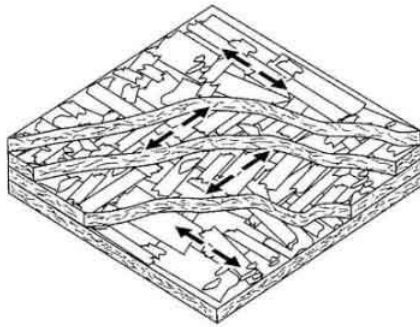
## Maderas

forma sustentable.

### Estructura del OSB

Producido a partir de madera reforestada de pino, que es una especie forestal de rápido crecimiento, emulsión parafínica, resinas resistentes a la humedad y al agua, el Oriented Strand Board es un panel de madera compuesto por tres a cinco capas.

El producto nacional posee cuatro capas - dos externas orientadas en el sentido longitudinal y dos internas, cruzadas en el sentido perpendicular. La norma seguida por la producción es el proceso de fabricación 100% automatizado y el alto nivel de orientación de las tiras en las capas externas y internas - aproximadamente 90% del proceso es orientado - aseguran propiedades técnicas superiores.



En el procedimiento de pegado, las dos capas externas y longitudinales reciben MPUF y las capas internas y transversales, MDI. La función de la resina es garantizar que las placas no se despeguen con la acción del agua. Los adhesivos a prueba de agua son los más utilizados en la fabricación del OSB por ser extremadamente resistentes a la intemperie y no degradados en presencia de humedad. La aplicación de cola líquida asegura un equilibrio del contenido de humedad similar a la humedad predominante de 8 +/- 3%.

Una vez prensados, los paneles presentan bajos niveles de fenol y formaldehído libres, siendo clasificados, según la norma europea EN 120, como tipo E1, o sea, completamente seguros de cualquier posibilidad de llegar a causar cáncer en sus usuarios. La emulsión parafínica utilizada es un aditivo agregado al panel, cuya función es evitar que éste absorba grandes cantidades de humedad - sin ella, las placas se hincharían 40% sobre el total de su grosor. El OSB nacional es inmunizado contra termitas e insectos degradadores de la madera.

### El mercado nacional dispone de cinco variaciones del producto:

**OSB Multiuso:** Ideal para construcción civil (tabiques, instalaciones provisionales de obra, bandejas de protección y pasarelas), embalajes, muebles y decoraciones.

**OSB Home:** propio para el uso en construcción seca, siendo usado en las paredes, pisos y techos. Recibe protección contra termitas, garantizado por 10 años y es identificado por recibir el sello 'TECO TESTED' en una de las caras - marca garantizada de que la producción sigue los parámetros de normas internacionales

## Maderas

de resistencia físico-mecánica - y el borde es sellado con pintura verde para mayor protección contra la humedad.

**OSB Lijado:** listo para usar, con superficie lijada y calibrada, pudiendo ser revestido con láminas de madera natural, o laminados plásticos de alta presión.

**OSB Home M&F:** es un panel con encajes tipo machimbre, propio para estructurar pisos y que admite cualquier tipo de revestimiento. Su finalidad es facilitar la instalación de pisos, entrepisos y cubiertas, agilizando esas etapas de la obra.

**OSB Tabique:** panel con formato 1,22 x 2,20m. Formato adecuado para el uso en tabiques.

### Proceso de fabricación

El OSB se produce a partir de troncos de madera de florestas sustentables, 100% reforestables. A los troncos se les quita la corteza y se los corta en tiras a lo largo de su fibra. Estas tiras son secadas, cribadas y mezcladas con la composición de resinas de adherencia a prueba de agua, parafina e insecticida contra termitas. Luego van para las formadoras donde serán producidas las capas orientadas, después para el prensado en alta temperatura y presión, donde serán formados los paneles y, finalmente, para el corte definitivo. Todo este proceso es totalmente automatizado, con el monitoreo de cámaras y computadoras.

Propiedades	Tolerancia	Espesor/mm					Características físico-mecánicas
		9	25	12	15-18	18	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	± 30	640	540	600	560	680	
Tracción (N/mm <sup>2</sup> )		0,34	0,30	0,34	0,32	1,00	
Flexión (N/mm <sup>2</sup> )	Eje mayor	22	18	22	20	45	
	Eje menor	11	9	11	10	30	
Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	Eje mayor	3500	3500	3500	3500	5500	
	Eje menor	1400	1400	1400	1400	3500	
Hinchamiento Espesor 24 hs (%)		25	20	20	20	10	

Tolerancia espesor ±0,8mm

Formato:1,22 x 2,44