



**INDUSTRIA DE TABLEROS
DE FIBRAS DE MADERA**

Ing. Forestal M. Sc. Gabriel D. KEIL (1)

Ing. Forestal Eleana M. SPAVENTO (2)

(1) Profesor Adjunto, (2) Ayudante Diplomada, Industrias de Transformación Mecánica
Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata

- Marzo de 2009 -

Índice de Contenidos

1. Definición	2
2. Tipos de Tableros de Fibra	2
3. MDF - Medium Density Fiber Board o Tablero de fibra de densidad media	3
4. HDF - High Density Fiber Board o Tablero de fibra de alta densidad.....	9
5. DFF - Density Fiber Board Fenolic o Tablero de fibra duro fenólico.....	10
6. Tablero de fibras aislante o Tablero de fibra de baja densidad	11
7. THDF - Thin high density fiberboard o HB Hardboard o Tablero de fibras duro .	11
8. Procesos de fabricación de los tableros de fibra.....	13
9. Proceso de desfibrado en seco	13
10. Proceso de desfibrado en húmedo	17
11. Sistemas de Medición On Line y en Laboratorio	20
11.1. Contenido de humedad	20
11.2. Medición del peso por unidad de área.....	20
11.3. Medición de la densidad del tablero.....	20
11.4. Medición del espesor en distintos puntos del tablero.....	20
11.5. Análisis del adhesivo y detección de delaminación del tablero	21
11.6. Inspección de la calidad de las superficies del tablero.....	21
12. Síntesis de la Industria de Tableros de Fibra.....	21

TABLEROS DE FIBRA DE MADERA

1. Definición

Se designa con el nombre de **Tablero de fibras** al producto elaborado en forma de tablas de medidas variables, compuesto de haces de fibras de madera, obtenidas por procesos de desfibrado en seco o en húmedo y unidas entre sí mediante resinas sintéticas termoendurecibles o empleando la misma lignina de la madera como aglutinante.

Según FAO 1958/1959 “**Tablero de fibras** es un término genérico para determinar material de densidad variada y hecho por la refinación parcial o total de fibras de madera u otro material de tipo vegetal. Agentes pegantes u otros aditivos pueden ser incorporados en la manufacturación del tablero para incrementar su resistencia mecánica, a la humedad, fuego o pudrición y mejorar otras propiedades”.

Más tarde esta definición fue modificada en un sentido técnico más exacto. Esto ocurrió en Lissabón en 1964 en la conferencia de la ISO (Internacional Organization for Standarization) “Panel excediendo generalmente de 1,5 mm de grosor manufacturado a partir de fibras lignocelulósicas con enlaces primarios de sus propiedades adhesivas características. Materiales aditivos o agentes pegantes pueden ser adicionados”.

Según la norma IRAM 11532, se definen a los **tableros de fibra** como “elementos fabricados con filamentos de madera, obtenidos por procedimientos químicos, mecánicos o combinados u otros materiales lignocelulósicos fibrosos, aglomerados con sus propias sustancias aglutinantes u otras, adicionadas durante el proceso de elaboración”.

En general tienen usos variados tales como en decoración con destino al acondicionamiento de edificios y locales comerciales, en construcciones nuevas, puertas, envases, industria automotriz e industria del mueble y carpintería.

2. Tipos de Tableros de Fibra

La clasificación de los tableros de fibra esta basado en:

- a. Tipo de materia prima y método de producción húmedo o seco.
- b. Densidad del producto.

El mejor factor para clasificar los tableros de fibra es la densidad el cual es internacionalmente reconocido. Según la FAO podemos hacer el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Clasificación de los Tableros de Fibra

TABLERO DE FIBRA	DENSIDAD kg/m³
No prensado	
Tablero aislante medio duro	20 - 150
Tablero aislante duro	150 - 400
Prensado	
Medio duro	400 - 800
Duro	800 - 1200
Muy duro	1200 - 1450

En el mercado se encuentran 5 tableros de fibra con características particulares y para usos definidos según esas características:

1. MDF - *Medium Density Fiber Board* o Tablero de fibra de densidad media, el mismo está fabricado por el proceso de desfibrado en seco y el adhesivo es ureico.
2. HDF - *High Density Fiber Board* o Tablero de fibra de alta densidad, el mismo está fabricado por el proceso de desfibrado en seco, el adhesivo puede ser ureico o fenólico y se presentan en espesores delgado y medio.
3. DFF - *Density Fiber Board Fenolic* o Tablero de fibra duro fenólico, el mismo está fabricado por el proceso de desfibrado en seco, el adhesivo es fenólico y generalmente son de espesores delgados.
4. Tablero de fibras aislante o Tablero de fibra de baja densidad, el mismo está fabricado por el proceso de desfibrado en húmedo y el adhesivo es la propia lignina de la madera.
5. THDF - *Thin high density fiberboard* o HB Hardboard o Tablero delgado de fibra de alta densidad, el mismo está fabricado por el proceso de desfibrado en húmedo y el adhesivo es la propia lignina de la madera.

3. MDF - Medium Density Fiber Board o Tablero de fibra de densidad media

Estos tableros están formados por fibras lignocelulósicas aglomeradas con resinas sintéticas u otro adhesivo adecuado y prensado en caliente. Su densidad está comprendida entre 500 y 800 kg/m³.

El tablero MDF nació ante la necesidad de contar con un material industrializado que sustituyera la escasa disponibilidad de madera aserrada.

Se logra de esta forma un panel de dimensiones y núcleo homogéneos que conserva gran parte de las características de la madera que le da origen.

La fibra, su principal componente, junto con el agregado de resinas sintéticas, le otorgan propiedades mecánicas similares a las de la madera natural.

El color, la textura, la maquinabilidad, la ausencia de nudos y la estabilidad dimensional de los tableros simulan la nobleza de las buenas maderas.

Tanto los artesanos como las fabricantes de muebles de gran escala aprecian la facilidad de procesamiento y la calidad de terminación obtenidas con el uso del MDF.

Las características mas destacadas del MDF son:

- Color uniforme.
- Tamaño de fibra homogéneo en todo el espesor.
- Perfil de densidad equilibrado.
- Superficie muy suave.
- Baja abrasividad (menor desgaste de herramientas de corte).
- Baja absorción (menor consumo de pintura).
- Excelente calibración de espesores.
- Grandes dimensiones (mejor aprovechamiento del material).
- Superiores propiedades físico-mecánicas

- Perfil de densidad equilibrado.
- Dimensiones: 1830 mm x 3660 mm.

Los tableros MDF se clasifican según los siguientes criterios:

- Según su densidad
 - MDF Estándar, con densidad de 720-800 kg/m³
 - MDF Light, con densidad de 600 kg/m³
 - MDF Ultra liviano, con densidad de 500 kg/m³
- Según su apariencia
 - Sin acabado o tableros sin cobertura
 - Con caras enchapadas de melamina. Es un tablero MDF RH que no requiere de acabados porque viene recubierto con melamínico decorativo, el cual está termo-fundido, formando un tablero compacto de superficie homogénea con resistencia a la absorción y abrasión. Recomendado para uso interior en superficies de trabajo, muebles de baño, de cocina y decoración en general.
 - Enchapado con madera natural. Es un tablero MDF enchapado con chapas naturales de maderas finas y decorativas, nativas o importadas. El recubrimiento decorativo puede ser barnizado, laqueado al natural en dos caras o en una cara, en este caso, se recubre la contra cara con una chapa no decorativa para que actúe como balance. Por su estilo sobrio, elegante y de alta calidad se recomienda utilizarlo como entrepaño de bibliotecas, puertas, muebles y decoración en general.
 - Ranurados para exhibidores
 - Laqueados
- Según sus espesores
 - Delgados, con espesor de 2,5 a 4 mm
 - Espesor medio, de 18 mm
 - De gran espesor, de 4 cm o mayor
- Según sus medidas
 - Medida normalizada, de 244 x 122 cm
 - Medida especial, de 49" x 97"

La amplia variedad de tableros (gruesos, delgados, desnudos y recubiertos) y su gran versatilidad, hacen que el MDF sea la respuesta a las necesidades de diseñadores, arquitectos e industria del mueble.

El MDF puede utilizarse en aplicaciones tales como:

- muebles para hogar y oficinas
- molduras
- paneles enchapados en madera
- pisos flotantes y deportivos
- paneles ranurados
- tabiques y estantes
- placards
- bases y partes de muebles (puertas y cajones)
- bastidores de puertas placa
- gabinetes de tv y audio
- marcos de cuadros y espejos
- juguetes
- bobinas industriales
- interiores de vehículos

Para estos usos, el MDF tiene una muy buena aceptación de pinturas y moldurabilidad, lo que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas.

Si bien se clasifican según sus espesores y densidades, existe en el mercado una amplia gama de tableros MDF estándar.

Rango de espesores (mm)	Densidad (kg/m³)	Peso aproximado (kg) (Tablero de 2,44 x 1,22 m)
de 2,5 a 3	800	7
de 4 a 6	780	12
de 7 a 9	770	16
de 10 a 16	760	23
de 18 a 19	755	36
de 22 a 25	750	43
de 28 a 32	740	66
de 35 a 38	730	-
de 38 a 40	720	-

Argentina contó con la primera planta de MDF de Sudamérica, Guillermina (Hoy Ferrum S.A.), localizada en Santa Fe, la cual comenzó a trabajar en base a maderas nativas, pero posteriormente incorporó al eucalipto, y hoy día emplea fundamentalmente pino.

Ya en los inicios de los años 90' se estableció la empresa Masisa, en Concordia Entre Ríos, con una planta de MDF y otra de tableros de partículas.

Recientemente comenzó a funcionar una planta de MDF en Misiones, en base a pino, de la empresa Alto Paraná, con lo que se tienen 3 plantas en el país.

En el caso de Masisa inició sus actividades exclusivamente con pino, pero posteriormente incursionó en una mezcla de 60 % de eucalipto y 40 % de pino, llegando hoy día, a emplear en ciertos paneles 100% de eucalipto.

En síntesis, en el país lo fabrican tres empresas

- Masisa S. A., en Concordia, Entre Ríos, con el nombre comercial de Tablero Fibrofácil, empleando como materia prima pino ellioti y pino taeda.
- Ferrum S. A., en Villa Guillermina, en el norte de Santa Fé, con el nombre comercial de Tablero Guillermina, empleando eucalipto colorado, nativas y pino como materia prima.
- Alto Paraná S. A., en Puerto Piráí, en el norte de Misiones, con el nombre comercial de Tablero Trupan, empleando como materia prima pino ellioti y pino taeda.

MASISA S.A. fabrica y comercializa tres tipos de tableros MDF:

- Ultraliviano: Tablero con una densidad menor al tipo liviano según la norma ANSI, 500 kg/m³. No se recomienda para usos donde se requiera agarre del tornillo, refuerzo estructural, moldurado exigente y acabado de alta calidad. Es un tablero de fibras de madera que tiene superficie suave y sin imperfecciones, sumándose su resistencia y estabilidad, características que lo convierten en un producto que no sufre deformaciones. Es un tablero fácil de manipular y trabajar, pueden utilizarse herramientas y máquinas tradicionales. Es un tablero ideal en la fabricación de muebles y trabajos de carpintería en general. Viene lijado por ambas caras y está listo para ser pintado, laqueado o recubierto.

- Liviano: Tablero que posee densidad media según la norma ANSI, 600 kg/m³. Esta característica le permite un uso más extenso y general que otros tipos de MDF. Es un excelente sustituto de la madera maciza.

- Standard: Tablero que posee la mayor densidad según la norma ANSI, 700 kg/m³. Por su diseño se recomienda para realizar trabajos estructurales, donde se exige máxima resistencia.

Consideraciones para un mejor resultado en cuanto a:

Preparación del tablero

Las caras deben estar bien lijadas, calibradas y sin polvo. Se debe hacer énfasis en el lijado de los cantos, ya que tienen mayor absorción que la superficie.

Aplicación de terminaciones

Se deben seguir las recomendaciones del fabricante del recubrimiento en sus distintas terminaciones: teñido, sellado, acabado incoloro o coloreado.

Fresado

Utilizar herramientas con filos de widia y altas velocidades de trabajo, ya que de lo contrario, se produce el desgaste acelerado de las herramientas. Moldurados con cantos muy afilados, reducen la resistencia a los golpes en la pieza obtenida y dificultan la distribución de pintura.

Fijaciones y ensambles

Se recomienda el uso de tornillos de cuerpo recto o tarugos. Se debe procurar dejar un encaje suave entre las piezas. Cualquier presión ejercida de más, podría dañar las piezas.

FERRUM S.A. fabrica y comercializa también tres productos de MDF:

- **MDF Ligh:** es un panel liviano con una densidad de 600 kg/m^3 que puede ser utilizado en todas aquellas aplicaciones donde se requiere disminuir la exigencia resistencial de los herrajes. Sus características mecánicas y su excelente maquinabilidad resultan apropiadas para múltiples usos como son la fabricación de puertas, molduras y cajones. Se comercializa en espesores de 9 mm a 18 mm.

- **MDF Standard:** Standard hace referencia a la densidad del tablero (740 kg/m^3) y se lo comercializa con los nombres Guillermina Nova y Guillermina Témpora. Es de amplia aplicación en trabajos de carpintería tales como la fabricación de paneles ranurados, juguetes, bases de lámparas, tabiques interiores, pisos deportivos, gabinetes de audio y TV, puertas y todo tipo de muebles. Se lo comercializa en espesores que van de los 9 mm a los 30 mm.

- **MDF Hidroresistente:** es fabricado para la producción de muebles y objetos que deban permanecer en ambientes húmedos. Es un tablero de fibra de madera para usos y aplicaciones interiores pero en ambientes donde el nivel de humedad es permanente y alto. No es recomendado en exteriores, en contacto directo con la lluvia. Viene lijado en ambas caras y está listo para ser pintado, laqueado y puede ser utilizado en la construcción de tabiquería, revestimientos y carpintería en general.

Los tableros de fibras de densidad media se caracterizan por constituir un material homogéneo y con propiedades uniformes lo que conlleva que puedan ser mecanizados (cortados, moldurados, fresados, agujereados) con mucha facilidad.

Desde el punto de vista dimensional constituyen un material estable cuyo movimiento por cada incremento en un punto de humedad se estiman en un 0.05% de aumento de la dimensión en la dirección del plano del tablero (ancho) y de un 0.35% en su espesor.

El coeficiente de conductividad térmica varía en función del espesor con valores de referencia que oscilan entre $0.047 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ para un tablero de 10 mm de espesor y $0.072 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ para un tablero de 45 mm de espesor.

En cuanto al comportamiento al fuego, el tablero de fibras de densidad media normal tiene una clasificación M-4 (espesores inferiores a 14 mm) o M-3 (espesores superiores a 14 mm).

Es posible disponer de tableros MDF con características especiales que mejoran su comportamiento frente a distintos agentes.

Por ejemplo, existe la posibilidad de realizar tratamientos ignífugos que mejoran la reacción al fuego pudiendo llegar a obtenerse tableros con la clasificación M-1 y M-2. Normalmente, estos tableros se distinguen de los normales por presentar una coloración rojiza.

Otros tableros con características especiales son los tableros de fibras de densidad media resistentes a la humedad que se diferencian de los normales por presentar una coloración verde.

En estos tableros, se mejoran propiedades como la resistencia a la tracción y la hinchazón después de someterlos a ensayos de envejecimiento acelerado por lo que están indicados para su empleo en aplicaciones especiales como mobiliario de cocina y baño.

En todos los casos los tableros deben ser manejados y almacenados adecuadamente para conseguir unas buenas presentaciones. Siempre que sea posible se deben almacenarse bajo cubierta o, al menos, protegidos de la acción de sol, de la lluvia y de la salpicadura de productos químicos. Se aconseja también un acondicionamiento previo de los tableros a las condiciones ambientales en su lugar de aplicación.

Dentro de las propiedades expuestas, el tablero MDF elaborado íntegramente con eucalipto tiene una densidad media próxima a los 700 kg/m³ y sobre todo una relación densidad mínima/densidad media del 90% aproximadamente lo que se traduce en un homogeneidad de su núcleo que le confiere un comportamiento muy adecuado ante las distintas operaciones de mecanizado. Por otro lado, este tablero alcanza una densidad superficial de 1000kg/m³ que proporciona una excelente superficie lo que unido a la finura y blancura de las fibras le otorga una excelente aptitud para recibir una amplia gama de acabados decorativos; desde revestimientos con papel o laminados plásticos a sofisticados lacados.

La empresa FINSA (España) dispone de dos líneas de fabricación de tablero de fibras de densidad media con eucalipto, capaces de producir MDF de espesores fino y medio. La fabricación de MDF con madera de *E. globulus* ha sido posible gracias al desarrollo de tecnologías innovadoras en varias etapas del proceso de fabricación.

Con independencia de especie de madera empleada, la clave para producir un tablero MDF de calidad, reside en la utilización de fibras individualizadas y homogéneas.

Desde el inicio de su desarrollo y hasta la actualidad, las aplicaciones de los tableros MDF han experimentado un continuo crecimiento debido, fundamentalmente, a su adaptabilidad para sustituir elementos de madera maciza y a la madurez de otros tableros derivados de la madera como los de partículas o de fibras duros a los que tienden a sustituir progresivamente.

Entre las aplicaciones más significativas de los tableros de fibras de espesores delgados, destaca su empleo como partes de puertas placas, elementos de electrónica industrial, industria del calzado, industria auxiliar del automóvil, molduras, elementos curvos para mobiliario, traseras de muebles, paredes laterales de ataúdes y embalajes.

Los tableros de fibras de mayor espesor son materiales empleados habitualmente en la fabricación de mobiliario de hogar y oficina, así como en todo tipo de elementos decorativos y de carpintería de interior (paneles para tabiques, cornisas, marcos, molduras, puertas macizas, tapas y pies de mesas, estanterías)

Por otro lado, los tableros con características especiales como es el caso del empleo de tableros de fibras resistentes a la humedad tienen aplicaciones particulares en mobiliario de cocina y baño.

Es importante considerar que el tablero MDF como producto aún no ha alcanzado su madurez por lo que continua ganando cotas de mercado y se prevé un importante aumento de sus aplicaciones en el sector de la construcción durante los próximos años.

Las propiedades del tablero MDF estándar de fabricación local por la empresa Masisa y cuyo nombre comercial es Fibrofácil, se resumen en la tabla siguiente.

Propiedades de tablero MDF MASISA tipo Estándar (espesores 9 a 25 mm)	Parámetros
Densidad	725 kg/m ³
Humedad	8 %
Módulo de ruptura	36 N/mm ²
Módulo de elasticidad	3.000 N/mm ²
Tracción superficial	2.000 N
Absorción de agua 24 hs	14 %
Hinchamiento espesor 24 hs	6 %
Extracción tornillos cara	1.200 N

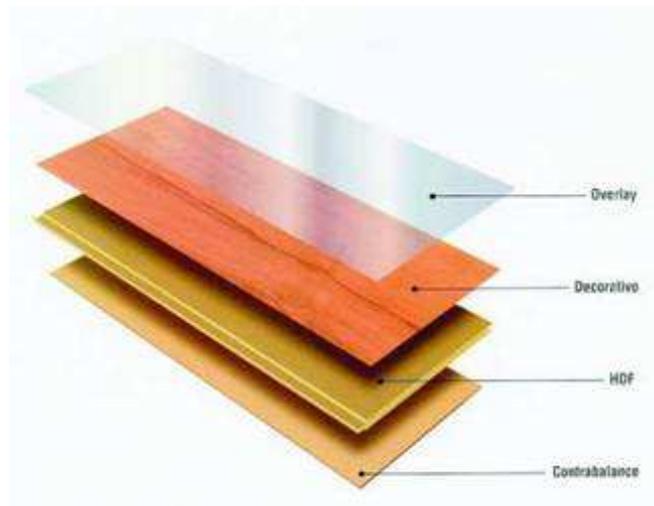
Es posible realizar una división de aplicaciones del MDF en función del espesor del tablero según el cuadro que se presenta a continuación:

Espesor del tablero (mm)	Usos y aplicaciones
8	Puertas plegadizas, gabinetes de audio, cielorrasos para construcciones.
10	Gabinetes de audio y televisión y otros usos en construcción en general.
13	Gabinetes de audio y televisión, costado de cajones y partes de muebles.
16/19	Industria del mueble.
22	Industria del mueble y fines deportivos.
25/30	Partes horizontales de muebles: mesadas y tapas de mesas y escritorios.
38	Bastidores de puertas.

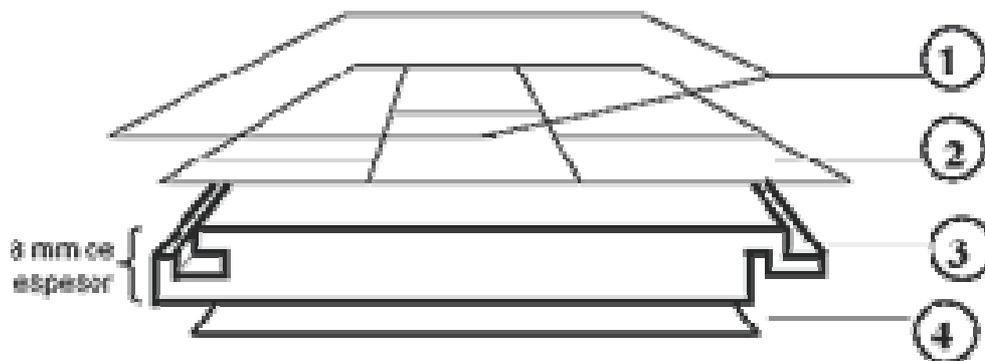
4. HDF - High Density Fiber Board o Tablero de fibra de alta densidad

A lo largo de los últimos años están surgiendo nuevos productos sobre la base del tablero MDF que han alcanzado rápidamente una fuerte presencia en distintos mercados. Es el caso por ejemplo, de los tableros para solados (flooring) compuestos por una estructura de HDF en su interior, un recubrimiento decorativo protegido por una película de alta resistencia (overlay) y un contrabalanceo en su parte inferior.

Los tableros de fibra de alta densidad son placas, formadas en proceso de desfibrado en seco, con fibras de lignocelulosa de la madera y adhesivos ureicos o fenólicos. Su principal uso es formando el alma en pisos flotantes.



Son tableros de alta densidad que se fabrican en dos espesores, delgado y medio.



1. Película Protectora Overlay (62 gr/m²)
2. Capa Decorativa
3. HDF (Tablero de fibras de madera comprimida a alta presión)
4. Capa Melamínica Balanceadora

Cabe destacar que para obtener una buena estabilidad dimensional del piso, y soportar cargas de alto tránsito, el tablero debe tener como espesor mínimo 8 mm de espesor.

Guillermina fabrica HDF para la producción de pisos flotantes y deportivos (hidrófugo y no hidrófugo).

5. DFF - Density Fiber Board Fenolic o Tablero de fibra duro fenólico

Los tableros de fibra duros fenólicos son placas, formadas en proceso de desfibrado en seco, con fibras de lignocelulosa de la madera y adhesivo fenólico.

Son tableros de alta densidad, generalmente delgados y de uso exterior.

6. Tablero de fibras aislante o Tablero de fibra de baja densidad

Los tableros de fibras aislantes son placas, formadas en proceso de desfibrado en húmedo, con fibras de lignocelulosa de la madera y adhesivo ureico o empleando la misma lignina de la madera como adhesivo.

Es un producto que no se fabrica en el país. Se importa desde Brasil un tablero de fibra aislante fabricado a partir de madera de eucalipto blanco.

Son de baja densidad (200 kg/m³), de uso como material aislante térmico, acústico y eléctrico. Con uso exclusivamente interior.

7. THDF - Thin high density fiberboard o HB Hardboard o Tablero de fibras duro

Son tableros formados por fibras de madera u otro material leñoso, cuya densidad varía entre 800 y 1000 kg/m³.

Pueden contener adhesivo o no, según el procedimiento de fabricación. En el proceso en húmedo, generalmente la unión se realiza por las propias sustancias cementante de la madera, la lignina principalmente.

El proceso de fabricación del tablero de fibras duro se caracteriza por no utilizar adhesivos para enlazar las fibras de madera, siendo preciso utilizar grandes volúmenes de agua como vehículo transportador de las fibras.

El producto final presenta un color marrón oscuro originado durante la polimerización de las ligninas y los azúcares a altas temperaturas así como unas marcas características en una de sus caras por haber descansado sobre una malla metálica durante parte del proceso. El espesor de este tablero no suele ser superior a 5 mm.

La superficie puede ser natural o con terminaciones melamínicas y muy baja resistencia a la humedad, por lo que el uso es exclusivamente interior. Teniendo aplicaciones en revestimientos y mueblerías.

Dependiendo de las aplicaciones, es posible incorporar aditivos a los tableros de fibras durante el proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Entre los aditivos más usuales se encuentran las ceras, para aumentar la repelencia a la humedad, los productos ignífugos, insecticidas, fungicidas, etc.

Pueden presentar superficies hidrofugadas a través de sistemas de pintado multicapas en cámara de pintura, y en esos casos soporta la humedad ambiente, pudiendo tener aplicaciones también en envases de maderas, como cajas y cajones con estructura de madera, bobinas para cables y separadores de envases apilados.

Cuando se utiliza eucalipto blanco, la madera puede ser procesada con corteza, al ser éste un material muy fibroso que puede incorporarse como materia prima.

Las características más destacables del tablero de fibras duro fabricado con *Eucalyptus globulus* son su uniformidad en la densidad y la textura fina de las fibras que permiten un perfecto acabado superficial, apto para pintar o recubrir con papeles melamínicos.

El conjunto de sus propiedades le confieren también una elevada dureza y resistencia a la compresión, alta densidad superficial, buen comportamiento frente al alabeo, facilidad de grapado y clavado, consistencia y aptitud para el curvado.

La densidad del hardboard está alrededor de los 1000 kg/m³ con un contenido de humedad del 6 %.

En cuanto al comportamiento al fuego, el tablero de fibras duro esta en una clase M-3 o M-4, pudiendo llegar a obtenerse tableros M-1 y M-2 mediante tratamientos de ignifugación. El coeficiente de conductividad térmica es de 0,14 kcal/mh°C.

Las tablas 1 y 2 incluyen las especificaciones de las principales propiedades de los tableros de fibras duros.

Tabla 1. Especificaciones para Tablero de Fibras Duro de aplicación general para uso en condiciones secas (HB)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPEORES (mm)		
			< 3,5	> 3,5 a 5,5	> 5,5
Hinchazón espesor 24h	EN 317	%	35	30	25
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm ²	0,50	0,50	0,50
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm ²	30	30	25

Tabla 2. Especificaciones para Tablero de Fibras Duro de aplicación general para uso en condiciones húmedas (HB.H)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPEORES (mm)		
			< 3,5	> 3,5 a 5,5	> 5,5
Hinchazón espesor 24h	EN 317	%	25	20	20
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm ²	0,60	0,60	0,60
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm ²	35	32	30
Resistencia a la tracción después del ensayo de cocción. EN 1087-1	EN 319	N/mm ²	0,30	0,30	0,25

Las principales aplicaciones de este tipo de tableros (tabla 3) son encofrados, envases y embalajes, fabricación de mobiliario (traseras y cajones), industria del automóvil, industria del juguete, paramentos de puertas planas, pavimentos e industria del calzado.

Tabla 3. Principales aplicaciones de los tableros de fibras duros

Producto	Descripción	Aplicaciones
Hardboard para usos generales	Alta densidad, excelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído superficie adecuada para lacado.	Puertas Fondos de armarios y cajones Elementos decorativos
Hardboard moldeable	Excelentes propiedades de moldeado sin emisión de formaldehído, parte trasera apropiada para aplicación de textiles sintéticos sintéticos.	Industria del automóvil
Hardboard para pavimentos	Alta densidad densidad, excelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído, elevada resistencia a la flexión y tracción.	Pavimentos y suelos
Hardboard perforado	Escelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído buenas propiedades acústicas.	Bases para camas Aislamiento acústico de espacios

Argentina cuenta con una sola planta en Villa Ramallo, Buenos Aires (Fiplasto S. A.), que utiliza preferentemente eucaliptos colorados *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*.

Su particularidad es que no se agregan adhesivos ya que al aplicar temperatura y presión, la lignina plastifica (cemento natural de la madera), y al enfriar actúa como cementante.

Por otra parte el proceso de formación del tablero se parece más a la fabricación celulósica, pues se basa en la decantación de las fibras que se encuentran en suspensión con agua, más que en una formadora de colchón.

Las propiedades de este tablero de fabricación nacional, cuyo nombre comercial es Chapadur, se resumen en la tabla siguiente.

Propiedades físico-mecánicas: del tablero Hardboard "Chapadur"	Parámetros
Espesor (calibrado)	4,5 + - 0,3 mm
Humedad	6,0 + - 2 %
Absorción agua en 24 hs	11,0 + - 4 %
Absorción superficial agua en 24 hs	0 a 2 %
Densidad	1.020/1.080 kg/m ³
Peso	5,1 kg/m ²
Módulo de rotura por flexión	530 + - 40 kg/cm ²
Resistencia a la tracción (perpendicular)	8 a 25 kg/cm ²
Módulo de elasticidad	50.000 -60.000 kg/cm ²
Brillo: Gardner Cabezal 60°	15 a 20 ° G
Dureza cara pintada	180 seg (mínimo)

8. Procesos de fabricación de los tableros de fibra

Para la fabricación de los tableros de fibra se emplean dos procesos muy diferentes, denominados procesos en seco y en húmedo, debido a la forma que se logra el desfibrado de la madera.

El proceso en húmedo ha quedado relegado debido al gran consumo de agua y a las consecuencias ambientales adversas que genera.

El proceso en seco es el que se ha expandido actualmente, comenzando a fabricar con él los tableros MDF y, con una mejora tecnológica, como un producto de última generación se está fabricando tableros HDF y DFF con el mismo proceso.

9. Proceso de desfibrado en seco

El proceso de desfibrado en seco se utiliza para la fabricación de tres tipos de tableros de fibras de madera:

- MDF – Tablero de fibra de mediana densidad
- HDF – Tablero de fibra de alta densidad o duro
- DFF – Tablero de fibra duro fenólico

El diagrama de flujo (Lay out) de este proceso se puede sintetizar de la siguiente manera:

- ✓ PLAYA DE TROZAS
- ✓ HUMECTACIÓN (aspersión)
- ✓ DESCORTEZADO (tambor)
- ✓ CHIPEADO (disco o tambor)
- ✓ LAVADO DE CHIPS
- ✓ DESFIBRADO (digestores)
- ✓ ADICIÓN DE RESINA
- ✓ SECADO (continuo)
- ✓ SEPARACIÓN DE GRUMOS
- ✓ FORMACIÓN DEL MANTO (bandeja)
- ✓ PRE-PRENSADO (rodillos en frío)
- ✓ PRENSADO (prensa continua caliente)
- ✓ ENFRIADO Y CONTROL DE CALIDAD (rueda)
- ✓ ESCUADRADO O DIMENSIONADO (sierras circulares dobles)
- ✓ LIJADO (lijadora de banda simple o doble cruzada)
- ✓ CORTE A MEDIDA (medida de mercado)
- ✓ ALMACENAMIENTO (bodega)

El proceso se inicia con el chipeado de la materia prima mediante astilladoras de cuchillas. Las astillas obtenidas se clasifican, separando por un lado las gruesas que irán a un molino para su reducción, y por otro, las finas que se envían a una caldera para producir energía. Solo el material seleccionado y de tamaño uniforme pasa a la siguiente fase del proceso.

La materia prima debe ser preparada y para tal fin se convierte en astillas por medio de una astilladora o virutera de alimentación horizontal u oblicua. La de alimentación horizontal se recomienda para trozas cortas y residuos de aserrío. La astilladora está equipada con un disco en la cual van cuchillas que se encargan de chipear las trozas. También tiene una zaranda donde se lleva a cabo una clasificación de astillas y desde donde son devueltas las que no tienen la dimensión requerida, las cuales son posteriormente rechipeadas. Las astillas pueden ser transportadas al patio de astillas o directamente al desfibrador. El contenido de humedad de las astillas es de alrededor de 50%. La cualidad de las astillas juega un papel importante en la fabricación de tableros de fibra ya que su tamaño, estado fitosanitario y propiedades fisicomecánicas determinan la calidad del producto final. Se ha demostrado que la mejor resistencia mecánica se logra con astillas de 30 mm de largo.

Las dimensiones de astillas recomendadas para una buena calidad de tableros serían:

- Largo entre 25 y 30 mm
- Ancho 20 mm
- Espesor 5 mm

Un riguroso control de calidad de la producción de astillas sobre el proceso permitirá obtener astillas de alta calidad. Como es lógico pensar, la gran cantidad de astilla producida por la astilladora no es totalmente consumida por la planta, razón por la cual se hace necesario su almacenamiento ya que permanecerá en stock algún tiempo. Durante el almacenaje de la astilla ocurren reacciones químicas que es preciso controlar, sobre todo en condiciones de alta temperatura y humedad. Una remoción continua de la pila o la aplicación de humedad en altas temperaturas favorece la conservación de las astillas en buen estado. La temperatura en el centro de la pila puede subir hasta 70°C. La densidad también cambia con el tiempo de almacenaje ya que se ha demostrado que la densidad baja en 1% durante la primera semana de almacenamiento y después de ocho semanas de almacenamiento baja 3,5%.

Con el fin de controlar la acción de algunos microorganismos, que aceleran las reacciones químicas y biológicas dentro de las astillas, algunas fábricas aplican productos químicos durante el chipeado de las mismas o sobre la pila de astillas. En resumen el tiempo de permanencia de la astilla en el patio debe ser lo más corto posible y actualmente es imposible conocer un máximo y un mínimo para su permanencia en la pila. Todo depende de la capacidad de las astilladoras y de consumo, así como también de la programación de producción.

Después de la selección, las astillas se lavan (scraper) para conseguir un tablero con bajo contenido en impurezas minerales.

Las astillas de madera una vez elaboradas y limpias, pasan al refinador para ser desfibradas. El desfibrado es la parte más determinante, tanto para las siguientes etapas del proceso como en lo que se refiere a la calidad final del producto.

Aquí se van a establecer las condiciones operativas para lograr una desestructuración de los haces de fibras de madera y obtener una fibra individualizada. Esta rotura se debe hacer de forma selectiva para las capas internas de las fibras e intentando no superar el punto de transición vítrea de la lignina.

En el caso del eucalipto se han diseñado equipos especiales de digestión y desfibrado con un amplio rango de operatividad y flexibilidad. Además, durante esta fase se han duplicado los equipos para realizar un tratamiento totalmente independiente de las fibras que se destinan a la parte superficial del tablero (capa externa) respecto a las que van a la zona central (capa interna).

El objetivo es obtener fibras de menor rigidez, más flexibles, más claras, de mayor grado de individualización, contribuyendo así a la calidad final del tablero MDF de eucalipto.

Al inicio de este proceso, las astillas son precalentadas a una temperatura de 80-85 °C y pasan al digestor donde se someten a una temperatura de 160-170 °C, presión de 7 a 8 bar, durante 1 a 3 minutos.

Las astillas húmedas y calientes se hacen pasar bajo presión por el interior de dos discos desfibradores de cuya separación depende el grosor de la fibra obtenida. Las astillas se inyectan por su parte interior y, por la acción centrifuga, tienden a salir al exterior pasando a través de dos discos desfibradores que giran en sentido contrario.

La madera con 50% de humedad (fresca) hace posible una desfibración mucho más fácil y uniforme. La calidad del desfibrado depende de varios factores entre los que podemos enumerar los siguientes:

- Tipo de disco para desfibrar.
- Tiempo de desfibración.
- Presión de desfibración.
- Temperatura.
- Concentración de materia prima.

A la salida del refinador, las fibras son enviadas por la misma presión a la entrada del secadero. Es entre estas dos etapas donde se suele realizar el encolado. La diferenciación de las fibras que forman la capa exterior e interior, concede gran flexibilidad para realizar diversas formulaciones y dosificaciones a la hora de efectuar el encolado con resinas aminoplásticas. Adicionalmente, la línea dispone de un sistema mixto de encolado para la fibra de capa interior (encolado tipo blow-line o tipo blender) que proporciona un mayor rendimiento de la resina y minimiza las desventajas que generan los sistemas puros de encolado.

El secado puede realizarse en una o dos etapas. Un secado en una sola etapa es más económico, pero un secado en dos etapas permite aumentar la capacidad y realizar un proceso más lento y homogéneo.

Posteriormente, el material se envía a un silo regulador que lo descarga en la línea de formación. Durante esta fase, el sistema de formación por capas de distinta naturaleza (externa e interna) unido a una tecnología de formadoras con un sistema específico de reparto mecánico, permiten obtener una mayor homogenización en la distribución de las fibras y un enlace entre fibras tridimensional y uniforme.

A continuación el colchón se prensa en frío para eliminar el aire y reducir su espesor, lo que facilita una mejor transmisión de calor hacia el interior de la fibra durante el posterior prensado en caliente.

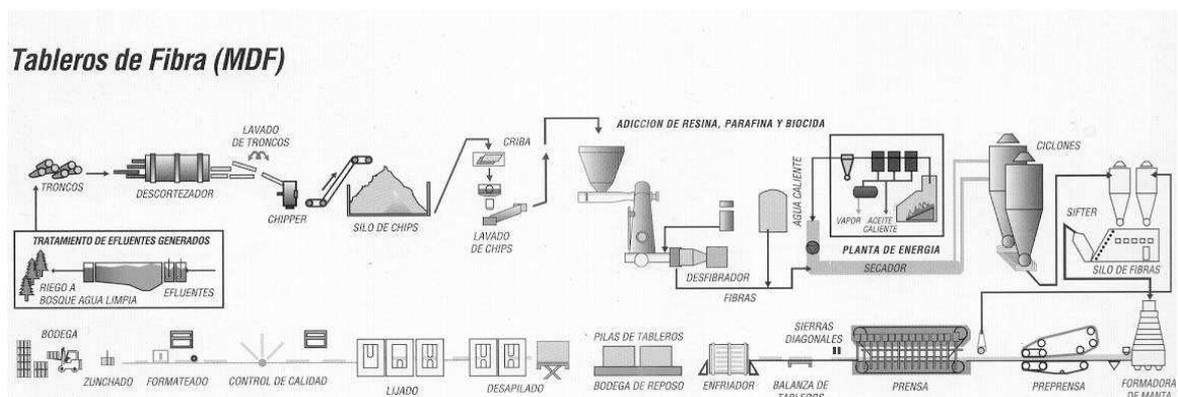
El proceso de prensado en caliente tiene una duración próxima a los 5 minutos en función del espesor del tablero. El rango de temperaturas empleado oscila entre los 180 a 200 °C.

Gracias al sistema independiente de desfibrado, encolado, secado y formación por capas, que permite operar con diversos gradientes de humedad y contenidos de resinas, la eficiencia obtenida en el prensado es muy alta. Estos aspectos han aportado una notable optimización (cualitativa y cuantitativa) del curado de la resina y, por tanto, del grado de adhesión de las fibras entre sí.

A la salida de la prensa, los tableros se acondicionan mediante un enfriado y apilado. Normalmente la línea cuenta con un almacén intermedio para prolongar el tiempo de estabilización y curado, necesario antes de la etapa de acabado, en maderas que presentan una baja reactividad frente a las colas aminoplásticas convencionales.

Finalmente, los tableros pasan la línea de acabado, donde se liján, se cortan a las medidas requeridas y se almacenan en espera de su expedición.

El proceso de fabricación de un MDF se esquematiza en la siguiente figura.



10. Proceso de desfibrado en húmedo

El proceso de desfibrado en húmedo se utiliza para la fabricación de dos tipos de tableros de fibras de madera:

- Tableros de fibras aislante - Tablero de fibra de baja densidad
- THDF - Thin high density fiberboard o HB - Hardboard o Tablero delgado de fibra de alta densidad o duro.

El diagrama de flujo (Lay out) de este proceso se puede sintetizar de la siguiente manera:

- ✓ PLAYA DE TROZAS
- ✓ TRONZADO (sierras circulares)
- ✓ ASTILLADO (disco o tambor)
- ✓ CLASIFICADO (cribas)
- ✓ MOLINO REFINADOR (discos o martillos)
- ✓ SILOS VERTICALES (CH = 50-60%)
- ✓ DESFIBRADO (desfibrador de discos)
- ✓ HUMECTACIÓN (CH = 4-6%)
- ✓ CLASIFICADO
- ✓ TINAS DE BAÑO (batido constante)
- ✓ CAJAS DE MEZCLA (agregado de aditivos. CH = 3%)
- ✓ FORMACIÓN DE LA ESTERA (tambor semi sumergido)
- ✓ SECADO (desde CH = 150-300%, por aire caliente)
- ✓ ENFRIADO (hasta 40-50 °C, por aire frío)
- ✓ PRENSADO (prensa multiplato, tablero sobre mallas)
- ✓ ENDURECIDO O TEMPLADO (a 160-170 °C)
- ✓ IMPREGNACIÓN (sumergido en aceite caliente)
- ✓ CLIMATIZACIÓN (de CH 0,5 - 1,5 % a 5 - 9 %)
- ✓ ALMACENAMIENTO (bodega)

Una vez producidas las astillas se realiza un lavado para eliminar las posibles arenas o metales que pudiesen incorporar y que provocarían trastornos durante las siguientes etapas del proceso y un mayor desgaste de las herramientas de corte al elaborar el producto.

Una vez limpias, las astillas de madera son enviadas al desfibrador termomecánico. Antes de que se pueda llevar a cabo el desfibrado propiamente dicho, las

astillas son precalentadas y sometidas a un tratamiento con vapor de agua saturado dentro del digestor, a presiones de 8-10 bares durante 3-5 minutos. Durante este proceso se produce la plasticidad de la sustancia intercelular de carácter lignoso, lo que facilita el posterior tratamiento mecánico en la cámara de desfibrado donde finalmente se obtienen las fibras. Posteriormente, las astillas húmedas y calientes se hacen pasar bajo presión al interior de dos discos desfibradores que normalmente giran en sentido contrario y de cuya separación depende el grosor de la fibra. Las astillas se inyectan por su parte interior y por la acción centrífuga, tienden a salir al exterior pasando antes por los discos desfibradores.

Obtenidas las fibras, se envían al tanque de pulpa donde se mezclan con agua hasta una concentración del 6 %. De aquí, pasan a las cubas de pulpa para diluir todavía más las concentraciones, de manera que a la entrada de la línea de formación, la hoja o manto húmedo tenga una concentración del 1 %.

Posteriormente, la pulpa se transporta sobre una cinta que permite eliminar el exceso de agua por filtración, de tal modo que, a la salida de la formadora, la concentración es de un 30 % aproximadamente.

El principio de formación del tablero húmedo se fundamenta en el proceso de sedimentación que se lleva a cabo en la máquina formadora de tableros, mediante la ayuda de la aplicación de vacíos. El objetivo es obtener láminas con bajos contenidos de humedad para reducir los ciclos de presión. También los tableros deben presentar superficies de buena calidad y por esta razón las fibras deben quedar bien orientadas, función que cumple la máquina formadora.

El espesor del tablero a obtener depende de la concentración de fibra y esta influye notablemente en las propiedades mecánicas de los tableros. Concentraciones entre 60 y 80 % ofrecen los mejores resultados.

Las condiciones que debe reunir la mezcla antes de la formación del tablero húmedo son las siguientes:

- Concentración de materia prima de 1,1 a 18 %.
- Temperatura del agua o de la mezcla 40 a 60 °C.
- PH entre 3,8 y 4,2 cuando se adiciona resina y 4,8 a 5 cuando no se adiciona.
- Grado de desfibración de acuerdo a lo establecido en el proceso.

La máquina formadora está integrada por 3 secciones importantes. Su longitud puede ser de 15 a 25 m. En la primera parte de la máquina se ubica un tanque de mezcla donde se reúne las fibras y los químicos. En la segunda parte tenemos la etapa de vacíos para eliminar el agua. Parte de esta agua es reciclada y parte se pierde como agua residual o contaminada. En la parte final de la máquina se elimina más agua por medio de prensado. Al final de la primera etapa de la formación del tablero húmedo su contenido de humedad es de 90 %. La etapa de vacío se compone de dos subetapas con distintos valores. Al final de segundo vacío el tablero húmedo tiene 25 % de materia seca y 75 % de agua. La tercera etapa de la máquina formadora de tableros húmedos lo forma la prensa en frío que se realiza mediante presión mecánica; después de esta operación el manto húmedo tiene 40 % de material seco y 60 % de material húmedo. Una formación y una eliminación de agua adecuada son las condiciones básicas para obtener una alta calidad en la producción de tableros de fibra.

De este modo, las hojas húmedas se transportan en marcos de malla metálica y se introducen primero en una pre prensa en frío y después en la prensa de platos calientes, donde por el efecto del calor, la presión aplicada y las ligninas de la propia

madera, las fibras vuelven a consolidarse sin necesidad de ningún agente encolante, perdiendo por escurrido y vaporización el exceso de agua.

Durante el prensado caliente se llevan a cabo cambios físicos, químicos y morfológicos en la materia prima. Gracias a esos cambios el tablero alcanza su espesor, se unen las fibras y mejora sus propiedades mecánicas. El ciclo de prensado está dividido en tres fases o períodos;

- Durante el primer período la presión mecánica es de 45 a 55 kp/cm² y el tablero tiene entre 50 a 55 % de humedad.
- El segundo período se caracteriza por una presión baja 10 kp/cm² y el contenido de humedad baja a 5 u 8 %.
- El tercer período se eleva nuevamente la presión a 55 kp/cm² y el contenido de humedad del tablero es de 1 %.

El prensado caliente tiene influencia específica en cada período sobre la calidad del tablero. Directamente influye en su espesor y densidad; por lo tanto en la resistencia mecánica. A mayor densidad mayor resistencia mecánica. La temperatura en el tablero sube rápidamente a 100 – 120 °C. Mientras que el agua se evapora la temperatura del tablero permanece constante. Normalmente el prensado se realiza en temperaturas de 180 – 205 °C. En casos especiales la temperatura puede ser hasta 220 – 225 °C.

El primer período de prensado se caracteriza por la eliminación de cierta cantidad de agua en el tablero y el darle un grosor determinado para facilitar los otros períodos de prensado.

Durante el segundo período se realizan reacciones muy importantes del tipo hidrólisis, que se dan por las condiciones imperantes como agua, calor, y medio ácido en las que se produce ácido acético y fórmico y otras sustancias condensables. Este tipo de reacciones permiten la unión entre fibras (enlaces) y mejora las propiedades mecánicas. La duración de este período depende de la cantidad de agua que debe evaporarse. En la primera parte del segundo período de prensado la temperatura es de 100 °C y se evapora agua libre. A una temperatura de 160 – 170 °C se plastifica la fibra (lignina) y se unen aprovechando las características aditivas de la lignina, en otras palabras se forma el tablero. En este paso el tablero alcanza un 33 % de resistencia al hinchamiento y cuando el contenido de humedad baja a 1,5 %, cesan todas las reacciones de condensación.

El período tres de prensado acaba de dar las propiedades físicas del tablero y está caracterizado por presiones de 50 – 55 kp/cm²; mayores presiones no tienen ninguna influencia sobre la calidad del tablero. Muchos tipos de producción de tableros no tienen tres períodos de prensado.

A la salida de la prensa los tableros se someten a la acción de calor en unas cámaras (de templado) para mejorar sus propiedades, pasando a continuación a las cámaras de humectación para acondicionarlos a la humedad de equilibrio. Finalmente, el tablero terminado se lija, se corta a las medidas comerciales y pasa a almacén para su expedición.

La calidad que presenta el tablero con relación a su superficie permite que éste sea pintado o recubierto con papeles decorativos y así obtener un mayor uso de los mismos. En general los acabados que se realizan en las fábricas se clasifican en:

1. Acabados líquidos; impermeabilizantes, pinturas, tintas, barnices.
2. Recubrimiento en base a materiales laminados; papeles impregnados, películas de plástico, láminas metálicas, chapas decorativas de madera.

Las condiciones especiales que han de presentar los acabados líquidos comprenden opacidad o transparencia, duración, economía, uniformidad, desecación rápida y facilidad de aplicación.

Los impermeabilizantes que se emplean son hechos en base a resinas sintéticas. Los tintes y colorantes se aplican generalmente por medio de rociado e impregnación.

11. Sistemas de Medición On Line y en Laboratorio

Los sistemas que se emplean en la producción de tableros de fibras y de partículas, con el objetivo de evaluar la calidad del producto son los siguientes:

- a. Contenido de humedad
- b. Peso por unidad de área
- c. Densidad
- d. Espesor
- e. Delaminación / Análisis del adhesivo
- f. Calidad de las superficies

11.1. Contenido de humedad

La medición del contenido de humedad *on line* se puede realizar con dos tecnologías, siendo la primera la usada en tableros de fibras:

- Medición sin contacto con el material, por infrarrojo sobre cinta en una ventana, con distancia entre material y sensor de 150 a 300 mm
- Medición por contacto, por pasaje de corriente eléctrica, incorporado a un tornillo de alimentación, es para densidad constante del material. Se coloca en la tolva después de la secadora y por una sonda lleva la información al laboratorio, es sensible al tamaño del material ya que mide viruta y astillas pero no fibras.

11.2. Medición del peso por unidad de área

Para la medición del peso por unidad de área se emplea una báscula *on line* con fuente isotópica, no por contacto, siendo muy exacta.

Mide el peso por unidad de área en guías o *tracks*. Los datos van al laboratorio y ahí se analiza la distribución del peso / área a los largo y ancho del tablero.

11.3. Medición de la densidad del tablero

Con los datos del peso por unidad de área e incorporando el espesor del tablero también se calcula la densidad aparente. También se utiliza un analizador de densidad por rayos x, no *on line* sino en laboratorio.

11.4. Medición del espesor en distintos puntos del tablero

Los medidores del espesor del tablero en distintos puntos se colocan después del lijado y son móviles para todo el ancho del tablero.

Se realiza con dos tecnologías distintas, una es por contacto con transductores lineales con 0,02 mm de precisión, la otra es sin contacto con el tablero, por laser, y es ideal para materiales blandos con 0,01 mm de precisión.

11.5. Análisis del adhesivo y detección de delaminación del tablero

El análisis del adhesivo y la detección de la delaminación del tablero se realiza por ultrasonido, donde se detectan las ampollas en el interior del tablero, estas ampollas son bolsas de aire que han quedado dentro del tablero y representan una zona de falla o de disminución de la resistencia que se manifestará con el producto en uso.

11.6. Inspección de la calidad de las superficies del tablero

La inspección de la calidad de las superficies del tablero abarca tanto su terminación después del trabajo de las lijadoras como un análisis de la uniformidad del color de la superficie. Se realiza a través de una inspección visual, generalmente mientras los tableros se encuentran en la rueda de enfriamiento y a la salida del sector de lijado.

12. Síntesis de la Industria de Tableros de Fibra

En el caso de los tableros de fibras, su desarrollo ha sido fundamental para la evolución de otras industrias de transformación de la madera. Estos tableros permitieron optimizar el aprovechamiento de la materia prima disponible y, a su vez, sustituir gran parte de los requerimientos de madera maciza, facilitando la incorporación de procesos automatizados y de fabricación en cadena a numerosos procesos de carpintería y mobiliario.

La fabricación en el ámbito industrial y el inicio de la comercialización de los tableros de fibras es relativamente reciente, remontándose a las décadas de los años 1930-1940.

Los tableros de fibras por el proceso húmedo (Hardboard) tienen su origen en EEUU, con la aparición de la patente de Lyman en 1858, pero sobre todo, con la aportación de William y Manson (proceso "Mansonite" patentado en 1927). En Europa este producto recibió un gran impulso con la invención por parte del Dr. Asplund en 1931 del proceso de fabricación de la pulpa termomecánica que incorporaba el calentamiento de las astillas de madera con vapor a presión y su posterior desfibrado mecánico en continuo.

En la Euroregión la primera instalación de tablero de fibras duro se puso en marcha en el año 1958 en Pontevedra (Galicia) por la empresa Tafisa. Por su parte, el tablero de fibras de densidad media tiene su origen en investigaciones realizadas en Estados Unidos en la primera mitad de la década de los 50, basados en la producción de fibras por un proceso termomecánico similar al de las líneas de hardboard, pero utilizando la vía seca.

Los desarrollos realizados y el posterior perfeccionamiento de este proceso han significado un gran avance para la industria de transformación de la madera, dando lugar a un nuevo producto llamado MDF, que sustituye a la madera maciza, constituyendo hasta el momento una de las mejores formas de reconstruir la madera.

La primera industria de fabricación de este producto fue Alliad Chemical Baraboard MDF, que inició su actividad en 1966 en Deposit, Nueva York, EE.UU. En Europa la fabricación industrial se inicia en 1973 en Ribnitz-Damgarten, Alemania y la primera línea de producción de MDF en la Euroregión se establece en Padrón (La Coruña) en 1981 por parte del Grupo FINSA.

Hasta el momento, los tableros de fibras siguen considerándose una de las mejores formas posibles de reconstituir las fibras de madera en un producto homogéneo,

con facilidad para el moldeado, fresado y acabado, lo que le convierte en una alternativa al empleo de la madera maciza en numerosas aplicaciones de carpintería y mobiliario.

Históricamente, la Euro región Galicia Norte de Portugal ha sido una de las mayores productoras de madera de la Península Ibérica. A su vez, uno de los subsectores más importantes de la cadena transformadora de la madera en la Euro región es el de los tableros derivados de la madera, con empresas que pueden considerarse pioneras e innovadoras a nivel mundial al haberse instalado aquí tanto algunas de las primeras plantas como las tecnologías más avanzadas.

Este subsector presenta unas características particulares en cuanto a su evolución histórica. Su origen se remonta a finales de los años 50 y principios de los 60 con la instalación de las primeras líneas de tablero de partículas y fibras duro. Posteriormente se produce un gran crecimiento de la capacidad instalada en la década de los 70, e importantes reestructuraciones al inicio de los 80, a consecuencia de las cuales el subsector evoluciona en diversas direcciones; por un lado aparecen nuevas fábricas de tablero con una mayor capacidad de producción, y lo que fue más importante, se construyen las primeras líneas de fabricación de tablero de media densidad (MDF).

En estos momentos hay en la Eurorregión un total de 13 plantas industriales de tableros derivados de la madera, cuya producción representa el 35% de la capacidad total de la Península Ibérica.

De estas trece plantas, 6 producen tablero de partículas con un porcentaje de utilización de madera de eucalipto muy reducido.

Otras dos plantas producen tablero de fibras duro (hardboard) que es producido en un 100% con madera de *Eucalyptus globulus*, estas dos plantas están localizadas en Galicia (Pontevedra y Betanzos), pertenecen al grupo SONAE y su producción representa el 66% de la capacidad Ibérica.

Otras cuatro plantas fabrican tableros de fibras de densidad media (MDF) con una capacidad de producción conjunta que representa el 48% de la producción total de la península ibérica. Además existe una planta de tablero de fibras conformado, con tecnología de fabricación de última generación.

La industria de los tableros derivados de la madera de esta región europea se encuentra en un importante proceso de transformación, no sólo en cuanto a la capacidad productiva, sino también en la adaptación a la calidad de las materias primas y al tipo de especies disponibles, utilizando cada vez un mayor porcentaje de maderas de pequeño diámetro procedente de las operaciones silvícolas de limpieza y mejora, subproductos de otros procesos y, en algunos casos, madera reciclada.

En la actualidad todas las empresas existentes han aumentado su capacidad productiva, mediante procesos de integración vertical que han dado lugar a la aparición de grandes grupos industriales, que producen tablero y productos semi elaborados destinados a la industria del mobiliario y la decoración.

Una mención especial merece la capacidad de adaptación de este subsector a la disponibilidad de las especies de madera locales, destacando la reciente fabricación de tablero MDF elaborado íntegramente con *Eucalyptus globulus* como una respuesta necesaria a la fuerte implantación de esta frondosa en la Eurorregión.

Las características de la madera de *E. globulus* difieren notablemente de las que poseen las coníferas habitualmente empleadas (*Pinus pinaster*) como materia prima para la fabricación de MDF. Desde el punto de vista morfológico, el eucalipto presenta una mayor heterogeneidad en su composición celular, con abundancia de fibras cortas del tipo libriformes, traqueidas, células de parénquima y vasos que forman una estructura muy densa. Su madera es aproximadamente un 30% más densa que el pino y posee mayor acidez. Además, el porcentaje de pared celular es muy superior y más lignificado

que en el caso del pino y la composición química difiere tanto en la naturaleza como en la composición porcentual de los principales componentes. Todo lo anterior ha redundado en una notable dificultad histórica en el empleo de madera de eucalipto blanco como materia prima para la elaboración de tableros MDF, pero también una oportunidad para descubrir sus ventajas para muchas aplicaciones, cuando se aplica la tecnología adecuada en el proceso de fabricación.