

TABLEROS DE FIBRAS DE MADERA- CEMENTO, FIBROCEMENTO O WFCB¹

1 WOOD FIBER CEMENT BOARD

Antecedentes históricos del fibrocemento¹

El fibrocemento fue inventado por el ingeniero checo, Ludwik Hatschek (1856-1914) que en 1900, a base de fibras de asbesto-cemento que llamó “Eternit” por su dureza y durabilidad. La patentó en 1901².

Las fibras de asbesto tenían excelentes propiedades mecánicas y de resistencia al fuego y porque se dispersaban homogéneamente en el cemento (de hecho el propio Hatschek murió de una enfermedad pulmonar). Este tipo de tableros se utilizó ampliamente en la construcción residencial hasta que en la década de 1970 se descubrió que los paneles de fibrocemento causaban mesotelioma (una forma poco común de cáncer de pulmón), momento en el que muchos países prohibieron estrictamente su uso.

Hatschek ha pasado a la historia por su sistema de fabricación, basado en el de Fourdrinier para fabricar papel y cartón, que se sigue utilizando actualmente.

Se comenzó entonces a investigar en un sustituto.

En 1945 Armin Elmendorf había patentado un tablero de fibras madera-cemento para la empresa Celotex³ pero nunca se llegó a fabricar.

Hardie fue el primero en utilizar fibras de celulosa en los años 1980.

Definición

Tablero estructural de alta densidad formado por fibras de madera aglomeradas con cemento, agua y aditivos.

Composición

Cemento

Se usa cemento Portland ordinario (OPC).

Celulosa de madera sin blanquear

Masa fibrosa que surge por descomposición química de la celulosa cuyas dimensiones son de hasta 4 mm y un diámetro alrededor de 40 µm. También se pueden usar otras fibras⁴.

Aditivos

Se usan cloruro cálcico para facilitar la adhesión del cemento a las fibras y silicato sódico para precipitar el silicato sódico sobre las fibras.

Otros aditivos opcionales son humo de sílice, caolín (que actúa como relleno o espesante), cenizas volátiles, silicato de calcio, floculantes (sustancias químicas que favorecen la coagulación), plastificantes y antiespumantes.

Agua

El agua, en una proporción de $\frac{1}{3}$ se trata con una solución alcalina.

Cargas

Se usa sílice (arena), cal o caolín para dar mayor consistencia a la mezcla y ocasionalmente fibras sintéticas de refuerzo o armado.

¹ El fibrocemento es un material utilizado en la construcción, constituido originalmente, por una mezcla de cemento Portland y fibras de refuerzo actualmente de origen natural o sintético. Además es un material compuesto por dos fases, una matriz de cemento y fibras que actúan como refuerzo. Las fibras pueden distribuirse en forma aleatoria dentro de la matriz y también se pueden incorporar más de un tipo de fibra dentro del compuesto.

² Hatschek solicitó la patente austriaca nº 5970 para un “Proceso para la fabricación de placas de piedra artificial a base de fibras y un aglutinante hidráulico”.

³ Patente con el nº 2 377 484 Celotex fue una marca de tableros de fibras minerales aglomerados con resina fenólica. Los tableros Celotex eran tratados para resistir hongos, termitas y agua. Tenían una superficie áspera, parecida a una telaraña, que aceptaba bien la pintura, pero se volvían quebradizos con el tiempo.

⁴ Las fibras sintéticas como el kevlar o el carbono producen el tablero más fuerte, que es resistente a la humedad y muy caro.

Proporción

Aunque varía, dependiendo del fabricante, sus proporciones más frecuentes son:

Cemento: 60%

Fibras de celulosa (seca): 8%

Aditivos: 2%

Agua: 30%

Propiedades generales

Presenta propiedades similares a los otros tableros madera-cemento en los siguientes aspectos.

- Resistente a la intemperie, a las heladas y a la descomposición⁵
- Resistente a la descomposición biológica.
- Resistente a termitas, insectos y hongos.
- Fácilmente mecanizable. Se puede clavar, atornillar, grapar y cortar con herramientas estándar⁶.
- Admite una amplia gama de acabados gracias a su superficie semi-porosa.
- Acepta mortero para recibir aplacados y revestimientos duros.
- Es posible imprimir efectos que imitan la textura de otros materiales.
- Resistente al impacto

Propiedad	Tablero CWFB	Tablero PBCB
Humedad (%)	< 10	< 10
Reacción al fuego	A2-s1,d0	B-s1,d0
Conductividad térmica (W/mK)	0,42	0,22
Poder calorífico Wj/kg	1	4
pH	11-13	12-13

Propiedades fisico-mecánicas

Propiedad	Tablero CWFB	Tablero PBCB
Densidad (kg/m ³)	1 300-1 600	1 250
MOE (N/mm ²)	≥ 14 000	≥ 4 500
MOR (N/mm ²)	≥ 11 000	≥ 9 000
Resistencia al impacto KJ/m ²	4,3	3

Usos más frecuentes

- Revestimiento exterior o fachada (8-12 mm)

Usos posibles pero infrecuentes

- Paredes interiores y divisorias (8-15 mm)
- Techos interiores (3,5-6 mm)
- Paneles sándwich
- Muebles (18-22 mm)
- Pavimentos de interior (18-30 mm)
- Escaleras interior (22-30 mm)

⁵ La Norma europea EU 12467. Este documento establece las especificaciones y métodos de ensayo para placas planas de fibrocemento. Incluye requisitos sobre la composición, clasificación, medidas, características físicas y de durabilidad.

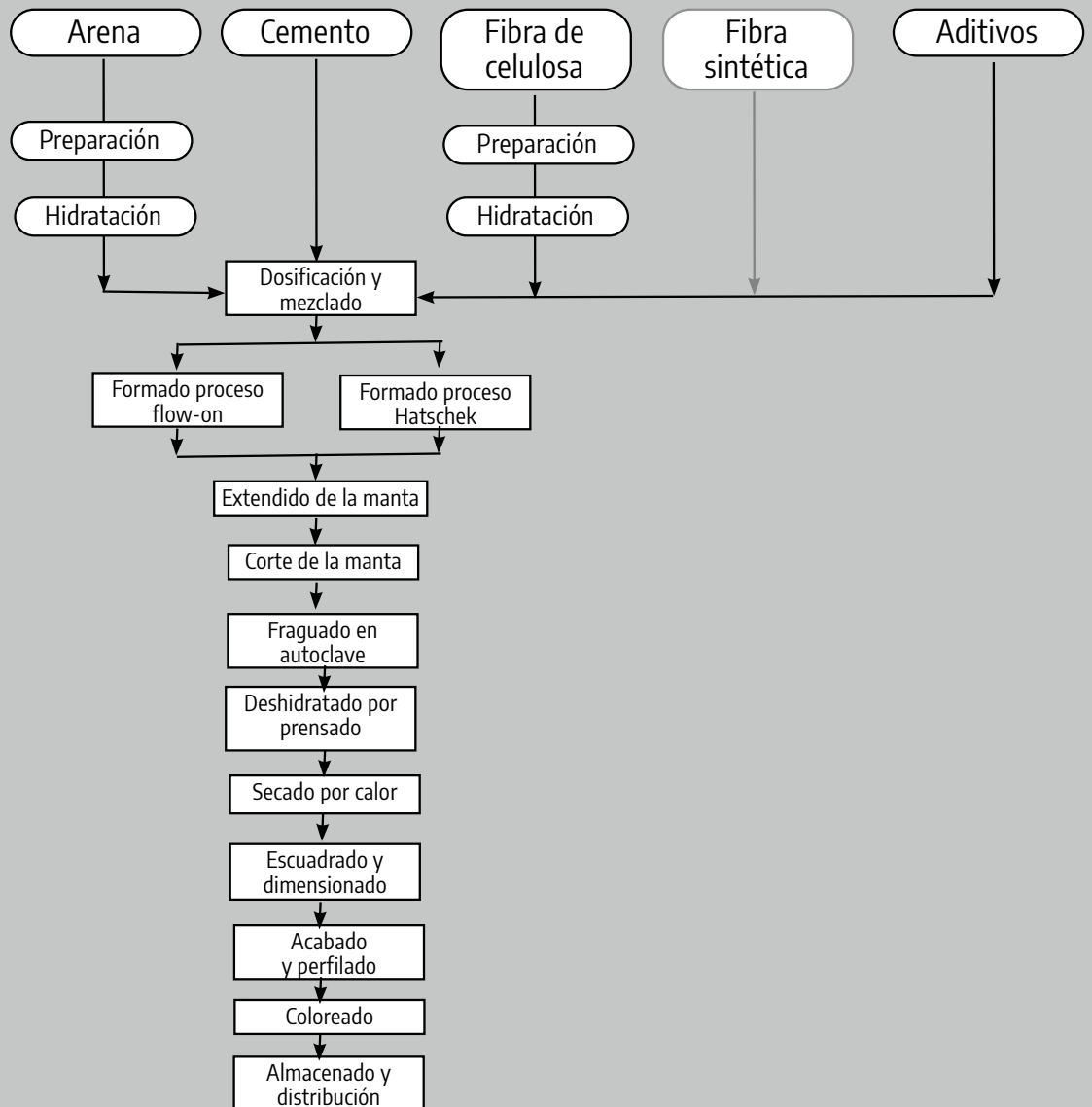
⁶ Para cortarlo se usa sierra circular

- Carpintería (contra-ventanas)

Comparativa con el CBPB y otros tableros similares

La principal diferencia con el CBPB es que éste es más estructural que revestimiento (que también). Sobre montantes de madera actúa como cerramiento con efecto diafragma mientras que el de fibras es solamente revestimiento. Es más denso, homogéneo, duro e impermeable pero su uso se limita a revestimientos en formato delgado y denso, mientras que el CBPB es más versátil en cuanto a usos. La gran competencia de este tablero, sin embargo son los tableros que usan fibras sintéticas en lugar de fibras de celulosa.

Fabricación





Preparación de la arena



Entrada de la arena en la fábrica © Wehrhahn GmbH

La madera (sílice) debe ser muy fina, por lo que se muele con un sistema mecánico a base de bolas de acero y tambores de machaqueo.



Preparación de la arena en un tambor de machaqueo MMFL



Bolas de acero para moler la arena © James Hardie



Hidratación de la arena

A continuación la arena se diluye en agua para facilitar su transporte en tuberías. El lodo se agita permanentemente en una mezcladora para que la disolución sea perfecta.



Hidratación de la arena © James Hardie

El lodo o líquido arenoso debe espesarse y se va eliminando el agua pasándola por grandes "coladores" y se almacena en tanques o silos de sedimentación donde se sigue agitando la mezcla.





Preparación de la fibra de celulosa

Las pacas de celulosa se disuelven en agua y se muelen hasta obtener la finura deseada.

La fibra llega en paquetes, pacas o fardos.



Llegada de la fibra de celulosa en pacas de papel kraft
© Swisspearl



Pacas de fibra de celulosa vertidas para ser hidratadas
© James Hardie

A la celulosa se vierte en agua y se agita para que deshaga y pueda ser transportada fácilmente en tuberías.



Disolución de las hojas de celulosa en el agua © James Hardie



Preparación de la fibra sintética (opcional)

Ocasionalmente algunos tableros utilizan también fibras sintéticas para aumentar la consistencia del tablero.



Llegada de la fibra sintética en pacas © Swisspearl

Refinado de la pulpa

La pulpa se transfiere, mediante un sistema de bombas y tuberías, a un tanque distribuidor y, de ahí, al refinador y al tamizado donde se muele la pulpa de papel en suspensión y se bombea al tanque donde es agitada sin cesar hasta que entra en la línea.



Tanques de mezclado de la celulosa en continuo movimiento © Wehrhahn GmbH





Hidratado del cemento

Se agregan al agua cemento y aditivos a gran dosificadas en proporciones específicas y se mezclan hasta obtener un compuesto homogéneo.

Como la reacción del cemento comienza desde que se mezcla con agua, la lechada pasa enseguida a la línea de producción.



Preparación de la lechada o lodo cementoso MMFL

Dosificado y mezclado de componentes

A continuación se mezclan la pulpa de madera líquida con la lechada de cemento y arena que, junto con los aditivos y se batan en mezcladoras de tambor creando la lechada final que tiene una consistencia de papilla.



Batido en la mezcladora con aspas curvas

La agitación de la mezcladora homogeneiza la lechada. Como las reacciones de unión del cemento comienzan inmediatamente al mezclarse con agua, la lechada mezclada se bombea sin demoras a la línea de producción.



Formado proceso Hatscheck¹

La mezcla, en consistencia muy fluida, se envía a unos depósitos (1) en donde giran tambores cilíndricos en los que se van depositando una fina capa de lodo (aproximadamente 0,9 mm). Con este paso, el agua se reduce de un 28 a un 15 %.

Esta capa de "lodo" se adhiere a su vez, por capilaridad, a una banda de fieltro sin fin (3) creando una lámina primaria (12) que es la base del tablero final.



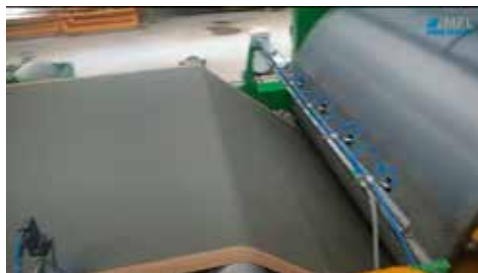
Proceso Hatscheck (depósitos inferiores) © MMFL

Rodillo de formado o cilindro formador

Después de pasar sobre unos depósitos de vacío (5) que reducen otra vez el agua de la mezcla, la lámina primaria llega al gran cilindro formador, metálico, que se lo apropia por diferencia de capilaridad. El diámetro del cilindro determina la longitud del tablero.

Se trata de un rodillo acumulador donde la lámina primaria se enrolla a la vez que es prensada con otro rodillo inferior motorizado (6). El agua eliminada cae por gravedad o con dispositivos de succión.

Se van sumando las láminas primarias hasta llegar al espesor final del tablero. El espesor mínimo se alcanza después de 4 o 6 vueltas pero puede llegar a 20 o 30. El proceso dura entre 20 y 100 segundos, dependiendo del tamaño y el formato del tablero.



Entrada y salida en el rodillo de formado (sistema Hatscheck) © MMFL

La principal desventaja del proceso Hatscheck es la cantidad de agua residual que produce.

¹ El proceso Hatscheck se desarrolló para los tableros de asbesto y amianto pero se vio que se podía utilizar también la fibra de celulosa. Se basa en el proceso Fourdrinier para fabricar papel y cartón.





Formado proceso Flow-on

Tyler Bell desarrolló su proceso flow-on en 1977 donde las cubas y cilindros cribadores de Hatschek se diferencia en que la lechada se vierte directamente sobre una larga banda de fieltro o de rejilla¹ que se va drenando por debajo con tres sistemas: (1) raspadores; (2) cajas de succión (bombas de vacío) inferiores y (3) con la propia presión en el rodillo formador.



Vertido de la lechada muy líquida sobre la banda sin fin

Grandes tambores desplazan la manta al rodillo acumulador, idéntico al proceso Hatschek. El lodo es más fino, de unos 0,7 mm.



La banda principal de flow-on es mucho más larga que en proceso Hatschek



Eliminación de agua en el proceso Flow-on © Wehrhahn GmbH

¹ La luz normal del tamiz de la malla es aproximadamente 0,4 mm (las partículas pueden pasar por el tamiz mientras que las fibras quedan retenidas).



Diagrama del proceso Flow-on

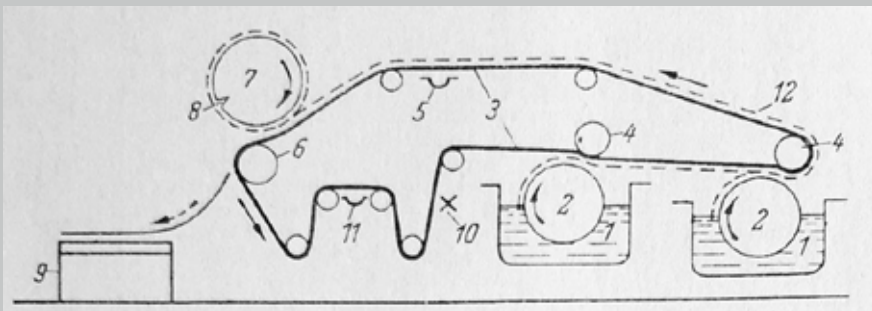


Diagrama del proceso Hatschek



Corte de la manta

La manta se corta al tamaño de fabricación (ancho de 1,2 a 1,5 m y un largo de 3,5 a 5 m) y pasa sobre otra cinta sin fin que los traslada a la siguiente fase con una consistencia todavía escasa. El corte puede hacerse mediante, guillotina, sierra circular o chorro de agua a presión.



Corte transversal de la manta con chorro a presión © Wehrhahn GmbH



Corte longitudinal de la manta con sierra circular © MMFL



Corte longitudinal de la manta con chorro de agua a presión © Wehrhahn GmbH



Extendido de la manta

La manta se extiende y se corta al salir del rodillo formador (Hatsechek) o (Flow-on). La banda transportadora lo lleva hacia la etapa siguiente.



Corte de la manta del rodillo formador © Equitone





Separación de las bandejas

Una máquina desapiladora automático de bandejas separa éstas de los tableros, elimina el aceite y se apilan en pilas diferentes.



Desapilado de tableros



Deshidratado por prensado

Para acelerar el fraguado de los tableros se realiza un prensado que reduce el C.H. de los tableros.

Los tableros se apilan entre capas de chapas de acero y se prensan bajo una presión de hasta 10.000 toneladas para extraer el exceso de agua. El prensado reduce el contenido de agua de los paneles del 28% al 15% y aumenta la densidad del panel. El agua restante en los paneles continúa reaccionando con el cemento y progresa el endurecimiento.



Deshidratado por prensado y detalle del chorreado del agua en el prensado Swisspearl



Apilado de los tableros

Los tableros se van apilando para pasar a la siguiente fase de prensado.

Como todavía son muy frágiles, el traslado lo realizan equipos de vacío que levantan, y dejan caer suavemente los tableros. Para que los tableros no se peguen se apilan con bandejas de acero o de resina intermedias. Éstas reciben un líquido que evita que los tableros se peguen a las bandejas y puedan limpiarse con facilidad para ser utilizadas en una nueva puesta.



Corte longitudinal de la manta con chorro a presión © MMFL





Pre-fraguado al aire

Los tableros colocados sobre palets se “curan” de forma natural en condiciones estables de humedad y temperatura. Durante el mismo, los tableros se estabilizan en un proceso que libera calor y tiene lugar en una zona de curado. Solo después de varias semanas de curado, el contenido de agua puede llegar al 7-8%. El curado se puede reducir significativamente mediante el uso de autoclave.



Estabilizado Swisspearl



Pre-fraguado en túneles

Los tableros pasan por un túnel de donde permanecen durante unas 14 h en condiciones controladas de humedad.



Pre-fraguado en túneles © MMFL



Pre-fraguado acelerado en autoclave

Los autoclaves aceleran el fraguado con alta temperatura y vapor saturado a presión (como una olla a presión) y producen una estructura homogénea en el fibrocemento y aumenta su resistencia al impacto, flexión y compresión.



Salida del autoclave © James Hardie



Secado final

Dependiendo de las características deseadas, algunos paneles se procesan más después del curado. La etapa adicional incluye un secado adicional en un horno para reducir y controlar el contenido de humedad de los paneles, así como para ajustar algunas propiedades de durabilidad.

Para el ajuste final de la humedad, los tableros pasan a un horno de secado donde llegan a un C. H. de 9-10 % .

Los secaderos suelen ser muy largos para que el proceso sea lento y progresivo y no altere la estructura interna del tablero.



Salida del secadero Latonit





Dimensionado y escuadrado

Los tableros ya estabilizados se recortan al tamaño final rectificando los bordes para escuadrar todas las caras y cantos. Se realiza en bloque, no una a una. Se realiza con sierras circulares ya que el tablero tiene la dureza final.

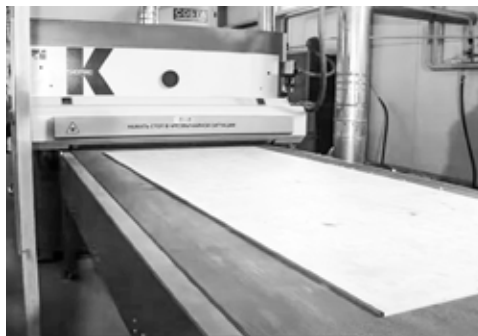


Escuadrado y dimensionado



Acabado de los tableros

El tablero puede recibir una hidrofugación que hace su superficie sea repelente al agua. También puede recibir un lijado, un canteado y un biselado de borde. El lijado es imprescindible cuando se colorea.



Lijado de tableros



Coloreado externo

El coloreado puede ser en masa o superficial. En el primer caso se añade como aditivo en la mezcla al comienzo del proceso. En el segundo caso se aplica al final mediante rodillo o pulverización sin aire (airless) y se seca con radiación ultravioleta.



Coloreado de lamas de tableros James Hardie



Control de calidad

Las fábricas disponen de un laboratorio de ensayos para el control de calidad de acuerdo a la normativa vigente. Esto permite corregir errores en el proceso.



Control de calidad (ensayo de resistencia a flexión) James Hardie



Embalaje y almacenado

Después de acabar los tableros se vuelven a apilar en paquetes estándar, unos sobre otros entre palets para poder ser manipulados con facilidad.



Almacenaje y expedición Equitone