

Bogotá, D.C., 22 de diciembre de 2021

Doctora

EDNA MARCELA RAMÍREZ OROZCO

Directora Nuevas Creaciones

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO -SIC-

E.

S.

D.

REF.: SOLICITANTES: ETEX SERVICES NV

TÍTULO: Solicitud de Patente de Invención, Entrada en Fase Nacional PCT, titulada “MÉTODOS PARA PRODUCIR PRODUCTOS DE FIBROCEMENTO CURADO POR AIRE” (nuevo título)

EXPEDIENTE: NC2019/0002235

RESPUESTA AL EXAMEN DE FONDO – OFICIO No. 12932

Yo, **HELENA CAMARGO WILLIAMSON**, mayor de edad y vecina de Bogotá D.C., identificada como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderada de la sociedad ETEX SERVICES NV, respetuosamente me dirijo a Usted con el fin de dar respuesta a las objeciones emitidas por el Examinador en el Examen de Fondo correspondiente al **Oficio No. 12932 del 13 de agosto de 2021**, dentro del término legal que la ley otorga para ello, teniendo en cuenta la solicitud de prórroga presentada oportunamente el pasado 02 de noviembre de 2021.

1. MODIFICACIÓN AL TÍTULO DE LA SOLICITUD

Teniendo en cuenta las modificaciones introducidas a la descripción y a las reivindicaciones, se ha ajustado el título de la solicitud, a fin de que se relacione con la materia reivindicada. Por lo tanto el nuevo título de la solicitud es:

“MÉTODOS PARA PRODUCIR PRODUCTOS DE FIBROCEMENTO CURADO POR AIRE”

Se solicita atentamente tener en cuenta este nuevo título, en vista de las modificaciones que se presentan en esta oportunidad.

2. MODIFICACIONES A LA DESCRIPCIÓN Y AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En primer lugar, me permito manifestar que el solicitante desea **modificar la descripción y el capítulo reivindicatorio actuales**, con el fin de superar las objeciones emitidas por el examinador en su Concepto Técnico. Dichas modificaciones se describen a continuación:

2.1. Modificaciones a la descripción

Teniendo en cuenta la observación del examinador frente al uso de la expresión “*polvo de cemento de fibra curada*”, se ha corregido la traducción a lo largo de la descripción, a fin de reemplazar las expresiones “*cemento de fibra*” “*polvo de cemento de fibra triturado*” y “*polvo de cemento de fibra curada*” por “*fibrocemento*”, “*polvo de fibrocemento triturado*” y “*polvo de fibrocemento curado*”.

Lo anterior, permite que la traducción de dichos términos resulte más fiel y se ajuste al ámbito técnico de la invención.

2.2. Modificaciones a las reivindicaciones

- Se ha reemplazado las expresiones “*cemento de fibra*” “*polvo de cemento de fibra triturado*” y “*polvo de cemento de fibra curada*” por “*fibrocemento*”, “*polvo de fibrocemento triturado*” y “*polvo de fibrocemento curado*”.

- No se incluye las anteriores reivindicaciones 3 a 5 y 8 a 10.
- Se han incluido nuevas reivindicaciones 2 a 5, 7 a 10 y 13 a 16, de acuerdo con lo que se indicará más adelante.
- Las reivindicaciones restantes, así como sus dependencias han sido reenumeradas.

En cuanto a las nuevas reivindicaciones, se desea manifestar lo siguiente en cuanto al soporte en la Descripción:

Reivindicación 1

- La trituración de material de desecho se especifica en la página 2, líneas 26-27, página 14, línea 10 y página 15, líneas 22-24, de la solicitud PCT original.
- La especificación en el paso (c) desde el suministro a la fabricación de una lámina de fibrocemento verde a partir de una suspensión acuosa de fibrocemento acuosa se basa, por ejemplo, en la página 14, líneas 15-17 de la solicitud PCT original (la suspensión acuosa es el punto de partida para la producción de productos de fibrocemento) y página 2, líneas 28-29 y página 20, líneas 17-19 de la solicitud PCT original (elaboración de un producto de fibrocemento verde a partir de suspensión acuosa de fibrocemento).

Reivindicación 2

Las modificaciones introducidas a la reivindicación 2 se basan en la página 17, líneas 22-25 de la solicitud PCT original.

Reivindicación 3

El objeto de la reivindicación 3 se basa en la página 19, línea 20-21 de la solicitud PCT original (mezcla en estado seco) y la página 24, líneas 22-23 de la solicitud PCT original (trituración en estado seco de 5 a 10% de humedad).

Reivindicación 4

Las modificaciones introducidas a la reivindicación 4 se basan en la página 19, línea 11 de la solicitud PCT original.

Reivindicación 5

Las modificaciones introducidas a la reivindicación 5 se basan en la página 19, línea 5 de la solicitud PCT original y la Reivindicación 11, tal como se presentó originalmente.

Reivindicación 7

El objeto de la reivindicación 7 esencialmente especifica que el polvo de fibrocemento curado triturado (de material de desecho) reemplazaría la piedra caliza triturada al menos parcialmente; más particularmente de manera gradual: cuanto más polvo de fibrocemento, menos caliza molida. Esta modificación está soportada en:

- Página 17, línea 27 y página 18, líneas 2-4 de la solicitud PCT original, donde se expresa que el polvo de fibrocemento curado puede reemplazar parte del relleno, como la piedra caliza.
- Página 33, línea 10, página 41, línea 27 y página 42, línea 4, de la solicitud PCT original, donde se expresa que el polvo de fibrocemento se encuentra en reemplazo del cemento o material de relleno.

Reivindicación 8

La reivindicación 8 corresponde en su redacción a la reivindicación 6, excepto que el subintervalo de 5-15% en peso de polvo se reemplaza por el subintervalo de 15-40% en peso. Este otro subrango se describe, por ejemplo, en la página 42, línea 9 de la solicitud PCT original. El subrango más específico de 20-40% se especifica, por ejemplo, en la página 41, línea 9.

Reivindicación 9

La reivindicación 9 especifica además que el polvo usado en una cantidad del 15 al 40% en peso se cura en autoclave. Esta limitación se describe en la página 41, línea 26 hasta la página 42, línea 4 de la solicitud PCT original.

Reivindicación 10

La reivindicación 10 especifica además la densidad resultante, el 1,5 kg/dm³ la cual se describe en la página 21, línea 29 de la solicitud PCT original. El rango hasta 1,8 kg/dm³ se origina en la Figura 18.

Reivindicación 13

La reivindicación 13 especifica además la densidad del polvo de fibrocemento curado, la base de la misma está, por ejemplo, en la página 17, línea 8 de la solicitud PCT original.

Reivindicación 14

La reivindicación 14 especifica el triturado previo en piezas de un tamaño máximo de 5 cm. El tamaño máximo se basa en la página 18, línea 8, donde este máximo se indica como una modalidad preferida. El paso de trituración previa se especifica en la página 18, línea 16 y en la página 33, línea 27-28 de la solicitud PCT original.

Reivindicación 15

El objeto de la reivindicación 15 se basa en la página 21, línea 5, y la página 22, línea 15 de la solicitud PCT original, lo que indica que el proceso de Hatschek es la opción preferida.

Reivindicación 16

El tipo de residuo se especifica en la página 15, líneas 23-24 de la solicitud PCT original.

En vista de lo anterior, me permito manifestar que el capítulo reivindicatorio modificado queda constituido por **16 reivindicaciones**, las cuales se refieren de manera clara y concisa

al objeto de la presente solicitud, y cuentan con pleno soporte en las enseñanzas de la descripción.

Es importante además aclarar que la anterior modificación no representa una ampliación al alcance de la invención como se presentó originalmente ni introduce nueva materia inventiva dentro de las reivindicaciones. Por lo tanto, dicho **capítulo reivindicatorio modificado** cumple a cabalidad con las provisiones de patentabilidad establecidas en el artículo 34 de la Decisión 486 de 2000.

3. RECIBO POR CONCEPTO DE MODIFICACIÓN DE SOLICITUD EN TRÁMITE Y POR REIVINDICACIONES ADICIONALES

Conforme a lo establecido en la Resolución No. 59669 del 2020, se anexa al presente memorial:

- Copia del recibo por concepto de modificación de solicitud en trámite
- Copia del recibo por concepto de presentación de 2 reivindicaciones adicionales a las 14 inicialmente presentadas y pagadas

Se solicita atentamente tener en cuenta estos recibos para la continuación del trámite de la solicitud.

4. CLARIDAD DE LAS REIVINDICACIONES

Teniendo en cuenta las modificaciones introducidas, es posible establecer que las nuevas reivindicaciones son claras y concisas, en particular:

- El ajuste de las expresiones relativas al fibrocemento, permite superar la objeción por la falta de claridad del término *“polvo de cemento de fibra curada”*.

A este respecto, se desea señalar que el término *“polvo de fibrocemento curado”*, en el contexto de la invención se trata de material reciclado y es fibrocemento. Dado que una etapa de curado es parte de la producción de fibrocemento, el material reciclado se cura, lo que ya lo distingue del material fresco, que no está curado.

El material reciclado es triturado. Según el diccionario de inglés de Merriam-Webster (<https://www.merriam-webster.com/dictionary/comminute>), el significado del verbo “triturar” es reducir a partículas diminutas, en otras palabras, pulverizar. Por tanto, se trata de un polvo.

- No se incluye la anterior reivindicación 10, superándose la objeción formulada para ella.

En vista de lo anterior, las nuevas reivindicaciones 1 a 16 cumplen con los requisitos establecidos en el Artículo 30 de la Decisión 486.

5. DESCRIPCIÓN

También para la descripción se objetó el uso de la expresión “*polvo de cemento de fibra curada*”, por lo que las modificaciones introducidas en esta oportunidad permiten superar dicha objeción.

6. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador considera que las reivindicaciones de la presente solicitud de patente de invención no cumplen el requisito de nivel inventivo, debido a las siguientes divulgaciones:

Ítem	Documento	Título	Fecha de Publicación
D1	JP2003063850A	<i>“Inorganic formed body and producing method therefor”</i>	05 de marzo de 2003
D2	WO2012084677	<i>“Process for manufacturing autoclaved fibercement product and autoclaved fibercement product”</i>	28 de junio de 2012

7. NIVEL INVENTIVO (ART. 18, Decisión 486)

El examinador afirma que las enseñanzas de los documentos D1 y D2 afectan el nivel inventivo de las anteriores reivindicaciones 1 a 10.

En este sentido deseamos llamar la atención del examinador frente a las modificaciones introducidas a las reivindicaciones, las cuales permiten definir la invención de forma más clara.

Ahora bien, el examinador ha comparado las características de la reivindicación 1 con los documentos D1 y D2. Teniendo en cuenta las modificaciones introducidas en esta oportunidad, se desea poner de presente lo siguiente (la comparación con D1 y D2 se hace forma separada por temas de espacio):

Tabla 1. Comparación de las características técnicas de la reivindicación 1 con D1

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D1 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D1	No se revela en D1
Un método para la producción de productos de fibrocemento curados al aire, que comprende al menos las etapas de:	Método de producción de un molde inorgánico Material de desecho de tablero de cemento de madera triturado (...) fibras de madera o pulpa ([0017])	D1 se refiere a un producto de moldeo inorgánico de cemento, agregado y tablero de cemento de madera reciclado. El producto de moldeo no es un producto de fibrocemento	Un método para la producción de cemento curado al aire	Fibrocemento
(a) proporcionar polvo de fibrocemento curado al triturar material de desecho de fibrocemento curado;	Materia prima compuesta principalmente por material de desecho pulverizado. El producto	Se utiliza material de desecho de cemento de madera triturado con partículas de pequeño tamaño.	Proporcionar polvo de fibrocemento curado triturando material de desecho de	

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D1 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D1	No se revela en D1
	pulverizado participa suficientemente en la reacción de curado del producto moldeado	La madera puede ser fibra de madera.	fibrocemento curado	
(a) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, 73 a 80 M% de aglutinante cementoso, 3 a 4 M% de fibras naturales o sintéticas y entre 5 M% y 40 M% del polvo de fibrocemento curado; en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición	Un material inorgánico a base de cemento - Se agrega agua a la mezcla - Cemento Portland - Fibras o pulpas de madera ([0017]) - la materia prima contiene hasta un 50% de material residual de madera triturada	Solo se agregan de 15 a 25 partes de agua, de modo que la mezcla sea una masa en lugar de una suspensión. No se añaden fibras naturales o sintéticas y la cantidad de aglutinante es inferior al 73M%	Proporcionar una mezcla que comprende: Agua Aglutinante 30M% 30-40M% de dicho polvo de fibrocemento curado	1) Proporcionar una suspensión de fibrocemento 2) aglutinante 73-80M% 3) fibras naturales o sintéticas, en una cantidad de 3-4M%
(c1) Fabricar una hoja de fibrocemento verde, a partir de dicha suspensión acuosa de fibrocemento;	Haz de fibras de madera 6.5 ([0019])	El haz de fibras de madera no tiene nada que ver con esto. Se hace uso de molduras	Fabricación de una lámina de cemento verde a partir de dicha mezcla cruda	Lámina de fibrocemento verde a partir de la lechada
(c2) prensar dicha hoja de fibrocemento verde con una presión de entre 180 kg/cm ² y	Prensado para formar un producto moldeado ([0005])	No se revela el prensado	Se presiona la lámina de cemento verde	Presión entre 180 kg/cm ² y 250 kg/cm ²

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D1 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D1	No se revela en D1
250 kg/cm ² ;				
(d) (e) curar por aire la hoja de fibrocemento verde prensada, sometiendo dicha hoja de cemento a un curado bajo condiciones de ambiente de 2 a 4 semanas, proporcionando de esta manera un producto de fibrocemento curado por aire	El producto moldeado se curó en la matriz de moldeo a temperatura ambiente y se curó en húmedo adicionalmente para obtener un producto [0021])		La lámina de cemento verde se cura al aire	

Tabla 2. Comparación de las características técnicas de la reivindicación 1 con D2

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D2 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D2	No se revela en D2
Un método para la producción de productos de fibrocemento curados al aire, que comprende al menos las etapas de:	Proceso para la fabricación de productos de fibrocemento esterilizados en autoclave, incluidos los desechos triturados de fibrocemento curado al aire		Método para la producción de productos de fibrocemento curados	Producción de productos de fibrocemento curados al aire
(a) proporcionar polvo de fibrocemento curado al triturar material de desecho de fibrocemento	Residuos de fibrocemento curados al aire utilizados para fabricar productos de fibrocemento		Proporcionar polvo de fibrocemento curado triturando los residuos de fibrocemento curados	

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D2 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D2	No se revela en D2
curado;	(página 5, línea 19-28)			
(a) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, 73 a 80 M% de aglutinante cementoso, 3 a 4 M% de fibras naturales o sintéticas y entre 5 M% y 40 M% del polvo de fibrocemento curado; en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición	Una suspensión acuosa diluida (página 7, líneas 1-7) - acuoso -aglutinante hidráulico (página 3, líneas 12-15) -fibras de refuerzo, 0.5-5% en peso (p 11, línea 1-4) - residuos 10-40% secos (p.16, líneas 28-35)	El pasaje de la página 11 se refiere a las fibras de los desechos curados al aire, no a las de la suspensión acuosa	Proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento Que comprende -Agua - 10-45 M% de ligante cementoso (pág.8, línea 23) - 5-12M% de fibras de refuerzo (pág.7, línea 31) - desperdicio 3-40 M%	73-80 M% de aglutinante y 3-4 M% de fibras
(c1) Fabricar una hoja de fibrocemento verde, a partir de dicha suspensión acuosa de fibrocemento;	Productos de fibrocemento defectuosos intermedios (página 2, línea 4)	Comentario no entendido	Fabricación de una lámina de fibrocemento verde a partir de dicha suspensión acuosa de fibrocemento (p.16, línea 21)	
(c2) prensar dicha hoja de fibrocemento verde con una presión de entre 180 kg/cm ² y 250 kg/cm ² ;				prensar dicha lámina de fibrocemento verde con una presión entre 180 kg / cm ² y 250 kg / cm ² , y
(d) (e) curar por aire	Productos de	El paso es	Curado de dicha	Curado al aire

Características esenciales de la reivindicación 1	Contenido de D2 de acuerdo con el examinador	Comentarios	Contenido corregido de D2	No se revela en D2
la hoja de fibrocemento verde prensada, sometiendo dicha hoja de cemento a un curado bajo condiciones de ambiente de 2 a 4 semanas, proporcionando de esta manera un producto de fibrocemento curado por aire	fibrocemento curados al aire (p.1: l. 32-33 y p.2, l. 1-5)	curado mediante autoclave	lámina de fibrocemento verde sometiendo dicha lámina de cemento a un curado	en condiciones ambientales durante 2 a 4 semanas

Resumen

Al observar las dos tablas, las siguientes características de las reivindicaciones no se describen en D1 ni en D2 (las características relevantes están subrayadas):

1. Producción de productos de fibrocemento curados al aire
2. Uso de una suspensión que comprende 73-80 M% de aglutinante cementoso y 3-4 M% de fibras naturales o sintéticas además de 5-40 M% de dicho polvo de fibrocemento curado para formar una hoja de fibrocemento verde;
3. Prensado con una presión entre 180 kg/cm² y 250 kg/cm²

Sobre el nivel inventivo

Tras la elección del examinador de D1 como estado de la técnica más cercano, las diferencias con el mismo son:

1. Producción de productos de fibrocemento curados al aire
2. Uso de una suspensión que comprende 73-80 M% de aglutinante cementoso y 3-4 M% de fibras naturales o sintéticas además de 5-40 M% de dicho polvo de fibrocemento curado para formar una hoja de fibrocemento verde;
3. Prensado de la hoja verde con una presión entre 180 kg/cm² y 250 kg/cm²

El problema técnico a partir de D1 es entonces si se debe aumentar la calidad del producto, incluidos los residuos de fibrocemento, y cómo hacerlo. De hecho, D1 admite en [0025] que las propiedades físicas de los productos, incluido el material reciclado, son "*ligeramente inferiores*", mientras que la densidad es menor. La tabla 2 correspondiente indica diferencias bastante sustanciales. Además, el proceso de moldeo de D1 en el que una pasta de cemento, áridos (arena) y material de reciclaje (cemento de madera, diferentes tipos posibles) no puede considerarse un producto de alta calidad.

A partir de D1, la primera pregunta es si el experto en la materia hallaría y consultaría D2. D2 se refiere al reciclaje de fibrocemento para la producción de productos de fibrocemento curados en autoclave. El experto en D1 está interesado en la fabricación de productos de moldeo, y no en algo significativamente diferente de los mismos (que requiere equipos y procesos diferentes).

Incluso al consultar D2, la siguiente pregunta es si tendrá éxito. D2 enfatiza que el material de fibrocemento curado al aire puede usarse como fuente de ciertos ingredientes (SiO₂, CaO) para productos esterilizados en autoclave. Durante la esterilización en autoclave, puede ocurrir una reacción (ver D2, página 3, línea 22-26) entre estos ingredientes. El material reciclado de D1 contiene 37,5% en peso de cemento (fuente de CaO y SiO₂) y 10,5% en peso de arena (fuente de SiO₂), además de 15% en peso de productos de madera. La cantidad de ingredientes útiles para la reacción de esterilización en autoclave es por tanto menor que el material de fibra curado al aire usado en D2 (60-85% en peso de cemento). Por tanto, no sería seguro o predecible para el experto en D1, que su material de desecho de fibrocemento de madera sea adecuado como ingrediente para fibrocemento curado en autoclave.

Sería un gran paso adelante para el experto en la materia contemplar el uso de su material de desecho en otro proceso de fibrocemento. El autoclave lleva la mezcla a altas temperaturas (160-190°C) sometiéndola a presiones absolutas de vapor (0,7 a 1,4 MPa), y esto con una duración significativa (6-24 horas). Estas condiciones son necesarias para que dicha reacción funcione, lo que proporciona resistencia e integridad al fibrocemento curado en autoclave. Sin tal reacción, no parecería factible incorporar el material de desecho en la matriz de fibrocemento de alguna manera apropiada. Además, el 15% de madera en el material de desecho de D1 (véase [0019]) parece ser una razón más por la que el mero uso de la misma en un proceso de fibrocemento curado al aire no funcionaría.

Por tanto, el experto en la materia no llegaría simplemente, sin actividad inventiva, a la invención partiendo de D1 en vista de D2. Lo mismo se aplica para una persona experta a partir de D2 y consultando D1: no hay información o sugerencia en D1 que lleve a la persona experta a dejar el curado en autoclave, a menos que esté dispuesto a aceptar un producto moldeado que sea algo significativamente menor en cuanto a calidad y valor.

Además, el experto en la materia no esperaría que el producto de fibrocemento curado al aire resultante tenga cualidades de producto beneficiosas, con una resistencia que no disminuya en relación con el producto sin material reciclado (este último es el caso tanto en D1 como en D2).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, consideramos que la presente invención definida según el capítulo reivindicatorio modificado adjunto cumple todos los requisitos de patentabilidad establecidos por la Decisión Andina 486 de 2000 y, por ello, solicitamos muy amablemente al despacho estudiar el alcance de este nuevo capítulo reivindicatorio aportado.

Después de haber dado respuesta a las objeciones del Examinador, solicito de manera respetuosa se conceda el privilegio de patente de invención, dado que esta cumple con los requisitos de patentabilidad establecidos en la Decisión Andina 486 de 2000.

De la Señora Directora,

Posse Herrera Ruiz



HELENA CAMARGO WILLIAMSON

C.C 35.455.268 de Bogotá

T.P. 76.985

Anexos: Formulario de Modificación de Solicitud en Trámite
 Descripción Modificada con Cambios Marcados
 Descripción Modificada en Limpio
 Capítulo Reivindicatorio Modificado con Cambios Marcados
 Capítulo Reivindicatorio Modificado en Limpio
 Recibo por Concepto de Modificación de Solicitud en Trámite
 Recibo por Concepto de Presentación de dos Reivindicaciones Adicionales

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL
MODIFICACIONES Y/O CORRECCIONES A SOLICITUDES EN TRÁMITE

1. TIPO DE SOLICITUD

☒ MODIFICACIÓN

☐ CORRECCIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL TRÁMITE

- ☒ Patente de invención/PCT
☐ Patente Modelo de Utilidad/PCT
☐ Diseño Industrial
☐ Esquema de Trazado Circuitos Integrados

2. DATOS DEL SOLICITANTE

☐ Persona Natural

☒ Persona Jurídica

ETEX SERVICES NV

NOMBRE O DENOMINACIÓN/NOMBRE O RAZÓN SOCIAL COMPLETA

DIRECCIÓN Kuiermansstraat 1

No. TELÉFONO

CIUDAD 1880 Kapelle-op-den-Bos

CORREO ELECTRÓNICO

DEPARTAMENTO/ESTADO

NACIONALIDAD O

PAÍS DE RESIDENCIA Bélgica

LUGAR DE CONSTITUCIÓN

3. DATOS DEL APODERADO

APELLIDOS

NOMBRES

IDENTIFICACIÓN

CAMARGO WILLIAMSON

HELENA

c.c. 35.455.268 de Bogotá

T.P. 76985

DIRECCIÓN Carrera 7 No. 71-52 Torre A, Piso 5

No. TELÉFONO 3257300

CIUDAD Bogotá D.C.

CORREO ELECTRÓNICO notipi@phrlegal.com

PAÍS Colombia

No. RADICACIÓN DE
PROTOCOLO DE
PODER GENERAL

4. MODIFICACIÓN Y/O CORRECCIÓN SOLICITADA

(Código actuación SIC - 608)

EXPEDIENTE No. **NC2019/0002235**

- ☒ Capítulo Descriptivo
- ☒ Capítulo Reivindicatorio
- ☐ Resumen
- ☐ Modificación Título

5. MODIFICACIÓN Y/O CORRECCIÓN SOLICITADA

(Código actuación SIC - 587)

- ☐ Cesión/Cambio Solicitante ☐ Cambio de Nombre ☐ Cambio de Domicilio
- ☐ Cambio de Dirección ☐ Nombre Inventor ☐ Momento Publicación
- ☐ Otra: Especifique: _____

6. ANEXOS:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa para la presentación de la modificación.
- ☐ Poder, si fuere el caso.
- ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Documento que contiene las modificaciones y/o correcciones

7. FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL

Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)



HELENA CAMARGO WILLIAMSON
APODERADO
C.C. 35.455.268 T.P. 76985

MÉTODOS PARA PRODUCIR PRODUCTOS DE ~~CEMENTO-DE~~
FIBRAFIBROCEMENTO ~~EURADACURADO~~ POR AIRE

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención se refiere a métodos para la producción de productos de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado por aire. Más particularmente, la presente invención proporciona métodos para la producción de

10 | productos de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado por aire, que comprenden al menos las etapas de proporcionar material de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado ~~triturada~~triturado, siendo un polvo, y formar un producto de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado por aire,

15 | haciendo uso del material de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado ~~triturada~~triturado como una de las materias primas. La presente invención se refiere, además, a productos de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento ~~eurada~~curado por aire obtenidos por estos métodos, así como para usos de

20 | estos productos de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento en la industria de la construcción.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25 | El material de ~~emento-de-fibra~~fibrocimiento es un material compuesto que comprende, típicamente,

cemento, fibras de celulosa y al menos uno de arena de sílice, fibras sintéticas y cargas. Se usa ampliamente en la construcción y puede tomar la forma de una pluralidad de productos, tales como, por ejemplo, láminas corrugadas para techos, pequeñas láminas para tejas (lajas), láminas para apartaderos, enchapado, placas, etc.

El material de desecho de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~ tiene una composición química similar a los productos de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ ~~freseafresco~~ correspondientes a partir de los cuales se deriva los desechos y, por lo tanto, idealmente podría reciclarse y reusarse. Los documentos de patente de los EE. UU. de la técnica núms. 20080168927 y 20080072796 se relacionan con métodos para reciclar desechos de material de ~~cemento de fibrafibrocemento~~.

Sin embargo, es un gran desafío reciclar material de desecho a partir de productos de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~, por ejemplo, los productos terminados que están fuera de especificación, demolición y/o desechos de construcción y lo similar. Por ejemplo, a partir de los métodos conocidos de reciclado de desechos de ~~cemento de fibrafibrocemento~~, parece que es muy difícil obtener un material de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ ~~trituratatriturado~~, es decir, polvo de ~~cemento de fibrafibrocemento~~, comenzando por material de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~, cuyo polvo

puede usarse posteriormente como materia prima para productos frescos de ~~emento de fibra~~fibrocemento.

Además, hasta ahora, se conocen las características del proceso que son necesarias para producir productos de

5 ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire ~~fresea~~fresco a partir de material de desecho de ~~emento~~

~~de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado. De hecho, hasta ahora, los intentos para usar material de desecho molido

para la producción de productos frescos de ~~emento de~~
10 ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire han dado lugar a

productos que no cumplen los requisitos de calidad prescritos por los reglamentos nacionales.

Más específicamente, cualquier intento en el pasado de usar material de ~~emento de fibra~~fibrocemento

15 ~~triturada~~triturado como una de las materias primas para la producción de productos frescos de ~~emento de~~

~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, resultó en mayor absorción de agua en el producto final. Esto hace que

estos productos no puedan usarse por razones diferentes,
20 tales como un mayor riesgo de moho, hinchazón y

agrietamiento.

Sin embargo, la reutilización de desechos de ~~emento de fibra~~fibrocemento para diversos fines nuevos

sigue siendo el principal, si no el único, enfoque para
25 evitar la eliminación de grandes flujos de desechos de

~~emento de fibra~~fibrocemento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es un objetivo de la presente invención
5 proporcionar métodos novedosos y mejorados para la
producción de productos frescos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire al usar material
de desecho de ~~emento—de—fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado
~~triturada~~triturado como una de las materias primas.

10 Como se describió anteriormente, cualquier
intento en el pasado de usar material de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado como una de las
materias primas para la producción de productos frescos de
~~emento—de—fibra~~fibrocemento, produjo una mayor absorción
15 de agua en el producto final, haciendo que estos productos
no puedan ser utilizados por diferentes razones, tales como
un mayor riesgo de moho, hinchazón y agrietamiento.

Los presentes inventores han resuelto este
problema al desarrollar un método mejorado para la
20 producción de productos frescos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire que hacen uso de
material de desecho de ~~emento—de—fibra~~fibrocemento
triturado. Más específicamente, se ha descubierto que la
suspensión acuosa de ~~emento—de—fibra~~fibrocemento, que se
25 usará como un material de partida para la producción de
productos frescos de ~~emento—de—fibra~~fibrocemento

euradacurado por aire, debe comprender entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 40 M% de desecho de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento ~~triturado~~ triturado euradacurado, que pueden producirse como se explica más adelante en la presente invención. En otras modalidades particulares, dicha suspensión de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento comprende entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 30 M% de polvo de desecho de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento ~~triturado~~ triturado euradacurado, tal como entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% del polvo de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento euradacurado. Aún en otras modalidades particulares, la suspensión de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento para la producción de los productos de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento euradacurado por aire freseafresco de acuerdo con los métodos de la presente invención comprende menos de aproximadamente 15 M% del polvo de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento euradacurado producido de acuerdo con los métodos de la presente invención, tal como menos de aproximadamente 10 M% del polvo de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento euradacurado, con mayor preferencia, menos de aproximadamente 5 M% del polvo de ~~emento~~ ~~de~~ fibrafibroemento euradacurado. Con respecto a lo anterior, la unidad “M%” se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los componentes excepto agua libre.

De hecho, los inventores han observado que cuando se usa menos de aproximadamente 40 M% de desechos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento en la suspensión de ~~cemento de fibra~~fibrocemento para la producción de productos frescos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento, la absorción de agua de los productos frescos puede reducirse o al menos mantenerse igual, mientras que la densidad puede reducirse, cuando se compara con productos frescos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire que no contienen ningún material de desecho.

Por lo tanto, con los métodos de la presente invención, los inventores han encontrado una nueva forma de procesar el desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento en productos frescos curados por aire que tienen una densidad menor en comparación con los productos frescos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento que no contienen desechos y esto sin afectar el grado de absorción de agua. La propiedad de densidad disminuida permanece como un aspecto esencial con respecto a la mejora de la funcionabilidad de productos de ~~cemento de~~fibrafibrocemento en general.

En un primer aspecto, la presente invención proporciona métodos para la producción de productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, que comprenden al menos las etapas de:

- (a) proporcionar polvo de ~~cemento—de~~
 ~~fibrafibroemento eura~~dacurado al triturar
material de ~~cemento—de fibrafibroemento~~
 ~~eura~~dacurado;
- 5 (b) proporcionar una suspensión acuosa de
 ~~cemento—de fibrafibroemento~~ que comprende
agua, aglutinante cementoso, fibras
naturales o sintéticas y menos de
aproximadamente 40 M% de dicho polvo de
10 ~~cemento—de fibrafibroemento eura~~dacurado;
- (c) proporcionar una hoja de ~~cemento—de~~
 ~~fibrafibroemento~~ verde; y
- (d) curar por aire dicha hoja de ~~cemento—de~~
 ~~fibrafibroemento~~ verde, de esta manera, se
15 proporcionar un producto de ~~cemento—de~~
 ~~fibrafibroemento eura~~dacurado por aire.

En modalidades particulares de los métodos de
acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una
suspensión acuosa de ~~cemento—de fibrafibroemento~~ comprende
20 mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras
naturales o sintéticas y el polvo de ~~cemento—de~~
 ~~fibrafibroemento eura~~dacurado, de manera que el polvo de
 ~~cemento—de fibrafibroemento eura~~dacurado está presente en
la suspensión acuosa de ~~cemento—de fibrafibroemento~~ en una
25 cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 35
M% de la base seca de dicha suspensión. En modalidades

particulares adicionales de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curad~~curado, de manera que el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curad~~curado esté presente en la suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 25 M% de la base seca de dicha suspensión. En aún otras modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curad~~curado, de manera que el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curad~~curado está presente en la suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de dicha suspensión.

En modalidades particulares, los métodos de acuerdo con la invención comprenden, además, la etapa de prensar la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde antes del curado por aire. En otras modalidades particulares, la etapa de prensar la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de

~~emento de fibra~~fibrocemento verde con una presión de entre aproximadamente 100 kg/cm² y 300 kg/m², tal como entre aproximadamente 200 kg/cm² y 300 kg/cm², tal como a aproximadamente 230 kg/cm².

5 En modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de prensar la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde durante un periodo de tiempo de al menos 300 segundos, tal como al
10 menos 500 segundos, tal como al menos 600 segundos o al menos 700 segundos. En otras modalidades particulares de la invención, la etapa de prensar la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde durante un periodo de
15 tiempo de entre aproximadamente 300 y aproximadamente 700 segundos.

 En modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado comprende
20 triturar un producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire. En otras modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado comprende triturar un producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire al usar un molino
25 pendular.

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento euraacurado por aire obtenido usando los métodos de acuerdo con la presente invención.

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona el uso de productos de ~~ementos de fibra~~fibrocemento euraacurado por aire, tal como se obtienen mediante los métodos de la invención, como un material de construcción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La **Figura 1** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado como se produce por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cemento así como las muestras de laja de ~~emento de fibra~~fibrocemento euraacurado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 2 muestra el porcentaje de volumen de partículas más pequeñas en función del tamaño de partícula.

La **Figura 2** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y del polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cemento así como las muestras de laja de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 3 muestra el porcentaje de volumen de partículas en función de la clase de tamaño de partícula.

La **Figura 3** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de sílice de cuarzo y del polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cuarzo de sílice así como las muestras de laja de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 4 muestra el

porcentaje de volumen de partículas más pequeñas en función del tamaño de partícula.

La **Figura 4** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y del polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cuarzo de sílice así como las muestras de laja de ~~cemento de fibra~~fibrocementoeuradacurado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 5 muestra el porcentaje de volumen de partículas en función de la clase de tamaño de partícula.

La **Figura 5** es una imagen que muestra la morfología de partícula del polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado obtenido por los métodos de la invención, que tiene un comportamiento fluido que es similar al comportamiento fluido del polvo cementoso, harina de sílice o harina de piedra caliza.

Las **Figuras 6 y 7** representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR), como se mide 29 días después de la producción, de 5 muestras de prueba diferentes (muestras 2, 3, 4, 5, 6 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1) y dos

muestras de referencia (muestras 1 y 7 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

5 Las **Figuras 8 y 9** representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR), como se mide 7 y 28 días después de la producción, de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la
10 Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

Las **Figuras 10 y 11** representan la densidad,
15 como se mide 7 y 28 días después de la producción, de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3). La
20 densidad se midió saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para
25 cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó

dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

La **Figura 12** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 12 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 13** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 12 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 14** representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR; % relativo de la muestra 16) de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos

muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

5 La **Figura 15** representa la densidad (% relativo de la muestra 16) de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4). La densidad se midió saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

20 La **Figura 16** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3). La absorción de agua se midió

25

usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 17** representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La **Figura 18** representa la densidad de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5). La densidad se midió saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

La **Figura 19** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 20** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 21** es una imagen SEM (microscopía electrónica de barrido) de una muestra de producto de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por aire, que comprende desechos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por autoclave reciclados (caracterizados por las partículas de cuarzo blanco claramente visibles en el producto) fabricadas de acuerdo con los métodos de la presente invención.

La **Figura 22** es una imagen SEM (microscopía electrónica de barrido) de una muestra de producto fresco de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire, donde las partículas de cuarzo blanca, como se observa en
5 productos reciclados curados por aire de acuerdo con los métodos de la presente invención, están completamente ausentes.

Los mismos signos de referencia se refieren a elementos iguales, similares o análogos en las diferentes
10 figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se describirá con respecto a modalidades particulares.

5 Cabe señalar que el término “que comprende”, usado en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los medios que enumerados a continuación; no excluye otros elementos ni etapas. Por lo tanto, debe interpretarse como especifica la presencia de las
10 características, etapas o componentes tal como se mencionan, pero no excluye la presencia o adición de uno o más otras características, etapas o componentes, o grupos de estos. Por lo tanto, el alcance de la expresión “un dispositivo que comprende los medios A y B” no debe
15 limitarse a los dispositivos que consisten en solamente los componentes A y B. Esto significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

 A lo largo de esta especificación, se hace
20 referencia a “una modalidad” o “una modalidad”. Dichas referencias indican que una característica particular descrita en relación con la modalidad se incluye en al menos una modalidad de la presente invención. Por lo tanto, las apariencias de las frases “en una modalidad” o “en una
25 modalidad” en varios lugares a lo largo de esta

especificación no necesariamente se refieren a la misma modalidad, aunque podrían hacerlo. Además, las características o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más 5 modalidades, como sería evidente para un experto en la técnica.

Los siguientes términos se proporcionan únicamente para ayudar en la comprensión de la invención.

Tal como se usa en la presente descripción, las 10 formas singulares “un”, “una”, y “la” incluyen referencias tanto singulares como plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Los términos “que comprenden”, “comprende” y “comprendidos”, como se usa en la presente descripción son 15 sinónimos de “incluyendo”, “incluye” o “que contiene”, “contiene”, y son inclusivos o abiertos y no excluyen miembros, elementos o etapas del método adicionales.

La recitación de rangos numéricos por puntos finales incluye todos los números y fracciones subsumidas 20 dentro de los rangos respectivos, así como los puntos finales mencionados.

El término “aproximadamente”, como se usa en la presente descripción cuando se refiere a un valor medible, tal como un parámetro, una cantidad, una 25 duración temporal, y lo similar, se entiende que abarca

variaciones de +/- 10 % o menos, preferentemente +/- 5 %
o menos, con mayor preferencia, e +/- 1 % o menos, y aún
con mayor preferencia +/- 0,1 % o menos de y desde el
valor especificado, en la medida en que tales variaciones
5 son apropiadas para realizar en la invención descrita.
Debe entenderse que el valor al que se refiere el
modificador “aproximadamente” también se refiere, también
se describe específica y preferentemente.

Los términos “suspensión cementosa (fibra)”,
10 “suspensión de cemento (fibra)”, “suspensión cementosa de
fibra” o “suspensión de ~~cemento de fibra~~fibrocemento”, como
se hace mencionan en la presente descripción, se refieren,
generalmente, a suspensiones que al menos comprenden agua,
fibras y cemento. La suspensión de ~~cemento de~~
15 ~~fibra~~fibrocemento, como se usa en el contexto de la
presente invención, puede también comprender otros
componentes, tales como pero no limitados a, piedra caliza,
tiza, cal viva, cal apagada o hidratada, arena molida,
harina de arena de sílice, harina de cuarzo, sílice amorfa,
20 sílice de humo condensada, microsílice, metacaolín,
wollastonita, mica, perlita, vermiculita, hidróxido
alumínico, pigmentos, agentes antiespumantes, floculantes,
y otros aditivos.

“La(s) fibra(s)” presente(s) en la suspensión de
25 ~~cemento de fibra~~fibrocemento, como se describe en la

presente descripción, puede(n) ser, por ejemplo, fibras de proceso y/o fibras de refuerzo, que ambas pueden ser fibras orgánicas (típicamente, fibras de celulosa) o fibras sintéticas (alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, polipropileno, poliamida, poliéster, policarbonato, etc.).

El “cemento” presente en la suspensión de ~~cemento de fibra~~fibrocemento, como se describe en la presente descripción, puede ser, por ejemplo, pero no se limitan a, cemento Portland, cemento con alto contenido de alúmina, cemento Portland de hierro, cemento trass, cemento de escoria, yeso, silicatos de calcio formados por tratamiento en autoclave y combinaciones de aglutinantes particulares. En modalidades más particulares, el cemento en los productos de la invención es el cemento Portland.

El término “permeable al agua”, como se usa en la presente descripción, cuando se refiere a una banda de transporte permeable al agua (región de a) generalmente significa que el material del cual está hecha la banda se hace permeable al agua (región de esta) permite que el agua fluya a través de su estructura en cierto punto.

El término “densidad aparente”, como se menciona en la presente descripción, debe entenderse como la propiedad de un polvo o gránulos, u otro sólido particulado, especialmente con referencia a componentes minerales (partículas de cemento, partículas de relleno o

partículas de sílice). La densidad aparente se expresa en kilogramos por metro cúbico ($1 \text{ g/ml}=1000 \text{ kg/m}^3$) o en gramos por mililitro (g/ml) debido a que las mediciones se realizan usando cilindros. También puede expresarse en 5 gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). La densidad aparente se define como el peso de una cierta cantidad de partículas de un material específico dividido por el volumen total de partículas que ocupa. El volumen total incluye el volumen de partículas, el volumen vacío entre 10 partículas y el volumen de poros internos. La densidad aparente de los polvos a que se refiere la presente descripción también se denomina densidad de “asentamiento libre” o “vertido”, es decir, la densidad aparente medida después de verter el polvo, sin aplicar ningún proceso de 15 compactación adicional.

La densidad aparente de un polvo puede determinarse mediante cualquier método estándar para medir la densidad aparente según lo conocido por el experto.

Por ejemplo, la densidad aparente de un polvo 20 puede determinarse midiendo el volumen de una masa conocida de la muestra en polvo, que puede haber pasado a través de un tamiz, en un cilindro graduado (descrito a continuación como método A) o mediante la medición de la masa de un volumen conocido de polvo que se ha pasado a un recipiente 25 de medición (descrito a continuación como método B).

Método A. Medición en un cilindro graduado

Procedimiento. Pasar una cantidad de polvo suficiente para completar la prueba a través de un tamiz con aberturas mayores o iguales a 1,0 mm, si es necesario, para romper los aglomerados que pueden haberse formado durante el almacenamiento; esto debe hacerse suavemente para evitar cambiar la naturaleza del material. En un cilindro graduado seco de 250 ml (legible a 2 ml), introduzca suavemente, sin compactar, aproximadamente 100 g de la muestra de prueba (m) pesado con precisión de 0,1 %. Nivèle cuidadosamente el polvo sin compactar, si es necesario, y lea el volumen aparente (de V_0) a la unidad graduada más cercana. Calcular la densidad aparente en (g/ml) usando la fórmula m/V_0 . Generalmente, las determinaciones replicadas son deseables para la determinación de esta propiedad.

Si la densidad del polvo es demasiado baja o demasiado alta, de tal manera que la muestra de prueba tenga un volumen aparente sin explotar de más de 250 ml o menos de 150 ml, no es posible usar 100 g de muestra de polvo. Por lo tanto, se debe seleccionar una cantidad diferente de polvo como muestra de prueba, de modo que su volumen aparente sin explotar sea de 150 ml a 250 ml (volumen aparente mayor o igual al 60 % del volumen total del cilindro); la masa de la muestra de prueba se especifica en la expresión de resultados.

Para las muestras de prueba que tienen un volumen aparente entre 50 ml y 100 ml se puede usar un cilindro de 100 ml de lectura a 1 ml; el volumen del cilindro se especifica en la expresión de resultados.

5

Método B. Medición en un recipiente

Aparato. El aparato consiste en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable de 100 ml. *Procedimiento.* Pasar una cantidad de polvo suficiente para completar la prueba a través de un tamiz de 1,0 mm, si es necesario, para romper los aglomerados que se hayan formado durante el almacenamiento y permitir que la muestra obtenida fluya libremente hacia el recipiente de medición hasta que se desborde. Cuidadosamente raspar el exceso de polvo de la parte superior del recipiente. Determinar la masa (M_0) del polvo hasta el 0,1 % más cercano restando la masa previamente determinada del recipiente de medición vacío. Calcular la densidad aparente (g/ml) usando la fórmula de $M_0/100$ y registrar el promedio de tres determinaciones con tres muestras de polvo diferentes.

Como se usa en la presente descripción, una “hoja (de ~~cemento de fibra~~fibrocemento)” u “hoja de ~~cemento de fibra~~fibrocemento” u “hoja”, y también denominada panel o placa, debe entenderse como un elemento plano, generalmente rectangular, con un panel de ~~cemento de fibra~~fibrocemento o lámina de ~~cemento de~~

~~fibrafibro~~ cemento que se proporciona fuera del material de ~~cemento de fibra~~ ~~fibro~~ cemento. El panel o la lámina tiene dos caras o superficies principales, siendo las superficies con el área superficial más grande. La hoja
5 puede usarse para proporcionar una superficie exterior a las paredes, tanto internas como externas de un edificio o construcción, p. ej., como placa de fachada, revestimiento, etc.

La presente invención se refiere a métodos
10 novedosos y mejorados para la producción de productos frescos de ~~cemento de fibra~~ ~~fibro~~ cemento ~~curada~~ curado por aire mediante el uso de material de desecho de ~~cemento de~~ ~~fibra~~ ~~fibro~~ cemento ~~curada~~ curado ~~triturada~~ triturado como una de las materias primas.

15 En particular, los inventores han descubierto que la cantidad de desecho de ~~cemento de~~ ~~fibra~~ ~~fibro~~ cemento usada para la producción de productos de ~~cemento de fibra~~ ~~fibro~~ cemento es esencial para la mejora de las características del producto final. Más
20 particularmente, se descubrió que la suspensión acuosa de ~~cemento de fibra~~ ~~fibro~~ cemento, que se usa como un material de partida para la producción de productos frescos de ~~cemento de fibra~~ ~~fibro~~ cemento, debe contener menos de aproximadamente 40 M% de desechos de ~~cemento de~~ ~~fibra~~ ~~fibro~~ cemento
25 ~~fibra~~ ~~fibro~~ cemento de la base seca de dicha suspensión y, preferentemente, entre aproximadamente 5 M% y

aproximadamente 35 M% de desechos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento de la base seca de dicha suspensión,
con mayor preferencia, entre aproximadamente 5 M% y
aproximadamente 25 M% de desechos de ~~emento—de~~
5 ~~fibra~~fibrocemento de la base seca de dicha suspensión,
con la máxima preferencia, entre aproximadamente 5 M% y
aproximadamente 25 M% de desechos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento de la base seca de dicha suspensión.
Los inventores han observado que cuando se usa menos de
10 aproximadamente 40 M% de desechos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento en la suspensión de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento para la producción de productos frescos
de ~~emento—de~~fibrafibrocemento, la absorción de agua de
los productos frescos curados por aire disminuye o al
15 menos permanece estable en comparación con productos
frescos curados por aire que no contienen ningún desecho
de ~~emento—de~~fibrafibrocemento y la densidad disminuye.
Esta observación contrasta con lo que normalmente se
observa cuando se trata de disminuir la densidad de
20 productos de ~~emento—de~~fibrafibrocemento por métodos
conocidos, donde típicamente una densidad inferior
resulta en un aumento no deseado de absorción de agua.

La ventaja principal de producir hojas o placas
de ~~emento—de~~fibrafibrocemento con densidades más bajas en
25 comparación con los productos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento convencionales (es decir, que no

contienen desechos o no reciclados) es que los productos obtenidos por los métodos de acuerdo con la presente invención son más ligeros que los productos libres de desechos de igual dimensión y como consecuencia tienen una mejor capacidad de trabajo. La capacidad de trabajo abarca la facilidad con que se maneja e instala la placa.

En un primer aspecto, la presente invención proporciona métodos para la producción de productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado por aire, que comprenden al menos las etapas de:

- (a) proporcionar polvo de ~~emento de~~fibrocemento ~~eurada~~curado al triturar material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado;
- (b) proporcionar una suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento que comprende agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y menos de aproximadamente 40 M% de dicho polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado;
- (c) proporcionar una hoja de ~~emento de~~fibrocemento verde; y
- (d) curar por aire dicha hoja de ~~emento de~~fibrocemento verde, de esta manera, se proporcionar un producto de ~~emento de~~fibrocemento ~~eurada~~curado por aire.

La unidad "M%" se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los componentes excepto agua libre.

La primera etapa en los métodos de acuerdo con la presente invención comprende proporcionar un polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado al triturar el material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado.

El material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, que debe estar ~~triturada~~triturado, es típicamente material de desecho, p. ej., desechos de demolición, desechos de producción de la planta de producción de ~~emento de fibra~~fibrocemento, desechos de las obras de construcción o productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento rechazados. El material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado ~~triturada~~triturado, típicamente, en forma de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, puede usarse como materia prima para productos frescos de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, en los cuales se recicla el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado.

El polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado para usarse en productos frescos de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, preferentemente, aunque no necesariamente, es un polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado ~~curada~~curado por aire.

En la alternativa, el producto de ~~emento de~~
~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~, que se trituró para
proporcionar polvo de ~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~
~~curadacurado~~, puede ser un polvo de ~~emento de~~
5 ~~fibrafibrocemento~~ ~~triturado~~ ~~curadacurado~~ por
autoclave.

En ciertas modalidades particulares, la
trituración del material de ~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~
~~curadacurado~~ se realiza haciendo uso de un molino
10 pendular. En otras modalidades particulares, los métodos
para la producción del material de ~~emento de~~
~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~ ~~triturado~~
comprenden, además, la etapa de secado del material de
~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~ durante la
15 trituración en el molino pendular. Aún en otras
modalidades particulares, la etapa de secar el material
de ~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~ durante la
trituración en el molino pendular se lleva a cabo al
inyectar aire caliente en el molino pendular durante la
20 trituración.

En modalidades particulares, el material de
~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~ para usarse como
material de partida para la producción de material de
~~emento de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~curadacurado~~
25 ~~triturado~~ tiene un contenido de agua menor o igual
a aproximadamente 10 % en peso. En modalidades particulares

adicionales, el material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
~~curado~~curado para uso como material de partida para la
producción de material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
~~triturado~~triturado tiene un contenido de agua menor o igual
5 a aproximadamente 10 % en peso, tal como menor que o igual
a aproximadamente 8 % en peso, por ejemplo, menor que o
igual a aproximadamente 6 % en peso, tal como menor que o
igual a aproximadamente 5 % en peso.

En ciertas modalidades particulares, el
10 material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado
para uso como material de partida para la producción de
material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado
~~triturado~~triturado es material de ~~cemento de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por aire.

15 Alternativamente, el producto de ~~cemento de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por autoclave puede
triturarse para proporcionar el polvo de ~~cemento de~~
~~fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado. Una combinación de
producto de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por
20 aire y curado en autoclave puede triturarse, o el polvo
de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por aire y
el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por
autoclave pueden combinarse para proporcionar el polvo de
~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado.

25 Una de las ventajas más importantes del polvo de
~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~triturado~~triturado como se

produce de acuerdo con los métodos de la invención es que las partículas tienen una textura granulada, similar a la arena y tienen un comportamiento fluido que es similar al comportamiento fluido y la densidad aparente (como se define en la presente descripción) de polvo cementoso, harina de sílice o harina de piedra caliza (ver, por ejemplo, la Figura 5). En modalidades particulares, el polvo triturado como se produce mediante los métodos de acuerdo con la presente invención se caracteriza específicamente por una densidad aparente de 1000 kg/m^3 y 1600 kg/m^3 , y preferentemente, entre 1000 kg/m^3 y 1300 kg/m^3 .

De esta manera, el polvo es adecuado para reciclarse en productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento fresco fresco, sin la necesidad elaborar cambios importantes en el proceso de producción (p. ej., el proceso Hatschek) para producir productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento fresco fresco, es decir, productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curado por aire o curado por autoclave~~curado~~.

Además, las partículas de polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curado producido de la invención tienen una distribución de tamaño de partícula, que es similar a la distribución de tamaño de partícula de un material aglutinante cementoso (p. ej., cemento) o una fuente silíceas (p. ej., arena o cuarzo) o un material de

relleno (p. ej., CaCO_3). En modalidades particulares, las partículas de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado producidas se caracterizan por una distribución de tamaño de partícula que es similar a la
5 distribución de tamaño de partícula de cemento (ver por ejemplo las Figuras 1 y 2). En modalidades particulares, las partículas de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado producidas se caracterizan por una distribución de tamaño de partícula, que es similar a la
10 distribución de tamaño de partícula de una fuente silícea (ver por ejemplo las Figuras 3 y 4).

Con “la igualación de la distribución del tamaño de partícula” de diferentes materiales, tales como cemento, rellenos, material silíceo (p. ej., arena) y el
15 producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento triturado, como se usa en la presente descripción, significa que estos materiales pueden usarse juntos en un proceso para proporcionar una suspensión de ~~emento de fibra~~fibrocemento para fabricar productos frescos de
20 ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire, en particular mediante el uso de un proceso de Hatschek, sin necesidad de cambiar radicalmente la configuración del proceso.

Por lo tanto, el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado puede reemplazar parte del
25 relleno, tal como piedra caliza, y/o cemento usado para

proporcionar las hojas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
euradacurado por aire ~~fresea~~frescos. El polvo de ~~cemento~~
~~de fibra~~fibrocemento euradacurado puede reemplazar parte
del cemento usado para producir el material de ~~cemento de~~
5 ~~fibra~~fibrocemento ~~fresea~~fresco euradacurado por aire, y/o
puede reemplazar parte de la fuente silíceas (p. ej.,
parte de la arena molida) para productos de ~~cemento de~~
 ~~fibra~~fibrocemento euradacurado por autoclave y/o puede
reemplazar parte de los rellenos (p. ej., piedra caliza
10 molida) que se usan en productos de ~~cemento de~~
 ~~fibra~~fibrocemento euradacurado por autoclave o curado por
aire.

Preferentemente, el material de ~~cemento de~~
 ~~fibra~~fibrocemento euradacurado, que se proporciona como el
15 material de partida para la producción de material de
 ~~cemento de fibra~~fibrocemento euradacurado
 ~~triturada~~triturado, se proporciona en partes que tienen un
tamaño máximo de no más de 5 cm, típicamente, como piezas
de forma rectangular con lados no mayores que 3 cm o
20 incluso no mayores que 2 cm, antes de triturarse, por
ejemplo, mediante el uso de un molino de péndulo. En este
contexto, una parte con un tamaño no mayor que A cm
significa que la longitud más larga de la partícula no es
mayor que A cm.

25 En las Figuras. 1 a 4 se representan las
distribuciones del tamaño de partícula de las lajas de

~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado molida en comparación con las partículas de cemento (Figuras 1 y 2) y en comparación con las partículas de sílice (Figuras 3 y 4). Las lajas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado por aire, que pueden obtenerse como Alternativa de Eternit NV Bélgica, se trituraron previamente de tal manera que no superan los 2 por 2 cm. La humedad total del material de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado previamente triturado, en este caso material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~eurada~~curado por aire, fue aproximadamente 5 % -6 % en peso sobre el peso seco.

El % en peso basado en el peso seco es la diferencia de peso entre el material como las muestras y el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que se obtiene un peso constante.

Este material previamente triturado se alimentó a una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el material se trituró a una velocidad de rotación de entre aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para compensar la humedad del material previamente triturado, se alimentó de aire caliente (a una temperatura entre aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir instantáneamente la humedad del material previamente

triturado y el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento molida obtenida.

A medida que se obtuvo el material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado ~~triturada~~triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida mediante difracción de rayo láser sobre el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no lanosa o esponjosa), una densidad aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m³ y aproximadamente 1300 kg/m³) y una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~fresea~~fresco. Sin estar atados a ninguna hipótesis o teoría, los presentes inventores creen que la molienda pendular, tal como se usa en los métodos de acuerdo con la presente invención proporciona un nuevo y mejorado polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado porque con esta técnica los desechos de ~~emento de fibra~~fibrocemento son aplastadas o aplanadas como opuestas a otras técnicas de molienda, que típicamente se muelen mediante trituración o molienda.

En modalidades particulares, la distribución de partículas deseada del material de ~~emento de~~

~~fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado ~~triturada~~triturado de acuerdo con los métodos de la presente invención puede obtenerse al moler el material de ~~cemento—de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado en ausencia de arena u otra fuente de sílice. Esto facilita, además, el material de ~~cemento—de—fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado ~~triturada~~triturado que se usa como buena materia prima para el material de desecho de ~~cemento—de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~fresea~~fresco ~~eurada~~curado por aire y euradacurado por autoclave.

En otras modalidades particulares, la tritutación del material de ~~cemento—de—fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado se realiza en el denominado estado seco, es decir, el material de ~~cemento—de—fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado proporcionado no se pone en suspensión de un líquido (típicamente agua) para permitir la molienda, como es el caso de algunas otras técnicas de molienda. Como resultado, se proporciona un material de ~~cemento—de~~ ~~fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado ~~triturada~~triturado relativamente seca en forma de polvo. Esto facilita el almacenamiento de un producto intermedio antes de usarlo, p. ej., fabricar el material de desecho fresco de ~~cemento~~ ~~de—fibrafibrocemento~~ ~~eurada~~curado, siendo material de desecho de ~~cemento—de—fibrafibrocemento~~ ~~fresea~~fresco euradacurado por aire y curado por autoclave.

La segunda etapa de los métodos de acuerdo con la presente invención comprende proporcionar una suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento que comprende agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado. En modalidades particulares, la suspensión de ~~emento de fibra~~fibrocemento comprende por lo menos 5 M% de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, ventajosamente al menos 10 M% del polvo de ~~emento de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado. En otras modalidades particulares, la suspensión de ~~emento de~~ ~~fibra~~fibrocemento comprende, preferentemente, menos de 40 M% de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, ventajosamente menos de 35 M% de polvo de ~~emento de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, más ventajosamente, menos de 20 M% de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, incluso menos de 15 M%.

En otras modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión de ~~emento de fibra~~fibrocemento acuosa comprende mezclar por lo menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de ~~emento de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado, de manera que el polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado esté presente en la suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente

420 M%, preferentemente, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 30 M%, con mayor preferencia, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 20 M%, con la máxima preferencia, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de dicha suspensión.

Con respecto a lo anterior, la unidad "M%" se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los componentes excepto agua.

En la siguiente etapa de los métodos de la presente invención, los materiales de ~~cemento de fibrafibrocemento fresca fresco~~ se han elaborado a partir de la suspensión de ~~cemento de fibra~~ fibrocemento, que se forma en un denominado producto de ~~cemento de~~ fibrafibrocemento verde.

La suspensión de ~~cemento de fibra~~ fibrocemento comprende, típicamente, agua, fibras de proceso o reforzadas que pueden ser fibras orgánicas naturales (típicamente, fibras de celulosa) y fibras orgánicas sintéticas (alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, polipropileno, poliamida, poliéster, policarbonato, polietileno, etc.), cuyas fibras pueden tratarse superficialmente (químicamente o mecánicamente) o no, fibras inorgánicas sintéticas, tales como fibras de vidrio, cemento, p. ej., cemento Portland, piedra caliza, tiza, cal viva, cal apagada o hidratada, arena molida,

harina de arena de sílice, harina de cuarzo, sílice amorfa, sílice de humo condensada, microsílice, metacaolín, wollastonita, mica, perlita, vermiculita, hidróxido de aluminio, agentes antiespumantes, 5 floculantes y otros aditivos tales como agentes de hidrofobación o repelentes de agua. Opcionalmente, puede agregarse un aditivo de color (p. ej., pigmentos) para obtener un producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento que se denomina coloreado en la masa.

10 Los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento, también denominados hojas de ~~emento de fibra~~fibrocemento o paneles de ~~emento de fibra~~fibrocemento, usualmente se fabrican usando el proceso de Hatschek, el proceso de flujo o el proceso Magnani o combinaciones adecuadas de 15 estos.

En modalidades particulares, los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde se presan, opcionalmente, antes del curado.

En modalidades particulares, la etapa opcional de 20 presionar el producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde se realiza al usar una o más prensas mecánicas que incluyen, pero no se limitan a, una o más prensas de cargas superpuestas.

En modalidades particulares, la etapa opcional 25 de presionar el producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde se realiza a una presión de entre aproximadamente

180 kg/cm² y aproximadamente 250 kg/cm², tal como entre aproximadamente 200 kg/cm² y aproximadamente 240 kg/cm², tal como aproximadamente 230 kg/cm².

En modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa opcional de prensar el producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde durante un periodo de tiempo entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 15 minutos, tal como entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 10 minutos, tal como entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 7 minutos, preferentemente, aproximadamente 6 minutos.

La presión aplicada a la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde, es decir, no ~~curada~~curado causa que la densidad de la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde aumente (ver, por ejemplo, la Tabla 2).

La densidad de los productos finales de ~~emento de fibra~~fibrocemento como los obtenidos al usar los métodos según la presente invención, puede variar de aproximadamente 1,0 kg/dm³ a aproximadamente 2,5 kg/dm³, tal como de aproximadamente 1,3 kg/dm³ a aproximadamente 2,0 kg/dm³, preferentemente, aproximadamente 1,5 kg/dm³.

En modalidades particulares, la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento verde no prensada puede tener un

grosor en el intervalo de aproximadamente 3 mm y aproximadamente 25 mm, tal como entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 20 mm, tal como entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 12 mm, preferentemente, aproximadamente 5 mm.

En modalidades particulares, la hoja de ~~emento~~ ~~de fibra~~fibrocemento verde prensada tiene un grosor en el intervalo de entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 20 mm, tal como entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 15 mm, tal como entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 10 mm, preferentemente aproximadamente 4 mm.

Por último, los métodos de la presente invención comprenden la etapa de curar por aire la hoja de ~~emento de fibra~~fibrocemento, de esta manera, proporcionando un producto fresco de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire.

El producto de ~~emento de fibra~~fibrocemento “verde”, después de fabricarse por un proceso de proporcionar una hoja, tal como el proceso de Hatschek y presionarse, puede primero ser precurado por aire, después el producto precurado es, además, curado por aire hasta que tiene su resistencia final.

Después de suministrarse, las hojas verdes frescas pueden apilarse con hojas metálicas colocadas entre las hojas de ~~emento de fibra~~fibrocementos verdes

apiladas y prensadas en forma apilada. Alternativamente, las hojas verdes frescas pueden prensarse individualmente y, después, apilarse con hojas metálicas colocadas entre las hojas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento verde apiladas y prensadas. Las hojas verdes frescas pueden formarse, como onduladas, antes de apilarse con hojas metálicas formadas intermedias colocadas entre las hojas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento. Para las hojas formadas, p. ej. onduladas, las hojas se presionan, típicamente, individualmente.

La etapa de precurado puede tardar varias horas, p. ej., entre aproximadamente 1 hora y 10 horas, tal como entre 2 horas y 8 horas, tal como entre 3 horas y 5 horas, preferentemente, aproximadamente 4 horas, durante la cual la temperatura de las hojas aumenta debido a la reacción exotérmica de curado del cemento. El precurado puede realizarse en condiciones controladas que controlan la humedad, la temperatura o ambas.

Después de una primera etapa de “precurado”, curar las hojas verdes al aire en forma apilada con hojas metálicas intermedias, las hojas pueden reapilarse mientras se retiran las hojas metálicas de entre las hojas precuradas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento verde. Después de retirar las placas metálicas, las hojas de ~~cemento de fibra~~fibrocemento verde precuradas se curan,

además, al aire durante una etapa de curado, que puede tardar varios días, típicamente, 2 a 4 semanas.

El grosor de los productos finales de ~~emento~~
~~de fibra~~fibrocemento como se obtiene al usar los métodos
5 de acuerdo con la presente invención, puede variar de
aproximadamente 4 mm a aproximadamente 20 mm, tal como de
aproximadamente 7 mm a aproximadamente 13 mm.

La longitud y ancho de los productos finales de
~~emento de fibra~~fibrocemento se obtienen al usar los
10 métodos de acuerdo con la presente invención, pueden
variar de aproximadamente 1 metro a aproximadamente
1,7 metros de ancho y de aproximadamente 1 metro a
aproximadamente 3,6 metros de longitud.

En un aspecto adicional, la presente invención
15 proporciona productos de ~~ementos de fibra~~fibrocemento
curados por aire tal como se obtienen mediante los
métodos de acuerdo con la invención.

En otro aspecto, la presente invención
proporciona usos de los productos de ~~ementos de~~
20 ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, tal como se
obtienen mediante los métodos de la invención, como
material de construcción.

Es una ventaja de ciertas modalidades de la
presente invención que las hojas de ~~emento de~~
25 ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire resultantes son
adecuadas y pueden usarse como hojas de techo onduladas,

azulejos de techo y otros productos que requieren la presencia de una gran cantidad de cemento.

La invención se explicará ahora en mayor detalle con referencia a los siguientes ejemplos.

5

Ejemplos

Se apreciará que los siguientes ejemplos, dados con fines ilustrativos, no deben interpretarse como limitantes del alcance de esta invención. Aunque solo
10 algunas modalidades ilustrativas de esta invención se han descrito en detalle anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que muchas modificaciones son posibles en las modalidades ilustrativas sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas novedosas de
15 esta invención. En consecuencia, todas dichas modificaciones pretenden incluirse dentro del alcance de esta invención que se define en las siguientes reivindicaciones y todos los equivalentes a estas. Además, se reconoce que muchas modalidades pueden estar concebidas
20 que no logran todas las ventajas de algunas modalidades, pero la ausencia de una ventaja particular no deberá interpretarse necesariamente como que dicha modalidad está fuera del alcance de la presente invención.

Ejemplo 1: Producción de polvo de cemento triturado
curado por aire producido con un molino pendular de
acuerdo con los métodos de la invención.

5 En modalidades particulares, la distribución de
partículas deseada del material de ~~cemento—de~~
| ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado ~~triturada~~triturado por
aire de acuerdo con los métodos de la presente invención
puede obtenerse moliendo material de cemento curado por
10 aire en ausencia de arena u otra fuente de sílice. Esto
facilita, además, el material de ~~cemento—de~~
| ~~fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado ~~triturada~~triturado que se
usa como buena materia prima para el material de desecho
de ~~cemento—de fibra~~fibrocemento ~~frese~~afresco ~~curada~~curado
15 por aire y ~~curada~~curado por autoclave.

 En modalidades particulares adicionales, la
| trituration del material de ~~cemento—de fibra~~fibrocemento
~~curada~~curado se realiza en el denominado estado seco a
una humedad de entre aproximadamente 5 % a
20 aproximadamente 10 %, preferentemente entre
aproximadamente 5 % a aproximadamente 6 %. El material de
| ~~cemento—de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado provisto no
debe llevarse a la suspensión de un líquido (típicamente
agua) para permitir la molienda, como es el caso de
25 algunas otras técnicas de molienda. Como resultado, se
| proporciona un material de ~~cemento—de fibra~~fibrocemento

~~euradacurado~~ ~~triturada~~triturado relativamente seca en forma de polvo. Esto facilita el almacenamiento de un producto intermedio antes de usarlo, p. ej., fabricar el material de desecho fresco de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~euradacurado~~, siendo material de desecho de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~fresca~~fresco ~~euradacurado~~ por aire y curado por autoclave.

El polvo de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~euradacurado~~ obtenido al triturar el material de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~euradacurado~~ según los métodos de la presente invención tiene una distribución de tamaño de partícula como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 1 a 4. Como puede derivarse de las Figuras 1 a 4, la distribución de partículas es similar a la de los materiales de partida frescos estándar para producir ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento, p. ej., partículas cementosas, partículas de sílice molida y/o partículas de cal molida.

En modalidades particulares de los métodos de la presente invención, el material de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~fibrocemento ~~euradacurado~~ se alimenta a un molino pendular (es decir, para trituración) como partes que tienen un tamaño máximo no mayor que 5 cm, típicamente, como piezas rectangulares con un lado no mayor que 3 cm o incluso no mayor que 2 cm. En el contexto de la presente invención, una parte con un tamaño no mayor que A cm

significa que la longitud mayor de la partícula no es mayor que A cm.

En las Figuras 1 a 4 se representan las distribuciones del tamaño de partícula de las lajas de

5 | ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado molida en comparación con las partículas de cemento (Figuras 1 y 2) y en comparación con las partículas de sílice (Figuras 3 y 4). Las lajas de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire, que pueden obtenerse como Alterna

10 | de Eternit NV Bélgica, se trituraron previamente de tal manera que no superan los 2 por 2 cm. La humedad total del material de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado previamente triturado, en este caso material de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire,

15 | fue aproximadamente 5 % -6 % en peso sobre el peso seco.

El % en peso basado en el peso seco es la diferencia de peso entre el material como las muestras y el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que se obtiene un peso constante.

20 | Este material previamente triturado se alimentó a una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el material se trituró a una velocidad de rotación de entre

25 | aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para compensar la humedad del material previamente triturado, se

alimentó de aire caliente (a una temperatura entre aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir instantáneamente la humedad del material previamente triturado y el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento molida obtenida.

A medida que se obtuvo el material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curado ~~triturado~~triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida mediante difracción de rayo láser sobre el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no lanosa o esponjosa), una densidad aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m³ y aproximadamente 1300 kg/m³) y una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento frescofresco.

Ejemplo 2: Producción de lajas de ~~emento de~~
~~fibrafibroemento curadacurado~~ por aire que comprenden de
5M% a 10M% de polvo de ~~emento de fibrafibroemento~~
~~triturado~~ ~~curadacurado~~ por aire como se produce de
5 acuerdo con los métodos de la invención

El polvo de ~~emento de fibrafibroemento~~,
obtenido como se describe en el Ejemplo 1, se usó para
producir lajas de ~~emento de fibrafibroemento~~
10 ~~freseafresco~~, es decir, productos curados por aire de
~~emento de fibrafibroemento freseafresco~~.

Para la producción de lajas de ~~emento de~~
~~fibrafibroemento~~, típicamente se usa la siguiente
formulación de una suspensión acuosa de ~~emento de~~
15 ~~fibrafibroemento~~:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 20 - 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 5 muestras de suspensión de prueba (ver Tabla 1 a continuación: muestras 2 a 6), en donde al menos parte o toda la carga carbonácea o al menos parte del cemento o parte de la carga carbonácea y el cemento se reemplazó por el polvo de ~~cemento~~ ~~de fibra~~ fibrocemento ~~curada~~ curado ~~triturada~~ triturado, según se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 1. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver Tabla 1 a continuación: muestras 1 y 7), que no contienen ningún polvo residual triturado

Como tal, se obtuvieron las siguientes 7 formulaciones de suspensión de cemento:

	1	2	3	4	5	6	7
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	10,0	5,0	-	15,0	10,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	77,3	77,3	72,3	72,3	77,3
Desechos de FC	-	5,0	10,0	15,0	5,0	10,0	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 1 - M% de formulaciones de ~~cemento~~ ~~de fibra~~ fibrocemento de las muestras 1 a 7 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo condensada: EMSAC 500S Elkem

materiales Ltd.; relleno de CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR SA, Lixhe)

5 Las formulaciones de suspensión de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibrocemento~~ como se presentan en la Tabla 1 se
usaron para proporcionar hojas verdes de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibrocemento~~ en un estado de la máquina de
producción de Hatschek.

10 La mitad de las hojas verdes se prensaron a
230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiéndolas a un
curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se
curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las
hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por
aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas,
15 y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

Las densidades de referencia de la muestra 1 y
muestras de prueba 3 y 4 (de las cuales las formulaciones
se proporcionan en la Tabla 1) se midieron, ambas de
muestras prensadas y no prensadas (ver Tabla 2).

20

	Muestra de referencia 1		Muestra de prueba 3		Muestra de prueba 4	
	No prensadas	Prensadas	No prensadas	Prensadas	No prensadas	Prensadas
Densidad	1,50	1,80	1,48	1,78	1,465	1,77

Tabla 2 - Densidades (g/cm³) de las muestras 1, 3 y 4, no
prensadas y prensadas

Como puede observarse en la Tabla 2 anterior,
5 | la densidad de los productos de ~~emento—de~~
~~fibra~~fibrocemento que contienen desechos se reduce en
comparación con la referencia que no contiene desechos,
tanto en el caso de muestras no prensadas como prensadas.

Posteriormente, las láminas curadas por aire se
10 | cortaron en las dimensiones apropiadas y se recubrieron
para proporcionar láminas de ~~emento—de—fibra~~fibrocemento
~~curada~~curado por aire.

Después de 29 días, las láminas curadas por aire
formadas se analizaron para determinar sus
15 | características fisicomecánicas, es decir, el módulo de
ruptura (MOR; expresado en Pa=kg /m.s²). El módulo de
ruptura (MOR; expresado en Pa=kg/m.s²) se midió usando un
aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

Además, se determinó la absorción de agua, medida
20 | por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en
condiciones de secado por aire y saturación en agua (la
condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las
muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la
condición saturación en agua se obtiene por inmersión de
25 | las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y
presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en Figuras 6 y 7.

Como puede derivarse de los gráficos en las Figuras 6 y 7, que representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 5 diferentes muestras de prueba (2, 3, 4, 5, 6 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1) y las dos muestras de referencia (1 y 7 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1), puede concluirse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o el módulo de ruptura (MOR/d^2) es mayor en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia. Esto significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de ~~cemento~~ ~~de fibra~~ fibrocemento triturado en cantidades de entre 5 M% y 15 M%, como se produce de acuerdo con los métodos de la presente invención, tienen una mayor resistencia que las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho.

Además, basado en los resultados de las pruebas de Karsten (datos no mostrados), se puede concluir que agregar el polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento de acuerdo con la invención en reemplazo del cemento o material de relleno no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturado~~triturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede concluirse que los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento que comprenden de 5 M% a 15 M% del polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturado~~triturado como los producidos por los métodos de la presente invención realizan al menos comparables y en si mayoría incluso mejor que los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento de referencia que no comprenden ningún polvo de desecho triturado.

Ejemplo 3: Producción de lájas de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curado~~curado por aire que comprenden de 15M% a 40M% de polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturado~~triturado ~~curado~~curado por aire como se produce de acuerdo con los métodos de la invención

El polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento, obtenido como se describe en el Ejemplo 1, se usó para producir lájas de ~~emento de fibra~~fibrocemento

~~fresca~~fresco, es decir, productos curados por aire de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~fresca~~fresco.

Para la producción de lajas de ~~cemento de~~fibrafibrocemento, típicamente se usa la siguiente
5 formulación de una suspensión acuosa de ~~cemento de~~fibrafibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como
10 pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente
piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros
15 aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión
20 de prueba (ver Tabla 3 a continuación: muestras 9 a 14), en donde por lo menos parte o todos los rellenos de carbonácea o al menos parte del cemento, o parte de los rellenos de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado
25 ~~triturada~~triturado, como se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 1. Además, se

produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver Tabla 2 a continuación: muestras 8 y 15) que no contienen ningún polvo de desecho triturado.

Como tal, se obtuvieron las siguientes
5 formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

	8	9	10	11	12	13	14	15
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	72,3	67,3	62,3	57,3	52,3	77,3
Desechos de FC	0,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	0,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 3 - M% de formulaciones de ~~cemento de~~

~~fibras~~fibrocemento de las muestras 8 a 15 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP

10 60°SR; sílice de humo condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de ~~cemento de~~
15 ~~fibras~~fibrocemento como se presentan en la Tabla 2 se usaron para proporcionar hojas verdes de ~~cemento de~~
~~fibras~~fibrocemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire,
20 sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La

otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiénolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

5 Posteriormente, las láminas curadas por aire se cortaron en las dimensiones apropiadas y se recubrieron para proporcionar láminas de ~~emento de fibra~~fibrocemento
curadacurado por aire.

Después de 7 días y después de 29 días, las
10 láminas formadas curadas por aire se analizaron para determinar sus características físico-mecánicas, es decir, módulo de ruptura (MOR).

El módulo de ruptura (MOR; expresado en Pa=kg/m.s²) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo
15 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas.
20 Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido
25 (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua, medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en agua (la condición de secado por aire se obtiene al
5 acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire
10 y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La
15 absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 8 a
13.

20 Como puede derivarse de los gráficos en las Figuras 8 y 9, que representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y las
25 dos muestras de referencia (8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3), puede concluirse

que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o el módulo de ruptura (MOR/d^2) es al menos comparable y en algunos casos incluso más altos en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia. Esto
5 significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado en cantidades de entre el 15 M% y 40 M% como se producen según los métodos de la presente invención tienen al menos una resistencia comparable con las muestras de referencia
10 que no contienen ningún polvo de desecho.

Además, como se ilustra en las Figuras 10 y 11, la densidad de las muestras de prueba 9 a 14, donde parte o la totalidad del relleno y/o parte del cemento se reemplazó por el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
15 trituradatriturado de la invención, fue significativamente menor en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado en remplazo
20 del relleno y/o cemento. Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

25 Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en la Figuras 12 y 13,

puede concluirse que agregar el polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por aire en cantidades de 15 M% en remplazo de cemento o material de relleno no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado. Añadir el polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado por autoclave en cantidades mayores de, por ejemplo, 30 M% o 40 M% en reemplazo de cemento o material de relleno, resulta, sin embargo, un aumento de la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado. Los resultados se observaron tanto en muestras no prensadas (Figura 12) como prensadas (Figura 13).

Por lo tanto, a partir de lo anterior, se puede concluir que los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento que comprenden de 15 M% a 40 M% de polvo de desechos de ~~emento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado y ~~curada~~curado por aire, producidos por los métodos de la presente invención tienen un desempeño al menos comparable y en su mayoría, mejor que el de la referencia de productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento que no contengan ningún polvo de desecho triturado.

Ejemplo 4: Producción de polvo de ~~emento de~~
~~fibr~~fibrocemento ~~triturado~~curado por
autoclave como se produce con un molino pendular de acuerdo
con los métodos de la invención

5

Los productos de ~~emento de fibr~~fibrocemento
~~curado~~curado por autoclave, que se obtienen como Cedral y
Tectiva desde Eternit NV Bélgica, se aplastaron
previamente a tal manera que no superaban los 2 por 2 cm.

10 La humedad total del material de desecho de ~~emento de~~
~~fibr~~fibrocemento ~~curado~~curado previamente triturado, en
este caso de material de ~~emento de fibr~~fibrocemento
~~curado~~curado por aire, fue de aproximadamente 5 %-6 % en
peso basado en el peso seco.

15 El % en peso basado en el peso seco es la
diferencia de peso entre el material como las muestras y
el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que
se obtiene un peso constante.

Este material previamente triturado se alimentó a
20 una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a
aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo
molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el
material se trituró a una velocidad de rotación de entre
aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para
25 compensar la humedad del material previamente triturado, se
alimentó de aire caliente (a una temperatura entre

aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir instantáneamente la humedad del material previamente triturado y el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento molida
5 obtenida.

A medida que se obtuvo el material de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~curada~~curado ~~triturada~~triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida mediante difracción de rayo láser sobre
10 el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no lanosa o esponjosa), una densidad
15 aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m³ y aproximadamente 1300 kg/m³) y una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~frese~~afresco. Sin estar atados a ninguna hipótesis o teoría, los presentes
20 inventores creen que la molienda pendular, tal como se usa en los métodos de acuerdo con la presente invención proporciona un nuevo y mejorado polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento ~~triturada~~triturado porque con esta técnica los desechos de ~~cemento de~~
25 ~~fibra~~fibrocemento son aplastadas o aplanadas como

opuestas a otras técnicas de molienda, que típicamente se muelen mediante trituración o molienda.

Ejemplo 5: Producción de lájas de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibro cemento curada curado~~ por aire que comprenden de 5
5 M% a 15 M% del polvo de ~~cemento de fibrafibro cemento~~
 ~~triturada triturado curada curado~~ por autoclave como se
produce de acuerdo con los métodos de la invención

Los polvos de desechos de ~~cemento de~~
10 ~~fibrafibro cemento curada curado~~ por autoclave derivados de
productos de Cedral y productos de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibro cemento~~ de Tectiva, obtenidos como se describe
en el Ejemplo 4, se usaron para producir lájas de ~~cemento~~
 ~~de fibrafibro cemento fresco fresco~~, es decir, productos
15 frescos curados por aire de ~~cemento de fibrafibro cemento~~.

Para la producción de lájas de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibro cemento~~, típicamente se usa la siguiente
formulación de una suspensión acuosa de ~~cemento de~~
 ~~fibrafibro cemento~~:

- 20 - 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 25 - 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)

- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión de prueba (ver la Tabla 4 a continuación: muestras 17, 18, 20, 21, 22 y 23), en donde al menos parte o todo el relleno de carbonácea, o al menos parte del cemento, o parte de ambos el relleno de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curado por autoclave ~~triturado~~triturado como se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 4. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver la Tabla 4 a continuación: muestras 16 y 19), que no contenían ningún polvo de desecho triturado curado en autoclave.

Como tal, se obtuvieron las siguientes formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

	16	17	18	19	20	21	22	23
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	77,3	77,3	72,3	72,3	67,3	67,3
Desechos de ~~cemento de fibra~~ <u>fibrocemento</u> Cedral	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	0,0	10,0	0,0
Desechos de ~~cemento de~~	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	0,0	10,0

~~fibra~~ fibrocemento Tectiva								
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 4 - M% de formulaciones de ~~cemento de~~

~~fibra~~fibrocemento de las muestras 16 a 23 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo condensada: EMSAC 500S Elkem

5 materiales Ltd.; relleno de CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de ~~cemento de~~ ~~fibra~~fibrocemento como se presentan en la Tabla 4 se usaron para proporcionar hojas verdes de ~~cemento de~~ ~~fibra~~fibrocemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiénolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y

15 posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiénolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

20 Las láminas curadas por aire formadas se analizaron para determinar sus características fisicoquímicas, es decir, módulo de ruptura (MOR). El módulo de ruptura (MOR; expresado en Pa=kg/m.s²) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. 5 Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido 10 (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua, medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en 15 agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

20 Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua 25 desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida

del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 14 a 16.

5 Como puede derivarse del gráfico en la Figura 14, que representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), y las dos muestras
10 de referencia (16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), puede observarse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o módulo de ruptura (MOR/d^2) en las muestras de prueba no es significativamente diferente a la MOR/d^2 de las muestras de
15 referencia. Esto significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento en cantidades de entre 5 M% y 15 M% como se producen de acuerdo con los métodos de la presente invención tienen una resistencia mecánica comparable con respecto a las muestras
20 de referencia que no contienen cualquier polvo de desecho.

Además, como se ilustra en la Figura 15, la densidad de las muestras de prueba 17, 18, 20, 21, 22 y 23, donde se reemplazó parte o todo el relleno y/o parte del cemento por el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
25 ~~triturada~~triturado ~~curada~~curado por autoclave de la invención, fue significativamente menor en comparación con

las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado en remplazo del relleno y/o cemento.

5 Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

10 Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en la Figura 16, puede concluirse que agregar el polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curadacurado por autoclave en cantidades de 5 M% a 10 M%, en reemplazo de cemento o material de
15 relleno, no tiene un efecto significativamente relevante en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede
20 concluirse que los productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento que comprenden de 5 M% a 15 M% del polvo de desechos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado curadacurado por autoclave, como se produce por los métodos de la presente invención, tienen
25 un rendimiento significativo mejor que los productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento de referencia que no

comprenden ningún polvo de desecho triturado. De hecho, la resistencia mecánica y la absorción de agua de los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire que contienen polvo de desecho triturado no cambian en comparación con los productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire, mientras que la densidad disminuye significativamente en los productos que contienen desechos en comparación con aquellos que no contienen desechos.

10 | Ejemplo 6: Producción de lájas de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por aire que comprenden de 20 M% a 40 M% del polvo de ~~emento de fibra~~fibrocemento trituradtriturado curadacurado por autoclave como se produce de acuerdo con los métodos de la invención

15

Los polvos de desechos de ~~emento de fibra~~fibrocemento curadacurado por autoclave derivados de productos de Cedral y productos de ~~emento de fibra~~fibrocemento de Tectiva, obtenidos como se describe en el Ejemplo 4, se usaron para producir lájas de ~~emento de fibra~~fibrocemento frescafresco, es decir, productos frescos curados por aire de ~~emento de fibra~~fibrocemento.

Para la producción de lájas de ~~emento de fibra~~fibrocemento, típicamente se usa la siguiente formulación de una suspensión acuosa de ~~emento de fibra~~fibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulares (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 5 - 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

10 M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión de prueba (ver Tabla 5 a continuación: muestras 25 a 30), en donde al menos parte o todo el relleno de carbonácea o al menos parte del cemento, o parte de ambos el relleno de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de ~~cemento de fibra~~fibrocemento
15 ~~curado~~curado por autoclave ~~triturado~~triturado como se
20 obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 4. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver la Tabla 5 a continuación: muestras 24 y 31), que no contenían ningún polvo de desecho triturado curado en autoclave.

25 Como tal, se obtuvieron las siguientes formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

	24	25	26	27	28	29	30	31
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
Cemento	77,3	72,3	62,3	52,3	72,3	62,3	52,3	77,3
Desechos de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ Cedral	0,0	20,0	30,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desechos de ~~cemento de fibrafibrocemento~~ Tectiva	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	30,0	40,0	0,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 5 - M% de formulaciones de ~~cemento de~~

~~fibrafibro~~cemento de las muestras 24 a 31 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP

- 5 60°SR; sílice de humo condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR SA, Lixhe)

10 Las formulaciones de suspensión de ~~cemento de~~ ~~fibrafibro~~cemento como se presentan en la Tabla 5 se usaron para proporcionar láminas verdes de ~~cemento de~~ ~~fibrafibro~~cemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire,

15 sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C

durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

Las láminas curadas por aire formadas se analizaron para determinar sus características físico-
5 mecánicas, es decir, módulo de ruptura (MOR). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del
10 grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La
15 densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua,
20 medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene
25 por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 17 a 20.

Como puede derivarse del gráfico en la Figura 17, que representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (17 a 22 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y las dos muestras de referencia (16 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), puede concluirse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o módulo de ruptura (MOR/d^2) es mayor en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia, especialmente cuando se prensan las muestras. Esto significa que las muestras comprenden polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~ fibrocemento triturado en cantidades de entre 20 M% y 40 M% como se producen de acuerdo a los métodos de la presente invención tienen una mayor resistencia con muestras de

referencia que no contienen ningún polvo de desecho. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se presionan las muestras.

Además, como se ilustra en la Figura 18, la densidad de las muestras de prueba 17 a 22, donde parte o todo el relleno y/o parte del cemento fue reemplazada por el polvo de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~ fibrocemento ~~triturado~~ curado por autoclave de la invención, fue significativamente menor en comparación con las muestras de referencia 16 y 23, que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~ fibrocemento ~~triturado~~ curado en remplazo del relleno y/o cemento. Este efecto se observó en muestras prensadas y no prensadas cuando se compararon respectivamente con las muestras de referencia prensadas y no prensadas. Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en las Figuras 19 y 20, puede concluirse que agregar el polvo de desecho de ~~cemento~~ ~~de~~ ~~fibra~~ fibrocemento ~~curado~~ curado por autoclave en cantidades de 20 M% en remplazo de cemento o material de

relleno no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado. Los mejores resultados se obtienen cuando se presionan las muestras.

Añadir el polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento curadacurado por autoclave en cantidades mayores de, por ejemplo, 30 M% o 40 M% en reemplazo de cemento o material de relleno, sin embargo, produce un aumento en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede concluirse que los productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento comprenden de 15 M% a 40 M% de polvo de desecho de ~~cemento de fibra~~fibrocemento trituradatriturado como los producidos por el métodos de la presente invención que comprenden la etapa de prensado antes de la etapa de curado, tienen un rendimiento comparable a los productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento que no comprenden ningún polvo de desechos triturados y tienen un rendimiento significativamente mejor que los productos de ~~cemento de fibra~~fibrocemento sin prensar que contienen las mismas cantidades de desechos triturados.

A partir de las imágenes de los productos curados por aire fabricados como se describe en los presentes ejemplos, se puede observar que estos productos contienen desechos de cemento curado por autoclave. De hecho, solo el
5 material curado en autoclave contiene, típicamente, partículas de cuarzo blancas, cuyas partículas de cuarzo también están presentes en los productos curados por aire reciclados producidos de acuerdo con los métodos de la invención (ver la Figura 20), pero que no están presentes
10 en productos frescos curados por aire (ver la Figura 21).

Debe entenderse que aunque se han analizado modalidades y/o materiales preferidos para proporcionar modalidades de acuerdo con la presente invención, pueden realizarse varias modificaciones o cambios sin desviarse
15 del alcance y espíritu de esta invención.

MÉTODOS PARA PRODUCIR PRODUCTOS DE FIBROCEMENTO CURADO
POR AIRE

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención se refiere a métodos para la producción de productos de fibrocemento curado por aire. Más particularmente, la presente invención proporciona métodos para la producción de productos de fibrocemento curado por aire, que comprenden al menos las etapas de proporcionar material de fibrocemento curado triturado, siendo un polvo, y formar un producto de fibrocemento curado por aire, haciendo uso del material de fibrocemento curado triturado como una de las materias primas. La presente invención se refiere, además, a productos de fibrocemento curado por aire obtenidos por estos métodos, así como para usos de estos productos de fibrocemento en la industria de la construcción.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El material de fibrocemento es un material compuesto que comprende, típicamente, cemento, fibras de celulosa y al menos uno de arena de sílice, fibras sintéticas y cargas. Se usa ampliamente en la construcción y puede tomar la forma de una pluralidad de

productos, tales como, por ejemplo, láminas corrugadas para techos, pequeñas láminas para tejas (lajas), láminas para apartaderos, enchapado, placas, etc.

El material de desecho de fibrocemento curado
5 tiene una composición química similar a los productos de fibrocemento fresco correspondientes a partir de los cuales se deriva los desechos y, por lo tanto, idealmente podría reciclarse y reusarse. Los documentos de patente de los EE. UU. de la técnica núms. 20080168927 y
10 20080072796 se relacionan con métodos para reciclar desechos de material de fibrocemento.

Sin embargo, es un gran desafío reciclar material de desecho a partir de productos de fibrocemento curado, por ejemplo, los productos terminados que están
15 fuera de especificación, demolición y/o desechos de construcción y lo similar. Por ejemplo, a partir de los métodos conocidos de reciclado de desechos de fibrocemento, parece que es muy difícil obtener un material de fibrocemento triturado, es decir, polvo de
20 fibrocemento, comenzando por material de fibrocemento curado, cuyo polvo puede usarse posteriormente como materia prima para productos frescos de fibrocemento. Además, hasta ahora, se conocen las características del proceso que son necesarias para producir productos de
25 fibrocemento curado por aire fresco a partir de material de desecho de fibrocemento triturado. De hecho, hasta

ahora, los intentos para usar material de desecho molido para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire han dado lugar a productos que no cumplen los requisitos de calidad prescritos por los reglamentos
5 nacionales.

Más específicamente, cualquier intento en el pasado de usar material de fibrocemento triturado como una de las materias primas para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire,
10 resultó en mayor absorción de agua en el producto final. Esto hace que estos productos no puedan usarse por razones diferentes, tales como un mayor riesgo de moho, hinchazón y agrietamiento.

Sin embargo, la reutilización de desechos de
15 fibrocemento para diversos fines nuevos sigue siendo el principal, si no el único, enfoque para evitar la eliminación de grandes flujos de desechos de fibrocemento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20

Es un objetivo de la presente invención proporcionar métodos novedosos y mejorados para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire al usar material de desecho de fibrocemento
25 curado triturado como una de las materias primas.

Como se describió anteriormente, cualquier intento en el pasado de usar material de fibrocemento triturado como una de las materias primas para la producción de productos frescos de fibrocemento, produjo una mayor absorción de agua en el producto final, haciendo que estos productos no puedan ser utilizados por diferentes razones, tales como un mayor riesgo de moho, hinchazón y agrietamiento.

Los presentes inventores han resuelto este problema al desarrollar un método mejorado para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire que hacen uso de material de desecho de fibrocemento triturado. Más específicamente, se ha descubierto que la suspensión acuosa de fibrocemento, que se usará como un material de partida para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire, debe comprender entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 40 M% de desecho de fibrocemento triturado curado, que pueden producirse como se explica más adelante en la presente invención. En otras modalidades particulares, dicha suspensión de fibrocemento comprende entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 30 M% de polvo de desecho de fibrocemento triturado curado, tal como entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% del polvo de fibrocemento curado. Aún en otras modalidades particulares, la suspensión de fibrocemento para la producción de los productos de fibrocemento curado por aire

fresco de acuerdo con los métodos de la presente invención comprende menos de aproximadamente 15 M% del polvo de fibrocemento curado producido de acuerdo con los métodos de la presente invención, tal como menos de aproximadamente 10
5 M% del polvo de fibrocemento curado, con mayor preferencia, menos de aproximadamente 5 M% del polvo de fibrocemento curado. Con respecto a lo anterior, la unidad "M%" se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los
10 componentes excepto agua libre.

De hecho, los inventores han observado que cuando se usa menos de aproximadamente 40 M% de desechos de fibrocemento en la suspensión de fibrocemento para la producción de productos frescos de fibrocemento, la
15 absorción de agua de los productos frescos puede reducirse o al menos mantenerse igual, mientras que la densidad puede reducirse, cuando se compara con productos frescos de fibrocemento curado por aire que no contienen ningún material de desecho.

20 Por lo tanto, con los métodos de la presente invención, los inventores han encontrado una nueva forma de procesar el desecho de fibrocemento en productos frescos curados por aire que tienen una densidad menor en comparación con los productos frescos de fibrocemento que
25 no contienen desechos y esto sin afectar el grado de absorción de agua. La propiedad de densidad disminuida

permanece como un aspecto esencial con respecto a la mejora de la funcionabilidad de productos de fibrocemento en general.

En un primer aspecto, la presente invención
5 proporciona métodos para la producción de productos de fibrocemento curado por aire, que comprenden al menos las etapas de:

- (a) proporcionar polvo de fibrocemento curado
al triturar material de fibrocemento
10 curado;
- (b) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y menos de aproximadamente 40 M%
15 de dicho polvo de fibrocemento curado;
- (c) proporcionar una hoja de fibrocemento verde;
y
- (d) curar por aire dicha hoja de fibrocemento verde, de esta manera, se proporcionar un
20 producto de fibrocemento curado por aire.

En modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o
25 sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado está presente en la

suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 35 M% de la base seca de dicha suspensión. En modalidades particulares adicionales de los métodos de acuerdo con la invención, la
5 etapa de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una
10 cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 25 M% de la base seca de dicha suspensión. En aún otras modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua,
15 aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado está presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de dicha
20 suspensión.

En modalidades particulares, los métodos de acuerdo con la invención comprenden, además, la etapa de prensar la hoja de fibrocemento verde antes del curado por aire. En otras modalidades particulares, la etapa de
25 prensar la hoja de fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de fibrocemento verde con una presión de entre

aproximadamente 100 kg/cm² y 300 kg/m², tal como entre
aproximadamente 200 kg/cm² y 300 kg/cm², tal como a
aproximadamente 230 kg/cm².

En modalidades particulares de los métodos de
5 acuerdo con la invención, la etapa de prensar la hoja de
fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de
fibrocemento verde durante un periodo de tiempo de al menos
300 segundos, tal como al menos 500 segundos, tal como al
menos 600 segundos o al menos 700 segundos. En otras
10 modalidades particulares de la invención, la etapa de
prensar la hoja de fibrocemento verde comprende comprimir
la hoja de fibrocemento verde durante un periodo de tiempo
de entre aproximadamente 300 y aproximadamente 700
segundos.

15 En modalidades particulares de los métodos de
acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar polvo de
fibrocemento curado comprende triturar un producto de
fibrocemento curado por aire. En otras modalidades
particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la
20 etapa de proporcionar polvo de fibrocemento curado
comprende triturar un producto de fibrocemento curado por
aire al usar un molino pendular.

En un segundo aspecto, la presente invención
proporciona un producto de fibrocemento curado por aire
25 obtenido usando los métodos de acuerdo con la presente
invención.

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona el uso de productos de fibrocemento curado por aire, tal como se obtienen mediante los métodos de la invención, como un material de construcción.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La **Figura 1** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y de polvo de fibrocemento triturado como se produce por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cemento así como las muestras de laja de fibrocemento curado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 2 muestra el porcentaje de volumen de partículas más pequeñas en función del tamaño de partícula.

La **Figura 2** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y del polvo de fibrocemento triturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cemento así como las muestras de laja de fibrocemento curado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La

distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 3 muestra el porcentaje de volumen de partículas en función de la clase de tamaño de partícula.

La **Figura 3** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de sílice de cuarzo y del polvo de fibrocemento triturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cuarzo de sílice así como las muestras de laja de fibrocemento curado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 4 muestra el porcentaje de volumen de partículas más pequeñas en función del tamaño de partícula.

La **Figura 4** muestra las curvas de distribución del tamaño de partícula de las partículas de cemento y del polvo de fibrocemento triturado como se producen por los métodos de acuerdo con la presente invención. Las muestras de cuarzo de sílice así como las muestras de laja de fibrocemento curado por aire se molieron usando un molino de rodillos tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR). La distribución del tamaño de partícula se midió para ambos

tipos de muestras a través de difracción láser en dispersión seca a 3 bar con un Malvern MasterSizer 2000. La Figura 5 muestra el porcentaje de volumen de partículas en función de la clase de tamaño de partícula.

5 La **Figura 5** es una imagen que muestra la morfología de partícula del polvo de fibrocemento triturado obtenido por los métodos de la invención, que tiene un comportamiento fluido que es similar al comportamiento fluido del polvo cementoso, harina de
10 sílice o harina de piedra caliza.

Las **Figuras 6 y 7** representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR), como se mide 29 días después de la producción, de 5 muestras de prueba diferentes (muestras 2, 3, 4, 5, 6 de
15 las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1) y dos muestras de referencia (muestras 1 y 7 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

20 Las **Figuras 8 y 9** representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR), como se mide 7 y 28 días después de la producción, de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la
25 Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3). El

módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

Las **Figuras 10 y 11** representan la densidad, como se mide 7 y 28 días después de la producción, de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3). La densidad se midió saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

La **Figura 12** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 12 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten

como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 13** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 9, 12 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 14** representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR; % relativo de la muestra 16) de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La **Figura 15** representa la densidad (% relativo de la muestra 16) de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4) y dos muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4). La densidad se midió saturando

las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 5 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

10 La **Figura 16** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 3 muestras de prueba diferentes (muestras 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y dos muestras de referencia (muestras 16 y 19 de las cuales la formulación se 15 presenta en la Tabla 3). La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 17** representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) 20 de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió 25 usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La **Figura 18** representa la densidad de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5). La densidad se midió saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

La **Figura 19** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 6 muestras de prueba diferentes (muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), como se mide antes del prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 20** muestra la absorción de agua en función del tiempo de 6 muestras de prueba diferentes

(muestras 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y dos muestras de referencia (muestras 24 y 31 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), como se mide antes del
5 prensado. La absorción de agua se midió usando una prueba de Karsten como se describe en la presente descripción en mayor detalle.

La **Figura 21** es una imagen SEM (microscopía electrónica de barrido) de una muestra de producto de
10 fibrocemento curado por aire, que comprende desechos de fibrocemento curado por autoclave reciclados (caracterizados por las partículas de cuarzo blanco claramente visibles en el producto) fabricadas de acuerdo con los métodos de la presente invención.

15 La **Figura 22** es una imagen SEM (microscopía electrónica de barrido) de una muestra de producto fresco de fibrocemento curado por aire, donde las partículas de cuarzo blanca, como se observa en productos reciclados curados por aire de acuerdo con los métodos de la
20 presente invención, están completamente ausentes.

Los mismos signos de referencia se refieren a elementos iguales, similares o análogos en las diferentes figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se describirá con respecto a modalidades particulares.

5 Cabe señalar que el término “que comprende”, usado en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los medios que enumerados a continuación; no excluye otros elementos ni etapas. Por lo tanto, debe interpretarse como especifica la presencia de las

10 características, etapas o componentes tal como se mencionan, pero no excluye la presencia o adición de uno o más otras características, etapas o componentes, o grupos de estos. Por lo tanto, el alcance de la expresión “un dispositivo que comprende los medios A y B” no debe

15 limitarse a los dispositivos que consisten en solamente los componentes A y B. Esto significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

 A lo largo de esta especificación, se hace

20 referencia a “una modalidad” o “una modalidad”. Dichas referencias indican que una característica particular descrita en relación con la modalidad se incluye en al menos una modalidad de la presente invención. Por lo tanto, las apariencias de las frases “en una modalidad” o “en una

25 modalidad” en varios lugares a lo largo de esta

especificación no necesariamente se refieren a la misma modalidad, aunque podrían hacerlo. Además, las características o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más 5 modalidades, como sería evidente para un experto en la técnica.

Los siguientes términos se proporcionan únicamente para ayudar en la comprensión de la invención.

Tal como se usa en la presente descripción, las 10 formas singulares “un”, “una”, y “la” incluyen referencias tanto singulares como plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Los términos “que comprenden”, “comprende” y “comprendidos”, como se usa en la presente descripción son 15 sinónimos de “incluyendo”, “incluye” o “que contiene”, “contiene”, y son inclusivos o abiertos y no excluyen miembros, elementos o etapas del método adicionales.

La recitación de rangos numéricos por puntos finales incluye todos los números y fracciones subsumidas 20 dentro de los rangos respectivos, así como los puntos finales mencionados.

El término “aproximadamente”, como se usa en la presente descripción cuando se refiere a un valor medible, tal como un parámetro, una cantidad, una 25 duración temporal, y lo similar, se entiende que abarca

variaciones de $\pm 10\%$ o menos, preferentemente $\pm 5\%$ o menos, con mayor preferencia, e $\pm 1\%$ o menos, y aún con mayor preferencia $\pm 0,1\%$ o menos de y desde el valor especificado, en la medida en que tales variaciones son apropiadas para realizar en la invención descrita. Debe entenderse que el valor al que se refiere el modificador “aproximadamente” también se refiere, también se describe específica y preferentemente.

Los términos “suspensión cementosa (fibra)”, “suspensión de cemento (fibra)”, “suspensión cementosa de fibra” o “suspensión de fibrocemento”, como se hace mencionan en la presente descripción, se refieren, generalmente, a suspensiones que al menos comprenden agua, fibras y cemento. La suspensión de fibrocemento, como se usa en el contexto de la presente invención, puede también comprender otros componentes, tales como pero no limitados a, piedra caliza, tiza, cal viva, cal apagada o hidratada, arena molida, harina de arena de sílice, harina de cuarzo, sílice amorfa, sílice de humo condensada, microsílice, metacaolín, wollastonita, mica, perlita, vermiculita, hidróxido aluminico, pigmentos, agentes antiespumantes, floculantes, y otros aditivos.

“La(s) fibra(s)” presente(s) en la suspensión de fibrocemento, como se describe en la presente descripción, puede(n) ser, por ejemplo, fibras de proceso y/o fibras de

refuerzo, que ambas pueden ser fibras orgánicas (típicamente, fibras de celulosa) o fibras sintéticas (alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, polipropileno, poliamida, poliéster, policarbonato, etc.).

5 El “cemento” presente en la suspensión de fibrocemento, como se describe en la presente descripción, puede ser, por ejemplo, pero no se limitan a, cemento Portland, cemento con alto contenido de alúmina, cemento Portland de hierro, cemento trass,
10 cemento de escoria, yeso, silicatos de calcio formados por tratamiento en autoclave y combinaciones de aglutinantes particulares. En modalidades más particulares, el cemento en los productos de la invención es el cemento Portland.

15 El término “permeable al agua”, como se usa en la presente descripción, cuando se refiere a una banda de transporte permeable al agua (región de a) generalmente significa que el material del cual está hecha la banda se hace permeable al agua (región de esta) permite que el
20 agua fluya a través de su estructura en cierto punto.

El término “densidad aparente”, como se menciona en la presente descripción, debe entenderse como la propiedad de un polvo o gránulos, u otro sólido particulado, especialmente con referencia a componentes
25 minerales (partículas de cemento, partículas de relleno o partículas de sílice). La densidad aparente se expresa en

kilogramos por metro cúbico ($1 \text{ g/ml} = 1000 \text{ kg/m}^3$) o en gramos por mililitro (g/ml) debido a que las mediciones se realizan usando cilindros. También puede expresarse en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). La densidad
5 aparente se define como el peso de una cierta cantidad de partículas de un material específico dividido por el volumen total de partículas que ocupa. El volumen total incluye el volumen de partículas, el volumen vacío entre partículas y el volumen de poros internos. La densidad
10 aparente de los polvos a que se refiere la presente descripción también se denomina densidad de “asentamiento libre” o “vertido”, es decir, la densidad aparente medida después de verter el polvo, sin aplicar ningún proceso de compactación adicional.

15 La densidad aparente de un polvo puede determinarse mediante cualquier método estándar para medir la densidad aparente según lo conocido por el experto.

Por ejemplo, la densidad aparente de un polvo puede determinarse midiendo el volumen de una masa conocida
20 de la muestra en polvo, que puede haber pasado a través de un tamiz, en un cilindro graduado (descrito a continuación como método A) o mediante la medición de la masa de un volumen conocido de polvo que se ha pasado a un recipiente de medición (descrito a continuación como método B).

Método A. Medición en un cilindro graduado

Procedimiento. Pasar una cantidad de polvo suficiente para completar la prueba a través de un tamiz con aberturas mayores o iguales a 1,0 mm, si es necesario, para romper los aglomerados que pueden haberse formado durante el almacenamiento; esto debe hacerse suavemente para evitar cambiar la naturaleza del material. En un cilindro graduado seco de 250 ml (legible a 2 ml), introduzca suavemente, sin compactar, aproximadamente 100 g de la muestra de prueba (m) pesado con precisión de 0,1 %. Nivеле cuidadosamente el polvo sin compactar, si es necesario, y lea el volumen aparente (de V_0) a la unidad graduada más cercana. Calcular la densidad aparente en (g/ml) usando la fórmula m/V_0 . Generalmente, las determinaciones replicadas son deseables para la determinación de esta propiedad.

Si la densidad del polvo es demasiado baja o demasiado alta, de tal manera que la muestra de prueba tenga un volumen aparente sin explotar de más de 250 ml o menos de 150 ml, no es posible usar 100 g de muestra de polvo. Por lo tanto, se debe seleccionar una cantidad diferente de polvo como muestra de prueba, de modo que su volumen aparente sin explotar sea de 150 ml a 250 ml (volumen aparente mayor o igual al 60 % del volumen total del cilindro); la masa de la muestra de prueba se especifica en la expresión de resultados.

Para las muestras de prueba que tienen un volumen aparente entre 50 ml y 100 ml se puede usar un cilindro de 100 ml de lectura a 1 ml; el volumen del cilindro se especifica en la expresión de resultados.

5

Método B. Medición en un recipiente

Aparato. El aparato consiste en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable de 100 ml. *Procedimiento.* Pasar una cantidad de polvo suficiente para completar la prueba a través de un tamiz de 1,0 mm, si es necesario, para romper los aglomerados que se hayan formado durante el almacenamiento y permitir que la muestra obtenida fluya libremente hacia el recipiente de medición hasta que se desborde. Cuidadosamente raspar el exceso de polvo de la parte superior del recipiente. Determinar la masa (M_0) del polvo hasta el 0,1 % más cercano restando la masa previamente determinada del recipiente de medición vacío. Calcular la densidad aparente (g/ml) usando la fórmula de $M_0/100$ y registrar el promedio de tres determinaciones con tres muestras de polvo diferentes.

Como se usa en la presente descripción, una “hoja (de fibrocemento)” u “hoja de fibrocemento” u “hoja”, y también denominada panel o placa, debe entenderse como un elemento plano, generalmente rectangular, con un panel de fibrocemento o lámina de fibrocemento que se proporciona fuera del material de

fibrocemento. El panel o la lámina tiene dos caras o superficies principales, siendo las superficies con el área superficial más grande. La hoja puede usarse para proporcionar una superficie exterior a las paredes, tanto
5 internas como externas de un edificio o construcción, p. ej., como placa de fachada, revestimiento, etc.

La presente invención se refiere a métodos novedosos y mejorados para la producción de productos frescos de fibrocemento curado por aire mediante el uso
10 de material de desecho de fibrocemento curado triturado como una de las materias primas.

En particular, los inventores han descubierto que la cantidad de desecho de fibrocemento usada para la producción de productos de fibrocemento es esencial para
15 la mejora de las características del producto final. Más particularmente, se descubrió que la suspensión acuosa de fibrocemento, que se usa como un material de partida para la producción de productos frescos de fibrocemento, debe contener menos de aproximadamente 40 M% de desechos de
20 fibrocemento de la base seca de dicha suspensión y, preferentemente, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 35 M% de desechos de fibrocemento de la base seca de dicha suspensión, con mayor preferencia, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 25 M% de
25 desechos de fibrocemento de la base seca de dicha suspensión, con la máxima preferencia, entre

aproximadamente 5 M% y aproximadamente 25 M% de desechos de fibrocemento de la base seca de dicha suspensión. Los inventores han observado que cuando se usa menos de aproximadamente 40 M% de desechos de fibrocemento en la
5 suspensión de fibrocemento para la producción de productos frescos de fibrocemento, la absorción de agua de los productos frescos curados por aire disminuye o al menos permanece estable en comparación con productos frescos curados por aire que no contienen ningún desecho
10 de fibrocemento y la densidad disminuye. Esta observación contrasta con lo que normalmente se observa cuando se trata de disminuir la densidad de productos de fibrocemento por métodos conocidos, donde típicamente una densidad inferior resulta en un aumento no deseado de
15 absorción de agua.

La ventaja principal de producir hojas o placas de fibrocemento con densidades más bajas en comparación con los productos de fibrocemento convencionales (es decir, que no contienen desechos o no reciclados) es que los productos
20 obtenidos por los métodos de acuerdo con la presente invención son más ligeros que los productos libres de desechos de igual dimensión y como consecuencia tienen una mejor capacidad de trabajo. La capacidad de trabajo abarca la facilidad con que se maneja e instala la placa.

25 En un primer aspecto, la presente invención proporciona métodos para la producción de productos de

fibrocemento curado por aire, que comprenden al menos las etapas de:

- 5 (a) proporcionar polvo de fibrocemento curado al triturar material de fibrocemento curado;
- 10 (b) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y menos de aproximadamente 40 M% de dicho polvo de fibrocemento curado;
- (c) proporcionar una hoja de fibrocemento verde; y
- (d) curar por aire dicha hoja de fibrocemento verde, de esta manera, se proporcionar un
- 15 producto de fibrocemento curado por aire.

La unidad "M%" se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los componentes excepto agua libre.

20 La primera etapa en los métodos de acuerdo con la presente invención comprende proporcionar un polvo de fibrocemento curado al triturar el material de fibrocemento curado.

El material de fibrocemento curado, que debe estar triturado, es típicamente material de desecho, p. 25 ej., desechos de demolición, desechos de producción de la planta de producción de fibrocemento, desechos de las obras

de construcción o productos de fibrocemento rechazados. El material de fibrocemento curado triturado, típicamente, en forma de polvo de fibrocemento curado, puede usarse como materia prima para productos frescos de fibrocemento curado por aire, en los cuales se recicla el polvo de fibrocemento curado.

El polvo de fibrocemento curado para usarse en productos frescos de fibrocemento curado por aire, preferentemente, aunque no necesariamente, es un polvo de fibrocemento triturado curado por aire.

En la alternativa, el producto de fibrocemento curado, que se trituró para proporcionar polvo de fibrocemento curado, puede ser un polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave.

En ciertas modalidades particulares, la trituración del material de fibrocemento curado se realiza haciendo uso de un molino pendular. En otras modalidades particulares, los métodos para la producción del material de fibrocemento curado triturado comprenden, además, la etapa de secado del material de fibrocemento curado durante la trituración en el molino pendular. Aún en otras modalidades particulares, la etapa de secar el material de fibrocemento curado durante la trituración en el molino pendular se lleva a cabo al inyectar aire caliente en el molino pendular durante la trituración.

En modalidades particulares, el material de fibrocemento curado para usarse como material de partida para la producción de material de fibrocemento curado triturado tiene un contenido de agua menor o igual a aproximadamente 10 % en peso. En modalidades particulares adicionales, el material de fibrocemento curado para uso como material de partida para la producción de material de fibrocemento triturado tiene un contenido de agua menor o igual a aproximadamente 10 % en peso, tal como menor que o igual a aproximadamente 8 % en peso, por ejemplo, menor que o igual a aproximadamente 6 % en peso, tal como menor que o igual a aproximadamente 5 % en peso.

En ciertas modalidades particulares, el material de fibrocemento curado para uso como material de partida para la producción de material de fibrocemento curado triturado es material de fibrocemento curado por aire.

Alternativamente, el producto de fibrocemento curado por autoclave puede triturarse para proporcionar el polvo de fibrocemento curado. Una combinación de producto de fibrocemento curado por aire y curado en autoclave puede triturarse, o el polvo de fibrocemento curado por aire y el polvo de fibrocemento curado por autoclave pueden combinarse para proporcionar el polvo de fibrocemento curado.

Una de las ventajas más importantes del polvo de fibrocemento triturado como se produce de acuerdo con los métodos de la invención es que las partículas tienen una textura granulada, similar a la arena y tienen un comportamiento fluido que es similar al comportamiento fluido y la densidad aparente (como se define en la presente descripción) de polvo cementoso, harina de sílice o harina de piedra caliza (ver, por ejemplo, la Figura 5). En modalidades particulares, el polvo triturado como se produce mediante los métodos de acuerdo con la presente invención se caracteriza específicamente por una densidad aparente de 1000 kg/m^3 y 1600 kg/m^3 , y preferentemente, entre 1000 kg/m^3 y 1300 kg/m^3 .

De esta manera, el polvo es adecuado para reciclarse en productos de fibrocemento fresco, sin la necesidad elaborar cambios importantes en el proceso de producción (p. ej., el proceso Hatschek) para producir productos de fibrocemento fresco, es decir, productos de fibrocemento curado por aire o curado por autoclave.

Además, las partículas de polvo de fibrocemento curado producido de la invención tienen una distribución de tamaño de partícula, que es similar a la distribución de tamaño de partícula de un material aglutinante cementoso (p. ej., cemento) o una fuente silíceo (p. ej., arena o cuarzo) o un material de relleno (p. ej., CaCO_3). En modalidades particulares, las partículas de polvo de

fibrocemento curado producidas se caracterizan por una distribución de tamaño de partícula que es similar a la distribución de tamaño de partícula de cemento (ver por ejemplo las Figuras 1 y 2). En modalidades particulares, las partículas de polvo de fibrocemento curado producidas se caracterizan por una distribución de tamaño de partícula, que es similar a la distribución de tamaño de partícula de una fuente silíceas (ver por ejemplo las Figuras 3 y 4).

Con “la igualación de la distribución del tamaño de partícula” de diferentes materiales, tales como cemento, rellenos, material silíceo (p. ej., arena) y el producto de fibrocemento triturado, como se usa en la presente descripción, significa que estos materiales pueden usarse juntos en un proceso para proporcionar una suspensión de fibrocemento para fabricar productos frescos de fibrocemento curado por aire, en particular mediante el uso de un proceso de Hatschek, sin necesidad de cambiar radicalmente la configuración del proceso.

Por lo tanto, el polvo de fibrocemento curado puede reemplazar parte del relleno, tal como piedra caliza, y/o cemento usado para proporcionar las hojas de fibrocemento curado por aire fresco. El polvo de fibrocemento curado puede reemplazar parte del cemento usado para producir el material de fibrocemento fresco curado por aire, y/o puede reemplazar parte de la fuente

silíceas (p. ej., parte de la arena molida) para productos de fibrocemento curado por autoclave y/o puede reemplazar parte de los rellenos (p. ej., piedra caliza molida) que se usan en productos de fibrocemento curado por autoclave
5 o curado por aire.

Preferentemente, el material de fibrocemento curado, que se proporciona como el material de partida para la producción de material de fibrocemento curado triturado, se proporciona en partes que tienen un tamaño máximo de no
10 más de 5 cm, típicamente, como piezas de forma rectangular con lados no mayores que 3 cm o incluso no mayores que 2 cm, antes de triturarse, por ejemplo, mediante el uso de un molino de péndulo. En este contexto, una parte con un tamaño no mayor que A cm significa que la longitud más
15 larga de la partícula no es mayor que A cm.

En las Figuras. 1 a 4 se representan las distribuciones del tamaño de partícula de las láminas de fibrocemento curado molida en comparación con las partículas de cemento (Figuras 1 y 2) y en comparación
20 con las partículas de sílice (Figuras 3 y 4). Las láminas de fibrocemento curado por aire, que pueden obtenerse como Alternas de Eternit NV Bélgica, se trituraron previamente de tal manera que no superan los 2 por 2 cm. La humedad total del material de desecho de fibrocemento
25 curado previamente triturado, en este caso material de

fibrocemento curado por aire, fue aproximadamente 5 % - 6 % en peso sobre el peso seco.

El % en peso basado en el peso seco es la diferencia de peso entre el material como las muestras y el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que se obtiene un peso constante.

Este material previamente triturado se alimentó a una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el material se trituró a una velocidad de rotación de entre aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para compensar la humedad del material previamente triturado, se alimentó de aire caliente (a una temperatura entre aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir instantáneamente la humedad del material previamente triturado y el polvo de fibrocemento molida obtenida.

A medida que se obtuvo el material de fibrocemento curado triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida mediante difracción de rayo láser sobre el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no

lanosa o esponjosa), una densidad aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m^3 y aproximadamente 1300 kg/m^3) y una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de fibrocemento fresco. Sin estar atados a ninguna hipótesis o teoría, los presentes inventores creen que la molienda pendular, tal como se usa en los métodos de acuerdo con la presente invención proporciona un nuevo y mejorado polvo de desecho de fibrocemento triturado porque con esta técnica los desechos de fibrocemento son aplastadas o aplanadas como opuestas a otras técnicas de molienda, que típicamente se muelen mediante trituración o molienda.

En modalidades particulares, la distribución de partículas deseada del material de fibrocemento curado triturado de acuerdo con los métodos de la presente invención puede obtenerse al moler el material de fibrocemento curado en ausencia de arena u otra fuente de sílice. Esto facilita, además, el material de fibrocemento curado triturado que se usa como buena materia prima para el material de desecho de fibrocemento fresco curado por aire y curado por autoclave.

En otras modalidades particulares, la trituración del material de fibrocemento curado se realiza en el denominado estado seco, es decir, el material de fibrocemento curado proporcionado no se pone en suspensión de un líquido (típicamente agua) para

permitir la molienda, como es el caso de algunas otras técnicas de molienda. Como resultado, se proporciona un material de fibrocemento curado triturado relativamente seca en forma de polvo. Esto facilita el almacenamiento de un producto intermedio antes de usarlo, p. ej., fabricar el material de desecho fresco de fibrocemento curado, siendo material de desecho de fibrocemento fresco curado por aire y curado por autoclave.

La segunda etapa de los métodos de acuerdo con la presente invención comprende proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado. En modalidades particulares, la suspensión de fibrocemento comprende por lo menos 5 M% de polvo de fibrocemento curado, ventajosamente al menos 10 M% del polvo de fibrocemento curado. En otras modalidades particulares, la suspensión de fibrocemento comprende, preferentemente, menos de 40 M% de polvo de fibrocemento curado, ventajosamente menos de 35 M% de polvo de fibrocemento curado, más ventajosamente, menos de 20 M% de polvo de fibrocemento curado, incluso menos de 15 M%.

En otras modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa de proporcionar una suspensión de fibrocemento acuosa comprende mezclar por lo menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o

sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 420 M%,
5 preferentemente, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 30 M%, con mayor preferencia, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 20 M%, con la máxima preferencia, entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de dicha suspensión.

10 Con respecto a lo anterior, la unidad "M%" se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición, es decir, todos los componentes excepto agua.

En la siguiente etapa de los métodos de la
15 presente invención, los materiales de fibrocemento fresco se han elaborado a partir de la suspensión de fibrocemento, que se forma en un denominado producto de fibrocemento verde.

La suspensión de fibrocemento comprende,
20 típicamente, agua, fibras de proceso o reforzadas que pueden ser fibras orgánicas naturales (típicamente, fibras de celulosa) y fibras orgánicas sintéticas (alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, polipropileno, poliamida, poliéster, policarbonato, polietileno, etc.),
25 cuyas fibras pueden tratarse superficialmente (químicamente o mecánicamente) o no, fibras inorgánicas

sintéticas, tales como fibras de vidrio, cemento, p. ej., cemento Portland, piedra caliza, tiza, cal viva, cal apagada o hidratada, arena molida, harina de arena de sílice, harina de cuarzo, sílice amorfa, sílice de humo
5 condensada, microsílice, metacaolín, wollastonita, mica, perlita, vermiculita, hidróxido de aluminio, agentes antiespumantes, flocculantes y otros aditivos tales como agentes de hidrofobación o repelentes de agua. Opcionalmente, puede agregarse un aditivo de color (p.
10 ej., pigmentos) para obtener un producto de fibrocemento que se denomina coloreado en la masa.

Los productos de fibrocemento, también denominados hojas de fibrocemento o paneles de fibrocemento, usualmente se fabrican usando el proceso de
15 Hatschek, el proceso de flujo o el proceso Magnani o combinaciones adecuadas de estos.

En modalidades particulares, los productos de fibrocemento verde se prensan, opcionalmente, antes del curado.

20 En modalidades particulares, la etapa opcional de presionar el producto de fibrocemento verde se realiza al usar una o más prensas mecánicas que incluyen, pero no se limitan a, una o más prensas de cargas superpuestas.

En modalidades particulares, la etapa opcional
25 de presionar el producto de fibrocemento verde se realiza a una presión de entre aproximadamente 180 kg/cm² y

aproximadamente 250 kg/cm², tal como entre aproximadamente 200 kg/cm² y aproximadamente 240 kg/cm², tal como aproximadamente 230 kg/cm².

En modalidades particulares de los métodos de acuerdo con la invención, la etapa opcional de prensar el producto de fibrocemento verde comprende comprimir la hoja de fibrocemento verde durante un periodo de tiempo entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 15 minutos, tal como entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 10 minutos, tal como entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 7 minutos, preferentemente, aproximadamente 6 minutos.

La presión aplicada a la hoja de fibrocemento verde, es decir, no curado causa que la densidad de la hoja de fibrocemento verde aumente (ver, por ejemplo, la Tabla 2).

La densidad de los productos finales de fibrocemento como los obtenidos al usar los métodos según la presente invención, puede variar de aproximadamente 1,0 kg/dm³ a aproximadamente 2,5 kg/dm³, tal como de aproximadamente 1,3 kg/dm³ a aproximadamente 2,0 kg/dm³, preferentemente, aproximadamente 1,5 kg/dm³.

En modalidades particulares, la hoja de fibrocemento verde no prensada puede tener un grosor en el intervalo de aproximadamente 3 mm y aproximadamente 25 mm, tal como entre aproximadamente 4 mm y

aproximadamente 20 mm, tal como entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 12 mm, preferentemente, aproximadamente 5 mm.

En modalidades particulares, la hoja de fibrocemento verde prensada tiene un grosor en el intervalo de entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 20 mm, tal como entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 15 mm, tal como entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 10 mm, preferentemente aproximadamente 4 mm.

Por último, los métodos de la presente invención comprenden la etapa de curar por aire la hoja de fibrocemento, de esta manera, proporcionando un producto fresco de fibrocemento curado por aire.

El producto de fibrocemento “verde”, después de fabricarse por un proceso de proporcionar una hoja, tal como el proceso de Hatschek y presionarse, puede primero ser precurado por aire, después el producto precurado es, además, curado por aire hasta que tiene su resistencia final.

Después de suministrarse, las hojas verdes frescas pueden apilarse con hojas metálicas colocadas entre las hojas de fibrocementos verdes apiladas y prensadas en forma apilada. Alternativamente, las hojas verdes frescas pueden prensarse individualmente y, después, apilarse con hojas metálicas colocadas entre las hojas de fibrocemento verde apiladas y prensadas. Las

hojas verdes frescas pueden formarse, como onduladas, antes de apilarse con hojas metálicas formadas intermedias colocadas entre las hojas de fibrocemento. Para las hojas formadas, p. ej. onduladas, las hojas se
5 presionan, típicamente, individualmente.

La etapa de precurado puede tardar varias horas, p. ej., entre aproximadamente 1 hora y 10 horas, tal como entre 2 horas y 8 horas, tal como entre 3 horas y 5 horas, preferentemente, aproximadamente 4 horas,
10 durante la cual la temperatura de las hojas aumenta debido a la reacción exotérmica de curado del cemento. El precurado puede realizarse en condiciones controladas que controlan la humedad, la temperatura o ambas.

Después de una primera etapa de “precurado”,
15 curar las hojas verdes al aire en forma apilada con hojas metálicas intermedias, las hojas pueden reapilarse mientras se retiran las hojas metálicas de entre las hojas precuradas de fibrocemento verde. Después de retirar las placas metálicas, las hojas de fibrocemento
20 verde precuradas se curan, además, al aire durante una etapa de curado, que puede tardar varios días, típicamente, 2 a 4 semanas.

El grosor de los productos finales de fibrocemento como se obtiene al usar los métodos de
25 acuerdo con la presente invención, puede variar de

aproximadamente 4 mm a aproximadamente 20 mm, tal como de aproximadamente 7 mm a aproximadamente 13 mm.

La longitud y ancho de los productos finales de fibrocemento se obtienen al usar los métodos de acuerdo con la presente invención, pueden variar de aproximadamente 1 metro a aproximadamente 1,7 metros de ancho y de aproximadamente 1 metro a aproximadamente 3,6 metros de longitud.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona productos de fibrocemento curados por aire tal como se obtienen mediante los métodos de acuerdo con la invención.

En otro aspecto, la presente invención proporciona usos de los productos de fibrocemento curado por aire, tal como se obtienen mediante los métodos de la invención, como material de construcción.

Es una ventaja de ciertas modalidades de la presente invención que las hojas de fibrocemento curado por aire resultantes son adecuadas y pueden usarse como hojas de techo onduladas, azulejos de techo y otros productos que requieren la presencia de una gran cantidad de cemento.

La invención se explicará ahora en mayor detalle con referencia a los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Se apreciará que los siguientes ejemplos, dados con fines ilustrativos, no deben interpretarse como limitantes del alcance de esta invención. Aunque solo
5 algunas modalidades ilustrativas de esta invención se han descrito en detalle anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que muchas modificaciones son posibles en las modalidades ilustrativas sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas novedosas de
10 esta invención. En consecuencia, todas dichas modificaciones pretenden incluirse dentro del alcance de esta invención que se define en las siguientes reivindicaciones y todos los equivalentes a estas. Además, se reconoce que muchas modalidades pueden estar concebidas
15 que no logran todas las ventajas de algunas modalidades, pero la ausencia de una ventaja particular no deberá interpretarse necesariamente como que dicha modalidad está fuera del alcance de la presente invención.

20 Ejemplo 1: Producción de polvo de cemento triturado curado por aire producido con un molino pendular de acuerdo con los métodos de la invención.

En modalidades particulares, la distribución de
25 partículas deseada del material de fibrocemento curado triturado por aire de acuerdo con los métodos de la

presente invención puede obtenerse moliendo material de cemento curado por aire en ausencia de arena u otra fuente de sílice. Esto facilita, además, el material de fibrocemento curado triturado que se usa como buena materia prima para el material de desecho de fibrocemento fresco curado por aire y curado por autoclave.

En modalidades particulares adicionales, la trituración del material de fibrocemento curado se realiza en el denominado estado seco a una humedad de entre aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 %, preferentemente entre aproximadamente 5 % a aproximadamente 6 %. El material de fibrocemento curado provisto no debe llevarse a la suspensión de un líquido (típicamente agua) para permitir la molienda, como es el caso de algunas otras técnicas de molienda. Como resultado, se proporciona un material de fibrocemento curado triturado relativamente seca en forma de polvo. Esto facilita el almacenamiento de un producto intermedio antes de usarlo, p. ej., fabricar el material de desecho fresco de fibrocemento curado, siendo material de desecho de fibrocemento fresco curado por aire y curado por autoclave.

El polvo de fibrocemento curado obtenido al triturar el material de fibrocemento curado según los métodos de la presente invención tiene una distribución de tamaño de partícula como se muestra, por ejemplo, en

las Figuras 1 a 4. Como puede derivarse de las Figuras 1 a 4, la distribución de partículas es similar a la de los materiales de partida frescos estándar para producir fibrocemento, p. ej., partículas cementosas, partículas de sílice molida y/o partículas de cal molida.

En modalidades particulares de los métodos de la presente invención, el material de fibrocemento curado se alimenta a un molino pendular (es decir, para trituración) como partes que tienen un tamaño máximo no mayor que 5 cm, típicamente, como piezas rectangulares con un lado no mayor que 3 cm o incluso no mayor que 2 cm. En el contexto de la presente invención, una parte con un tamaño no mayor que A cm significa que la longitud mayor de la partícula no es mayor que A cm.

En las Figuras 1 a 4 se representan las distribuciones del tamaño de partícula de las lajas de fibrocemento curado molida en comparación con las partículas de cemento (Figuras 1 y 2) y en comparación con las partículas de sílice (Figuras 3 y 4). Las lajas de fibrocemento curado por aire, que pueden obtenerse como Alterna de Eternit NV Bélgica, se tritularon previamente de tal manera que no superan los 2 por 2 cm. La humedad total del material de desecho de fibrocemento curado previamente triturado, en este caso material de fibrocemento curado por aire, fue aproximadamente 5 % - 6 % en peso sobre el peso seco.

El % en peso basado en el peso seco es la diferencia de peso entre el material como las muestras y el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que se obtiene un peso constante.

5 Este material previamente triturado se alimentó a una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el material se trituró a una velocidad de rotación de entre
10 aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para compensar la humedad del material previamente triturado, se alimentó de aire caliente (a una temperatura entre aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir
15 instantáneamente la humedad del material previamente triturado y el polvo de fibrocemento molida obtenida.

A medida que se obtuvo el material de fibrocemento curado triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida
20 mediante difracción de rayo láser sobre el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no lanosa o
25 esponjosa), una densidad aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m³ y aproximadamente 1300 kg/m³) y

una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de fibrocemento fresco.

Ejemplo 2: Producción de lajas de fibrocemento curado por
5 aire que comprenden de 5M% a 10M% de polvo de fibrocemento
triturado curado por aire como se produce de acuerdo con
los métodos de la invención

El polvo de fibrocemento, obtenido como se
10 describe en el Ejemplo 1, se usó para producir lajas de
fibrocemento fresco, es decir, productos curados por aire
de fibrocemento fresco.

Para la producción de lajas de fibrocemento,
típicamente se usa la siguiente formulación de una
15 suspensión acuosa de fibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 20 - 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 5 muestras de suspensión de prueba (ver Tabla 1 a continuación: muestras 2 a 6), en donde al menos parte o toda la carga carbonácea o al menos parte del cemento o parte de la carga carbonácea y el cemento se reemplazó por el polvo de fibrocemento curado triturado, según se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 1. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver Tabla 1 a continuación: muestras 1 y 7), que no contienen ningún polvo residual triturado

Como tal, se obtuvieron las siguientes 7 formulaciones de suspensión de cemento:

	1	2	3	4	5	6	7
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	10,0	5,0	-	15,0	10,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	77,3	77,3	72,3	72,3	77,3
Desechos de FC	-	5,0	10,0	15,0	5,0	10,0	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 1 - M% de formulaciones de fibrocemento de las muestras 1 a 7 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de

CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de fibrocemento como se presentan en la Tabla 1 se usaron para proporcionar hojas verdes de fibrocemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek.

La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

Las densidades de referencia de la muestra 1 y muestras de prueba 3 y 4 (de las cuales las formulaciones se proporcionan en la Tabla 1) se midieron, ambas de muestras prensadas y no prensadas (ver Tabla 2).

	Muestra de referencia 1		Muestra de prueba 3		Muestra de prueba 4	
	No prensadas	Prensadas	No prensadas	Prensadas	No prensadas	Prensadas
Densidad	1,50	1,80	1,48	1,78	1,465	1,77

Tabla 2 - Densidades (g/cm³) de las muestras 1, 3 y 4, no prensadas y prensadas

Como puede observarse en la Tabla 2 anterior, la densidad de los productos de fibrocemento que

contienen desechos se reduce en comparación con la referencia que no contiene desechos, tanto en el caso de muestras no prensadas como prensadas.

Posteriormente, las láminas curadas por aire se
5 cortaron en las dimensiones apropiadas y se recubrieron para proporcionar láminas de fibrocemento curado por aire.

Después de 29 días, las láminas curadas por aire formadas se analizaron para determinar sus características fisicomecánicas, es decir, el módulo de
10 ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}^2$). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

Además, se determinó la absorción de agua, medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en
15 condiciones de secado por aire y saturación en agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y
20 presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona.
25 Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La

absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en Figuras 6 y 7.

5 Como puede derivarse de los gráficos en las Figuras 6 y 7, que representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 5 diferentes muestras de prueba (2, 3, 4, 5, 6 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1) y
10 las dos muestras de referencia (1 y 7 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 1), puede concluirse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o el módulo de ruptura (MOR/d^2) es mayor en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia.
15 Esto significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de fibrocemento triturado en cantidades de entre 5 M% y 15 M%, como se produce de acuerdo con los métodos de la presente invención, tienen una mayor resistencia que las muestras de referencia que no
20 contienen ningún polvo de desecho.

Además, basado en los resultados de las pruebas de Karsten (datos no mostrados), se puede concluir que agregar el polvo de desecho de fibrocemento de acuerdo con la invención en reemplazo del cemento o material de relleno
25 no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación

con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede concluirse que los productos de fibrocemento que comprenden de 5 M% a 15 M% del polvo de desecho de fibrocemento triturado como los producidos por los métodos de la presente invención realizan al menos comparables y en si mayoría incluso mejor que los productos de fibrocemento de referencia que no comprenden ningún polvo de desecho triturado.

Ejemplo 3: Producción de lájas de fibrocemento curado por aire que comprenden de 15M% a 40M% de polvo de fibrocemento triturado curado por aire como se produce de acuerdo con los métodos de la invención

El polvo de fibrocemento, obtenido como se describe en el Ejemplo 1, se usó para producir lájas de fibrocemento fresco, es decir, productos curados por aire de fibrocemento fresco.

Para la producción de lájas de fibrocemento, típicamente se usa la siguiente formulación de una suspensión acuosa de fibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland

- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión de prueba (ver Tabla 3 a continuación: muestras 9 a 14), en donde por lo menos parte o todos los rellenos de carbonácea o al menos parte del cemento, o parte de los rellenos de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de fibrocemento curado triturado, como se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 1. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver Tabla 2 a continuación: muestras 8 y 15) que no contienen ningún polvo de desecho triturado.

Como tal, se obtuvieron las siguientes formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

	8	9	10	11	12	13	14	15
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	72,3	67,3	62,3	57,3	52,3	77,3
Desechos de FC	0,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	0,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 3 - M% de formulaciones de fibrocemento de las

muestras 8 a 15 (PVA: fibra de alcohol polivinílico Kuraray

A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo

condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de

5 CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR
SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de fibrocemento como se presentan en la Tabla 2 se usaron para proporcionar hojas verdes de fibrocemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

Posteriormente, las láminas curadas por aire se cortaron en las dimensiones apropiadas y se recubrieron para proporcionar láminas de fibrocemento curado por aire.

Después de 7 días y después de 29 días, las láminas formadas curadas por aire se analizaron para determinar sus características físico-mecánicas, es decir, módulo de ruptura (MOR).

5 El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del
10 grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La
15 densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua,
20 medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene
25 por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 8 a 13.

Como puede derivarse de los gráficos en las Figuras 8 y 9, que representan la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (9, 10, 11, 12, 13 y 14 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3) y las dos muestras de referencia (8 y 15 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 3), puede concluirse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o el módulo de ruptura (MOR/d^2) es al menos comparable y en algunos casos incluso más altos en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia. Esto significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de fibrocemento triturado en cantidades de entre el 15 M% y 40 M% como se producen según los métodos de la presente invención tienen al menos una resistencia

comparable con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho.

Además, como se ilustra en las Figuras 10 y 11, la densidad de las muestras de prueba 9 a 14, donde parte o la totalidad del relleno y/o parte del cemento se reemplazó por el polvo de fibrocemento triturado de la invención, fue significativamente menor en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de fibrocemento triturado en remplazo del relleno y/o cemento. Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en la Figuras 12 y 13, puede concluirse que agregar el polvo de desecho de fibrocemento curado por aire en cantidades de 15 M% en remplazo de cemento o material de relleno no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado. Añadir el polvo de desecho de fibrocemento curado por autoclave en cantidades mayores de, por ejemplo, 30 M% o 40 M% en remplazo de cemento o material de relleno, resulta, sin

embargo, un aumento de la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado. Los resultados se observaron tanto en muestras
5 no prensadas (Figura 12) como prensadas (Figura 13).

Por lo tanto, a partir de lo anterior, se puede concluir que los productos de fibrocemento que comprenden de 15 M% a 40 M% de polvo de desechos de fibrocemento triturado y curado por aire, producidos por los métodos
10 de la presente invención tienen un desempeño al menos comparable y en su mayoría, mejor que el de la referencia de productos de fibrocemento que no contengan ningún polvo de desecho triturado.

15 Ejemplo 4: Producción de polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave como se produce con un molino pendular de acuerdo con los métodos de la invención

Los productos de fibrocemento curado por autoclave, que se obtienen como Cedral y Tectiva desde Eternit NV Bélgica, se aplastaron previamente a tal manera que no superaban los 2 por 2 cm. La humedad total del material de desecho de fibrocemento curado previamente triturado, en este caso de material de
20 fibrocemento curado por aire, fue de aproximadamente 5 %-
25 6 % en peso basado en el peso seco.

El % en peso basado en el peso seco es la diferencia de peso entre el material como las muestras y el material seco en un horno ventilado a 105 °C hasta que se obtiene un peso constante.

5 Este material previamente triturado se alimentó a una velocidad de flujo de aproximadamente 350 kg/hr a aproximadamente 800 kg/hr a un molino de rodillos de tipo molino pendular del Grupo Poittemill (FR), en el cual el material se trituró a una velocidad de rotación de entre
10 aproximadamente 100 y aproximadamente 400 tr/min. Para compensar la humedad del material previamente triturado, se alimentó de aire caliente (a una temperatura entre aproximadamente 20 °C y aproximadamente 100 °C) junto con el material previamente triturado, para suprimir
15 instantáneamente la humedad del material previamente triturado y el polvo de fibrocemento molida obtenida.

A medida que se obtuvo el material de fibrocemento curado triturado, de la cual se obtuvo la curva de distribución del tamaño de partícula, medida
20 mediante difracción de rayo láser sobre el material dispersado seco a 3 bar por medio del aparato Malvern mastersizer 2000.

Este polvo de fibrocemento obtenido por medio de molienda pendular tuvo una buena consistencia (no
25 lanosa o esponjosa), una densidad aparente adecuada (entre aproximadamente 1000 kg/m³ y aproximadamente

1300 kg/m³) y una buena distribución de partículas, para usarse en la producción de productos de fibrocemento fresco. Sin estar atados a ninguna hipótesis o teoría, los presentes inventores creen que la molienda pendular, tal como se usa en los métodos de acuerdo con la presente invención proporciona un nuevo y mejorado polvo de desecho de fibrocemento triturado porque con esta técnica los desechos de fibrocemento son aplastados o aplanados como opuestas a otras técnicas de molienda, que típicamente se muelen mediante trituración o molienda.

Ejemplo 5: Producción de lájas de fibrocemento curado por aire que comprenden de 5 M% a 15 M% del polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave como se produce de acuerdo con los métodos de la invención

Los polvos de desechos de fibrocemento curado por autoclave derivados de productos de Cedral y productos de fibrocemento de Tectiva, obtenidos como se describe en el Ejemplo 4, se usaron para producir lájas de fibrocemento fresco, es decir, productos frescos curados por aire de fibrocemento.

Para la producción de lájas de fibrocemento, típicamente se usa la siguiente formulación de una suspensión acuosa de fibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 5 - 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

10 M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión de prueba (ver la Tabla 4 a continuación: muestras 17, 18, 15 20, 21, 22 y 23), en donde al menos parte o todo el relleno de carbonácea, o al menos parte del cemento, o parte de ambos el relleno de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de fibrocemento curado por autoclave triturado como se obtuvo usando el método de trituración explicado en 20 el Ejemplo 4. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver la Tabla 4 a continuación: muestras 16 y 19), que no contenían ningún polvo de desecho triturado curado en autoclave.

Como tal, se obtuvieron las siguientes 25 formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

	16	17	18	19	20	21	22	23
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Cemento	77,3	77,3	77,3	77,3	72,3	72,3	67,3	67,3
Desechos de fibrocemento Cedral	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	0,0	10,0	0,0
Desechos de fibrocemento Tectiva	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	0,0	10,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 4 - M% de formulaciones de fibrocemento de las

muestras 16 a 23 (PVA: fibra de alcohol polivinílico

Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo

condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de

5 CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR

SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de fibrocemento como se presentan en la Tabla 4 se usaron para proporcionar hojas verdes de fibrocemento en un estado de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en condiciones ambiente.

Las láminas curadas por aire formadas se analizaron para determinar sus características fisicoquímicas, es decir, módulo de ruptura (MOR). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas. Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua, medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la

muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La
5 absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 14 a 16.

10 Como puede derivarse del gráfico en la Figura 14, que representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (17, 18, 20, 21, 22 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), y las dos muestras
15 de referencia (16 y 19 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 4), puede observarse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o módulo de ruptura (MOR/d^2) en las muestras de prueba no es significativamente diferente a la MOR/d^2 de las muestras de
20 referencia. Esto significa que las muestras que comprenden el polvo de desecho de fibrocemento en cantidades de entre 5 M% y 15 M% como se producen de acuerdo con los métodos de la presente invención tienen una resistencia mecánica comparable con respecto a las muestras de referencia que no
25 contienen cualquier polvo de desecho.

Además, como se ilustra en la Figura 15, la densidad de las muestras de prueba 17, 18, 20, 21, 22 y 23, donde se reemplazó parte o todo el relleno y/o parte del cemento por el polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave de la invención, fue significativamente menor en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de fibrocemento triturado en remplazo del relleno y/o cemento. Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en la Figura 16, puede concluirse que agregar el polvo de desecho de fibrocemento curado por autoclave en cantidades de 5 M% a 10 M%, en remplazo de cemento o material de relleno, no tiene un efecto significativamente relevante en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede concluirse que los productos de fibrocemento que comprenden de 5 M% a 15 M% del polvo de desechos de

fibrocemento triturado curado por autoclave, como se produce por los métodos de la presente invención, tienen un rendimiento significativo mejor que los productos de fibrocemento de referencia que no comprenden ningún polvo de desecho triturado. De hecho, la resistencia mecánica y la absorción de agua de los productos de fibrocemento curado por aire que contienen polvo de desecho triturado no cambian en comparación con los productos de fibrocemento curado por aire, mientras que la densidad disminuye significativamente en los productos que contienen desechos en comparación con aquellos que no contienen desechos.

Ejemplo 6: Producción de lájas de fibrocemento curado por aire que comprenden de 20 M% a 40 M% del polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave como se produce de acuerdo con los métodos de la invención

Los polvos de desechos de fibrocemento curado por autoclave derivados de productos de Cedral y productos de fibrocemento de Tectiva, obtenidos como se describe en el Ejemplo 4, se usaron para producir lájas de fibrocemento fresco, es decir, productos frescos curados por aire de fibrocemento.

Para la producción de láminas de fibrocemento, típicamente se usa la siguiente formulación de una suspensión acuosa de fibrocemento:

- 73 a 80 M% de cemento, tal como el cemento Portland
- 3 a 4 M% de fibras celulósicas (tales como pulpa Kraft de madera blanda sin blanquear)
- 1,5 a 1,9 M% de fibras de alcohol polivinílico
- 10 a 18 M% de carga carbonácea (típicamente piedra caliza)
- y opcionalmente, una cantidad menor de otros aditivos.

M% se refiere a la masa del componente sobre la masa total de todos los componentes, excepto agua libre, es decir, la materia seca.

Se produjo una serie de 6 muestras de suspensión de prueba (ver Tabla 5 a continuación: muestras 25 a 30), en donde al menos parte o todo el relleno de carbonácea o al menos parte del cemento, o parte de ambos el relleno de carbonácea y el cemento, se reemplazó por el polvo de fibrocemento curado por autoclave triturado como se obtuvo usando el método de trituración explicado en el Ejemplo 4. Además, se produjeron 2 muestras de suspensión de referencia (ver la Tabla 5 a continuación: muestras 24 y 31), que no

contenían ningún polvo de desecho triturado curado en autoclave.

Como tal, se obtuvieron las siguientes formulaciones de suspensión de cemento de 8 fibras:

5

	24	25	26	27	28	29	30	31
PVA	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Celulosa	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Sílice de humo condensada	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Relleno de CaCO ₃	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
Cemento	77,3	72,3	62,3	52,3	72,3	62,3	52,3	77,3
Desechos de fibrocemento Cedral	0,0	20,0	30,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desechos de fibrocemento Tectiva	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	30,0	40,0	0,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 5 - M% de formulaciones de fibrocemento de las

muestras 24 a 31 (PVA: fibra de alcohol polivinílico

Kuraray A8; celulosa: Solombala UKP 60°SR; sílice de humo

condensada: EMSAC 500S Elkem materiales Ltd.; relleno de

10 CaCO₃: Calcitec 2001S, Carmeuse SA; Cement: CEMI 42,5N, CBR
SA, Lixhe)

Las formulaciones de suspensión de fibrocemento como se presentan en la Tabla 5 se usaron para proporcionar láminas verdes de fibrocemento en un estado
15 de la máquina de producción de Hatschek. La mitad de las hojas verdes se prensaron a 230 kg/cm² y se curaron por aire, sometiéndolas a un curado a 60 °C durante 8 horas,

y posteriormente se curaron en condiciones ambiente. La otra mitad de las hojas verdes se dejaron sin prensar y se curaron por aire, sometiénolas a un curado a 60 °C durante 8 horas, y posteriormente se curaron en
5 condiciones ambiente.

Las láminas curadas por aire formadas se analizaron para determinar sus características físico-mecánicas, es decir, módulo de ruptura (MOR). El módulo de ruptura (MOR; expresado en $\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}.\text{s}^2$) se midió usando
10 un aparato UTS/INSTRON (tipo 3345; cel=5000 N).

La densidad de las muestras se midió primero saturando las muestras durante 72 horas en agua del grifo. El peso de muestras se determinó posteriormente tanto en condiciones saturadas y sumergidas.
15 Posteriormente, las muestras se colocaron a secar durante 48 horas a aproximadamente 105 °C. Para cada una de las muestras secas, se determinó nuevamente el peso. La densidad (X) para cada muestra se calculó dividiendo el peso seco (C) por la diferencia entre el peso sumergido
20 (B) y el peso saturado (A), de acuerdo con la siguiente fórmula: $X=C/(A-B)$.

Finalmente, se determinó la absorción de agua, medida por una prueba de Karsten. La prueba se realizó tanto en condiciones de secado por aire y saturación en
25 agua (la condición de secado por aire se obtiene al acondicionar las muestras en un horno ventilado a 40 °C

durante 3 días; la condición saturación en agua se obtiene por inmersión de las muestras en agua del grifo a temperatura ambiente y presión atmosférica durante 3 días).

Para cada una de las muestras secadas por aire y saturadas en agua, se determinó el espesor de la muestra. Posteriormente, se fijó un tubo de Karsten en una región central de cada muestra usando silicona. Después de 24 horas, el tubo de Karsten se llenó con agua desmineralizada y se cerró para evitar la evaporación. La absorción de agua (es decir, el volumen de agua absorbida del tubo de Karsten por la muestra) se determinó después de 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32 y 48 horas.

Los resultados se presentan en las Figuras 17 a 20.

Como puede derivarse del gráfico en la Figura 17, que representa la resistencia a la flexión normalizada por densidad (módulo de ruptura; MOR) de las 6 muestras de prueba diferentes (17 a 22 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5) y las dos muestras de referencia (16 y 23 de las cuales la formulación se presenta en la Tabla 5), puede concluirse que la resistencia a la flexión normalizada por densidad o módulo de ruptura (MOR/d^2) es mayor en las muestras de prueba en comparación con las muestras de referencia, especialmente cuando se prensan las muestras. Esto significa que las muestras comprenden polvo de desecho de fibrocemento triturado en cantidades

de entre 20 M% y 40 M% como se producen de acuerdo a los métodos de la presente invención tienen una mayor resistencia con muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho. Los mejores resultados se
5 obtuvieron cuando se presionan las muestras.

Además, como se ilustra en la Figura 18, la densidad de las muestras de prueba 17 a 22, donde parte o todo el relleno y/o parte del cemento fue reemplazada por el polvo de fibrocemento triturado curado por autoclave
10 de la invención, fue significativamente menor en comparación con las muestras de referencia 16 y 23, que no contienen ningún polvo de desecho. De hecho, la densidad disminuye gradualmente cuando se agrega más polvo de fibrocemento triturado en remplazo del relleno
15 y/o cemento. Este efecto se observó en muestras prensadas y no prensadas cuando se compararon respectivamente con las muestras de referencia prensadas y no prensadas. Este es un hallazgo muy importante desde una densidad inferior que es directamente unido con una inferior masa de los
20 productos resultantes, que facilita enormemente el manejo, funcionabilidad e instalación de los productos para los usuarios finales.

Finalmente, sobre la base de los resultados de las pruebas de Karsten presentados en las Figuras 19 y 20,
25 puede concluirse que agregar el polvo de desecho de fibrocemento curado por autoclave en cantidades de 20 M% en

reemplazo de cemento o material de relleno no tiene un efecto en la absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado. Los mejores resultados
5 se obtienen cuando se presionan las muestras.

Añadir el polvo de desecho de fibrocemento curado por autoclave en cantidades mayores de, por ejemplo, 30 M% o 40 M% en reemplazo de cemento o material de relleno, sin embargo, produce un aumento en la
10 absorción de agua en comparación con las muestras de referencia que no contienen ningún polvo de desecho de fibrocemento triturado.

Por lo tanto, a partir de lo anterior, puede concluirse que los productos de fibrocemento comprenden de
15 15 M% a 40 M% de polvo de desecho de fibrocemento triturado como los producidos por el métodos de la presente invención que comprenden la etapa de prensado antes de la etapa de curado, tienen un rendimiento comparable a los productos de fibrocemento que no
20 comprenden ningún polvo de desechos triturados y tienen un rendimiento significativamente mejor que los productos de fibrocemento sin prensar que contienen las mismas cantidades de desechos triturados.

A partir de las imágenes de los productos curados
25 por aire fabricados como se describe en los presentes ejemplos, se puede observar que estos productos contienen

desechos de cemento curado por autoclave. De hecho, solo el material curado en autoclave contiene, típicamente, partículas de cuarzo blancas, cuyas partículas de cuarzo también están presentes en los productos curados por aire
5 reciclados producidos de acuerdo con los métodos de la invención (ver la Figura 20), pero que no están presentes en productos frescos curados por aire (ver la Figura 21).

Debe entenderse que aunque se han analizado modalidades y/o materiales preferidos para proporcionar
10 modalidades de acuerdo con la presente invención, pueden realizarse varias modificaciones o cambios sin desviarse del alcance y espíritu de esta invención.

REIVINDICACIONES MODIFICADAS CON CAMBIOS MARCADOS

1. Un método para la producción de productos de fibrocemento curados al aire~~productos de cemento de fibra curada por aire~~, que comprende al menos las etapas de:

- (a) proporcionar polvo de fibrocemento ~~de fibra curada~~o al triturar material de desecho de fibrocemento curado~~cemento de fibra curada~~;
- (b) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento~~de fibra~~ que comprende agua, 73 a 80 M% de aglutinante cementoso, 3 a 4 M% de fibras naturales o sintéticas y entre 5 M% y 40 M% del polvo de fibrocemento ~~de fibra curada~~o; en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición.
- (c) proporcionar fabricar una hoja de fibrocemento ~~de fibra~~-verde, ~~donde dicha hoja de cemento de fibra verde sea partir de dicha suspensión acuosa de fibrocemento~~;
- (d) prensar dicha hoja de fibrocemento verde con una presión de entre 180 kg/cm² y ~~aproximadamente~~ 250 kg/cm²; y
- (e) curar por aire la hoja de fibrocemento ~~de fibra~~-verde prensada, sometiendo dicha hoja de cemento~~sometiéndolas~~ a un curado bajo~~a~~ condiciones de ambiente de 2 ~~a~~ 4 semanas, proporcionando de esta manera un producto de fibrocemento ~~de fibra curada~~o por aire.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el polvo de fibrocemento curado tiene una distribución de tamaño de partícula que corresponde a una distribución de tamaño de partícula de al menos uno de aglutinante cementoso, una fuente silíceo y un material de relleno, en la medida en que se utilice.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el triturado se realiza en estado seco entre el 5% y el 10% de contenido de agua.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el triturado comprende aplastar o aplanar el material de desecho de fibrocemento.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado utilizando un molino de péndulo.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (b) de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento ~~de fibra~~ comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento ~~de fibra~~ curadoa, de manera que el polvo de fibrocemento ~~de fibra~~ curadoa esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento ~~de fibra~~ en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de la suspensión, en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la suspensión acuosa de fibrocemento comprende además piedra caliza molida, que está presente en una cantidad que disminuye con el aumento de la cantidad de polvo de fibrocemento curado.

~~2.— El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el prensado de la hoja de cemento de fibra verde comprende comprimir la hoja de cemento de fibra verde durante un periodo de tiempo de entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 15 minutos.~~

~~3.— El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el prensado de la hoja de cemento de fibra verde comprende comprimir la hoja de cemento de fibra verde por medio de al menos una o más prensas mecánicas.~~

~~4.— El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el prensado de la hoja de cemento de fibra verde comprende comprimir la hoja de cemento de fibra verde por medio de al menos una o más prensas de cargas superpuestas.~~

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha etapa (b) de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad entre el 15 M% y el 40 M%, y preferiblemente entre el 20 M% y el 40 M%; la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca de la composición.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado en autoclave.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el método es para la producción de productos de fibrocemento curados al aire con una densidad en el intervalo de 1,5 a 1,8 kg/dm³.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento ~~de fibra~~ curadoa comprende triturar un producto de fibrocemento ~~de fibra~~ curadoa por aire.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento ~~de fibra curada~~oa comprende triturar un producto de fibrocemento ~~de fibra curada~~oa por autoclave.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el polvo de fibrocemento curado tiene una densidad entre 1000 y 1300 kg/m³.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de desecho de fibrocemento curado se proporciona en partes que tienen un tamaño máximo de no más de 5 cm mediante pre-triturado.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la hoja de fibrocemento verde se fabrica en un proceso de Hatschek.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde material de desecho de fibrocemento curado es al menos uno de entre desechos de demolición, desechos de producción de una planta de producción de fibrocemento, desechos de obras de construcción y productos de fibrocemento rechazados.

~~5.— El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) de proporcionar polvo de cemento de fibra curada comprende triturar un producto de cemento de fibra curada mediante el uso de un molino pendular.~~

~~6.— Un producto de cemento de fibra curada por aire obtenido mediante el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.~~

~~7.— El producto de cemento de fibra curada por aire de acuerdo con la reivindicación 9, que es una hoja de cemento de fibra corrugada.~~

REIVINDICACIONES MODIFICADAS EN LIMPIO

1. Un método para la producción de productos de fibrocemento curados al aire, que comprende al menos las etapas de:

- (a) proporcionar polvo de fibrocemento curado al triturar material de desecho de fibrocemento curado;
- (b) proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento que comprende agua, 73 a 80 M% de aglutinante cementoso, 3 a 4 M% de fibras naturales o sintéticas y entre 5 M% y 40 M% del polvo de fibrocemento curado; en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición;
- (c) fabricar una hoja de fibrocemento verde, a partir de dicha suspensión acuosa de fibrocemento;
- (d) prensar dicha hoja de fibrocemento verde con una presión de entre 180 kg/cm^2 y 250 kg/cm^2 ; y
- (e) curar por aire la hoja de fibrocemento verde prensada, sometiendo dicha hoja de cemento a un curado bajo condiciones de ambiente de 2 a 4 semanas, proporcionando de esta manera un producto de fibrocemento curado por aire.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el polvo de fibrocemento curado tiene una distribución de tamaño de partícula que corresponde a una distribución de tamaño de partícula de al menos uno de aglutinante cementoso, una fuente silíceo y un material de relleno, en la medida en que se utilice.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el triturado se realiza en estado seco entre el 5% y el 10% de contenido de agua.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el triturado comprende aplastar o aplanar el material de desecho de fibrocemento.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado utilizando un molino de péndulo.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (b) de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad de entre aproximadamente 5 M% y aproximadamente 15 M% de la base seca de la suspensión, en donde la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca total de la composición.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la suspensión acuosa de fibrocemento comprende además piedra caliza molida, que está presente en una cantidad que disminuye con el aumento de la cantidad de polvo de fibrocemento curado.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha etapa (b) de proporcionar una suspensión acuosa de fibrocemento comprende mezclar al menos agua, aglutinante cementoso, fibras naturales o sintéticas y el polvo de fibrocemento curado, de manera que el polvo de fibrocemento curado esté presente en la suspensión acuosa de fibrocemento en una cantidad entre el 15 M% y el 40 M%, y preferiblemente entre el 20 M% y el 40 M%; la unidad M% se refiere al porcentaje de masa del componente sobre la masa seca de la composición.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado en autoclave.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el método es para la producción de productos de fibrocemento curados al aire con una densidad en el intervalo de 1,5 a 1,8 kg/dm³.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado por aire.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) de proporcionar polvo de fibrocemento curado comprende triturar un producto de fibrocemento curado por autoclave.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el polvo de fibrocemento curado tiene una densidad entre 1000 y 1300 kg/m³.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material de desecho de fibrocemento curado se proporciona en partes que tienen un tamaño máximo de no más de 5 cm mediante pre-triturado.
15. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la hoja de fibrocemento verde se fabrica en un proceso de Hatschek.
16. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde material de desecho de fibrocemento curado es al menos uno de entre desechos de demolición, desechos de producción de una planta de producción de fibrocemento, desechos de obras de construcción y productos de fibrocemento rechazados.



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2019/0002235

Recibo: 21-126450

Fecha: 17/12/2021

HELENA CAMARGO WILLIAMSON

CC: 35.455.268

Pago PSE No: 616991

CUS: 1249855482

Patente PCT

MÉTODOS PARA PRODUCIR PRODUCTOS DE CEMENTO DE FIBRA CURADA POR AIRE

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 169,680	\$ 169,680
2	50005-01-02	Pago unitario reivindicacion adicional patente de invencion (A partir de de undí½cima reivindicacion) (DESCUENTO INTERNET)	2	\$ 42,670	\$ 85,340
TOTAL					\$ 255,020