

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 659**

51 Int. Cl.:

D21B 1/00 (2006.01)

D21C 5/00 (2006.01)

D21C 5/02 (2006.01)

D21H 27/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2011** **E 11727777 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015** **EP 2569480**

54 Título: **Proceso de reciclaje de residuo de papel, producto obtenido a partir del mismo y sus usos**

30 Prioridad:

14.05.2010 EP 10382123

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.05.2015

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
(100.0%)**

**C/ Jordi Girona 31
08034 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

CALAFELL MONFORT, MARGARITA

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 536 659 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso de reciclaje de residuo de papel, producto obtenido a partir del mismo y sus usos

5 Campo de la invención

La presente invención describe un procedimiento para reciclar residuo de papel originado a partir de papel de alta calidad. La presente invención también describe los productos obtenibles por dicho proceso y los distintos usos de dichos productos.

10

Estado de la técnica

Hoy en día y debido a la creciente recogida selectiva de papel y cartón, el problema para los residuos de papel está siendo importante en ciudades y zonas industrializadas. Aunque en nuestros días una gran cantidad de este residuo de papel se recicla, muchos de estos residuos de papel vuelven al ciclo de, papel o cartón, pero una parte significativa de estos residuos de papel incluyen importantes cantidades de aditivos, tintas, pegamentos, resinas con resistencia a la humedad, etc, y hacen que el proceso de reciclaje sea muy caro y en muchos casos no sea sostenible desde el punto de vista medioambiental. Este tipo de sobrante o residuo debe enviarse a un vertedero, convirtiéndose entonces en un problema para el medio ambiente y la economía de una empresa.

20

Este problema se encuentra fundamentalmente en las empresas de impresión y diseño gráfico, ya que tratan de evitar la generación de residuos o subproductos, tanto por razones medioambientales como económicas. En general, existe una tendencia a reducir el volumen de papel enviado a vertedero y/o incineradora. Debido a estas razones, el reciclaje de papel y cartón se ha promovido públicamente. Al recuperar y reciclar el papel ya utilizado la vida útil de la celulosa puede extenderse y se evita el consumo de fibra virgen. Las empresas de impresión y diseño gráfico utilizan una gama diferente de papeles y tintas. Algunos de los subproductos o residuos ya tienen un tratamiento conocido y su reciclaje es una parte del proceso normal en el ciclo de vida del producto en esta industria.

25

Sin embargo, existe cierto papel que no está incluido en este tratamiento de reciclado conocido. Es el papel de alta calidad con un elevado contenido de aditivos. Un proceso de impresión de alta calidad no puede recuperar el residuo de papel principalmente debido a las tintas y aditivos presentes que hacen que el repulpado y el reciclado sean un proceso muy difícil. Hasta la fecha, todos los residuos generados en la producción de este tipo de papel deben ser tratados como un residuo para un vertedero convirtiéndose así en una fuente de contaminación y una pérdida significativa de materia y energía, además del alto coste que implica.

30

Además, las empresas productoras de papel de impresión y escritura de alta calidad no pueden utilizar papel reciclado, principalmente porque hay una pérdida de calidad en el producto final mediante el uso de pulpas en el proceso de reciclaje.

35

Una estrategia para resolver este problema es mediante la eliminación de aditivos y tintas. Hay muchos documentos que divulgan los procesos de destintado (véase, por ejemplo: US2009165967; US2007158039. Separation of ink particles from waste paper by fine-bubbles. El-Shall H., Moudgil B. M., El-Midany A. KONA (2005) , 23, 122-128; WO 2005124016 A1; US2005098278; WO 2004011717; The role of particle size on the deposition efficiency of ink on plastic spheres. AZZAM Mohammed DO, MOUSA Hasan, AL-MAQRAEI Abduljalil A. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* (2003), 230 (1-3), 207-216; US 2003106654; Coagulation using kerosene for magnetic deinking of waste office paper. Oki Tatsuya, Owada Shuji, Yotsumoto Hiroki, Tanuma Hirokazu, Takeuchi Yuu. *Materials Transactions* (2003), 44 (2), 320-326; WO 2002012618), pero la mayoría de ellos utilizan productos químicos que pueden llegar a producir una contaminación medioambiental más alta. En otros casos, después de eliminar estos aditivos deben añadirse otros productos que llevan a un trabajo costoso en tiempo con un consumo de materia y energía y, en consecuencia, se convierte en un proceso poco rentable.

40

Otro ejemplo es el documento WO 00/15899 que describe un método de destintado y decoloración de un papel impreso, que comprende (a) pulpar el papel impreso para obtener una emulsión de pulpa y (b) diluir la emulsión de pulpa, en el que el colorante se decolora con una o más lacasas en presencia de oxígeno y opcionalmente uno o más mediadores químicos.

45

Tecnología del reciclaje

La tecnología del reciclaje se ha demostrado como eficaz para el papel de periódicos y cartón. Estos productos están hechos de papel que contiene un bajo contenido de agentes de relleno y es fácil llevar a cabo el repulpado. Por lo tanto, para los productos con un alto contenido de agentes de relleno el proceso de repulpado es más difícil.

60

En los métodos actualmente existentes para obtener la pulpa de papel de alta calidad usado, siempre hay una pérdida

en la resistencia de la fibra recuperada, una pérdida en el rendimiento total de fibra y un problema en la eliminación de los aditivos y las tintas del papel. También existe el problema adicional de tener que agregar pasta virgen a la pulpa recuperada para obtener una resistencia aceptable en el producto final. Esto hace el proceso y el producto más caro.

- 5 A veces, se utilizan procesos mecánicos, tales como flotación y floculación, para eliminar aditivos no celulósicos del papel utilizado, tales como resinas, plásticos, polímeros, barnices, recubrimientos, preparaciones pre- y post-tintado u otros productos no celulósicos.

- 10 En general, los aditivos se extraen de las fibras durante la etapa de desfibrilación. El papel utilizado se trata en un pulpador en condiciones alcalinas a 50-60°C a fin de lograr una desfibrilación buena y una pasta pulvable. Un proceso alternativo es llevar a cabo esta operación en condiciones de frío, engrosando la pulpa hasta tener una consistencia superior al 15%, calentando con vapor hasta 60°C y a continuación introduciendo un destintador y un agente blanqueador. La pulpa se deja a continuación 2 ó 3 horas en una torre de maceración con agitación mecánica.

- 15 Un primer problema que se encuentra con este método es que, en el tratamiento térmico, todas las sustancias bajo el punto de fusión permanecen dispersas en la pulpa y no se pueden extraer más, causando así problemas posteriores en la máquina productora de papel que obstruye filtros, rejillas, válvulas y conducciones.

- 20 Un segundo problema encontrado es que estas técnicas de destintado son poco eficientes para las tintas más modernas. Las tintas actuales utilizan resinas con una resistencia a la humedad como portadoras de fijación sobre la fibra y con estos procesos, las tintas no pueden separarse de la superficie del papel e incluso la adhesión a él no se debilita.

- 25 Un tercer problema es que la temperatura del proceso de destintado no se puede aumentar ya que los tratamientos prolongados para una fibra de celulosa en medio alcalino a altas temperaturas hace que la pulpa tenga un color amarillento, especialmente cuando trozos de madera permanecen en el papel.

- 30 Uno de los presentes inventores describió previamente un proceso (ES2241408 B1) para el reciclaje de residuos de papel impreso en huecograbado con tintas resistentes a la humedad. Sin embargo, el mencionado proceso utilizaba un pH muy ácido y existe una gran cantidad de residuos durante el proceso, junto con una drástica reducción de la longitud de la fibra de celulosa, provocando con ello una reducción en la resistencia a la rotura en el material reciclado. El nuevo proceso descrito en la presente invención supera los inconvenientes mencionados y, además, permite obtener un producto con propiedades mejoradas, tales como resistente al fuego, aislamiento térmico y acústico, impermeable al agua, estabilidad dimensional, baja densidad, alta resistencia mecánica, duro como la madera pero capaz de ser moldeado, y reciclable.

Por lo tanto, un primer objeto de la presente invención es un bioproceso optimizado para el reciclaje de residuo de papel originado a partir de papel de alta calidad (papel impreso).

- 40 Un segundo objeto de la presente invención es el producto obtenible a partir del bioproceso de acuerdo con el primer objeto.

- 45 Este material "ecológico" no tiene ningún impacto medioambiental, ni en su producción ni en su uso. Además, le da un valor añadido a las toneladas de residuos de papel y cartón que se acumulan en las grandes ciudades. El material de la presente invención tiene propiedades equivalentes a los materiales no ecológicos que por tanto pueden sustituirse, con la ventaja de ser un material natural. Además, el proceso de producción de material no tiene un impacto negativo porque no genera residuos y todos los componentes de los residuos utilizados son reciclados en el propio proceso.

- 50 Tal como se mencionó anteriormente, el presente producto presenta propiedades mejoradas, tales como resistente al fuego, aislamiento térmico y acústico, características de impermeabilidad al agua, estabilidad dimensional, baja densidad, alta resistencia mecánica, duro como la madera pero capaz de ser moldeado, y reciclable.

- 55 Otro objeto de la presente invención es el uso del producto de acuerdo con el segundo objeto como material de construcción y edificación, material de embalaje ecológico y material eco-decorativo.

Breve descripción de los dibujos

- 60 La figura 1 representa el proceso biotecnológico de la presente invención para el reciclaje de residuo de papel originado a partir de papel de alta calidad:

- (1) alimentación de residuo de papel
- (2) pulpador
- (3) primer recipiente para la dilución

- (4) agitación
- (5) segundo recipiente para la dilución
- (6) filtro de vacío
- (7) proceso de prensado
- 5 (8) calentador de secado
- (9) colector de filtrado de agua
- (10) producto final

La figura 2 muestra las diferentes definiciones de resistencia a la tracción en la curva de tensión-deformación.

- 10 La figura 3 muestra las dimensiones de las muestras de resistencia a la tracción.
- La figura 4 muestra las dimensiones de las muestras de la compresión.
- La figura 5 muestra la fotografía de una muestra de material después de la prueba de fuego.
- La figura 6 muestra las muestras M1 y M2 con presión acústica ponderada normalizada medida a diferentes frecuencias.
- 15 La figura 7 muestra las muestras M3 y M4 con presión acústica ponderada normalizada a frecuencias diferentes.
- La figura 8 muestra los incrementos del coeficiente de sonido α de la muestra en las frecuencias.

Descripción resumida de la invención

- 20 La presente invención se refiere a un bioproceso para el reciclaje de residuo de papel originado a partir de papel de alta calidad que comprende las etapas siguientes:
 - (a) preparación de la pulpa;
 - (b) dilución con agua del material pulpado obtenido en (a)
 - (c) tratamiento enzimático de la pulpa;
 - 25 (d) adición de sales inorgánicas y colas;
 - (e) dilución con agua del material obtenido en (d)
 - (f) filtración por vacío; prensado opcional, y
 - (g) secado
- 30 En particular, dicho papel de alta calidad es papel impreso.

La presente invención se refiere también al producto obtenible mediante el proceso mencionado anteriormente.

La presente invención se refiere además a los diferentes usos del producto, tales como material de construcción y

35 edificación, materiales de embalaje ecológico y materiales eco-decorativos.

Descripción detallada de la invención

- La presente invención se refiere a un proceso para el reciclaje de residuo de papel originado a partir de papel de alta
- 40 calidad que comprende las etapas siguientes:
 - (a) preparación de la pulpa, en la que los residuos de papel se alimentan en un pulpador con agua con una consistencia entre el 15 y el 20%;
 - (b) dilución con agua reciclada del material pulpado obtenido en (a) hasta una consistencia entre el 5 y el 10%;
 - caracterizado porque también comprende las etapas de:**
 - 45 (c) tratamiento enzimático del material pulpado diluido obtenido en (b);
 - (d) adición de una o más sales inorgánicas y una o más colas al material obtenido en el tratamiento (c);
 - (e) dilución con agua del material obtenido en (d), hasta una consistencia entre el 1 y el 3%;
 - (f) filtración del material obtenido en (e) mediante vacío y prensado opcional;
 - (g) secado del material filtrado obtenido en (f);
 - 50 en que existe una retroalimentación de la suspensión de agua residual después de la filtración en la etapa (f) en los recipientes en los que tienen lugar las etapas (b) y (e).

Los términos "residuo" y "sobrante" se utilizan indistintamente en la presente invención cuando se refiere a material inútil o no aprovechable.

- 55 El término "consistencia" hace referencia en la presente invención al porcentaje de materia prima seca (normalmente un residuo) en un disolvente (normalmente agua).

- A menos que se indique lo contrario, el término "residuo de papel" se refiere siempre a residuo de papel originado a
- 60 partir del papel de alta calidad impreso. El "residuo de papel" se entiende estructuralmente en el presente documento como polímeros naturales con base de celulosa, tales como celulosa de papel, algodón, paja, etc.. En una realización más preferida, este residuo de papel presenta cenizas (entre el 15% y el 40%) y fibras de celulosa (entre el 60% y el 85%), que comprenden madera dura de fibra corta (entre el 70% y el 80%) con coníferas de fibra larga (entre el 20%

y el 30%).

Por residuo de papel originado a partir de "papel de alta calidad" se entiende en el presente documento el residuo de papel que no se puede repulpar ni reciclar en la industria del papel y cartón, tal como el papel offset o de huecogrado de alta calidad, papel de revista con alta concentración de resinas impermeabilizantes y tintas resistentes al agua.

Etapas (a)

La etapa (a) del presente proceso se lleva a cabo en el pulpador (2) añadiendo el residuo de papel (1) normalmente en el tamaño de una hoja de papel y con una consistencia entre el 15 y el 20% en agua corriente. Esta etapa (a) puede llevarse a cabo en presencia de enzimas, lo que hace que el proceso sea más rápido y mejore la desfibrilación, a temperatura ambiente o manteniendo la temperatura entre 25 y 40°C. El pH debe mantenerse entre 5 y 9, preferentemente alrededor de 7.

En una realización preferida, dichas enzimas son hidrolasas.

Etapas (b)

En la etapa (b), el material ya pulpado se introduce en un recipiente (3) con agua para la dilución. El 90% de este agua se recicla desde el colector (9) y el 10% es agua corriente a fin de compensar la evaporación, consiguiendo así una consistencia para el material entre el 10 y el 5%.

Etapas (c)

La mezcla obtenida en la etapa (b) se lleva a un recipiente (4) con un mecanismo agitador. Allí, la pulpa se trata con enzimas (entre el 0,05% -1% con respecto a la materia seca -DM-). La temperatura se controla (entre 25-50°C) y el pH se controla (entre 6 y 9) para realizar de manera óptima la reacción enzimática.

En una realización preferida, dichas enzimas son oxidorreductasas y lacasas.

Etapas (d)

Entre media y una hora más tarde, se añaden sales inorgánicas, preferiblemente sales de aluminio y más preferiblemente sulfato de aluminio, y una o más colas naturales que comprenden ácidos de resina naturales, tales como el ácido abiético, o sus ésteres con glicerol o sus sales de sodio o sus sales de amonio cuaternario, en una cantidad entre 1 y 5% con respecto al DM. En esta etapa, el pH se mantiene preferiblemente a pH de 7 y a una temperatura entre 25 y 50°C.

La concentración de las enzimas de la etapa (c), y los aditivos de la etapa (d), determinará la variabilidad en las propiedades mecánicas.

Etapas (e)

La mezcla obtenida en la etapa (d) se introduce a continuación en un segundo recipiente (5) con agua para la dilución, en la que dicho agua es agua reciclada del colector (9). Dicha dilución permite obtener un material con una consistencia entre el 1 y el 3%, preferiblemente aproximadamente del 1%, a un pH 6-9 y una temperatura de 25-40°C.

Etapas (f)

El producto obtenido en (e) se filtra al vacío en un molde (6). El filtrado del agua se recoge en un recipiente (9) y se vuelve a alimentar de nuevo en el proceso, en concreto en los recipientes (3) y (5).

Opcionalmente, el producto sólido obtenido del filtro (6) se prensa en una prensa (7) para obtener un material más compacto.

Etapas (g)

El producto obtenido en la etapa (f) se retira del molde y a continuación se introduce en un calentador de secado con aire forzado (8), durante unos minutos a 150°C. A continuación, se aplica un gradiente decreciente de 1°C/min hasta 80°C y se mantiene durante 60 a 120 minutos (dependiendo de la forma y el diseño del material) para la deshidratación y curado del producto final (10).

La presente invención se refiere también al producto obtenible mediante el proceso de la presente invención.

Dicho producto, que es un material celulósico, se ha caracterizado mediante las siguientes pruebas:

- Permeabilidad al aire
- Absorción de agua (método Cobb₃₀)
- 5 - Absorción de agua por inmersión y deformación
- Higroexpansión
- Aislamiento acústico por impacto
- Aislamiento acústico del ruido aéreo
- Comportamiento ante el fuego
- 10 - Densidad
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- 15 A continuación, se realiza una breve descripción o referencia para cada prueba.

Determinación de la permeabilidad al aire

- La permeabilidad al aire se ha determinado según la norma UNE 57-066-86. El método determina el volumen promedio de aire que atraviesa una unidad de superficie por aumento de la presión y unidad de tiempo. Se expresa en $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Permeabilidad} = \frac{V}{1000 \cdot A \cdot \Delta P \cdot t} \quad (1)$$

en la que:

V: Volumen de aire que atraviesa la superficie durante la prueba (ml)

A: Área superficial de prueba (m^2)

- 30 t: tiempo de prueba (s)

ΔP : Diferencia de presión (Pa)

La prueba ha sido realizada con un aparato Bekk.

Método

Se coloca una muestra de 15x15 mm en el aparato de medición. Con un manómetro, se ajustan 100 ml de aire en la muestra, permitiendo que el aire atraviese la muestra y controle el tiempo requerido.

- 40 El tiempo se expresa como segundos Bekk.

Determinación de la absorción de agua. Método Cobb₃₀

La prueba se lleva a cabo según la norma UNE 54-027-74.

- 45

La absorción de agua se expresa en gramos por metro cuadrado y se calcula de la siguiente manera:

$$C_{30} = 200 \cdot m \quad (2)$$

en la que:

- 50 C_{30} : Índice de Cobb de 30 segundos o la capacidad de absorción de agua por unidad de superficie durante 30 segundos (g/m^2).

m: aumento de peso (g)

El aparato utilizado para las pruebas se describe en la norma UNE 54-027-74.

- 55

Método

Pesar una muestra de prueba. Debe ser menor de 100 gramos con un peso aproximado por debajo de 1 mg.

- 60 Se coloca la muestra con la tela (la superficie en contacto con el papel de filtro) sobre el aparato. Se encierra la muestra y se vierten 70 cm^3 de agua a $20 \pm 1^\circ\text{C}$. A partir de ese momento se controla el tiempo mediante un cronómetro. Después de 20 segundos, se pone boca abajo el aparato para recuperar toda el agua, y extraer la

muestra. Se coloca la muestra entre dos hojas de papel secante y se pasa un rodillo sobre el agujero para eliminar el exceso de agua.

Por último, se pesa la muestra antes de que tenga lugar la evaporación parcial.

5

Determinación de la absorción de agua y aumento del grosor por medio de la inmersión en agua

La prueba se realiza según la norma UNE 57-112-79.

10 **Método**

Se preparan las muestras a analizar a 23°C y 50% de humedad relativa. Se pesa y mide el grosor de la muestra. Se sumergen las muestras en agua destilada en una posición vertical durante 24 ± 15 minutos.

15 Se saca la muestra del agua y se cuelga de un rincón, se deja escurrir durante 2 minutos todo el exceso de agua. Finalmente se pesa y se mide el grosor de la muestra.

La absorción de agua relativa se calcula de la siguiente manera:

20
$$A_r = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (3)$$

en la que:

A_r : absorción de agua relativa (%)

25 m_1 : peso de la muestra acondicionada antes de la inmersión en agua (g)

m_2 : peso de la muestra después de la inmersión en agua (g)

El aumento en el grosor relativo también se calcula de la siguiente manera:

30

$$E_r = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot 100$$

35 (4)

en la que:

E_r : aumento relativo del grosor (%)

t_1 : grosor de la muestra acondicionada antes de la inmersión en agua (mm)

t_2 : grosor de la muestra después de la inmersión en agua (mm)

40

Se ha determinado el aumento/disminución de la longitud que experimenta una muestra cuando cambia la humedad (higroexpansividad). Se expresa en porcentaje. La prueba se lleva a cabo según la norma UNE 57-097-78.

Método

45

Se introducen las muestras en un recipiente a $45 \pm 2\%$ de humedad relativa. Cuando se alcance el equilibrio (al menos 12 horas), se miden el grosor, la anchura y la longitud. A continuación se introduce la muestra en un recipiente a $83 \pm 2\%$ de humedad relativa y se deja que se alcance el equilibrio de nuevo (12 horas). Por último, se toman las mismas mediciones que antes.

50

Los resultados se expresan de la siguiente manera:

55
$$X = 100 \frac{I}{I_0} \quad (5)$$

en la que:

X : Aumento relativo del grosor, anchura, y/o longitud (%)

I : Aumento del grosor, anchura, y/o longitud (mm) en las muestras

60 I_0 : grosor, anchura, y/o longitud de la muestra a 45% de humedad relativa (mm)

Medición de la mejora del aislamiento del ruido por impacto

La prueba de ruido por impacto se lleva a cabo según la norma UNE-74040/8 equivalente a la norma ISO 140-8.

El nivel de presión acústica ponderada (L_{now}), se calcula basándose en la norma UNE 21314/75 equivalente a la norma ISO 717-2.

5

Método

Para evaluar el aislamiento por impacto de un material se utilizan dos salas adyacentes verticales llamadas salas de emisión y recepción.

10

Las dos salas están separadas por una estructura suelo/techo normalizada donde está instalado el panel aislante a prueba. La presión acústica se mide en diferentes áreas de las muestras a analizar:

M_0 : estructura de base

M_1 : parquet sin panel

15 M_2 : parquet con panel

M_3 : parquet sin panel y con carga

M_4 : parquet con panel y con carga

20 El suelo de la sala de emisión es una estructura de área 20 m^2 (M_0) fabricada de hormigón armado de 120 mm de grosor. Esta estructura se encuentra en la parte superior de la sala de recepción. Entre la losa y las paredes hay una capa de neopreno.

25 Las pruebas se llevaron a cabo en parquet con y sin panel, con y sin carga de 30 kg/m^2 (M_1 , M_2 , M_3 , M_4). El parquet estaba formado de 1.264 m^2 de tiras de melamina encoladas. El parquet panelado era del mismo tipo mencionado anteriormente con 90 láminas cuyas dimensiones eran de $12 \times 12 \times 0,7 \text{ cm}$. Las láminas se encolaron con la misma cola que el parquet al hormigón armado. La fuente de ruido de impacto se coloca sobre las muestras (máquina de tipo Bruel 3204 como especifica la norma).

30 En la sala de recepción ($50,48 \text{ m}^3$), se mide la presión del sonido (L_n) por medio de micrófonos. Los 3 micrófonos usados se sitúan a diferentes alturas al azar.

Las condiciones ambientales de la prueba son de 22°C y 65% de humedad relativa.

Las magnitudes y mediciones se definen de la siguiente manera:

35 • El nivel de presión acústica (L_n) en ruido normalizado a cada una de las frecuencias analizadas se define mediante la siguiente expresión:

$$L_n = L_{no} + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad (6)$$

40

en la que:

L_{no} : nivel de presión acústica en cada banda de frecuencia en la sala de recepción (dB).

A: área de absorción equivalente medida en la sala de recepción (m^2).

45 A_0 : Área de la estructura (m^2).

• La definición de la mejora del aislamiento del ruido por impacto (ΔL) en una determinada banda de frecuencias es la siguiente: reducción del nivel de presión del ruido por impacto acústico normalizado resultante después de la panelación de la estructura suelo/techo de las dos salas adyacentes. Se puede resumir de la siguiente manera:

50

$$\Delta L = L_{no} - L_n \quad (7)$$

en la que:

L_{no} : nivel de presión del ruido por impacto normalizado en la sala de recepción sin panelación (dB).

55 L_n : nivel de presión del ruido por impacto normalizado en la sala de recepción con panelación (dB).

La fuente de ruido de impacto se sitúa en 5 posiciones diferentes en la superficie ensayada. Las mediciones del nivel de presión acústica se toman en la sala de recepción. Para cada posición, se toman 3 mediciones del nivel de presión acústica.

60

La medición del tiempo de integración es de 5 segundos para cada lectura. L_{no} y L_n se toman a tiempo real con un analizador de espectro. Se analizan las bandas de frecuencia del espectro entre 100 y 5000 Hz en 1/3 octavas.

El nivel de presión acústica ponderado (L_{now}) se utiliza para obtener un nivel de presión acústica normalizado, que tiene en cuenta el campo acústico con una sensibilidad de frecuencia del oído humano.

La mejora del aislamiento del ruido por impacto ponderado, ΔL_w , es la diferencia entre el nivel de presión acústica ponderada de referencia y el nivel de presión acústica ponderada de la muestra:

$$\Delta L_w = L_{\text{now}} - L_{\text{nw}} \quad (8)$$

en la que:

- 10 L_{now} : nivel de presión acústica ponderada de referencia (dB).
 L_{nw} : nivel de presión acústica ponderada de la muestra (dB).

Medición de la mejora del aislamiento del ruido aéreo

- 15 Se ha determinado la capacidad de aislamiento del ruido aéreo del material mediante dos métodos: el coeficiente teórico del aislamiento del ruido aéreo (R) y el coeficiente experimental de la absorción de sonido (α) determinado por el tubo de Kundt.

Coefficiente de aislamiento de ruido aéreo (R)

- 20 Este coeficiente se calcula teóricamente trabajando sobre los datos obtenidos en la prueba del ruido por impacto.

Según la norma NBE-CA-88 la mejora del ruido aéreo del material se determina de la siguiente manera:

$$L_{\text{nw}} = 135 - R \quad (9)$$

en la que:

- L_{nw} : nivel de presión acústica del impacto ponderada (dB)
 30 R: aislamiento medido del ruido aéreo (dB).

El coeficiente R es una medida que relaciona los niveles de intensidad acústica entre dos espacios separados por el material a estudiar. Las normas de nivel acústico en la construcción y la edificación se basan en este parámetro.

Determinación del coeficiente de absorción de sonido con tubo de Kundt

El coeficiente experimental de absorción acústica (α) se determina según la norma EN-ISO 110534-1.

- 40 La medición se ha realizado según el método de onda estacionaria. Un altavoz emite un sonido dentro de un tubo con dimensiones determinadas. En un extremo tiene un analizador conectado a un micrófono que puede deslizarse por el interior del tubo. La muestra refleja las ondas emitidas por el altavoz dando lugar a ondas estacionarias dentro del tubo. Las ondas estacionarias se pueden capturar con el micrófono. Midiendo los niveles máximo y mínimo de presión acústica, se puede calcular el coeficiente de absorción de la muestra. El coeficiente será específico para la onda incidente en un ángulo de cero grados.

- 45 Las frecuencias del oído humano oscilan entre 20 y 20.000 Hz. Las frecuencias más habituales del medio ambiente están alrededor de 1000 y 5000 Hz. Estos intervalos de frecuencias son los que pueden ser molestos.

Método

- 50 Se coloca una muestra de 9 cm ó 3 cm en un extremo del tubo (en función del tubo de Kundt a utilizar). Se coloca un micrófono en la superficie de la muestra (la señal dB máxima se puede leer en el analizador). A continuación, se desliza a lo largo del tubo hasta que se halla la señal mínima de la onda estacionaria. Con la diferencia entre los niveles máximo y mínimo de presión, se puede obtener el coeficiente de absorción. Se repite este proceso para cada
 55 frecuencia.

Tubo Kundt de alta frecuencia (Aparato Standing Wave tipo 4002, Bruel & Kjaer), 30 mm de diámetro interno y 280 mm de largo. Banda de trabajo a alta frecuencia: entre 800 y 6500 Hz.

- 60 Tubo Kundt de baja frecuencia, 90 mm de diámetro interno y 170 mm de largo. Banda de trabajo a baja frecuencia: entre 90 y 1800 Hz.

Estudio del comportamiento en el fuego

La prueba del comportamiento en el fuego se ha realizado según la norma UNE 23-721-90.

La norma define un método de análisis del comportamiento en el fuego capaz de aplicarse a todos los materiales
5 simples o de construcción o edificación independientemente de su grosor.

La prueba se ha llevado a cabo en una cámara de radiación.

Método

10 Se fabricó una muestra de 400 x 300 mm. Se introdujo en el interior de la cámara de radiación. Se sometió durante 20 minutos a 300°C. Durante este tiempo, se emitieron gases y se produjo llama.

Densidad

15 La densidad es una medida de la masa por unidad de volumen y se determina según la norma EN 323. Cuanto mayor sea la densidad de un objeto, mayor es su masa por unidad de volumen.

$$\rho = m / V \quad (10)$$

20 ρ = Densidad
m = Masa
V = Volumen

$$V = r \cdot d^2 \cdot \pi \quad (11)$$

25 V = Volumen
r = radio
d = grosor

Las muestras fueron abandonadas durante 12 horas a 23°C a una humedad relativa del 50%.

30 A continuación, se midió su peso con una balanza y se calculó el volumen mediante la medición de las dimensiones del material. Se determinó la densidad mediante la medición de la masa total y se dividió por el volumen total.

La densidad del material descrito en el presente documento es inferior a 0,500 g/cm³ cuando el material no está
35 prensado e igual o superior a 0,700 g/cm³, pero inferior a 1, cuando está prensado.

Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción se midió en referencia a la norma ISO 1924-1:1992. En general, la resistencia a la tracción
40 determina la fuerza necesaria para estirar un material hasta el punto de que se rompa. Esto muestra un parámetro muy importante, especialmente en los campos de la ciencia de los materiales o la ingeniería mecánica.

Más específicamente, la resistencia a la tracción de un material es la cantidad máxima de tensión que es posible
aplicar antes de la rotura, por lo que la definición de rotura es variable.

45 Las tres definiciones típicas de resistencia a la tracción son:

- Límite elástico: La tensión que un material puede soportar sin deformación permanente
- Resistencia a la tracción: La tensión máxima que un material puede soportar.
- 50 • Resistencia a la ruptura: La coordenada de tensión en la curva de tensión-deformación en el punto de ruptura

Las diferentes definiciones de resistencia a la tracción se muestran en la figura 2.

La progresión de la curva depende en gran medida del material, debido a su fuerza, fragilidad o elasticidad.

55 La resistencia a la tracción se mide en unidades de fuerza por unidad de superficie; las unidades son Newtons por metro cuadrado (N/m²) o Pascales (Pa). Los valores para representar la curva tensión-deformación se calculan mediante las fórmulas 12 y 13.

60

$$\sigma = \frac{F}{d \cdot b} \quad (12)$$

5

σ = tensión
F = fuerza
d = grosor
10 b = anchura

$$\varepsilon = \frac{D}{l} \quad (13)$$

15

ε = deformación
D = desplazamiento
l = longitud inicial

20

Para analizar la resistencia a la tracción del material, se utilizan discos con un diámetro de 18 cm. Siguiendo las normas, se cortaron seis muestras de estos discos para llevar a cabo la medición, de modo que el valor resultante representa el promedio de seis pruebas individuales.

25 Las dimensiones de las muestras se muestran en la figura 3.

Las muestras se sujetan con una distancia de las abrazaderas de exactamente 63 mm. La velocidad de medición es 1 mm/min.

30 Las pruebas se llevaron a cabo en una máquina de ensayo de tracción de la marca ADAMEL LOMARGHI.

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir fuerzas de empuje dirigidas axialmente. Cuando se alcanza el límite de resistencia a la compresión, los materiales normalmente se aplastan.

35

Para determinar la resistencia a la compresión, se aplica una tensión de compresión sobre el material, lo cual conduce a su compactación o disminución de volumen. La carga de un elemento estructural o una muestra aumentará la tensión de compresión hasta llegar a la resistencia a la compresión.

40

La tensión de compresión tiene unidades de tensión (fuerza por unidad de área).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (14)$$

45

σ = tensión
F = fuerza
A = superficie

50

$$\varepsilon = \frac{D}{d} \quad (15)$$

ε = deformación
D = desplazamiento
55 d = grosor

Para medir la resistencia a la compresión, se produjeron muestras con un diámetro de aproximadamente 9 cm y un grosor de aproximadamente 1 - 1,3 cm.

60 La carga máxima del probador alcanzó los 8000 N, en consecuencia el área superficial de las muestras se redujo hasta 400 mm² (figura 4) para obtener resultados valiosos.

El límite de desplazamiento del probador muestra 4 mm, por lo tanto no se pudieron obtener valores máximos durante

la medición. Las muestras se compararon por la cantidad de deformación para una cierta carga de compresión. Las pruebas se realizaron con una velocidad de 2,5 mm/min.

Como con la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión tiene que determinarse mediante los datos proporcionados por el probador (máquina de pruebas de tracción ADAMEL LOMARGHI).

Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión, también conocida como módulo de ruptura o tensión a la fractura: este parámetro mecánico se midió en referencia a la norma ISO 178-2001 y se define como la capacidad del material para resistir la deformación bajo una carga.

Esta prueba empleaba una barra que presenta una sección transversal rectangular que se dobla hasta la fractura utilizando una técnica de análisis de la flexión de tres puntos. La resistencia a la flexión representa la mayor tensión experimentada en el material en su momento de ruptura. Se mide en términos de tensión con el símbolo σ

Cálculo de la tensión de flexión σ_f

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

En esta fórmula se utilizan los siguientes parámetros:

- σ_f = tensión en las fibras externas en el punto medio (MPa)
- P = carga en un punto determinado en la curva de carga-deflexión (N)
- L = Envergadura del soporte (mm)
- b = Anchura de la barra de prueba (mm)
- d = Profundidad de la barra de prueba (mm).

La resistencia a la flexión para un material prensado descrito en el presente documento es superior a 30 MPa.

Los resultados de estas pruebas llevan a la conclusión de que el producto obtenible mediante el procedimiento descrito en la presente invención presenta las siguientes características: resistente al fuego, aislamiento térmico y acústico, características de impermeabilidad al agua, estabilidad dimensional, baja densidad, alta resistencia mecánica, duro como la madera capaz de ser moldeado, maleable y reciclable.

Debido a estas propiedades halladas en el producto obtenible por el procedimiento descrito en la presente invención, ésta también se refiere a los diferentes usos de dicho producto.

Un primer uso es como material de construcción y edificación: por ejemplo, como un aislante de parquet, pared de separación, o suelo de aislamiento.

Un segundo uso es como material de embalaje especial y ecológico.

Un tercer uso es como un material eco-decorativo.

El término "material eco-decorativo", tal como se utiliza en el presente documento, significa un material que puede ser utilizado en la decoración y/o renovación que necesita ser reciclado y es reciclable, o procede de un proceso de revalorización de residuos.

Ventajosamente, el presente producto es ecológico superando los inconvenientes de algunos de los productos utilizados para estos fines, tales como el poliestireno expandido o productos con una consistencia más baja y mayor fragilidad, tales como los paneles de yeso o materiales con una producción menos respetuosa con el medio ambiente debido a la formación de compuestos orgánicos volátiles, tales como los tableros de aglomerado.

Usos en la industria de la construcción y edificación

Las propiedades que el material presenta cuando se moldea: más resistente que las partes obtenidas en el proceso actual de moldeado de fibras, con propiedades de resistencia al fuego e impermeable al agua, y aislamiento térmico y acústico, lo hace ideal para la sustitución de partes de plástico utilizadas en la industria de la construcción y edificación.

El mercado del poliestireno expandido en el sector de la construcción y la edificación es grande. Las partes o piezas con propiedades especiales desarrolladas, moldeadas con el nuevo material para sustituir el poliestireno expandido son:

5

Paneles y paredes prefabricadas

Este nuevo material se puede utilizar como componente de los paneles y paredes prefabricadas, y todo tipo de tableros (yeso, virutas, fibras, etc).

10

Este material puede aplicarse en esta aplicación para los tableros especiales considerados (impermeable a agua y fuego).

Cúpulas, encastrés ("waffles"), y losas de base ("pan slab")

15

Este material aligera el peso de la estructura y al mismo tiempo reduce el consumo de hormigón.

Paneles de techo

20 Las propiedades de aislamiento térmico y acústico para esta aplicación son necesarias, y además existe la posibilidad de producir un acabado de superficie con la calidad requerida para el pintado inmediato.

Aislante de fachada

25 Para esta aplicación, este material frente al poliestireno expandido tiene la ventaja de ser un material impermeable al fuego.

Aislante de techos y suelos

30 Existe un gran número de formas en las que se puede hallar el poliestireno expandido como aislante para suelos y techos. La oportunidad para el nuevo material desarrollado es unir las funciones de distintos componentes necesarios para instalar el parquet: el propio parquet más el material de aislamiento, reduciendo los problemas de instalación (pliegues, suelo que se bufa, etc.).

Usos en la industria del embalaje

Existen 2 maneras para reducir la contaminación: aumentar la capacidad nacional para reciclar el producto en cuestión, o mediante la reducción de su uso. Teniendo en cuenta los diferentes éxitos nacionales en el reciclaje de papel y cartón, existe la voluntad política de reducir el consumo de plástico en favor de otros materiales. Algunos ejemplos propuestos en esta dirección: la supresión de bolsas de plástico en los supermercados en España, la prohibición de poliestireno expandido en el envasado de alimentos en Francia, etc. Todo esto, hace que todos los envases reciclables tengan nuevas oportunidades y que las propiedades de impermeabilidad al agua sean importantes, propiedad presente en nuestro material.

45 Industria del embalaje: alimentos, cosméticos, electrodomésticos, y en todas partes en general. Los productos están siendo rechazados debido a que los embalajes son inadecuados. Como en general son de un solo uso, las medidas y normas han comenzado a reutilizar y reciclar los materiales.

Bolsas isotérmicas para alimentos y transporte sanitario

50

Además de las propiedades necesarias de aislamiento, el nuevo material presenta una mayor resistencia a la tensión mecánica, lo que permite mayores cargas.

Diversas aplicaciones con material moldeado

55

Elementos aislantes y decorativos, protectores para esquinas, elementos de exhibición, artesanía, etc.

Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar mejor la presente invención y no deben interpretarse como una limitación.

60 Ejemplo 1: se pulpan 8 kg de pulpa de residuo de papel en un pulpador con agua con un 15% la consistencia, durante 15 min. Después de diluir la pulpa hasta el 5% de consistencia con agua reciclada se introduce en un reactor calentado con agitación mecánica. Se añade a la pulpa el uno por ciento en DM de una mezcla de enzimas que contiene: el 30% de endocelulasa (EC 3.2.1.4), el 20% de xilanas (EC 3.2.1.8) y el 50% de glucosooxidasa (EC 1.1.3.4). La agitación

se mantiene a 300 rpm durante 30 min a 40°C y se controla el pH en 7. A continuación, se aumenta la velocidad hasta 500 rpm y se añade un 5% en DM de cola natural y sales de aluminio. Manteniendo la temperatura a 40°C, se agita durante 15 min a la misma velocidad de rotación. Después de este tratamiento, la pulpa se diluye hasta obtener una consistencia del 1% y a continuación se filtra en un filtro rectangular cuyas dimensiones son de 230 X 450 mm. La

5 torta es extrae de su filtro, y se lleva a un horno de convección de aire forzado. Este horno está inicialmente a 150°C y sigue un gradiente de 1°C/min hasta alcanzar 80°C, permaneciendo en esta temperatura hasta que la torta está completamente desecada (aproximadamente 5 h). Aproximadamente, se obtienen entre 15 y 20 placas de prueba de dimensiones 230x450x10mm. Las aguas del filtrado se reciclan en la primera y segunda dilución de la pulpa en el proceso. El rendimiento en peso del material con respecto a la DM inicial es del 98%.

10

Propiedades:

Resultados de permeabilidad al aire: 0,0059 $\mu\text{m}/\text{Pa}\cdot\text{s}$

Resultado Cobb₃₀: 49,6 g/m²

15

Absorción de agua relativa (%): 21,68

Aumento en el grosor relativo (%): 3,44

Aumentos relativos de grosor, ancho y longitud

X _{grosor} (%)	X _{longitud} (%)	X _{ancho} (%)
0	0	-0,9

20

Comportamiento al fuego (figura 5)

La muestra analizada muestra quemada la zona donde se aplicó la radiación térmica. La combustión no se propagó al resto de la muestra. El material se reduce a cenizas sin apenas puntos incandescentes.

25

Durante los 20 minutos de la prueba, no se emitieron gases inflamables (posiblemente su mayoría son de CO₂).

Las observaciones realizadas durante la prueba fueron:

- sin quemar

- sin llama

30

- sin gotear

- sin puntos incandescentes

- gases emitidos no eran de color gris claro inflamable (posiblemente CO₂).

El material está clasificado como M1 (según la norma UNE 23-727-90). Esto dependerá del tipo de gases emitidos.

35

Ejemplo 2: Se pulpan 8 kg de residuo de papel de la recogida de cartón de embalaje, añadiendo 0,1% en DM de endocelulasa (EC 3.2.1.4), en un pulpador con agua hasta obtener una consistencia del 15% durante 15 min. La pulpa se diluye a continuación hasta el 10% de consistencia con agua reciclada y se introduce en un reactor calentado con agitación mecánica. Posteriormente, se añade el 1% en DM de lacasa (EC 1.10.3.2). Manteniendo la agitación a 300

40 rpm durante 30 min a 40°C y controlando el pH en 6. A continuación, se aumenta la velocidad hasta 500 rpm y se añade un 5% en DM de cola natural que contiene colofonia y sales de aluminio. Manteniendo la temperatura a 40°C, se agita durante 15 min a la misma velocidad. Después de este tratamiento, la pulpa se diluye hasta la consistencia del 1% y a continuación se filtra en un filtro rectangular cuyas dimensiones son 230 x 450 mm. Después de filtrarse, la torta se prensa a 30 bares en una prensa electromecánica a una velocidad de 400 N/s y a continuación se lleva a

45 un horno de convección de aire forzado. Este horno está inicialmente a una temperatura de 150°C y sigue un gradiente de 1°C/min hasta alcanzar los 80°C, permaneciendo en esta temperatura hasta que la torta está completamente desecada (aproximadamente 5 h). El agua filtrada se recicla en la primera y segunda dilución de la pulpa en el proceso. El rendimiento en peso del material con respecto a la DM inicial es del 98%.

50

Propiedades:

Resistencia a la tracción
muestra prensada:

Tensión 8 MPa
Deformación del 1,6%

55

Resistencia a la compresión

Muestra no prensada: Tensión 5,5 MPa
Deformación del 40%

60

Densidad: muestra prensada 0,700 g/cm³

Muestra no prensada. 0,430 g/cm³

Ejemplo 3: Se pulpan 8 kg de residuo de papel añadiendo un 1% en DM de endo, 1-4 beta xilanas (EC 3.2.1.8), en un pulpador con agua (15% de consistencia) durante 15 min. La pulpa se diluye a continuación hasta el 10% de consistencia con agua reciclada y se introduce en un reactor calentado con agitación mecánica. Se añade a la pulpa un 0,2% en DM de un preparado acuoso de hidrolasas: endocelulasa, hemicelulasa y esterasa, y la temperatura se mantiene a 50°C durante 30 min a pH 7. A continuación la velocidad de rotación se incrementa hasta 500 rpm y se añade un 5% en DM de cola acuosa que contiene colofonía y sales de aluminio. Manteniendo la temperatura a 40°C, se agita durante 15 min manteniendo la misma velocidad. Después de este tratamiento, la pulpa se diluye hasta una consistencia del 1% y a continuación se filtra con un filtro de molde de 450 X 320 X 200. Una vez que la torta se filtra y se extrae de su filtro, es llevada a un horno por convección de aire forzado. Este horno está inicialmente a 150°C y sigue un gradiente de 1°C/min hasta alcanzar los 80°C, permaneciendo a esta temperatura hasta que la torta está desecada. El agua del filtrado se recicla en la primera y segunda dilución de la pulpa en el proceso. El rendimiento en peso del material con respecto al DM inicial es del 90%.

Propiedades:

Tensión a la flexión

Muestra prensada : 35 MPa

Resultados del nivel de presión acústica ponderada normalizada:

Muestra	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
L _{nw} (dB)	79	62	60	65	62
ΔL _{nw} (dB)	-1	16	18	13	16

La figura 6 muestra el nivel de presión acústica de ruido de impacto ponderada normalizada (L_n) a diferentes frecuencias para las muestras M₁ y M₂.

La figura 7 muestra el nivel de presión acústica de ruido de impacto ponderada normalizada (L_n) a diferentes frecuencias para las muestras M₃ y M₄.

Coeficiente α de la muestra

Frecuencia (Hz)	2000	1600	1250	1000	800	700	600	500	400	300	200
α	0,426	0,39	0,242	0,249	0,242	0,237	0,26	0,247	0,18	0,337	0,655

La figura 8 muestra los incrementos del coeficiente a frecuencias entre 250 y 2500 Hz, intervalo en el cual el sonido es molesto para los humanos.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para el reciclaje de residuo de papel (1) originado a partir de papel de alta calidad que comprende las etapas de:
- 5 (a) preparación de la pulpa, en el que los residuos de papel se alimentan en un pulpador (2) con agua con una consistencia entre el 15 y el 20%;
- (b) dilución con agua reciclada del material pulpado obtenido en (a) hasta una consistencia entre el 5 y el 10%;
caracterizado porque también comprende las etapas de:
- 10 (c) tratamiento enzimático del material pulpado diluido obtenido en (b);
- (d) adición de una o más sales inorgánicas y una o más colas al material obtenido en el tratamiento (c);
- (e) dilución con agua del material obtenido en (d) hasta una consistencia entre el 1 y el 3%;
- (f) filtración del material obtenido en (e) mediante vacío y prensado opcional;
- (g) secado del material filtrado obtenido en (f);
- en el que hay una retroalimentación de la suspensión de agua residual después de la filtración en la etapa (f) en los
- 15 recipientes (3,5) en los que tienen lugar las etapas (b) y (e).
2. Proceso, según la reivindicación 1, en el que la etapa (a) se lleva a cabo mediante la adición adicional de hidrolasas.
3. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de la etapa (a) es de 25 a
- 20 40°C y el pH entre 5 y 9.
4. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el pH de la etapa (c) es entre 6 y 9.
5. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tratamiento enzimático en la etapa (c) se
- 25 lleva a cabo por oxidorreductasas y lacasas.
6. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las sales inorgánicas utilizadas para la etapa (d) es sulfato de aluminio.
- 30 7. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las colas utilizadas en la etapa (d) comprenden ácidos de resina o sus sales o sus ésteres.
8. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la consistencia del material al final de la etapa (e) es de aproximadamente el 1%.
- 35 9. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura para la etapa (e) es entre 25 y 40°C y el pH entre 6 y 9.
10. Material celulósico caracterizado por una densidad inferior a 0,500 g/cm³ cuando el material no está prensado e
- 40 igual o superior a 0,700 g/cm³, pero inferior a 1, cuando está prensado, una resistencia a la flexión cuando el material está prensado superior a 30 MPa y un comportamiento al fuego correspondiente a un material M1 según la norma UNE 23-721-90.
11. Utilización del producto, según la reivindicación 10, como material de construcción y edificación.
- 45 12. Utilización del producto, según la reivindicación 10, como material de embalaje ecológico.
13. Utilización del producto, según la reivindicación 10, como material eco-decorativo.

Figura 1

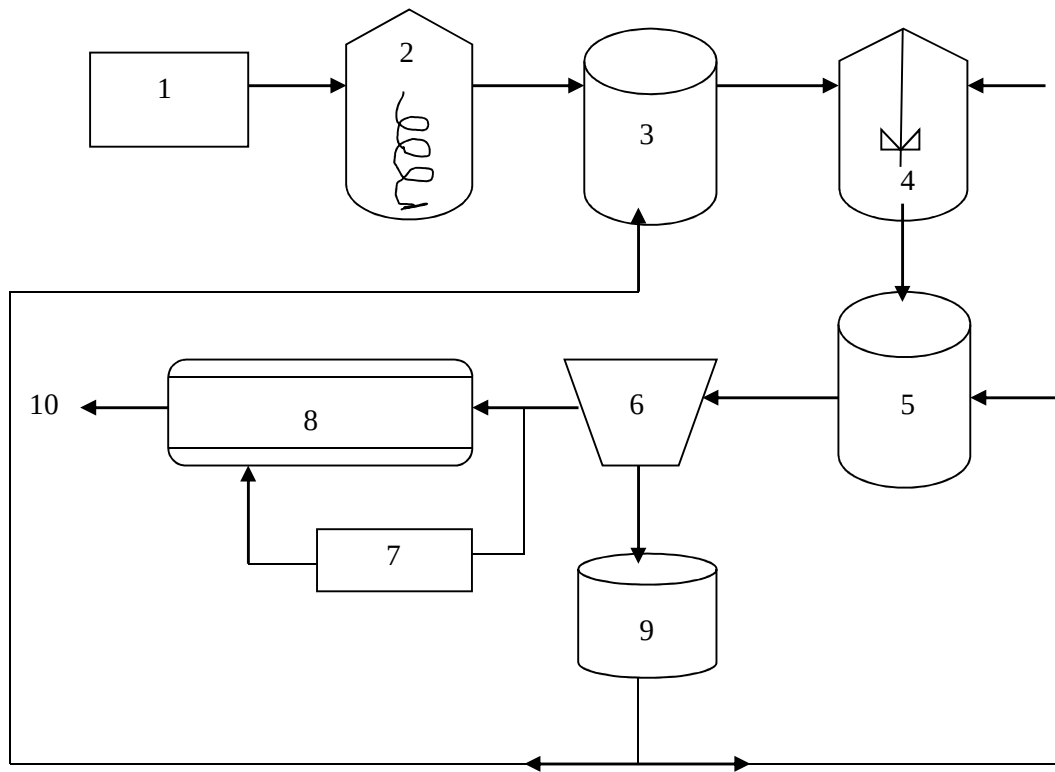


Figura 2

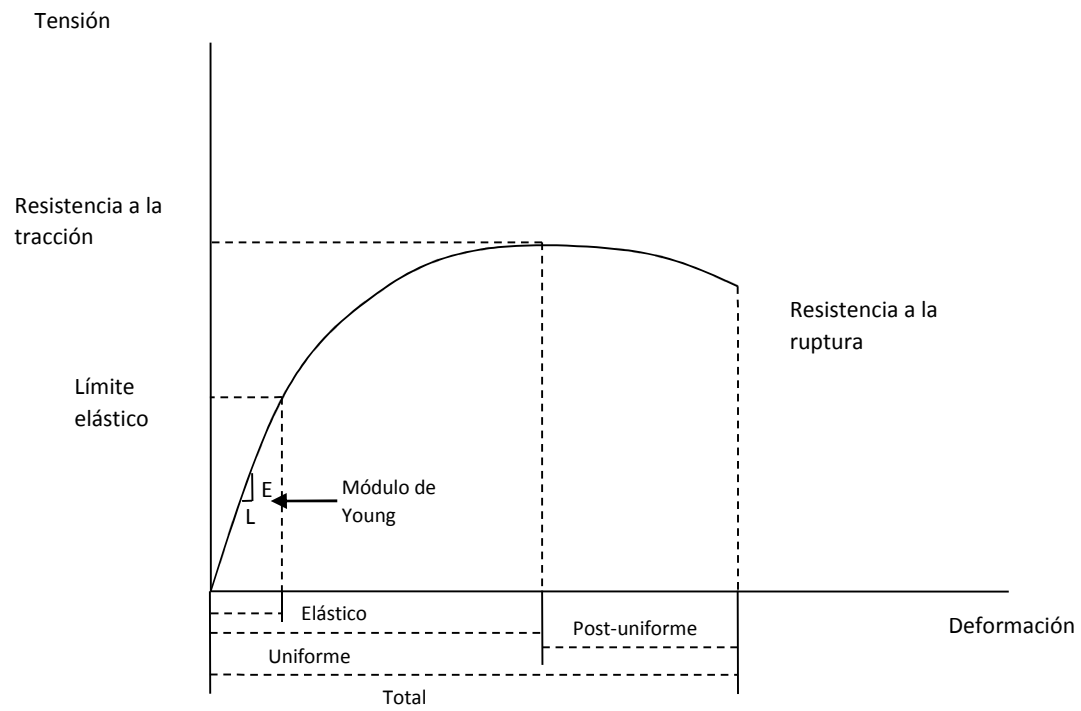


Figura 3

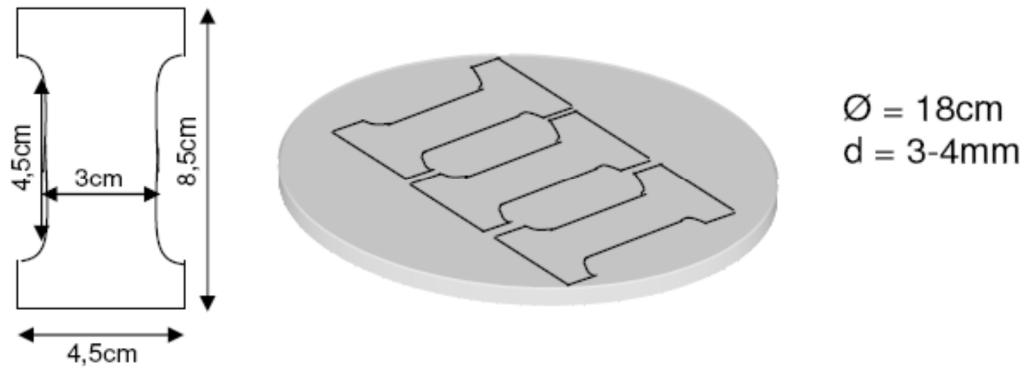


Figura 4

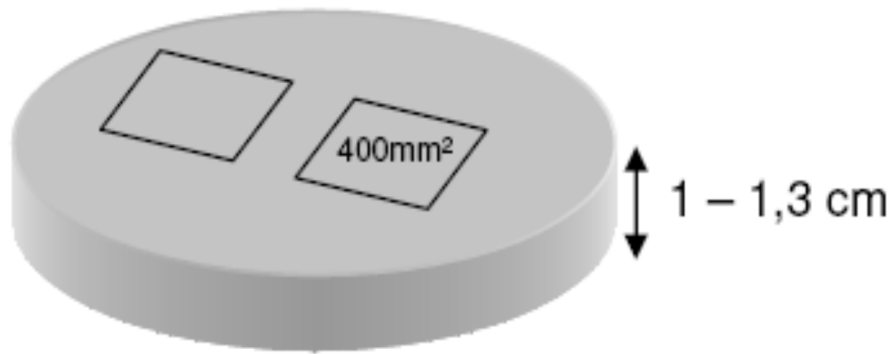


Figura 5

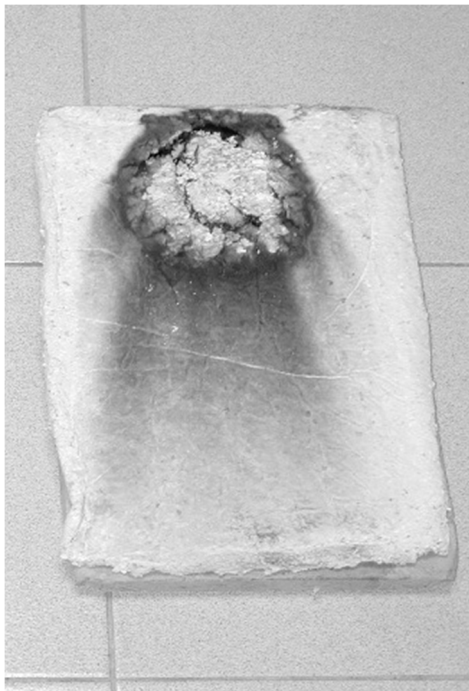


Figura 6

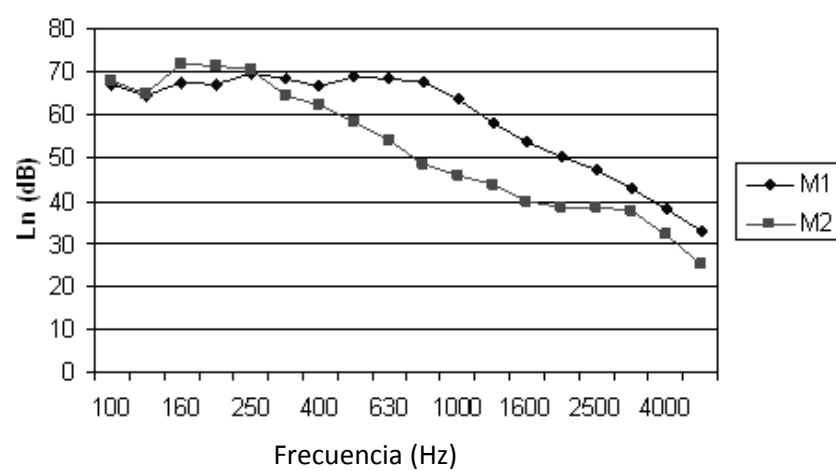


Figura 7

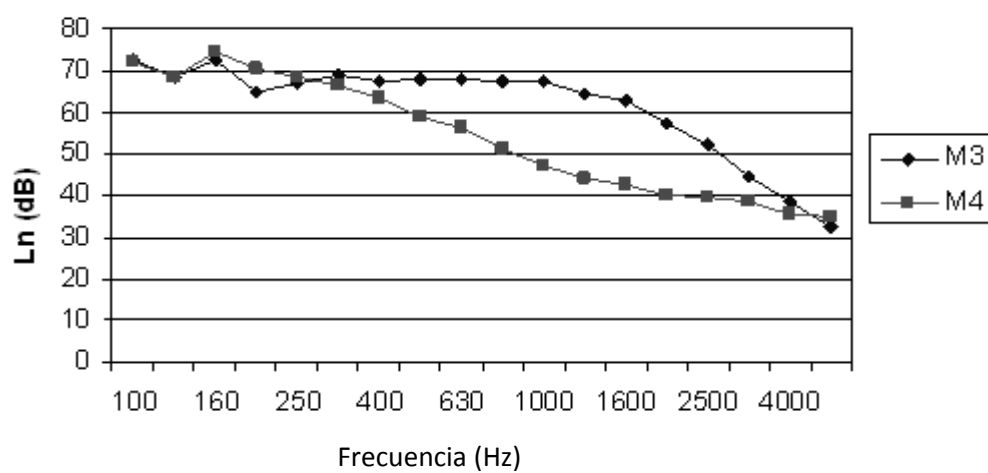


Figura 8

