

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 017**

21 Número de solicitud: 201730411

51 Int. Cl.:

**C04B 18/24** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**24.03.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**24.09.2018**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE BURGOS (100.0%)  
C/ Hospital del Rey s/n  
09001 Burgos ES**

72 Inventor/es:

**HERRERO COB, Rosa;  
RODRÍGUEZ SAIZ, Ángel;  
GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, Sara;  
CALDERÓN CARPINTERO, Verónica y  
CAMPOS DE LA FUENTE, Pablo Luis**

54 Título: **MORTERO ALIGERADO REFORZADO CON FIBRAS VEGETALES DE CAÑA GUADUA**

57 Resumen:

La invención prioriza y describe el proceso de obtención de morteros aligerados reforzados mediante la adición de fibras vegetales procedentes de caña guadua (*Guadua Angustifolia Kunth*) en un porcentaje de hasta un 10%. La versatilidad de este nuevo material permite su uso como mortero de albañilería, como relleno o como producto para la obtención de elementos prefabricados.

**ES 2 683 017 A1**

## DESCRIPCIÓN

Mortero aligerado reforzado con fibras vegetales de caña guadua

5

### **OBJETO DE LA INVENCION**

La invención se enmarca en el sector de la Construcción y de la Edificación, dentro del campo de los Nuevos Materiales, y en el Sector del Reciclado de los residuos procedentes de los productos forestales de la madera.

10 La invención tiene por objeto la obtención de un nuevo producto a partir de la adición de fibras vegetales procedentes de caña guadua (*Guadua Angustifolia* Kunth), en la composición de conglomerados, para su uso en construcción, mejorando las propiedades de estos materiales en situación de prestación y consiguiendo al mismo tiempo una correcta puesta en obra de los mismos.

15

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Existen numerosos trabajos de investigación relativos a las técnicas de inclusión y determinación de los efectos que produce la incorporación de fibras de refuerzo en morteros y hormigones, sin embargo, hay muy pocos estudios que consideren el empleo  
20 de fibras vegetales y prácticamente ninguno que haga referencia a la *Guadua Angustifolia* Kunth.

En lo que se refiere a la utilización de fibras vegetales como refuerzo de materiales compuestos de matriz polimérica, prácticamente la totalidad de las investigaciones que se realizan en este campo, se centran en la utilización de las fibras de bambú como  
25 reemplazo de la fibra de vidrio. Los resultados de los estudios realizados hasta el momento han confirmado que las fibras de bambú son una excelente alternativa, renovable y sostenible, a las fibras de vidrio, a las que ya sustituyen como material de refuerzo en numerosas aplicaciones debido a sus propiedades mecánicas específicas.

En el caso de los materiales compuestos con matriz de cemento, las investigaciones se  
30 han centrado fundamentalmente en la utilización de fibras extraídas de plantas no

maderables y sus desechos, como el sisal, coco, lino, cáñamo, bagazo de caña, plátano y yute. Hay muy pocos estudios sobre la utilización de fibras de bambú.

5 La industria de la construcción es el principal consumidor de energía y materiales en la mayoría de los países. Esta actividad no sólo utiliza grandes cantidades de recursos no renovables, sino que genera millones de toneladas de residuos minerales y emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Es evidente que la industria de la construcción debe enfrentarse al reto de la sostenibilidad, y por tanto se hace totalmente necesario investigar en el campo de la innovación en materiales de construcción a base de recursos  
10 renovables, con énfasis en la durabilidad, respeto al medio ambiente y la sostenibilidad.

En este sentido los materiales compuestos reforzados con fibras vegetales representan una alternativa respetuosa con el medio ambiente frente a las tradicionales fibras sintéticas, puesto que las fibras vegetales son un recurso natural renovable, de bajo coste y cuya extracción y tratamiento requiere un menor consumo de energía y emisión de  
15 sustancias contaminantes que las sintéticas.

La Guadua Angustifolia Kunth (GAK) es una especie de bambú muy abundante en América del Sur. Es un material renovable y sostenible, con un crecimiento muy rápido. Los estudios científicos realizados hasta el momento han demostrado que las fibras GAK son potencialmente adecuadas para el refuerzo de materiales compuestos, debido a sus  
20 propiedades físico – químicas, buena adherencia y elevada resistencia mecánica.

Al utilizar fibras vegetales procedentes caña guadua en la fabricación de morteros y hormigones, se mejorarán sus propiedades a menores costes y con menor impacto ambiental. Esta invención tendrá una aplicación directa en la industria de la construcción y en la industria de explotación de productos forestales y supondrá un impulso para la  
25 economía de ambos sectores.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La invención describe el proceso experimental para el diseño de morteros aligerados fabricados con fibras vegetales procedentes de caña guadua (Guadua Angustifolia  
30 Kunth), mediante la adición de un porcentaje de fibras vegetales de hasta un 10% respecto al peso de la arena que compone los morteros. La novedad de este producto radica en la adición de fibras vegetales a la composición de los morteros tradicionales de construcción con el objeto de aligerar el material y aumentar su tenacidad.

Preparación de los materiales y caracterización de mezclas

5 Para la elaboración de cada una de las dosificaciones que abarcan este producto de invención se establece un procedimiento único para la fabricación de cada una de las amasadas ejecutadas, siguiendo los pasos que se comentan a continuación.

Todos los ensayos de laboratorio se han realizado siguiendo las pautas e instrucciones de las normas UNE siguientes:

- 10 • UNE-EN 196-7. Método de ensayo de cementos. Parte 7: Métodos de toma y preparación de muestras de cemento.
- UNE 83-811-92. Morteros. Métodos de ensayo. Morteros frescos. Determinación de la consistencia. Mesa de sacudidas (Método de referencia).
- UNE-EN 1015-11. Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

15 El proceso experimental ha consistido en la fabricación de distintas series de probetas de mortero de cemento (sin fibras y con fibras) y su posterior rotura para determinar sus resistencias mecánicas a flexotracción y compresión.

20 En primer lugar se han fabricado las probetas de referencia, hechas con un mortero normal sin fibras (mezcla de cemento, arena y agua) y que nos han servido de base para determinar cómo varían las propiedades de los morteros cuando se les añade fibras en distintas proporciones.

25 Todas las probetas, sean de referencia o no, se han fabricado siguiendo el proceso descrito en la norma UNE 83-811-92. La dosificación a emplear, es decir las cantidades de cemento, arena y agua a utilizar, han sido las adecuadas para que la mezcla tenga la consistencia requerida por la norma. La consistencia, está directamente relacionada con la proporción de agua que tiene el mortero fresco, y sirve para darnos una medida de la deformabilidad que presenta el mortero cuando se le somete a cierto tipo de esfuerzos. La norma determina el valor de la consistencia que deben tener los morteros que se utilicen en laboratorio para fabricar probetas.

30

En todos los casos, para la fabricación de las probetas se ha empleado cemento y arena de mina silíceas en distintas proporciones. La proporción de agua utilizada en cada

amasada ha sido la necesaria para obtener la consistencia requerida, de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 83-811-92.

5 Para garantizar una mayor homogeneidad de la mezcla, antes de proceder al amasado en la amasadora, se ha realizado una premezcla manual de la arena y el cemento. A continuación se vierte la mezcla de arena y cemento, junto con el agua en el recipiente de la amasadora y se pone en funcionamiento durante 90 segundos.

10 Una vez se ha amasado la mezcla, se ha procedido a la determinación de la consistencia en la mesa de sacudidas. La consistencia se determina midiendo el escurrimiento (valor medio del diámetro en mm) de una muestra del mortero fresco que se acaba de fabricar.

15 Para determinar el valor del escurrimiento, se coloca el molde con la tolva en el centro del disco de la mesa de sacudidas, apoyado por su base mayor. A continuación, se sujeta firmemente el molde con la mano y se llena con el mortero en dos capas, compactando cada una de ellas con 10 golpes del pisón para asegurar el llenado uniforme del molde, y en caso de que sea necesario, se añade algo de mortero para que rebose. Por último se elimina el exceso de mortero enrasando la superficie con la regla metálica.

20 Transcurridos 30 segundos, se separa el molde del mortero fresco, levantando hacia arriba muy lentamente. Una vez que el mortero fresco ya está solo sobre el disco, se pone en funcionamiento la mesa de sacudidas, elevando y dejando caer libremente el disco desde una altura dada 15 veces (una sacudida por segundo).

A continuación, con un calibre se mide el diámetro del mortero extendido sobre el disco en dos direcciones perpendiculares entre sí (en mm) y calculamos la media aritmética. Según la norma, para que la consistencia sea la correcta, el diámetro medio debe oscilar entre 165-185mm.

25 El proceso de enmoldado consiste en introducir el mortero fabricado anteriormente en un molde metálico de acero, compuesto por un cuadro abierto de paredes móviles que forman tres compartimientos de dimensiones normalizadas  $(160 \times 40 \times 40) \text{ mm}^3$  cuando están montados. Por cada amasada se obtienen tres probetas normalizadas: una para ensayar a los 7 días y las dos restantes a los 28 días que es cuando el mortero alcanza su máxima resistencia.

30 En primer lugar se vierte una primera capa de mortero en cada uno de los tres compartimientos del molde. Para facilitar la salida del aire de la mezcla y evitar que queden huecos en las probetas se compacta esa primera capa con 25 golpes de pisón y

se introduce una segunda capa, que se compactará con otros 25 golpes. El exceso de mortero se elimina enrasando con una regla para obtener una superficie superior plana lo más nivelada posible. Enseguida se cubrirá el molde con una tapa de vidrio para evitar  
5 que la mezcla pierda humedad y después de identificarlo se llevará a la cámara húmeda para su conservación y curado, donde se mantendrán durante 7 días con una humedad relativa del  $95\pm 5\%$  y a una temperatura de  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  con el fin de garantizar que el proceso de hidratación del cemento se realice correctamente y el mortero alcance su máxima resistencia y durabilidad. Las probetas se mantendrán enmoldadas durante 5 días, a los 5  
10 días se sacan del molde y se dejarán durante 2 días más en la cámara húmeda.

Al cabo de 7 días, una de las tres probetas se ensaya para detectar posibles problemas en el proceso de endurecimiento y ganancia de resistencias y las otras dos se llevarán una cámara de curado donde permanecerán otros 21 días con una humedad del  $65\div 5\%$ .

En lo que respecta a la fabricación de las probetas con fibras de caña guadua, primero se  
15 trocea la caña guadua en forma de pequeños bloques y posteriormente se reducen estos bloques a fibras, con la ayuda de una máquina trituradora.

A continuación fabricamos 3 series, de 3 probetas cada una, con distintas dosificaciones, variando la proporción en peso de fibras en cada una de ellas. Para la fabricación de estas probetas, se repite el proceso anteriormente descrito, añadiendo a la mezcla inicial  
20 de cemento y arena las fibras de caña guadua en proporciones del 5%, del 8% y del 10% del peso en arena.

#### Determinación de la densidad y las resistencias mecánicas a flexión y compresión:

Por cada serie de probetas, una se rompe a los 7 días y las otras 2 se rompen a los 28 días. Aunque los morteros de cemento desarrollan prácticamente el 100% de sus  
25 resistencias a los 28 días, es conveniente romper una de las probetas a los 7 días, para, a partir del dato obtenido, extrapolar la resistencia final y detectar de forma temprana posibles problemas de resistencia. En ambos casos el procedimiento a seguir es el mismo, según las indicaciones de la norma UNE EN 1015-11.

Antes de ensayar las probetas en la prensa, se sacan de la cámara húmeda y se pesan  
30 en la balanza electrónica con el objeto de determinar su densidad, dato que nos servirá para comprobar si al añadir fibras obtenemos un material más ligero que el de referencia.

Una vez hecho esto, las probetas se llevan a la prensa multiensayos para determinar sus resistencias mecánicas a flexotracción y compresión.

En primer lugar se determina la resistencia a flexotracción. Hay que limpiar los rodillos de la prensa y las caras de las probetas que vayan a estar en contacto con los rodillos para eliminar cualquier impureza o material que pudiera estar adherido. A continuación se  
5 coloca la probeta a ensayar lo más centrada posible. Al accionar la prensa, el rodillo central aplica una carga sobre la probeta hasta su rotura. La carga se aplica sin aceleraciones bruscas, a una velocidad comprendida entre 10N/s y 50N/s, de forma que la rotura se produzca entre 30 s y 90 s.

Para cada una de las probetas ensayadas, se obtiene el valor de la carga de rotura, es  
10 decir la máxima carga que la probeta ha sido capaz de soportar antes de romper y con ese valor se determina la resistencia a flexión.

Concluido el ensayo de flexotracción, hay que cambiar el accesorio de la prensa para realizar el ensayo a compresión. Como en el caso anterior, hay que limpiar de impurezas la superficie de las probetas y las superficies de apoyo. En el ensayo a flexotracción,  
15 cada probeta se rompe en dos partes, debiendo ensayar cada una de ellas a compresión. Cada trozo debe colocarse lo más centrado posible en la prensa multiensayos, evitando que la cara que ha sido enrasada manualmente esté en contacto con las placas de apoyo para garantizar que la carga se reparte uniformemente por toda la superficie.

En el ensayo a compresión, la carga se aplica sin aceleraciones y se aumenta  
20 progresivamente a un ritmo que oscila entre 50 N/s y 500 N/s de modo que la rotura se produzca entre 30 s y 90 s. Con las cargas de rotura obtenemos la resistencia a compresión.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

25 Los siguientes ejemplos de realización no pretenden ser limitantes de la invención propuesta, y se refieren a nuevas formulaciones para morteros aligerados que comprendan conjuntamente fibras vegetales de caña guadua en diferentes proporciones, arena, cemento y agua. Los resultados con las características físicas y mecánicas de todos los ejemplos se especifican en la Tabla 1.

30

#### **Ejemplo de realización N°1**

La mezcla de amasado del mortero incluye una relación 1/3 cemento/árido (teniendo en cuenta que el árido engloba todos los tipos de arena que se añaden al amasado), con 500 g de cemento, 1500 g de arena natural, 75 g de fibras vegetales de caña guadua (5% respecto de la arena total), y una relación a/c de 0,80.

Ejemplo de realización N°2

Las proporciones del mortero contiene una relación 1/3 cemento/arena, con 500 g de cemento, 1500 g de arena natural, 120 g de fibras vegetales de caña guadua 8% respecto de la arena total), y una relación a/c de 0,9.

Ejemplo de realización N°3

La composición del mortero consta de una relación 1/3 cemento/arena, con 500 g de cemento, 1500 g de arena natural, 150 g de fibras vegetales de caña guadua (10% respecto de la arena total), y una relación a/c de 1,0.

<b>TABLA 1. PROPIEDADES</b>	<b>Ejemplo N°1</b>	<b>Ejemplo N°2</b>	<b>Ejemplo N°3</b>
<b>Relación agua/cemento</b>	0,80	0,90	1,00
<b>Densidad aparente del mortero fresco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1930	1800	1600
<b>Densidad aparente del mortero endurecido (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1745	1575	1445
<b>Resistencia a flexión (MPa)</b>	5,8	3,2	2,4
<b>Resistencia a compresión (MPa)</b>	12,5	8,5	4,8

**APLICACIONES DE LA INVENCION**

Entre las aplicaciones del mortero estructural objeto de la invención se encuentran:

1. Al añadir fibras vegetales procedentes de caña guadua en la fabricación de un mortero, se reduce la densidad del material compuesto al tiempo que se consigue un incremento en su tenacidad y unas buenas propiedades mecánicas, con lo que se obtienen materiales aligerados con buenas relaciones resistencia – peso, que

penalizan menos a la estructura de las construcciones y pueden ser empleados como materiales de revestimiento, exterior e interior.

- 5
2. La invención propuesta puede utilizarse como mortero ligero de albañilería, tanto en su empleo en fábricas cerámicas o como material de rejuntado para prefabricados de hormigón o piedra natural, siempre que las mezclas se limiten dosificando la fracción fina de los áridos reciclados de hormigón o mixtos.
  3. Otro uso que se plantea es el relleno de suelos que, por necesidades técnicas, necesiten una densidad menor a la habitual.

10

## REIVINDICACIONES

1. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua que comprende la mezcla de aglomerante y fibras vegetales de caña guadua caracterizado porque:

- 5
- el árido reciclado pueden ser árido reciclado de hormigón y/o árido reciclado de naturaleza mixta.
  - el material de refuerzo aligerante comprende caña guadua cortada en fibras.

10 2. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicación 1 caracterizado porque la adición de caña guadua se añade en porcentaje máximo de un 10%.

15 3. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la densidad del mortero en estado fresco se encuentra entre 1930 kg/m<sup>3</sup> y 1600kg/m<sup>3</sup>.

20 4. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la densidad del mortero en estado endurecido se encuentra entre 1745 kg/m<sup>3</sup> y 1445 kg/m<sup>3</sup>.

5. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque su resistencia a flexión varía entre 5.8 MPa y 2.4 MPa a los 28 días de su fabricación.

25 6. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque su resistencia a compresión está comprendida entre 12.8 MPa y 4.8 MPa a los 28 días de su fabricación.

30 7. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque puede ser utilizado en la obtención de elementos prefabricados.

8. Mortero aligerado reforzado con fibras de caña guadua, según reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque puede ser empleado como material de relleno tanto en obra civil  
5 como en edificación.



②① N.º solicitud: 201730411

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.03.2017

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C04B18/24** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP 2014091651 A (KANKYOU BOUSAI CO LTD) 19/05/2014, BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2014-K6651, JP2014091651 (KANKYOU BOUSAI CO LTD), 19.05.2014, resumen	1-8
A	JP 2003104768 A (HATAYAMA HIROSHI) 09/04/2003, BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2003-581115, JP2003104768 (HATAYAMA H), 09.04.2003, resumen	1-8
A	WO 2004018379 A1 (BKI HOLDING CORP et al.) 04/03/2004, reivindicación 1, reivindicación 27,	1-8
A	JP 2009242217 A (NAKAMURA TOSHIYA) 22/10/2009, BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2009-Q28337, JP2009242217 (NAKAMURA T), 22.10.2009, resumen	1-8

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
28.04.2017

Examinador  
J. García Cernuda Gallardo

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, WPI, EPODOC, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.04.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	JP 2014091651 A (KANKYOU BOUSAI CO LTD)	19.05.2014
D02	JP 2003104768 A (HATAYAMA HIROSHI)	09.04.2003
D03	WO 2004018379 A1 (BKI HOLDING CORP et al.)	04.03.2004
D04	JP 2009242217 A (NAKAMURA TOSHIYA)	22.10.2009

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 se refiere al uso de fibra de bambú como refuerzo en un mortero cementoso, que incluye una mezcla de cemento, arena y 0,1-p,7% de fibra de bambú.

El documento D02 se refiere a un método para formar productos moldeados de hormigón para edificios, amasando polvo de fibra vegetal, cemento Portland y una sustancia inorgánica líquida. Entre los materiales para el polvo de fibra vegetal se menciona el bambú.

El documento D03, refiere a un material cementoso reforzado con fibras de celulosa químicamente tratadas, que en la reiv. 1 especifica que comprende cemento, arena y fibras de celulosa químicamente tratadas y en la reiv. 27 cita el bambú como el origen de estas fibras.

El documento D04 menciona el uso de fibra de bambú, similar a la fibra vegetal de caña guadua, en la obtención de un producto cementoso para la elaboración de paneles monumentales.

Los documentos D01, D02, D03 y D04 citados recogen datos sobre la incorporación de fibras vegetales de bambú, similar a la caña guadua, junto con el aglomerante y el árido constitutivos del mortero aligerado a que se refiere la solicitud. Sin embargo, las reivindicaciones de la solicitud hacen referencia específica a esta variedad de caña guadua, que no se encuentra en ninguno de los documentos, por lo que los mismos no se puede considerar que impidan la novedad y actividad inventiva de la solicitud en todas las reivindicaciones, de conformidad con los art. 6.1 y 8.1 de la L.P.