

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 357**

21 Número de solicitud: 201431849

51 Int. Cl.:

C04B 18/24 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

16.12.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.06.2016

Fecha de la concesión:

16.03.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

24.03.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (100.0%)
Vicerrectorado de Investigación, Transferencia e
Innovación. Avda. de Elvas, s/n
06006 Badajoz (Badajoz) ES**

72 Inventor/es:

**SALCEDO HERNÁNDEZ, José Carlos;
FORTEA LUNA, Manuel;
SAUMELL LLADÓ, Juan;
PECO ROYO, Isabel y
DURÁN RUIZ, Luis Antonio**

54 Título: **Mortero/hormigón ecológico de corcho resistente con alta capacidad de deformación para construcciones de fábrica anti-rotura frágil**

57 Resumen:

Mortero/hormigón ecológico de corcho resistente con alta capacidad de deformación para construcciones de fábrica anti-rotura frágil.

La presente invención se refiere a un mortero/hormigón ecológico resultado de la incorporación de corcho granulado como componente. Se caracteriza por su cualidad ecológica y por la alta capacidad de deformación obtenida en el material por la incorporación del corcho, que hace que los elementos constructivos obtenidos con este mortero u hormigón no registren rotura frágil sino una novedosa ductilidad. Con respecto a un mortero u hormigón convencional, se reduce significativamente la rigidez del material y se aumentan la deformabilidad y la ductilidad. Estas propiedades lo hacen óptimo para su uso en construcciones de fábrica de mampostería de ladrillo o de piedra sometidas a la acción del peso, o bien sometidas a acciones dinámicas, tales como sismos, impactos, explosiones y vibraciones; así como para elementos secundarios de fábrica que requieran una mayor deformación.

ES 2 574 357 B1

DESCRIPCIÓN

MORTERO/HORMIGÓN ECOLÓGICO DE CORCHO RESISTENTE CON ALTA CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN PARA CONSTRUCCIONES DE FÁBRICA ANTI-ROTURA FRÁGIL

5

Campo técnico de la invención

La presente invención corresponde al campo técnico de la construcción, en concreto a los materiales utilizados en este campo, como un mortero/hormigón ecológico resistente y con alta capacidad de deformación.

10

Antecedentes de la invención

Los materiales conglomerados pétreos artificiales, como hormigones y morteros, son conocidos desde la antigüedad y están formados a base de un material conglomerante mezclado con una serie de cargas –normalmente arena y grava- y amasados con agua, para formar una piedra artificial después de su fraguado y endurecido.

15

El hormigón convencional actual se realiza comúnmente con conglomerante de cemento de tipo portland, obteniéndose un buen material para la construcción debido a sus propiedades resistentes, especialmente a su alta resistencia a compresión y a su alta rigidez. En los últimos cien años, se ha implantado en la construcción mundial, sustituyendo a otros materiales estructurales anteriores.

20

El hormigón de cemento portland ha hecho también posible el desarrollo del hormigón armado, que es un material compuesto a base del propio hormigón más armaduras de acero. El hormigón armado ha dado lugar a nuevos sistemas estructurales, conocidos como estructuras de nudos rígidos, que están formados fundamentalmente por vigas y por pilares de este material y que tienen una forma de trabajo distinta al de las anteriores estructuras de fábrica de mampostería.

25

Las fábricas de mampostería son aquellas que se realizan a base de mampuestos cogidos con mortero, pudiendo ser los mampuestos de cualquier tipo de piedra o de cualquier tipo de ladrillo, pudiendo además incorporar rellenos internos de mortero o de hormigón. Son también llamadas fábricas de masonería, a las que les da nombre la masa o mortero con la

35

que se obtienen. Estas fábricas de mampostería o de masonería han constituido las estructuras resistentes de las construcciones desde el origen de la Humanidad. Están obtenidos con fábrica de mampostería los muros, los arcos y las bóvedas de las estructuras históricas.

5

En los últimos 100 años el hormigón de cemento tipo portland se ha impuesto en la construcción mundial y en la actualidad la mayoría de los edificios se realizan con estructuras de hormigón armado de cemento de tipo portland, llegando a limitar y a eliminar a la mayoría de las antiguas técnicas de construcción de estructuras con fábricas de mampostería de piedra y de ladrillo. Sin embargo, en la actualidad, aún persisten las antiguas estructuras de fábrica de mampostería, algunas de ellas con miles de años de antigüedad, como las construcciones de las civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma, frente a los sólo 100 años de antigüedad de las estructuras obtenidas con hormigón de cemento de tipo portland. En concreto, la mayoría del patrimonio histórico artístico está realizado con estructuras de fábrica de mampostería de piedra o de ladrillo. También están realizados con fábrica la mayoría de los edificios de los centros de las ciudades históricas y de los núcleos rurales de población, tengan o no valor patrimonial histórico.

10

15

20

El cemento de tipo portland, desarrollado específicamente para dotar de mayor resistencia y de mayor rigidez al hormigón armado, también ha sustituido progresivamente a otros conglomerantes más antiguos para obtener los morteros de coger las fábricas -como la cal aérea, la cal hidráulica natural y los cementos naturales-, consiguiéndose morteros de cemento portland cada vez más resistentes pero también cada vez más rígidos, a diferencia de los antiguos, que eran menos resistentes y menos rígidos (o más deformables).

25

30

Al desaparecer las técnicas tradicionales de las fábricas, cuando se interviene actualmente en los edificios del patrimonio histórico monumental y de los centros históricos con técnicas nuevas de hormigón convencional de cemento portland, o bien con fábricas obtenidas con morteros actuales de cemento portland, se producen una serie de problemas constructivos por la incompatibilidad que existe entre la fábrica y el hormigón o mortero de cemento portland. Estos problemas de incompatibilidad pueden ser de tres tipos:

35

1. Incompatibilidad mecánica, producida porque los morteros y hormigones convencionales actuales de cemento portland son mucho más rígidos que los antiguos, lo que hace que no tengan capacidad de deformación y que cuando se le imponen a las fábricas deformaciones

estructurales, los morteros y hormigones rígidos se fracturen, manifestando la fábrica una serie de fisuras o grietas.

2. Incompatibilidad física, producida porque los morteros y hormigones convencionales actuales de cemento portland, son más densos que los antiguos, lo cual aumenta el peso propio de las fábricas de mampostería obtenidas con cemento portland, y porque tienen distinto color, lo que hace que provoquen impacto visual o estético en las fábricas vistas. Además, los morteros convencionales obtenidos con cemento portland generan una elevada retracción, que origina fisuras a las fábricas. Problemas que no se daban con los morteros antiguos.

3. Incompatibilidad química, porque los morteros y hormigones convencionales actuales, con alto contenido en cemento portland, incorporan compuestos químicos que producen agresiones químicas a la fábrica de mampostería, tales como manchas de sales y otras, cuestión especialmente importante en las fábricas de mampostería del patrimonio histórico.

Las propiedades de alta resistencia a compresión y de elevada rigidez que hacen adecuado al cemento portland para las estructuras nuevas, son sin embargo las que lo hacen incompatible con las fábricas de mampostería. De todos estos problemas resulta la necesidad de desarrollar morteros y hormigones específicos para la obtención de las fábricas, que sean compatibles con ellas, porque los morteros y hormigones actuales no lo son.

Los morteros y hormigones convencionales actuales de cemento portland no tienen capacidad de deformación y producen el problema conocido en el estado de la técnica como "rotura frágil", es decir, que se rompen debido a su gran rigidez cuando la estructura les impone una leve deformación. Los morteros convencionales de cemento portland, cuando se usan para fábricas, se fracturan y fisuran en los siguientes casos patológicos bien conocidos en el estado de la técnica de la construcción:

1. Cuando hay incompatibilidad de deformación (o de rigidez) entre la estructura principal de la construcción y elementos secundarios de fábrica -como son las particiones o tabiques y los cerramientos-, fracturándose y fisurándose estos elementos de fábrica debido a la deformación que les impone la estructura principal.

2. En la rehabilitación de edificios preexistentes de fábrica de mampostería, donde haya fábricas antiguas (preexistentes) y fábricas nuevas (ampliaciones, reformas o zonas reparadas), se generan fracturas y fisuras entre la nueva y la vieja fábrica, por diferencias de rigidez entre la una y la otra.

5

3. Ante acciones dinámicas tales como seísmos, impactos, explosiones y vibraciones, donde la rigidez de las fábricas obtenidas con mortero de cemento portland convencional actual hacen que las construcciones fallen ante estos efectos dinámicos. En el terremoto de Lorca, en España, en el año 2011, se pudo constatar que la mayor parte de los daños materiales producidos no fueron en vigas y pilares, sino en las construcciones de fábrica que habían sido obtenidas con morteros de cemento portland, tanto en los elementos secundarios de fábrica (particiones interiores y cerramientos) de los edificios nuevos, como en las construcciones de fábrica del patrimonio histórico que habían sido rehabilitadas con estos morteros y hormigones de cemento portland.

10

15

Son también conocidos en el estado de la técnica los hormigones y morteros aligerados, que son adecuados en determinadas circunstancias para reducir el peso propio de la construcción, y que se obtienen sustituyendo el árido convencional de arena o grava por materiales ligeros tales como arcilla expandida, pizarra expandida, perlita, vermiculita, etc, o bien mediante la inclusión de aire en la masa del hormigón o mortero. Cuando se usan estos morteros y hormigones aligerados en las construcciones de fábrica, se obtiene el efecto favorable de reducción del peso, pero sin embargo todas estas formas de aligeramiento empleadas hasta la fecha generan un pernicioso aumento de la rigidez del material hormigón o mortero, con lo cual éste resulta ser más frágil todavía y por tanto es incompatible con su utilización en los casos señalados de obras de fábrica.

20

25

En el estado actual de la técnica, es conveniente el desarrollo tecnológico de morteros y hormigones específicos para las fábricas, que no requieren alta resistencia pero sí una alta capacidad de deformación y un conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas compatibles con la construcción de fábrica, propiedades que son diferentes a las del hormigón y los morteros que han sido desarrollados en los últimos cien años específicamente para las estructuras de vigas y pilares con nudos rígidos.

30

El corcho es el material fundamental de la presente invención. Procede del alcornoque y es un material natural que se ha venido utilizando para diferentes cuestiones en la construcción a lo largo de la historia, e incluso en morteros y hormigones, para aprovechar sus

35

propiedades conocidas de aislamiento térmico, aislamiento acústico y baja densidad (o ligereza). Pero nunca se ha utilizado para aprovechar sus propiedades mecánicas: todo lo contrario, hasta la fecha se ha desechado su empleo como material estructural por la merma de resistencia que implica. Se ha utilizado en cambio con papeles secundarios para recubrir, aislar o aligerar.

Existen investigaciones, como la de Del Río Merino, que desarrollaron la posible utilización del corcho granulado en materiales de construcción prefabricados, basadas en la ligereza del corcho y en la unión íntima por rozamiento entre las celdillas que tiene el corcho y la matriz de pastas de yeso. Pero se descartó siempre su utilización para materiales estructurales, porque se había pensado sólo en las modernas estructuras de vigas y pilares, para las que la inclusión de corcho en hormigones y morteros suponía una merma importante de resistencia con respecto a los morteros y hormigones convencionales de cemento portland.

En la actualidad la mayor parte de la producción mundial de corcho, de la que son principales productores Portugal, España (especialmente Extremadura y Andalucía) e Italia, se destina a la fabricación de tapones de botellas. El tapón de corcho no ha encontrado otro material sustituto que presente las mismas cualidades, porque no hay ningún material natural o artificial que reúna las propiedades que este tiene. Es fundamental para el futuro económico de la industria del corcho encontrar nuevas salidas a este material natural, además de la fabricación de tapones, así como el aprovechamiento y reciclaje del importante volumen de residuos que genera la fabricación de tapones de corcho.

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un mortero/hormigón ecológico resultado de la incorporación de corcho granulado como componente. Se caracteriza por su calidad ecológica y por la alta capacidad de deformación obtenida en el material por la incorporación del corcho, que hace que los elementos constructivos obtenidos con este mortero u hormigón no registren rotura frágil sino una novedosa ductilidad. Con respecto a un mortero u hormigón convencional, se reduce significativamente la rigidez del material y se aumentan la deformabilidad y la ductilidad. La ductilidad es la capacidad para admitir deformaciones manteniendo la capacidad mecánica. Estas propiedades lo hacen óptimo para su uso en construcciones de fábrica de mampostería de ladrillo o de piedra sometidas a la acción del peso, o bien sometidas a acciones dinámicas, tales como sismos, impactos, explosiones y

vibraciones; así como para elementos secundarios de fábrica que requieran una mayor deformación compatible con la de la estructura principal de la construcción.

La presente invención se basa específicamente en dos cualidades que tiene el corcho: la capacidad de deformarse con recuperación de la deformación años después de la aplicación del esfuerzo (que se aprovecha en esta invención fundamentalmente para reducir la rigidez del mortero/hormigón) y su elevado coeficiente de rozamiento debido a su estructura reticular interna (que se aprovecha en esta invención fundamentalmente para hacer posible la unión íntima del corcho con la pasta de mortero). Otras propiedades del corcho como su bajo peso específico, difícil combustibilidad, estabilidad dimensional, impermeabilidad, imputrescibilidad, buen aislamiento eléctrico, térmico y acústico, y resistencia al ataque de ácidos, de roedores y de insectos, son compatibles con las de los morteros y hormigones, y se aprovechan también para la presente invención.

Como conglomerante para el mortero u hormigón de la invención puede emplearse cualquiera de los conocidos en el estado de la técnica, ya sean conglomerantes naturales como la cal aérea, la cal hidráulica natural o el cemento natural, o conglomerantes artificiales como el cemento portland o la cal hidráulica artificial.

El corcho utilizado es material granular obtenido mecánicamente, que procede fundamentalmente del reciclado de corcho de recortes de tapones y otros elementos de la industria de transformación del corcho, e incluso puede proceder del reciclaje de los propios tapones usados.

El invento tiene la particularidad de ser ecológico por dos cuestiones principales:

1. Por la utilización de corcho natural reciclado.
2. Por tratarse de un material destinado fundamentalmente para la rehabilitación de edificios, que hace posible el reuso de las construcciones preexistentes. Con la utilización del material en rehabilitación, las estructuras construidas existentes en lugar de ser demolidas para nueva construcción, pueden ser rehabilitadas, ampliadas y reparadas en sus estructuras de fábrica, produciendo con ello un gran ahorro de energía, al no tener que ser demolida la cimentación y estructura de la construcción (que representan de media al menos el 35% del volumen material del edificio), así como produciendo una drástica reducción de residuos en las demoliciones que se evitan.

La invención es la mezcla en distintas proporciones de un conglomerante de base cemento o cal de cualquier tipo, y carga de corcho granulado, pudiendo incorporar o no carga mineral (árido de arena y/o grava), para obtenerse con su mezcla un mortero/hormigón seco. Posteriormente se le añade agua en distintas proporciones, para ser obtenido el mortero/hormigón fresco, listo para su uso según el estado general de la técnica.

Las dosificaciones del material son muy variables en función de la resistencia, densidad, deformabilidad y ductilidad de proyecto requeridas, que se describen en volumen de la mezcla de mortero seco mediante porcentajes, dentro de los siguientes márgenes básicos:

- A mayor porcentaje de corcho en el volumen de dosificación sustituyendo a la carga mineral de árido convencional, se obtiene una mayor capacidad de deformación (mayor deformabilidad y mayor ductilidad), menor densidad y menor resistencia a compresión.
- A mayor porcentaje de conglomerante, mayor resistencia, por lo que para mantener la resistencia de proyecto del mortero/hormigón es necesario aumentar la cantidad de conglomerante a medida que se aumenta la cantidad de corcho.
- Si el conglomerante empleado es natural (cal aérea, cal hidráulica natural o cemento natural), se aumenta el carácter ecológico.
- El conglomerante natural (fundamentalmente cal aérea, cal hidráulica natural o cemento natural) aporta también mayor capacidad de deformación al mortero/hormigón que el conglomerante de cemento portland. Por su parte, el cemento portland aporta mayor resistencia. Es fundamental el equilibrio entre los diferentes conglomerantes para conseguir la resistencia y capacidad de deformación requeridas, por medio de una adecuada dosificación.
- Si se emplean fibras de polipropileno, fibra de vidrio o fibra de acero añadidas al mortero/hormigón en la masa, se produce la mejora de las propiedades mecánicas y se aumenta también la capacidad de deformación.

El uso de morteros y hormigones a base de granulado de corcho mejora el comportamiento estructural de las fábricas obtenidas con él, ya sean estructuras de muros, arcos, bóvedas, o elementos secundarios de la construcción. Se demuestra la capacidad del corcho para mejorar las propiedades mecánicas de un mortero/hormigón para las fábricas al mejorar la capacidad de deformación, siendo las ventajas más significativas las siguientes: aumenta la deformación que se corresponde con la resistencia característica a compresión, aumenta la deformación que se corresponde con la tensión de rotura por compresión, aumenta la

ductilidad (capacidad de absorber energía con la deformación), reduce el fenómeno de la rotura frágil y genera una forma de rotura con reparto uniforme de fisuras.

La capacidad de deformación obtenida con la invención depende de la cantidad de corcho en la composición del mortero/hormigón. Para cantidades de corcho superiores al 20% en volumen de la masa de mortero/hormigón seco, se obtienen:

- Valores de deformación unitaria (ϵ_k) correspondiente a la resistencia característica a compresión, al menos un 25% superiores a los que se obtendrían en un mortero/hormigón convencional de la misma resistencia a compresión que no tuviera granulado de corcho.
- Valores de deformación unitaria (ϵ_r) correspondiente a la tensión de rotura por compresión, al menos un 60% superiores a los que se obtendrían en un mortero/hormigón convencional de la misma resistencia a compresión que no tuviera granulado de corcho.
- Valores de ductilidad (δ) al menos un 60% superiores a los que se obtendrían en un mortero/hormigón convencional de la misma resistencia a compresión que no tuviera granulado de corcho.

Con el mortero/hormigón de la invención se obtienen construcciones de fábrica -ya sean aparejadas, revestidas o rellenas con él-, que presentan una significativamente reducida rigidez, de manera que se soluciona el problema de la incompatibilidad de deformaciones entre la estructura principal y los elementos secundarios de fábrica, ya que estos últimos elementos secundarios obtenidos con el mortero/hormigón de la invención presentan una deformación compatible con la de la estructura principal, reduciéndose las fisuras y grietas.

Asimismo, en obras de rehabilitación como son reformas, reparaciones, ampliaciones, etc, se soluciona igualmente el problema de incompatibilidad de deformaciones entre las obras de fábrica preexistentes y las obras de fábrica nuevas, cuando en estas últimas se emplea el mortero/hormigón de la invención, con mayor capacidad de deformación.

Las construcciones de fábrica obtenidas con el mortero/hormigón de la invención presentan una considerable mejora en el comportamiento estructural cuando son sometidas a acciones de sismos, impactos, explosiones o vibraciones en general, porque el mortero/hormigón mejora la capacidad de la fábrica para absorber y disipar la energía incidente, debido a las propiedades mecánicas del corcho y a la unión íntima por rozamiento entre el corcho y la

pasta de mortero/hormigón. También influye positivamente la reducción que produce el corcho en el peso la construcción, que reduce las acciones dinámicas a la fábrica.

5 La absorción de vibraciones en el mortero/hormigón de corcho mejora igualmente el comportamiento acústico de la fábrica. Se consigue igualmente un mejor aislamiento acústico y térmico.

Descripción de los dibujos

10 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se aporta como parte integrante de dicha descripción, una serie de dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15 Figura 1: muestra el diagrama tensión-deformación unitaria genérico de un material que presentara todos los estadios tenso-deformación, en concreto un acero, que es el más conocido en el estado de la técnica y empleado como patrón para comparar las propiedades de otros materiales. Se ha representado la zona elástica de la deformación (1), la zona de fluencia (2) y la zona plástica (3), siendo f_p la tensión correspondiente al límite de proporcionalidad, f_e la tensión del límite elástico, f_u la tensión última o máxima y f_r la tensión
20 de rotura del material. El área definido por la gráfica tensión-deformación es la ductilidad (δ), que representa la energía de la que dispone el material para deformarse hasta la rotura.

Figura 2: muestra el diagrama tensión-deformación unitaria en compresión de un mortero/hormigón convencional según el estado de la técnica, siendo f_k la resistencia
25 característica a compresión, ϵ_k la deformación unitaria que se corresponde con la resistencia característica, ϵ_r la deformación unitaria que se corresponde con la tensión de rotura y δ la ductilidad. Representa un material frágil, que no tiene capacidad de deformación.

30 Figura 3: muestra el diagrama tensión-deformación unitaria en compresión de un mortero/hormigón convencional aligerado con aligerantes convencionales, según el estado de la técnica, siendo f_k la resistencia característica a compresión, ϵ_k la deformación unitaria que se corresponde con la resistencia característica, ϵ_r la deformación unitaria que se
35 corresponde con la tensión de rotura y δ la ductilidad. Representa un material muy frágil, que no tiene capacidad de deformación.

Figura 4: muestra el diagrama tensión-deformación unitaria en compresión de un mortero/hormigón realizado de acuerdo con la invención, que consiste en un mortero/hormigón de corcho resistente y con alta capacidad de deformación. Se observa como los valores de la deformación unitaria (ϵ_k) que se corresponde con la resistencia característica, la deformación unitaria (ϵ'_r) que se corresponde con la tensión de rotura y la ductilidad (δ), son significativamente más altos que los de las figuras 2 y 3 anteriores.

Figura 5: muestra la imagen de una probeta cilíndrica de un mortero/hormigón realizado de acuerdo con la invención, que ha sido sometida a un ensayo de compresión hasta la rotura. Se observan las fisuras de rotura del material, que son muchas, de pequeña abertura y uniformemente distribuidas. Dicha forma de rotura representa la capacidad de deformación, que es la principal novedad de la presente invención.

Figura 6: muestra un esquema idealizado de comportamiento de rotura frágil de un hormigón/mortero aligerado con cargas aligerantes convencionales, antes y después de la rotura, representándose el árido ligero convencional de arcilla expandida (4), la pasta de conglomerante y arena (5) y las fracturas de rotura del material, que son pocas y de gran abertura.

Figura 7: muestra un esquema idealizado de comportamiento del mortero/hormigón de acuerdo con la invención, con alta capacidad de deformación, antes y después de la rotura, representándose un gránulo de corcho (6), la pasta de conglomerante y arena (7) y las fisuras de rotura del material, que son muchas y de pequeña abertura.

Figura 8: muestra un esquema idealizado de comportamiento de un mortero/hormigón de acuerdo con la invención, estudiado a mayor escala para describir una alta capacidad de deformación. Se representan los gránulos de corcho (6), la pasta de conglomerante y arena (7) y las fisuras de rotura del material, que son muchas, de pequeña abertura y uniformemente distribuidas.

Realización preferente de la invención

La presente invención se explica e ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, lo cuales no pretenden ser limitativos de su alcance:

Según el estado de la técnica y con carácter general, el diagrama de tensión-deformación unitaria del mortero/hormigón a compresión depende de numerosas variables, tales como la resistencia del mortero/hormigón, la edad, la duración de la carga, la forma y tipo de la sección, la naturaleza de la sollicitación, el tipo de árido, el estado de humedad, etc. Por ello, en el estado de la técnica y en la normativa de materiales se emplean diagramas simplificados, como los de las figuras 1, 2 y 3.

La figura 2 muestra el diagrama tensión-deformación unitaria a compresión de un mortero/hormigón convencional, que describe el comportamiento elásto-plástico del material, caracterizado porque no presenta recta en el inicio de la curva, es decir, que no tiene proporcionalidad entre la tensión y la deformación, y que carece de capacidad de deformación significativa, alcanzándose la tensión de rotura inmediatamente después del valor de la tensión máxima o resistencia característica (f_k). Como consecuencia de este comportamiento, los hormigones y morteros convencionales son frágiles y carecen de ductilidad significativa. De hecho, en la tecnología del hormigón se desprecia el comportamiento post-valor máximo de la tensión, por carecer de fiabilidad estructural. Los valores de resistencia característica a compresión (f_k) en hormigones y morteros convencionales de cemento -representada por el máximo valor de la gráfica-, pueden ser muy variables, entre 2,5 N/mm² y 50 N/mm², dependiendo fundamentalmente de la cantidad y calidad del cemento en la dosificación. En los morteros de cemento, de cal, o mixtos, empleados para obtener las fábricas, las resistencias se recomiendan compatibles con la resistencia a compresión de los mampuestos (de ladrillo o de piedra) para evitar el fenómeno conocido como de "rotura frágil" y suelen estar en el intervalo de 2,5 N/mm² a 7,5 N/mm². En restauración de obras de patrimonio histórico con morteros primitivos, las resistencias de los morteros son aún más bajas, de hasta 1 N/mm². La deformación correspondiente a la resistencia característica (ϵ_k) es del orden de 0,2% y la deformación correspondiente a la tensión de rotura (ϵ_r) es del orden de 0,35%.

Ejemplo del estado de la técnica 1:

Hormigón de cemento portland de 25 N/mm² de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del hormigón seco:
 - 17% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland).
 - 83% de carga mineral (siendo 2/5 arena y 3/5 grava).
- Según el estado general de la técnica, se amasa con agua hasta conseguir una consistencia plástica y se pone en obra compactando la masa.
- Características típicas obtenidas en el hormigón endurecido a la edad de 28 días:

- Densidad: 2,4 gr/cm³.
- Resistencia característica a compresión: 25 N/mm².
- Capacidad de deformación según figura 2:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,20\%$.
 - 5 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon_r = 0,35\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 56,88 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo del estado de la técnica 2:

Mortero de cemento portland de 5 N/mm² de resistencia característica a compresión:

- 10 – Dosificación tipo del mortero seco:
 - 14% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland)
 - 86% de carga mineral de arena.
- Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- 15 – Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: 2,0 gr/cm³.
 - Resistencia característica a compresión: 5 N/mm².
 - Capacidad de deformación según figura 2:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,23\%$.
 - 20 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon_r = 0,40\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 13,08 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo del estado de la técnica 3:

Mortero de cal hidráulica natural de 5 N/mm² de resistencia característica a compresión:

- 25 – Dosificación tipo del mortero seco:
 - 20% de conglomerante (siendo 100% de cal hidráulica natural)
 - 80% de carga mineral de arena.
- Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- 30 – Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: 1,9 gr/cm³.
 - Resistencia característica a compresión: 5 N/mm².
 - Capacidad de deformación según figura 2:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,26\%$.
 - 35 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon_r = 0,48\%$.

- Ductilidad: $\delta = 15,53 \text{ KN/m}^2$.

La figura 3 muestra el diagrama tensión-deformación unitaria de un mortero/hormigón convencional aligerado con aligerantes convencionales tales como arcilla expandida, pizarra expandida, perlita o vermiculita en sustitución del árido convencional. Este mortero/hormigón se utiliza en el estado general de la técnica porque consigue menor densidad pero se acentúa la falta de rigidez, pues se reduce sensiblemente la capacidad de deformación del material y su rotura es más frágil aún. Los valores que definen esta gráfica dependen de la cantidad y tipo de aligerante. En el estado general de la técnica, con una reducción de densidad del 20%, la deformación (ϵ_k) correspondiente a la tensión máxima se reduce significativamente a del orden de 0,16% y la deformación (ϵ_r) correspondiente a la tensión de rotura es del orden de 0,25%. Este comportamiento es válido para estructuras de hormigón de vigas y pilares ligeros, pero es pernicioso para las construcciones de fábrica obtenidas con un mortero/hormigón como el representado, por su alta rigidez.

Ejemplo del estado de la técnica 4:

Hormigón ligero de cemento portland de 15 N/mm^2 de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del hormigón seco:
 - 17% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland).
 - 83% de carga mineral (siendo 3/5 arena y 2/5 de árido ligero de arcilla expandida).
- Según el estado general de la técnica, se amasa con agua hasta conseguir una consistencia plástica y se pone en obra compactando la masa.
- Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a 28 días:
 - Densidad: $1,7 \text{ gr/cm}^3$.
 - Resistencia característica a compresión: 15 N/mm^2 .
- Capacidad de deformación según figura 3:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,16\%$.
 - Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon_r = 0,25\%$.
- Ductilidad: $\delta = 24,57 \text{ KN/m}^2$.

La figura 4 muestra el diagrama tensión-deformación unitaria del mortero/hormigón de la invención, en el que se ha producido la sustitución del árido convencional de arena por granulado de corcho. La gráfica describe una alta capacidad de deformación. Se observa como los valores de la deformación (ϵ_k) correspondiente a la resistencia característica, la deformación (ϵ_r) correspondiente a la tensión de rotura y la ductilidad (δ) son

significativamente mayores que en los morteros/hormigones convencionales (figura 2) y muy superiores a los de los morteros/hormigones ligeros convencionales (figura 3). Se ha considerado como límite (ϵ'_r) para la deformación de rotura y ductilidad el punto de la gráfica que se corresponde con una tensión del 65% de la resistencia característica (f_k).

5

Ejemplo de realización nº 1:

Mortero ecológico de corcho, de cemento portland, de 5 N/mm² de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del mortero seco:
 - 10 – 17% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland)
 - 25% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 58% de carga mineral de arena.
- Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- 15 – Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: 1,5 gr/cm³.
 - Resistencia característica a compresión: 5 N/mm².
- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,26\%$.
 - 20 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,62\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 23,38 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo de realización nº 2:

Mortero ecológico de corcho, de cal hidráulica natural, de 5 N/mm² de resistencia característica a compresión:

- 25 – Dosificación tipo del mortero seco:
 - 33% de conglomerante (siendo 100% de cal hidráulica natural).
 - 30% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 37% de carga mineral de arena.
- 30 – Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: 1,6 gr/cm³.
 - Resistencia característica a compresión: 5 N/mm².
- 35 – Capacidad de deformación según figura 4:

- Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,32\%$.
- Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,88\%$.
- Ductilidad: $\delta = 33,06 \text{ KN/m}^2$.

5 Ejemplo de realización nº 3:

Mortero ecológico de corcho, de cal aérea, de 5 N/mm^2 de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del mortero seco:
 - 50% de conglomerante (siendo 100% de cal aérea natural).
 - 10 – 30% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 20% de carga mineral de arena.
- Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - 15 – Densidad: $1,2 \text{ gr/cm}^3$.
 - Resistencia característica a compresión: 5 N/mm^2 .
- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,36\%$.
 - Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 1,15\%$.
 - 20 – Ductilidad: $\delta = 42,98 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo de realización nº 4:

Mortero ecológico de corcho, mixto de cal hidráulica natural y cemento portland, mejorado con fibras, de $7,5 \text{ N/mm}^2$ de resistencia característica a compresión:

- 25 – Dosificación tipo del mortero seco:
 - 35% de conglomerante (siendo 75% de cal hidráulica natural y 25% de cemento portland).
 - 30% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 35% de carga mineral de arena.
- 30 – Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra. Se adicionan durante el amasado $0,03 \text{ gr}$ de fibras de polipropileno por cada gramo de conglomerante.
- Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: $1,6 \text{ gr/cm}^3$.
 - 35 – Resistencia característica a compresión: $7,5 \text{ N/mm}^2$.

- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,33\%$.
 - Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,95\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 53,27 \text{ KN/m}^2$.

5

Ejemplo de realización nº 5:

Mortero ecológico de corcho, de cemento portland, de 10 N/mm^2 de resistencia característica a compresión.

- Dosificación tipo del mortero seco:
 - 10 – 23% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland)
 - 15% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 62% de carga mineral de arena.
- Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- 15 – Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: $1,8 \text{ gr/cm}^3$.
 - Resistencia característica a compresión: 10 N/mm^2 .
- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,24\%$.
 - 20 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,51\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 38,55 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo de realización nº 6:

Mortero ecológico de corcho, de cal aérea, de $2,5 \text{ N/mm}^2$ de resistencia característica a compresión.

- 25 – Dosificación tipo del mortero seco:
 - 40% de conglomerante (siendo 100% de cal aérea natural)
 - 35% de carga de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo.
 - 25% de carga mineral de arena.
- 30 – Se amasa con agua hasta conseguir una consistencia adecuada para su trabajabilidad y puesta en obra.
- Características típicas obtenidas en el mortero endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: $1,1 \text{ gr/cm}^3$.
 - Resistencia característica a compresión: $2,5 \text{ N/mm}^2$.
- 35 – Capacidad de deformación según figura 4:

- Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,35\%$.
- Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 1,05\%$.
- Ductilidad: $\delta = 19,76 \text{ KN/m}^2$.

5 Ejemplo de realización nº 7:

Hormigón ecológico de corcho, de cemento portland, de 20 N/mm^2 de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del hormigón seco:
 - 25% de conglomerante (siendo 100% de cemento portland).
 - 10 – 40% de carga de corcho (siendo 33% de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo y 67% de corcho granulado de 16 mm de tamaño máximo).
 - 35% de carga mineral de arena.
- Según el estado general de la técnica, se amasa con agua hasta conseguir una consistencia plástica y se pone en obra compactando la masa.
- 15 – Características típicas obtenidas en el hormigón endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: $1,5 \text{ gr/cm}^3$.
 - Resistencia característica a compresión: 20 N/mm^2 .
- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,30\%$.
 - 20 – Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,79\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 118,13 \text{ KN/m}^2$.

Ejemplo de realización nº 8:

25 Hormigón ecológico de corcho, de cal hidráulica natural, de 15 N/mm^2 de resistencia característica a compresión:

- Dosificación tipo del hormigón seco:
 - 40% de conglomerante (siendo 100% de cal hidráulica natural).
 - 20% de carga de corcho (siendo 25% de corcho granulado de 4 mm de tamaño máximo y 75% de corcho granulado de 16 mm de tamaño máximo).
 - 30 – 40% de carga mineral de arena.
- Según el estado general de la técnica, se amasa con agua hasta conseguir una consistencia plástica y se pone en obra compactando la masa.
- Características típicas obtenidas en el hormigón endurecido a la edad de 28 días:
 - Densidad: $1,9 \text{ gr/cm}^3$.
 - 35 – Resistencia característica a compresión: 15 N/mm^2 .

- Capacidad de deformación según figura 4:
 - Deformación unitaria de la tensión máxima: $\epsilon_k = 0,28\%$.
 - Deformación unitaria de la tensión de rotura: $\epsilon'_r = 0,70\%$.
 - Ductilidad: $\delta = 78,38 \text{ KN/m}^2$.

5

La capacidad de deformación del mortero/hormigón de los ejemplos de realización nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 es la representada gráficamente en la figura 4.

La forma de rotura del mortero/hormigón de los ejemplos de realización nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de la invención:

10

- Presenta múltiples fisuras, de pequeña abertura y uniformemente distribuidas, según la figura 5, que son el resultado de la alta capacidad de deformación. Esta forma de rotura es muy diferente a la rotura frágil que tendría una probeta de mortero/hormigón convencional según el estado de la técnica.

15

- Se representa de forma idealizada en la figura 7, que muestra un esquema de comportamiento del mortero/hormigón con alta capacidad de deformación, antes y después de la rotura, representándose un gránulo de corcho (6), la pasta de conglomerante y arena (7) y las fisuras de rotura del material, que son múltiples, uniformemente repartidas y de pequeña abertura. Esta forma de rotura es muy distinta a la de la figura 6, de comportamiento de rotura frágil de un hormigón/mortero aligerado con cargas aligerantes convencionales, representado antes y después de la rotura, con pocas fracturas, que son localizadas y de gran abertura.

20

- A mayor escala se representa con la figura 8, que muestra un esquema idealizado de comportamiento de un mortero/hormigón de acuerdo con la invención, con alta capacidad de deformación. Se representan los gránulos de corcho (6), la pasta de conglomerante y arena (7) y las fisuras de rotura del material, que son múltiples, de pequeña abertura y uniformemente distribuidas.

25

REIVINDICACIONES

1- Mortero/hormigón de cemento resistente y ecológico caracterizado por la incorporación de corcho granulado como componente y por la capacidad de deformación obtenida frente a un mortero/hormigón convencional como consecuencia de su incorporación, donde la proporción de corcho granulado está definida por el intervalo entre el 1% y el 55% con respecto al volumen total de mezcla del mortero/hormigón seco; para su uso en estructuras resistentes de construcción que requieran ductilidad y no-rotura frágil.

2- Mortero/hormigón resistente y ecológico según la reivindicación 1, para su uso en estructuras de construcción que requieran resistencia a acciones dinámicas tales como sismos, impactos, explosiones y vibraciones.

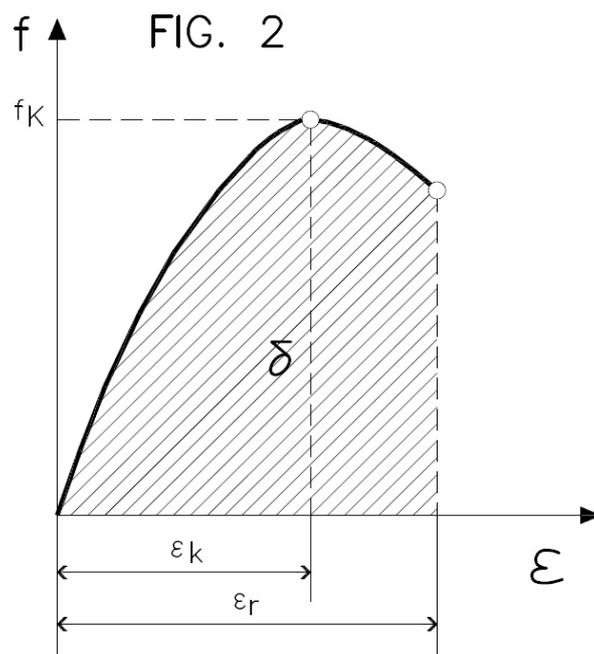
3- Mortero/hormigón resistente y ecológico según la reivindicación 1, para su uso en construcciones de fábrica de mampostería de piedra o/y de ladrillo.

4- Mortero/hormigón resistente y ecológico según la reivindicación 1, para su uso en construcciones de fábrica de mampostería de piedra o/y de ladrillo que requieran resistencia a acciones dinámicas tales como sismos, impactos, explosiones y vibraciones.

5- Mortero/hormigón resistente y ecológico según la reivindicación 1, para su uso en construcciones de fábrica de mampostería de piedra o/y de ladrillo que requieran una deformabilidad compatible con la estructura del edificio.

6- Mortero/hormigón según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 ó 5 anteriores, caracterizado porque además de corcho granulado como componente, emplea conglomerante de cal aérea natural y/o cal hidráulica y/o cemento natural sustituyendo total o parcialmente al conglomerante de cemento, obteniéndose una mayor capacidad de deformación y un mayor carácter ecológico.

7- Mortero/hormigón según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 anteriores, caracterizado porque además de corcho granulado como componente, incorpora fibras que mejoran el comportamiento tensión-deformación del material.



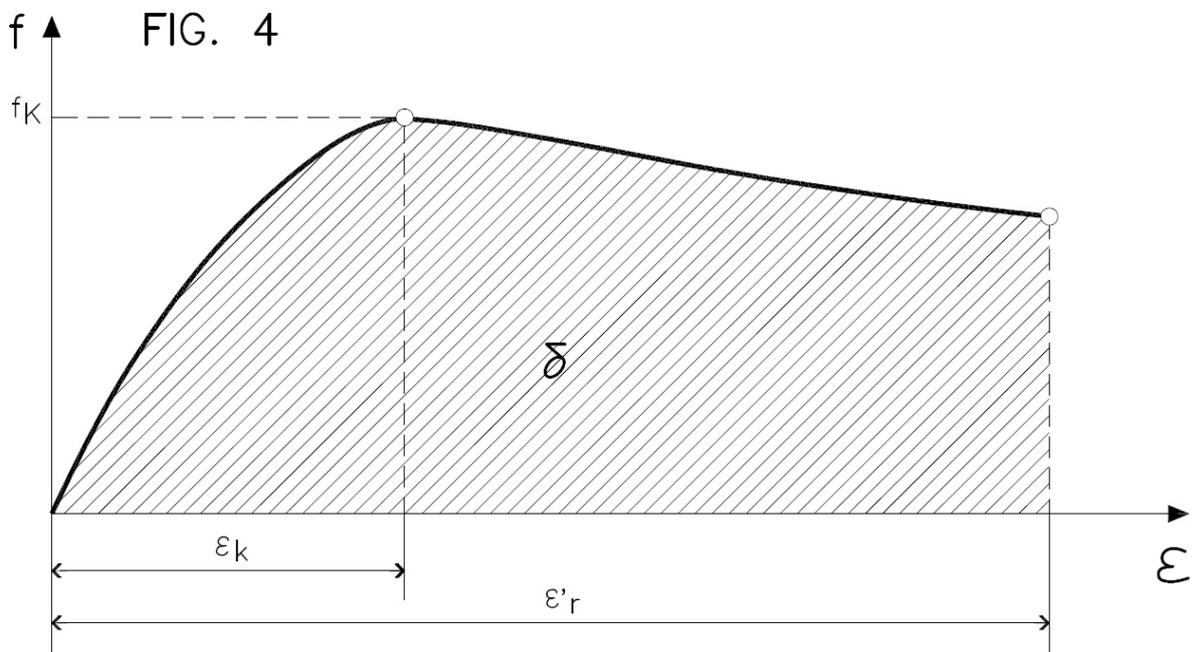
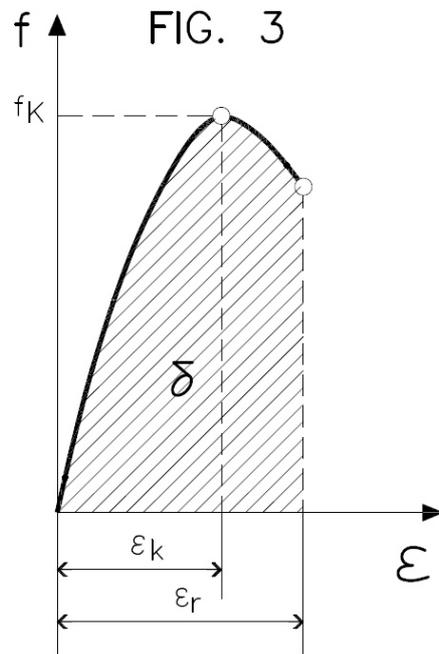


FIG. 5



FIG. 6

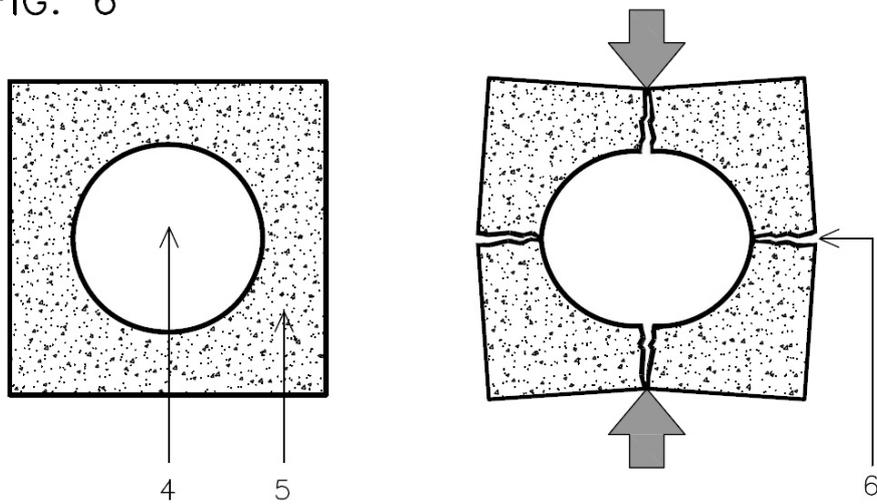


FIG. 7

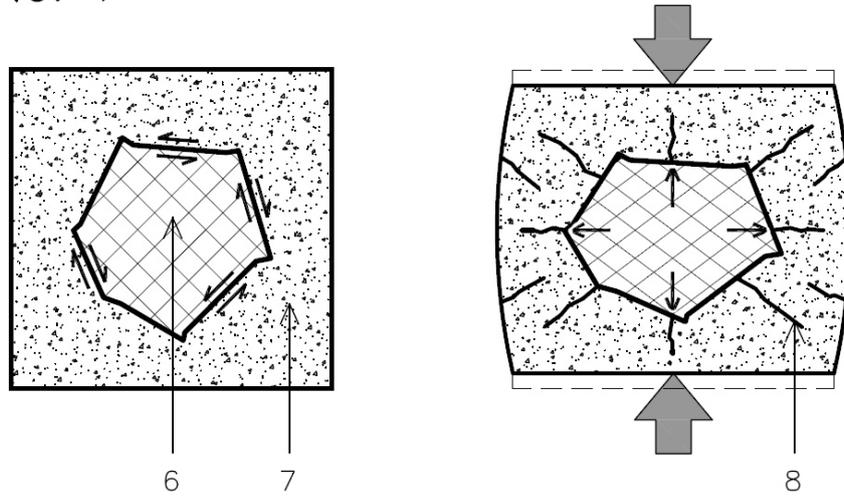
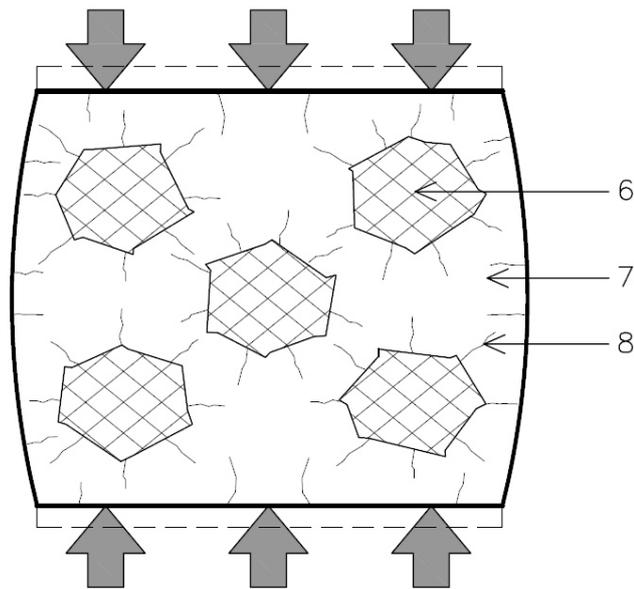


FIG. 8





②¹ N.º solicitud: 201431849

②² Fecha de presentación de la solicitud: 16.12.2014

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **C04B18/24** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 2583954 A1 (SECIL COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO S A) 24.04.2013, párrafo [22].	1-7
X	EP 1122223 A1 (LIEBER ROGER) 08.08.2001, párrafos [10],[14].	1-7
X	ES 169057 (J. IRIBAS DE MIGUEL) 27.02.1945, página 2, líneas 36-42.	1-7
A	ES 8609175 A1 (MOULY MICHEL et al.) 16.12.1986, reivindicación 5.	1-7
A	WO 2012011828 A1 (MACHADO PINTO GERMANO JOAO MANUEL) 26.01.2012, reivindicación 1.	1-7

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 nº:

Fecha de realización del informe
07.05.2015

Examinador
J. García Cernuda Gallardo

Página
1/4

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

INVENES, WPI, EPODOC, XPESP

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 07.05.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-5, 7	SI
	Reivindicaciones 1, 6	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 2-5, 7	SI
	Reivindicaciones 1, 6	NO

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	EP 2583954 A1 (SECIL COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO S A)	24.04.2013
D02	EP 1122223 A1 (LIEBER ROGER)	08.08.2001
D03	ES 169057 (J. IRIBAS DE MIGUEL)	27.02.1945
D04	ES 8609175 A1 (MOULY MICHEL et al.)	16.12.1986
D05	WO 2012011828 A1 (MACHADO PINTO GERMANO JOAO MANUEL)	26.01.2012

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

La solicitud se refiere a un mortero/hormigón de cemento que incorpora corcho granulado como componente, con una proporción de corcho granulado en el intervalo entre 1% y 55% con respecto al volumen total de la mezcla del mortero/hormigón seco, para su uso en estructuras resistentes de construcción que requieran ductilidad y no-rotura frágil (reiv. 1). Además de corcho puede emplear conglomerante de cal aérea natural y/o cal hidráulica y/o cemento natural sustituyendo parcial o totalmente al conglomerante de cemento (reiv. 6) y puede incorporar además fibras que mejoren el comportamiento de tensión-deformación del material (reiv. 7).

El documento D01 se refiere a un mortero ligero preparado con granulado de corcho. En su composición incluye árido de cal, cemento, granulado negro de corcho, hidróxido de calcio, metil-celulosa modificada, copolímero de acetato de vinilo, estearato de calcio, alfa-olefinosulfonato de sodio y polvo de aluminio (párr. 22). Se anticipan las características de las reiv. 1 y 6 de la solicitud.

El documento D02 se refiere a una composición basada en cemento destinada a la construcción, en particular a la realización de láminas, para permitir una mejora del aislamiento (párrafo 10). Contiene cemento (20-50%), polvo de hormigón celular (5-60%) y material expandida o granulado de corcho (hasta 100%) (párrafo 14). Se anticipa el contenido de la reivindicación 1 de la solicitud.

El documento D03 se refiere a un procedimiento de obtención de un hormigón de nuevo tipo que consta de cemento, serrín de corcho y agua en proporciones respectivas de 150 a 4000 kg por m³, 1.000 a 3.000 litros por m³ y 75 a 405 litros por m³, respectivamente (pág. 2 lín 36-42). Se anticipan las características de la reivindicación 1 de la solicitud.

El documento D04 se refiere a un procedimiento de fabricación de hormigón ligero de alta resistencia mecánica. Consta de una armadura fibrosa intercelular constituida por un granulado ligero de corcho crudo (reiv. 5). El contenido de corcho, que no es cuantificado, está incluido en una armadura fibrosa intercelular, no incorporado por tanto como componente en proporciones establecidas.

El documento D05 se refiere a un hormigón ligero translúcido como material de construcción, decoración y mobiliario cuya composición está basada en corcho, fibras ópticas y cemento especial para mortero (reiv. 1). No se establecen proporciones cuantitativas de estos constituyentes.

Se considera que la solicitud no cumple con los requisitos de novedad y actividad inventiva en sus reivindicaciones 1 y 6. Las reivindicaciones 2-5 y 7 tienen novedad y actividad inventiva, según los art. 6.1 y 8.1 de la L.P.