

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 702**

21 Número de solicitud: 201330972

51 Int. Cl.:

C04B 14/22 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

28.06.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.01.2015

71 Solicitantes:

**ENVIROCEM, S.L. (100.0%)
C/ Francisco Silvela, 54 planta 3º-D
28028 MADRID ES**

72 Inventor/es:

BURGOS ENRIQUEZ, Enrique

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

54 Título: **MORTERO HIDRÁULICO CON VIDRIO.**

57 Resumen:

Mortero hidráulico con vidrio, compuesto mayoritariamente por: Vidrio de desecho al que se añade, clinker Portland puro, gris o blanco, yeso y opcionalmente alúmina; Vidrio súper-fino adicionado posteriormente al producto molido; y piedra natural de machaqueo y suelo natural calcáreo o silíceo o mezcla de ambos, o vidrio molido como sustituto de los finos de piedra natural, calcárea o silíceo.

ES 2 527 702 A2

DESCRIPCION

Mortero hidráulico con vidrio.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un material pétreo de tipo calizo o silíceo, tratado con un conglomerante de tipo puzolánico, formado principalmente por un producto vítreo y reactivo, destinado principalmente para construir y estabilizar superficies terrizas al aire libre.

10 Esta invención la encuadramos en el sector de la construcción, y más concretamente en el de la urbanización, si bien el carácter natural y ecológico que posee, y la notable disminución del CO₂ por su utilización en sustitución de los cementos Portland, también se encuadra en las actividades medioambientales.

15 Estado de la técnica

Existen en el mercado multitud de métodos y aplicaciones, para la estabilización de caminos y explanadas, fundamentalmente a base de polímeros que se aplican in situ, otros ya tradicionales como la cal viva, el suelo cemento o la grava cemento. Unos se realizan sobre el terreno existente y otros con el aporte de suelo, bien para tratarlo extendido o llevado preparado en central, para su extendido, nivelado y compactado.

25 La Patente Europea EP 1 250 397 B1 se basa en la utilización del vidrio de reciclaje molturado, que utiliza reactivos básicos tipo OCa, Sodio o Potasio. Esta patente aunque novedosa, tiene el inconveniente de aportar escasas resistencias tanto a compresión como a tracción. Ensayos realizados siguiendo instrucciones de dicha patente arrojan los siguientes resultados:

Edad (días en cámara húmeda)	Resistencia Compresión (MPa)	Resistencia a Tracción (MPa)
7	2,39	-
28	4,64	0,48
90	7,65	0,94

30 Según estos resultados, estos suelos se disgregan con cierta facilidad por lo que a corto plazo el deterioro y la suelta del material componente de los suelos así tratados, y de los aglomerados con piedras de machaqueo realizados, es muy evidente, así que la vida de este material resultante es corta, y el calcio libre que se produce provoca migraciones de éste a la superficie con eflorescencias muy llamativas, sobre todo después de los periodos de lluvias seguidas de aumento de temperaturas.

35 Descripción de la invención

Mediante la mezcla íntima de un cemento (obtenido según patente ES 2 339 910 B1), que denominaremos cemento de vidrio (por incluir una porción de vidrio mayoritaria), con piedra de cantera de machaqueo con granulometrías precisas y agua, según su uso, obtendremos un mortero semi-seco, transportable en camión volquete, por la lentitud del comienzo de fraguado que a su vez nos permite extender, nivelar y compactar, sin detrimento de las características intrínsecas y potenciales de dicho mortero.

45 La presente invención consigue mejorar muy notablemente los métodos conocidos, tanto por las resistencias a compresión logradas a corto, medio y largo plazo, como por la eliminación de las eflorescencias y el carácter fuertemente puzolánico.

Todas las características conseguidas determinan una mayor durabilidad, y una estabilidad muy apreciable, no pudiendo equipararse con el caso precedente, y otros métodos comúnmente utilizados (estabilización con cal, estabilización con cemento, con polímeros etc.)

5 Esta notable mejora se puede apreciar tanto en el sistema de incorporación del aglomerante directamente incorporado sobre el terreno, (bien se realice por vía húmeda o por vía seca) como por el sistema de amasado previo en central o amasadora móvil, mezclando con árido natural de machaqueo de cantera.

10 En esta invención utilizaremos como aglomerante hidráulico en sus distintas proporciones y aplicaciones, el obtenido según método de fabricación y reivindicaciones de la Patente ES 2 339 910 B1 al que le añadimos una novedad, la incorporación como adición de vidrio súper fino, como material amorfo de altísima reactividad.

15 La presente invención surge del desarrollo del documento anteriormente citado, especialmente porque ha sido el mismo inventor el que lo ha llevado a efecto. Pensado y desarrollado como un sistema para obtener explanadas, sendas, caminos, senderos, estabilización de subbase de carreteras, vías ciclistas, vías pecuarias etc., con aspecto natural terrizo, muy duradero, con resistencias iniciales y a largo plazo muy notables, sin aportar color al suelo o al conglomerado, por lo que mantiene el color del árido, si bien se le puede añadir al mortero semi-seco resultante óxidos naturales que determinen el color deseado, y aun con las resistencias desarrolladas, no requieren juntas de dilatación, por lo que no aparecen grietas de retracción, siendo un pavimento continuo, y además mantiene intactas sus características iniciales durante un periodo muy extenso en el tiempo.

25 En las proporciones que vamos a utilizar de conglomerante, tenemos que tener siempre presente que este porcentaje, tanto en volumen (porcentaje sobre la masa total en %), como en la composición de la mezcla cementicia (vidrio/ clinker, yeso, agua, alúmina en su caso, o vidrio súper fino) tiene que mantener la características de ser un pavimento continuo y que no se formen grietas por retracción en cualquier tipo de utilización o aplicación, y que las resistencias a compresión conseguidas, no sean inferiores, ni superiores a :

Días	Resistencia a compresión superior a (MPa):	Resistencia a compresión inferior a (MPa):
7	3-4	8-9
28	6-8	14-16
90	8-10	19-22

35 Si bien nuestro abanico de porcentajes y componentes, incluso métodos de fabricación y posibilidades nos permiten conseguir resistencias iniciales más bajas o resistencias finales mucho más altas, dependiendo del producto o utilización que deseemos aplicar, con utilizaciones y aplicaciones sustitutivas, para infinidad de productos ya realizados con cemento Portland y sus infinidad de adiciones, u otros novedosos productos y aplicaciones que se pueden crear.

40 Teniendo en cuenta que el elemento mayoritario hasta el 95%, es el vidrio de desecho, y su aprovechamiento implica un gran beneficio para el medio ambiente y la sociedad en general, sin excluir esos territorios que tienen vidrio pero por su poca rentabilidad la industria del vidrio no está presente, para aprovechar y reciclar dicho vidrio. En estos lugares el vidrio, o va al vertedero o incluso se muele para su utilización como arena, para rellenos o playas

45 En los ensayos realizados la puzolanidad se ha mantenido más de 365 días.

Este conglomerante cementicio se puede utilizar directamente sobre el suelo existente o con el suelo mejorado con aportación externa de áridos, bien directamente en vía seca o en vía húmeda, aplicado a base de maquinaria específica, mezcla íntima, para ambos casos, con su nivelación y apisonado final.

5 Para obtener todas las propiedades de este pavimento continuo, y aplicarlas a distintas situaciones (usos, pendientes, climas etc.), hemos utilizado porcentajes de vidrio de desecho, fundamentalmente vidrio común, doméstico o industrial, no desechamos otros como el CRT, de color único, mezcla de colores, o transparente, mezclado con clinker blanco o gris, yeso y
10 alúmina en su caso, o bien un porcentaje de 0-10% de vidrio ultra fino con granulometrías de 0,1-0,5 micras.

Las distintas proporciones entre sus componentes esenciales son:

- 15
- Vidrio 95 - 70%, y alternativamente
 - Clinker, yeso y alúmina o vidrio ultra fino 5 - 30%

Es decir que utilizaremos hasta un máximo de 95% de vidrio con su complementario de clinker, yeso y alúmina, o vidrio ultra fino, o su correspondiente cemento resultante, de utilizar distintas
20 cantidades de yeso, es decir CEM 52,5, CEM 42,5 y CEM 32,5 (Blanco o gris).

Y hasta un mínimo del 70% de vidrio, con su complementario de clinker, yeso y alúmina, o vidrio ultra fino, o su correspondiente cemento resultante de aplicar distintas cantidades de yeso, es
25 decir CEM 52,5, CEM 42,5 y CEM 32,5 (Blanco o gris).

Estas mezclas con el vidrio, podrán mezclarse con el cemento directamente, una vez molturado el vidrio a la granulometría deseada.

O añadir los componentes y estos deberán de molturarse conjuntamente, hasta conseguir que se
30 mezclen íntimamente, incluso aleándose (según hemos podido comprobar mediante microscopio electrónico), con una granulométrica variable de 0,1 a 30 micras, media de 14-16 micras y óptima de 0,1 a 10 micras, añadiéndole una vez molido al conjunto, si así se considera, vidrio súper-fino con una granulometría de 0,1-0,5 micras, para acelerar la reacción inicial.

35 Somos conscientes que una mezcla externa utilizando el cemento y el vidrio finamente molido dan resultados apreciables y aunque reivindicamos estos posibles métodos, el sistema de fabricación elegido para la obtención del aglomerante, es mucha más eficiente y determinante en las características expresadas en la patente precedente, lo que no obvia por nuestra parte la
40 utilización del cemento íntimamente mezclado con el vidrio y los demás elementos de este mortero altamente puzolánico

A título de ejemplo hemos realizado ensayos de esta mezcla cementicia, utilizando porcentajes de vidrio del 80% más su 16% complementario, a base de clinker puro, yeso y un 4% de vidrio ultra fino
45

Ensayos realizados: Ensayo de apisonado de suelos por el método Proctor modificado según norma UNE 103501.

Los ensayos de resistencia se efectuaron sobre probetas de con un tiempo de fraguado de 7, 28
50 y 90 días.

En primer lugar hemos ensayado un mortero consistente en una mezcla de vidrio molturado a 14 micras, y posteriormente lo hemos mezclado cuidadosamente con cemento tipo 52,5R, y arena silícea 0-4 -0.6 cm. con curva granulometría definida, y le hemos añadido agua.

- 5 Aquí podemos ver los resultados de Resistencia a Compresión a 7, 28 y 90 días según siguiente tabla y características del ensayo:

Ensayo de compactación Proctor modificado (UNE 103.501)

Densidad máxima: 2,19 gr/cm³

10 Humedad Óptima: 7,21%

Humedad de la muestra mediante secado en estufa (UNE 103.300)

% Humedad total de la mezcla: 6,62

Resistencia a la compresión (NLT-310.NLT-305)

Edad (días)	Densidad Seca (g/cm ²)	Compresión (MPa)
7	2,23	5,91
7	2,23	6,23
28	2,22	12,53
28	2,23	12,86
90	2,23	15,38
90	2,24	15,95

- 15 Este ensayo lo vamos a comparar con otro realizado, con el mismo material base, es decir la misma arena y curva granulométrica característica, la misma cantidad de agua y de ligante con la excepción del método de fabricación, ya que este conglomerante es el resultado de una molienda conjunta de los componentes, incluso manteniendo la misma granulometría del conjunto es decir las 14 micras del ensayo anterior, donde se había introducido vidrio a 14 micras, y finalmente
20 después de la molturación le hemos añadido un 4% de vidrio ultra-fino

Ensayo realizado con material molturado conjuntamente, vidrio común, clinker Portland puro y yeso, más vidrio ultra fino.

- 25 Condiciones del ensayo:

Ensayo de compactación Proctor modificado (UNE. 103.501)

Densidad máxima 2,19 g/cm²

Humedad optima 6,37 %

Humedad de la muestra mediante secado en estufa. (UNE.103.300)

30 % de humedad total de la muestra 5,65

Resistencia a la compresión (NLT-310, NLT-305)

Edad (días)	Densidad Seca (g/cm ²)	Compresión(MPa)
7	2,22	7,27
7	2,21	7,79
28	2,24	13,90
28	2,23	13,20
90	2,24	20,50
90	2,24	20,60

- 35 Después de comprobar y comparar los ensayos precedentes podemos determinar que las resistencias alcanzadas cuando se muele conjuntamente, todos los materiales y le adicionamos el vidrio súper fino, el incremento de resistencias a compresión, se produce a todas las edades

de forma muy notable, sobre todo a los 90 días, continuando el incremento de resistencias más de un año por el fuerte carácter puzolánico del conglomerante resultante. Influidos por la molturación conjunta, la mezcla íntima de los materiales, la granulometría, y el carácter amorfo del vidrio súper-fino con una cantidad de SiO₂ del orden del 70%. Este carácter puzolánico mantenido en el tiempo es lo que nos proporciona las características óptimas para la estabilización de los terrenos, y de las mezclas con los áridos de machaqueo que proponemos.

La resistencia a compresión a la edad de 28 días es casi el doble de la obtenida a 7 días (aumento del 92%), y la obtenida a 90 días es más del triple de la obtenida a 7 días.

También hemos considerado y probado la sustitución de parte del árido fino (calizo o silíceo) por arena de vidrio molido de 1-4 mm, ya que por el carácter fuertemente puzolánico de la mezcla cementicia, inhibe la reacción alcali-silice, mediante esta sustitución reciclaríamos parte del vidrio, que de una forma u otra van al vertedero, consiguiendo morteros estables, con menos absorción de agua y muy ecológicos.

La resistencia a compresión a la edad de 90 días tras la inmersión en agua es de 88%, valor muy elevado, que hace muy factible su utilización en zonas inundables, bien por su proximidad a zonas de agua o por escorrentías y acumulaciones periódicas, en periodos de lluvia.

Condiciones básicas para su aplicación

Sabido es que las resistencias a compresión soportadas por este mortero, están en función de la carga y de su utilización, es decir de la capacidad portante del suelo, por lo que hemos dispuesto previos ensayos en laboratorio para obtener las distintas granulometrías óptimas de los áridos según uso:

- Peatonos y bicicletas.....0,4-0,6 cm
- Vehículos ligeros uso esporádico.....0,10-0,12 cm.
- Vehículos ligeros uso medio.....0,12-0,14 cm.
- Vehículos pesados uso esporádico.....0,18-0,20 cm.
- Paso de ganado.....0,6-0,8 cm.

También y con el mismo fin hemos determinado en laboratorio el espesor medio para cada utilización y uso:

- Peatonos y bicicletas..... 5-6 cm.
- Vehículos ligeros.....10-12 cm.
- Vehículos ligeros uso medio.....12-14 cm.
- Vehículos pesados uso esporádico.....14-16 cm.
- Paso de ganado.....6-8 cm.

Fabricación y puesta en obra del mortero

Una vez cumplidas las condiciones anteriores el material se mezcla preferiblemente en central de hormigón con mezcladora homologada, si bien se puede realizar en mezcladoras móviles y se le adiciona el agua, la humedad óptima de amasado en laboratorio es del 8%. Y una vez conseguida una mezcla homogénea y bien dosificada (4-12% de conglomerante cementicio sobre el peso total de la mezcla) u otros porcentajes elegibles según utilidad y proyecto.

Este material ya mezclado se transporta en camión volquete al lugar de aplicación, se extiende, se nivela. Ambas operaciones se pueden hacer manualmente o mediante máquinas extendedoras, y finalmente se compacta según espesor, con apisonadora auto portante o manual, hasta conseguir un Proctor modificado de como mínimo el 98%.

5 Cuando la aplicación se hace directamente en el terreno por vía seca o húmeda, mediante la maquinaria específica ampliamente conocida, este material se dosifica previos ensayos en el laboratorio de los materiales, se mezcla íntimamente, finalmente se compacta hasta alcanzar el Proctor que se requiera en el proyecto generalmente superior al 98%. Aunque por la cantidad de cemento presente en el conglomerante y la reacción de CaO presente, ya se produce un efecto cementante, el verdadero potencial se estará produciendo durante un largo periodo de tiempo de más de un año.

10 Para suelos estabilizados in situ del tipo S-EST 1 y S- EST 2 (artículo 512 del PG 3) se determina la capacidad soporte mediante el ensayo de determinación CBR a 7 días UNE 103502. El índice CBR debe de ser mayor de 6 y 12 para los suelos estabilizados S-EST1 y S-EST 2 respectivamente. Ambos límites son superados por el material presentado con creces, ya que su CBR es casi 40 veces el valor exigido para un S-EST 2.

REIVINDICACIONES

- 1.- Mortero hidráulico con vidrio, compuesto mayoritariamente por:
- Vidrio de desecho al que se añade, clinker Portland puro, gris o blanco, yeso y opcionalmente alúmina
 - Vidrio súper-fino adicionado posteriormente al producto molido:
 - a) todo molturado y aleado mecánicamente en seco, mediante molino de bolas o equivalente,
 - b) o mezcla de los cementos equivalentes resultantes de la mezcla de clinker mas yeso, ya molturados y aleados o bien mezclados íntimamente con el vidrio previamente molturado;
 - Piedra natural de machaqueo y suelo natural calcáreo o silíceo o mezcla de ambos, o vidrio molido como sustituto de los finos de piedra natural, calcárea o silícea.
- 2.- Mortero hidráulico, según la reivindicación nº 1, **caracterizado** por que el vidrio que lo compone es vidrio común o industrial, incluso CRT, todo sodo-calcico.
- 3.- Mortero hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el vidrio es transparente, o mezcla de colores.
- 4.- Mortero hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el clinker Portland puro, gris o blanco, tiene una composición tipo:
- SC3 Silicato Tricalcico 40-50%
 - SC2 Silicato bicálcico 20-30%
 - AC3 Aluminato Tricalcico 10-15%
 - AlFe4 Aluminoferrico Tetracálcico 5-10%
- y, para el Portland blanco:
- Fe2O3 en proporción inferior al 0,4%
- 5.- Mortero hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el vidrio súper-fino adicionado tiene una granulometría inferior a 1 micra.
- 6.- Mortero hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el conglomerante presenta una granulometría desde 0,1 micras hasta 30 micras, valor medio de 15 micras y óptimo de 10 micras.
- 7.- Mortero hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el conglomerante emplea cemento Portland tipo CEM 52,5, CEM 42,5 y CEM 32,5, blanco o gris, directamente con vidrio molturado de 0,1 a 30 micras, preferiblemente de 10 micras.
- 8.- Mortero Hidráulico, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que la puzolanidad, se mantiene más de 375 días en este cemento.
- 9.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el componente vítreo del aglomerante posee un mínimo del 70%, y un 30% de clinker, yeso y alúmina o vidrio súper-fino, y un máximo del 95% de vidrio, y un 5% de clinker yeso y alúmina o vidrio súper-fino.
- 10.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que presenta resistencias a compresión a 28 días que suponen un aumento mínimo del 80%, de las presentadas a 7 días.
- 11.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que presenta resistencias a compresión a 90 días tres veces superiores a las que presentan a 7 días.

- 12.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por conservar una resistencia a compresión después de 90 días sumergido en agua, con un mínimo del 85%, de su resistencia característica a esa edad.
- 5 13.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que como árido fino se utiliza el vidrio molido.
- 14.- Mortero hidráulico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que se utiliza cualquier árido silíceo o calizo con las granulometrías precisas.