



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 334**

51 Int. Cl.:
C04B 28/08 (2006.01)
C04B 7/153 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04075379 .0**
86 Fecha de presentación : **05.02.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1561736**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **10.08.2005**

54 Título: **Método para preparar un material de construcción.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es:
Optos Optimale Oszillationstechnik GmbH
Oberer Hilgenstock
34414 Warburg, DE

72 Inventor/es: **Ahmet, Sadikovic**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

DESCRIPCIÓN

Método para preparar un material de construcción.

5 La presente invención se refiere a un método para preparar un material de construcción. Además, la invención se refiere al material de construcción obtenible por dicho método. La invención se refiere adicionalmente a una composición aglomerante para preparar un material de construcción.

10 El cemento es un material llamado aglomerante hidráulico que se usa generalmente en la preparación de materiales de construcción. Una variedad particular popular y bien conocida de cemento es el cemento portland. El cemento portland se usa en muchas aplicaciones tales como mortero, hormigón, y otros materiales de construcción tales como bloques de construcción. El cemento portland se produce pulverizando clínca hasta una superficie específica generalmente de alrededor de 3000 a 5000 cm²/g. La clínca se crea en un horno de cemento a elevadas temperaturas de ingredientes tales como piedra caliza, arcilla de arena y cenizas volantes. El horno de cemento deshidrata y calcina las materias primas y produce una composición de clínca que comprende silicato de tricalcio (3CaO-SiO₂), silicato de dicalcio (2CaO-SiO₂), aluminato de tricalcio (3CaO-Al₂O₃) y aluminoferrita de tetracalcio (4CaO-Al₂O₃-Fe₂O₃). La clínca resultante se muele típicamente para formar polvo de cemento seco fino. El cemento finamente molido generalmente se mezcla con arena, agregado grueso y agua para producir morteros y hormigón. Opcionalmente se pueden añadir aditivos tales como plastificantes.

20 Se sabe reemplazar parte del cemento portland por material de escoria, tal como escoria de alto horno granulada. La escoria de alto horno es un producto no metálico producido en el procedimiento de producción de hierro. La escoria de alto horno consiste principalmente en silicatos, aluminosilicatos, y silicatos de calcio y alúmina. Se producen diferentes formas de producto de escoria dependiendo del método usado para enfriar la escoria fundida. Estos productos incluyen escoria de alto horno enfriada por aire, escoria espumosa o expandida, escoria peletizada y escoria de alto horno granulada.

30 La escoria de alto horno granulada es el material granular vítreo, formado cuando la escoria de alto horno de hierro fundida se enfría rápidamente (quenching) por inmersión en agua. Es un producto granular con muy limitada formación de cristales. Este tipo de escoria consiste principalmente en sílice (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃) combinadas con óxidos de calcio y magnesio (CaO y MgO). Como se mencionó anteriormente, la escoria de alto horno granulada molida es un material cementoso y se ha usado como sustituto parcial del cemento (portland). Postprocesar escoria de alto horno para producir cemento que contiene escoria la desvía de la corriente de desecho sólido y crea un producto valioso: puede sustituir a una parte del cemento portland en el hormigón (usualmente de 20-80%, dependiendo de la aplicación), mejorando la resistencia y durabilidad. La utilización de cemento de escoria no solo disminuye la carga de los vertederos, también reduce las emisiones al aire en las acerías por el procedimiento de granulación (comparado con el tradicional procedimiento de enfriamiento por aire). Además, usando materiales cementosos alternativos como el cemento de escoria para reemplazar parcialmente al cemento portland, se reduce significativamente la producción de dióxido de carbono, así como el uso de energía. La escoria de alto horno granulada molida es solo "latentemente" hidráulica, es decir, no se aglomera automáticamente después de la mezcla con agua. De este modo, requiere la presencia de un activador para iniciar el proceso de hidratación. Actualmente, uno de los activadores más usados es el cemento portland. Cuando se usa cemento portland, sin embargo, se generan cantidades relativamente grandes de Ca(OH)₂, que es un compuesto inestable y agresivo que provoca muchos problemas tales como la carbonatación y el resultante agrietamiento del hormigón. Además, el hormigón que ha sido producido con cemento portland se desintegrará a alta temperatura (por encima de 500°C) como consecuencia de la descomposición del exceso de Ca(OH)₂ a CaO y H₂O, provocando grietas y porosidad incrementada.

50 Debido al importante papel del cemento, hormigón y productos del tipo de hormigón en la industria de ingeniería y construcción, hay una necesidad continua de mejoras en la preparación y composición del cemento y el hormigón. En particular, está en marcha una investigación sobre medios rentables para preparar materiales aglomerantes que tienen propiedades de aglomeración mejoradas para preparar materiales de construcción más fuertes.

55 El documento WO99/67183 se refiere a una composición de lechada para rellenar grietas en construcciones de piedra y hormigón, que comprende material agregado, agua, material de escoria como material aglomerante hidráulico, y activadores alcalinos, tales como silicato de sodio con una relación entre sodio y silicio de 1:3 a 1:4. Usando esta relación se obtiene una mezcla que se endurecerá casi instantáneamente volviendo esta composición inapropiada para ser usada como material aglomerante para preparar un material de construcción.

60 El objetivo de la presente invención es proporcionar tal método rentable para preparar un material de construcción que tiene propiedades mejoradas.

65 Esto se consigue por la invención proporcionando un método que comprende mezclar un material agregado, agua y un material aglomerante hidráulico y uno o más activadores hidráulicos y permitiendo que se endurezca el material de construcción, en el que el material aglomerante hidráulico consiste en material de escoria, siendo el material de escoria el único aglomerante hidráulico, y los activadores hidráulicos son una mezcla de activadores alcalinos que comprenden metales alcalinos y/o sus disoluciones, y silicato de sodio con una relación entre sodio y silicio de 1:1,5 o menos.

Según la presente invención, se usa material de escoria como el único material aglomerante hidráulico, proporcionando de este modo una composición de cemento rentable para su uso para fabricar materiales de construcción.

La composición química y mineral del material de escoria, tal como las escorias de alto horno granuladas difiere significativamente del cemento portland, influyendo enormemente en la reactividad y microestructura del cemento y hormigón endurecido. De este modo, los materiales de construcción preparados con el método según la invención exhiben propiedades mejoradas con respecto a la impermeabilidad al agua, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, y resistencia al ataque por agua ácida o salada, sulfatos, nitrógeno y otros productos químicos y fluctuaciones extremas y rápidas de temperatura. Además, se reduce la contracción y la formación de grietas de los materiales de construcción comparado con los materiales de construcción basados en cemento convencional (portland).

Según una realización preferida de la invención, el material de escoria usado se muele hasta una superficie específica de aproximadamente 3000-5000 cm²/g. Esto es, el material de escoria usado se muele hasta una finura que es comparable a la del cemento portland, aproximadamente 3500 cm²/g. En contraste, previamente a la invención, el material de escoria generalmente se molía hasta superficies específicas de por lo menos 5000 cm²/g o más (hasta 7000-9000 cm²/g), contribuyendo a mucho más altos costes de fabricación.

Según el método de la invención, se puede usar cualquier material de escoria industrial como material aglomerante hidráulico, en particular escorias neutras o alcalinas. Aunque el material de escoria puede variar en composición química y mineral, se puede preparar una composición de cemento apropiada sin importar el tipo de escoria o su edad cuando se usan escorias en las que la relación de Al₂O₃/SiO₂ varía de 0,1 a 0,6. Además, según la presente invención, se pueden usar escorias de relativamente baja calidad y de este modo relativamente baratas en las que la relación de Al₂O₃/SiO₂ varía de 0,1 a 0,3, debido a la fuerte capacidad de aglomeración de las escorias activadas.

Según una realización adicional de la invención, se usa preferentemente material de escoria en el que la relación de CaO/SiO₂ varía de 0,25-2,0, preferentemente de 0,5-2,0.

Preferentemente, el material de escoria consiste en escoria de alto horno granulada molida derivada de la producción de hierro, o escorias derivadas de la producción de acero o de refinado del acero.

Según una realización preferida de la invención, se usa escoria de alto horno amorfa o vítrea. Sin embargo, para mejorar la formación de cristales durante el endurecimiento del material se pueden añadir escorias molidas que comprenden una fase cristalina de 5-40%.

Para activar las escorias latentemente hidráulicas se añaden uno o más activadores. Aunque en la actividad hidráulica de la escoria de alto horno granulada influyen varios factores, que incluyen la composición química, contenido vítreo y finura, se ha encontrado según la presente invención que se pueden activar varios tipos de escorias usando uno o más activadores alcalinos. Los activadores usados comprenden metales alcalinos y/o sus disoluciones, tales como hidróxidos, silicatos y/o carbonatos de sodio o potasio y sus disoluciones. Usando una combinación de estos activadores alcalinos se forma una mezcla fuertemente alcalina. Debido a la baja solubilidad del Ca(OH)₂ en tal mezcla alcalina fuerte, durante el endurecimiento del cemento se forman silicatos y aluminosilicatos en particular, que contribuyen a las excelentes propiedades del material de construcción de la invención. Por ejemplo, debido a la notable densidad y resistencia a la tracción del material de construcción el refuerzo de acero puede incluso volverse innecesario.

Según una realización preferida del método de la invención los activadores consisten en una mezcla de hidróxido de sodio, silicato de sodio y metasilicato de sodio y/o una de sus disoluciones. Según la presente invención, se ha encontrado que estos activadores mejoran sinérgicamente la capacidad de aglomeración del material aglomerante. Esto es, los activadores individuales mejoran cooperativamente la capacidad de aglomeración del aglomerante. Se usa silicato de sodio en el que la relación de sodio:silicio es 1:1,5, preferentemente 1:1,2. De este modo se obtiene una composición aglomerante que se aglomera en 30-45 minutos.

Los agregados son materiales granulares inertes, tal como arena, grava y piedra triturada que forman un ingrediente esencial en el hormigón. Una ventaja adicional del método según la presente invención es la posibilidad de usar arena local y relativamente barata y otros agregados debido a las fuertes capacidades de aglomeración de la composición de cemento basada en el material de escoria activada. De este modo, según la invención se pueden usar materiales abundantes tales como arena del desierto, lodo de río (río y puerto contaminado), arena de mar sin lavar y materiales de desecho (industriales) tales como cenizas volantes en la fabricación de materiales de construcción. Además, para la hidratación del cemento se puede usar incluso agua de mar. La presente invención proporciona de este modo un método altamente rentable para preparar un material de construcción usando material de escoria y otros materiales que previamente se consideraban inútiles y/o material de desecho.

Las propiedades específicas del material de construcción se pueden mejorar por la adición de aditivos. Tales aditivos (o mezclas químicas) son los ingredientes en el hormigón distintos del material aglomerante hidráulico, agua y agregado que se añaden a la mezcla de hormigón inmediatamente antes o durante la mezcla. Se usan principalmente para modificar las propiedades del hormigón endurecido y para asegurar la calidad del hormigón durante la mezcla, transporte, colocación y curado. Los aditivos especiales incluyen plastificantes, mezclas reductoras de la contracción e inhibidores de la reactividad álcali-sílice. Las mezclas reductoras de la contracción controlan la contracción de secado y minimizan el agrietamiento.

ES 2 297 334 T3

Según una realización preferida de la presente invención la impermeabilidad al agua del material de construcción se mejora mezclando hierro bivalente con la mezcla de hormigón. El hierro se oxida en un medio alcalino por el oxígeno del aire. En una realización preferida adicional se añade un compuesto oxidante adicional, tal como dicromato de potasio para reducir la contracción y minimizar el agrietamiento.

La presente invención se refiere adicionalmente a un material de construcción obtenible con el método que se describe anteriormente.

En su forma más simple los materiales de construcción tales como hormigón son una mezcla de arena y otro material agregado, agua y un material aglomerante, tal como cemento. El material aglomerante cuando se mezcla con agua forma una composición aglomerante pastosa que reviste la superficie de la arena y agregados gruesos. Por medio de la hidratación la pasta de aglomerante se endurece y gana resistencia para formar una masa similar a la roca conocida como hormigón. El carácter del hormigón está determinado por la calidad del material aglomerante.

La invención se refiere adicionalmente a una composición aglomerante hidráulica para preparar un material de construcción, como se describe anteriormente. En particular, la invención se refiere a un material aglomerante que consiste en material de escoria y uno o más activadores, en el que los activadores hidráulicos son una mezcla de activadores alcalinos que comprenden metales alcalinos y/o sus disoluciones, y silicato de sodio con una relación entre sodio y silicio de 1:1,5 o menos.

Según la invención el material aglomerante se puede preparar de materiales fácilmente disponibles en cualquier parte del mundo. El material aglomerante hidráulico se aglomera cuando se mezcla con varios otros materiales, tales como arena del desierto, y agua. El proceso de aglomeración da como resultado materiales de construcción con propiedades notables, es decir, que tienen una muy alta resistencia, densidad, dureza, resistencia térmica, impermeabilidad, etc., que quedarán claras con las siguientes ilustraciones que son útiles para entender la invención.

Ilustración 1

Se preparó un material de construcción con la siguiente composición:

1. 540 Kg de Basalto 0/2
2. 680 kg de Basalto 2/5
3. 630 kg de Basalto 5/8
4. 270 kg de arena de cuarzo 0/2
5. 320 kg de material de escoria molida (Blaine 3800)
6. 10 kg de polvo de hierro
7. 3,2 kg de fosfato (P_2O_5 soluble)
8. 2,2 kg de borato
9. 205 kg de activador.

Los componentes 1,4,5,6,7,8 y 9 se mezclaron durante cuatro minutos hasta que se obtiene una masa homogénea. A continuación se mezclaron los restantes componentes 2 y 3.

El activador comprende: metasilicato de sodio, hidróxido de sodio y silicato de sodio.

ES 2 297 334 T3

El material de escoria usado tenía la siguiente composición:

Al ₂ O ₃	10,0%
CaO	40,5%
SiO ₂	35,5%
TiO ₂	0,5%
P ₂ O ₅	0,01%
Na ₂ O	0,4%
MnO	0,3%
MgO	7,0%
K ₂ O	0,7%
FeO	0,3%
CaS	0,7%

Se prepararon cuerpos de muestra y después de 28 días se midió la resistencia a la tracción y la resistencia a la compresión.

Resultados

Cuerpo de muestra	Resistencia a la tracción	Resistencia a la compresión
1	10,6 N/mm ²	97,6 N/mm ²
2	10,5 N/mm ²	101,2 N/mm ²
3	10,3 N/mm ²	101,2 N/mm ²

Ilustración 2

El material de construcción según la invención (C), cuando se compara con el hormigón (A) (alto grado) y el granito monolítico (B) tiene excelentes propiedades con respecto a la permeabilidad al agua. Esto se puede ilustrar mejor con el siguiente ejemplo teórico. De este modo, suponiendo que se fabrican tres recipientes (10 x 10 x 10 m), siendo el grosor de las paredes 20 cm, y suponiendo que los recipientes se llenan de agua y que la pérdida de agua es solo posible por pérdida a través de las paredes de los recipientes, se obtendrían los siguientes resultados.

A: en 100 días el recipiente pierde 1.000.000 de agua debido a la permeabilidad de las paredes ($k_F = 10^{-6}$).

B: en 20.000 días (aproximadamente 55 años) el recipiente pierde 1.000.000 de agua debido a la permeabilidad de las paredes ($k_F = 10^{-9}$).

C: en 100.000.000 días (aproximadamente 270.000 años) el recipiente pierde 1.000.000 de agua debido a la permeabilidad de las paredes ($k_F = 10^{-12}$).

ES 2 297 334 T3

Ilustración 3

Inmersión del material de construcción de la invención en diversos medios

5 Se preparó un material de construcción que comprende los siguientes componentes:

10	Cenizas industriales que comprenden metales pesados	1.110 kg
	Material de escoria (Blaine 3500)	1.680 kg
	"Basaltsplitt"	0,100 kg
15	"Basaltmehl"	0,050 kg
	Activador TK1	0,375 kg
	Activador TK2	0,375 kg
20	Metasilicato de sodio en forma sólida	0,115 kg
25	TK1: 30 unidades de hidróxido de sodio en 200 litros de agua, que está mezclado con 100 unidades de silicato de sodio.	
	TK2: 100 unidades de metasilicato de sodio en 400 unidades de agua.	

30 Se prepararon 15 cuerpos de muestra de aproximadamente 4x4x16 cm de tamaño y 4 cuerpos de muestra de aproximadamente 4x4x8 cm de tamaño. Un cuerpo de muestra se evaluó para ver tanto la resistencia a la tracción: 5,5 N/mm² como la resistencia a la compresión 39,9 N/mm² previamente a la inmersión.

35 Durante la primera serie de ensayos se evaluó la reacción de los cuerpos de muestra a diversos medios agresivos definidos. Se estableció el periodo de inmersión en tres meses. Una vez al mes se cambiaron las disoluciones agresivas y el agua de las series de control y se verificó el estado de las muestras visualmente. Se midió el pH y la conductividad del medio cambiado, y las disoluciones "usadas" se almacenaron para medir los niveles de cloruro y de sulfato.

Medios usados:

- 40
- agua del grifo
 - agua destilada
 - agua del mar de norte
 - 45 - fluido de desecho
 - ácido tamponado a pH 3,0-3,5
 - 50 - disolución de sulfato (disolución de Na₂SO₄ al 10%)
 - dióxido de carbono disuelto en yeso.

55 Se ensayaron 14 cuerpos de muestra de 4x4x16 cm. Los 2 cuerpos de muestra pequeños se usaron como serie de control. Los 14 cuerpos de muestra se cortaron en 8 partes de aproximadamente 4x2x4 cm, que se numeraron de 1-14, se midieron y pesaron. Los fragmentos de los cuerpos de muestra se numeraron, por ejemplo, 1/1, 1 /2, 1/3, 1/8, se midieron y se pesaron también. Se produjeron en total 112 muestras usando esta metodología.

60 Para cada medio, incluyendo las series de control (agua del grifo) estaban disponibles 16 cuerpos de muestra y se sumergieron en dos botellas de vidrio, por medio.

Los cuerpos de muestra se sumergieron durante tres meses usando una temperatura de inmersión de 20°C. El primer cambio de medio tuvo lugar después de un mes, el segundo después de dos meses.

65 Resultados

Después de un mes todos los cuerpos de muestra permanecían sin cambios. Sin embargo, sobre la superficie de algunos de los cuerpos de muestra se podía observar una capa blanca o multicolor.

ES 2 297 334 T3

Las disoluciones eran parcialmente transparentes (agua del grifo, agua destilada y ácido tamponado), ligeramente coloreadas (dióxido de carbono, disolución de sulfato), opacas (agua de mar) y marrón amarillentas y turbias (agua de desecho).

5 Después del segundo mes de nuevo no se podía observar ningún cambio.

Incluso después del tercer mes, al final de la inmersión, no se podían detectar cambios visibles en los cuerpos de muestra y las disoluciones.

10 Las medidas de los valores de pH se representan en la Tabla 1. Se dan los valores para cada cuerpo de muestra y los valores medios.

La tabla 2 contiene las medidas de conductividad (DIN 38, 404, Sec. 4) después del final de proceso de inmersión.

15 Los resultados de los cuerpos de muestra individuales se listan en las Tablas 3-9. La densidad de los cuerpos de muestra previamente a la evaluación final aparte de aquellos sumergidos en disolución de sulfato era entre 1,96-1,97 kg/dm³. Es significativo advertir el nivel notablemente más bajo de la densidad de los cuerpos de muestra colocados en disolución de sulfato, que tenían un valor medio de 1,88 kg/dm³. Aunque la desviación del estándar de las densidades en bruto en cada muestra era 0,01-0,02 kg/dm³, las muestras sumergidas en disolución de sulfato tenían una desviación de 0,45 kg/dm³.

25 Es importante advertir que las densidades en bruto medidas de las muestras sumergidas en disolución de sulfato tenían densidades en bruto similares a las otras muestras previamente a la inmersión. Aparentemente, tuvo lugar una reacción durante la inmersión, que indica que el sulfato ha penetrado en los cuerpos de muestra y se vuelve cristalino.

La resistencia media a la compresión medida de las muestras después de la inmersión era 44,45 N/mm². Esto satisface los estándares de las muestras sumergidas en agua del grifo. Los valores medios de resistencia a la compresión son más bajos que los de las series de control con la excepción de la resistencia a la compresión de muestras sumergidas en sulfato, que tienen un valor medio de 48,10 N/mm². En resumen, después de tres meses de inmersión los cuerpos de muestra no mostraban daño significativo. Permanecían sólidos.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un material de construcción, que comprende:

mezclar un material agregado, agua, un material aglomerante hidráulico, y activadores hidráulicos; y permitir que se endurezca el material de construcción;

en el que el material aglomerante hidráulico consiste en material de escoria, siendo el material de escoria el único aglomerante hidráulico, y los activadores hidráulicos son una mezcla de activadores alcalinos que comprenden metales alcalinos y/o sus disoluciones, y silicato de sodio con una relación entre sodio y silicio de 1:1,5 o menos.

2. Un método según la reivindicación 1, en el que el material de escoria está molido hasta una superficie específica de aproximadamente 3000-5000 cm²/g.

3. Un método según la reivindicación 2, en el que el material de escoria está molido hasta una superficie específica de aproximadamente 3500 cm²/g.

4. Un método según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el material de escoria incluye CaO y SiO₂, y la relación de CaO/SiO₂ varía de 0,25-2,0.

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el material de escoria incluye Al₂O₃ y SiO₂, y la relación de Al₂O₃/SiO₂ varía de 0,1-0,6.

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el material de escoria es escoria de alto horno granulada molida.

7. Un método según la reivindicación 6, en el que el material de escoria es un material de escoria de alto horno granulado molido.

8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la mezcla de activadores alcalinos comprende hidróxido de sodio o hidróxido de potasio.

9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende adicionalmente añadir uno o más aditivos al material de escoria.

10. Un método según la reivindicación 9, en el que el aditivo comprende hierro bivalente.

11. Un método según la reivindicación 9, en el que el aditivo comprende dicromato de potasio.

12. Una composición aglomerante para preparar hormigón, que consiste en un material de escoria y activadores hidráulicos, en la que los activadores hidráulicos son una mezcla de activadores alcalinos que comprenden metales alcalinos y/o sus disoluciones, y silicato de sodio con una relación entre sodio y silicio de 1:1,5 o menos.

13. Una composición aglomerante según la reivindicación 12, en la que el material de escoria está molido hasta una superficie específica de aproximadamente 3000-5000 cm²/g.

14. Una composición aglomerante según la reivindicación 13, en la que el material de escoria está molido hasta una superficie específica de 3500 cm²/g.

15. Una composición aglomerante según la reivindicación 12, 13 o 14, en la que el material de escoria consiste en escorias alcalinas o neutras.

16. Una composición según cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en la que el material de escoria incluye CaO y SiO₂, y la relación CaO/SiO₂ varía de 0,25-2,0.

17. Una composición aglomerante según cualquiera de las reivindicaciones 12-16, en la que el material de escoria incluye Al₂O₃ y SiO₂, y la relación de Al₂O₃/SiO₂ varía de 0,1-0,6.

18. Una composición aglomerante según cualquiera de las reivindicaciones 12-17, en la que el material de escoria es escoria de alto horno granulada molida.

19. Una composición aglomerante según la reivindicación 18, en la que el material de escoria es un material de escoria de alto horno granulado molido.

20. Una composición según cualquiera de las reivindicaciones 12-19, en la que la mezcla de activadores alcalinos comprende hidróxido de sodio o hidróxido de potasio.

21. Un material de construcción, obtenible por el método de las reivindicaciones 1-11.

FIG.1

Tabla 1

	Disolución original	Después del			
		Cambio 1	Cambio 2	Cambio 3	
Agua del grifo	8,2	12,2	11,4	11,5	
		12,2 Av. 12,2	11,3 Av 11,3	11,3 Av 11,4	
Agua destilada	6,1	12,1	11,0	11,3	
		12,1 12,2	11,5 11,2	11,4 11,3	
Agua de desecho	8,7	12,2	11,1	10,8	
		12,1 12,1	10,8 11,0	10,8 10,8	
Yeso-CO ₂	6,5	7,0	6,9	7,4	
		6,9 6,9	7,1 7,0	7,5 7,5	
Agua de mar	7,7	12,4	10,0	9,9	
		12,4 12,4	10,3 10,2	10,0 10,0	
Acido tamponado	3,2	12,4	11,8	11,7	
		12,3 12,3	11,7 11,8	11,6 11,7	
Sol. de sulfato	7,8	12,8	12,4	12,1	
		12,7 12,7	12,4 12,4	12,1 12,1	

Av. (average) = valor medio

Tabla 2. Conductividad (DIN 38 404, Sección 4)

μS/cm	Valor total	Valor medio
Agua del grifo	950/880	905
Agua destilada	740/820	780
Agua de desecho	1070/1050	1060
Yeso-CO ₂	830/850	840
Agua de mar	95400/95600	95500
Acido tamponado	980/820	900
Disolución de sulfato	39500/39500	39500

FIG. 2

Tabla 3.

Botella de vidrio 3. Agua del grifo 3/2-10/2

Botella de vidrio 4. Agua del grifo 11/2-4/3

1	3/2	40.20	37.90	18.30	54.87	1.97	1523.6	71732.7	49.05	888.51
2	4/2	40.40	37.70	18.20	54.18	1.95	1523.1	59731.4	39.72	829.56
3	5/2	39.80	37.70	18.40	54.17	1.96	1508.5	66392.0	44.25	890.15
4	6/2	41.00	37.50	18.50	55.42	1.95	1537.5	66079.2	42.98	885.75
5	7/2	41.00	38.10	18.90	57.81	1.96	1562.1	69102.1	44.24	886.82
6	8/2	41.40	37.90	18.80	57.00	1.93	1549.1	67834.0	43.23	864.00
7	9/2	40.50	37.60	18.80	56.72	1.98	1522.8	65056.2	42.72	876.52
8	10/2	39.80	38.20	18.50	54.52	1.94	1528.4	73060.2	48.05	889.55
ML		40.51	37.82	18.55	55.59	1.96	1532.37	67750.04	44.22	881.61
SL		0.51	0.24	0.24	1.41	0.02	22.91	4706.80	3.11	15.66
VL		1.44	0.64	1.31	2.53	0.81	1.50	6.95	7.04	1.78
9	11/2	39.60	37.70	18.40	54.01	1.97	1492.9	57106.9	38.25	888.75
10	12/2	41.60	37.80	18.20	55.57	1.94	1572.5	68085.8	43.38	878.09
11	13/2	40.30	37.60	18.40	54.30	1.95	1515.3	57213.7	37.76	882.93
12	14/2	40.60	37.90	18.50	55.68	1.96	1538.7	58167.4	37.20	883.92
13	15/2	41.16	37.50	18.60	57.51	1.95	1582.3	69311.1	56.44	891.67
14	2/3	39.38	37.90	18.40	54.89	1.98	1489.5	79168.5	53.14	891.81
15	3/3	40.90	37.20	18.90	57.48	1.97	1546.0	76676.0	49.60	899.47
16	4/3	40.20	37.90	18.30	54.32	1.95	1523.6	72808.4	47.79	885.38
ML		40.45	37.59	18.49	55.47	1.96	1532.60	69814.79	43.51	886.50
SL		0.77	0.27	0.23	1.38	0.01	36.82	11845.43	7.34	4.79
VL		1.89	0.71	1.17	2.50	0.64	2.22	16.97	16.12	0.54
ML		40.44	37.56	18.59	55.53	1.96	1532.49	68782.43	44.86	884.06
SL		0.64	0.25	0.23	1.35	0.01	28.02	8772.42	5.42	11.47
VL		1.63	0.66	1.25	2.43	0.72	1.83	12.75	12.22	1.38

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm³); Col. 6: Area de presión (mm²); Col.7: Resistencia a la compresión (N/mm²); Col. 8: F/t (N/s).

FIG. 3

Tabla 4.

Botella de vidrio 1. Agua destilada 1/1-8/1

Botella de vidrio 2. Agua destilada 9/1-2/2

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm³); Col. 6: Area de presión (mm²); Col. 7: Resistencia a la

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm ³)	Area de presión A (mm ²)	F Fmt [N]	Resistencia a la compresión (N/mm ²)	F/A (Nt) (s/n)
1	1/1	40.70	35.70	18.30	51.78	1.97	1635.1	62122.7	43.50	897.09
2	2/1	34.60	32.60	18.25	53.86	1.98	1804.6	43033.0	41.89	881.85
3	3/1	39.40	37.40	18.40	53.93	1.99	1673.6	44438.4	43.23	888.79
4	4/1	40.30	38.40	18.00	55.43	2.00	1547.5	70904.7	46.42	878.01
5	5/1	40.70	37.40	18.40	53.88	1.97	1572.3	67318.7	46.35	882.91
6	6/1	41.50	35.00	18.40	56.83	1.96	1377.0	61303.1	38.87	883.71
7	7/1	41.30	37.80	18.70	57.13	1.96	1361.1	73273.4	46.94	887.93
8	8/1	40.10	37.50	18.70	58.44	1.97	1502.7	68811.6	45.77	819.61
9/1		40.30	37.50	18.40	55.31	1.98	1813.44	44764.87	46.05	886.89
10/1		0.73	0.87	0.73	1.71	0.01	66.91	4331.41	2.82	3.01
11/1		1.45	2.17	1.74	3.09	0.73	3.10	6.45	3.93	0.64
9	9/1	40.80	39.40	18.50	58.63	1.98	1566.7	64718.5	46.50	881.84
10	10/1	37.60	39.10	18.70	54.48	1.94	1505.5	73479.1	47.70	882.78
11	11/1	40.10	33.40	18.50	56.07	1.97	1378.8	67722.1	40.73	857.80
12	12/1	42.10	38.50	18.10	57.50	1.96	1620.8	71906.0	46.83	883.16
13	13/1	40.60	38.90	18.40	56.62	1.96	1574.4	62617.0	39.72	867.18
14	14/1	41.10	36.40	18.80	52.94	1.95	1578.2	57885.1	38.62	878.93
15	1/2	40.80	38.40	18.40	54.11	1.95	1564.7	68202.2	43.53	889.16
16	2/2	40.30	37.40	18.50	55.41	1.97	1573.4	71259.6	46.77	890.15
17/2		40.61	38.50	18.55	56.92	1.96	1563.51	67698.56	43.31	878.34
18/2		0.80	0.36	0.25	1.03	0.01	29.93	6173.22	3.91	10.13
19/2		1.97	0.94	1.33	1.51	0.47	1.91	9.12	9.10	3.14
20/2		40.50	37.01	18.49	54.04	1.97	1539.57	67221.71	43.68	882.41
21/2		0.76	0.74	0.74	1.62	0.01	65.25	5167.34	3.26	0.03
22/2		1.87	2.09	1.30	2.90	0.68	2.95	7.69	7.43	1.02

compresión (N/mm²); Col. 8: F/t (N/s).

FIG. 4

Tabla 5.

Botella de vidrio 5. Agua de desecho 5/3-12/3

Botella de vidrio 6. Agua de desecho 13/3-6/4

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm^3); Col. 6: Área de presión (mm^2); Col. 7: Resistencia a la compresión (N/mm^2); Col. 8: F/t (N/s).

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm^3)	Área de presión A (mm^2)	F max [N]	Resistencia a la compresión (N/mm^2)	F/t (N/s)
1	5/3	60.20	37.60	18.50	54.04	1.95	1517.4	7723.5	50.33	162.24
2	6/4	60.40	37.60	18.40	55.02	1.94	1527.1	62547.6	63.57	894.10
3	7/5	61.20	37.20	19.00	56.73	1.97	1533.2	74347.4	47.67	884.74
4	8/6	61.50	37.80	18.70	58.67	1.91	1568.7	76010.7	47.21	103.21
5	9/3	60.18	36.30	18.50	56.87	1.98	1527.8	46337.5	44.73	173.95
6	10/3	61.00	37.70	18.50	58.07	1.94	1565.7	77231.3	46.98	164.69
7	11/3	60.89	37.80	18.40	55.83	1.97	1562.2	69581.1	45.12	192.75
8	12/3	60.50	38.00	18.50	55.47	1.95	1539.8	71332.2	47.78	164.63
9		60.71	37.61	18.59	53.91	1.95	1540.62	71489.47	46.61	145.76
10		60.30	37.18	18.23	50.49	1.92	1509	6361.93	2.89	6.28
11		1.22	0.37	1.23	1.21	1.71	1.00	6.38	6.72	0.71
12	13/3	60.90	37.70	18.60	54.95	1.93	1541.9	51611.7	33.31	109.92
13	14/3	60.50	37.70	18.20	53.09	1.97	1534.9	51630.2	33.69	149.72
14	1/4	61.509	38.40	18.70	58.77	1.93	1609.0	70514.5	44.10	149.44
15	2/4	61.00	37.70	18.50	53.63	1.98	1643.7	70218.8	35.69	101.22
16	3/4	59.60	37.70	18.30	53.26	1.99	1685.4	73228.6	49.29	298.44
17	4/4	60.20	37.70	18.60	54.84	1.96	1632.6	61570.2	60.41	197.71
18	5/4	60.30	37.20	18.60	53.65	1.97	1548.7	66310.4	43.81	159.74
19	6/4	60.00	37.70	18.20	54.34	1.98	1608.0	63456.4	42.80	177.98
20		60.33	37.21	18.46	53.47	1.97	1533.43	64651.15	42.17	182.53
21		0.75	0.17	0.20	0.62	0.62	26.25	7345.16	4.90	4.66
22		1.81	0.77	1.03	2.53	0.93	7.56	11.36	13.67	0.50
23		60.63	37.25	18.17	53.36	1.94	1536.91	62071.21	46.30	189.14
24		0.67	0.71	0.22	1.06	0.07	27.26	6679.69	6.16	6.30
25		1.52	0.15	1.17	1.96	1.15	1.77	10.11	10.01	0.71

FIG. 5

Tabla 6.

Botella de vidrio de 3 l (7+8). "Acido carbónico" 7/4-8/5

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col. 4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm^3); Col. 6: Área de presión (mm^2); Col. 7: Resistencia a la compresión (N/mm^2); Col. 8: F/t (N/s).

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm^3)	Área de presión A (mm^2)	σ F Max (N)	Resistencia a la compresión (N/mm^2)	F/t (N/s)
1	7/4	41.40	37.70	18.40	57.33	1.97	1568.3	21999.7	14.01	885.92
2	8/4	48.10	37.70	18.50	55.25	1.97	1515.8	21974.5	14.49	827.71
3	9/4	48.10	37.70	18.50	51.46	1.96	1509.8	20218.4	13.99	499.67
4	10/4	41.10	37.70	18.50	57.33	1.97	1575.4	22351.4	14.22	874.09
5	11/4	41.40	37.70	18.20	56.21	1.96	1568.2	21541.0	13.66	886.35
6	12/4	39.18	37.70	18.40	55.15	1.97	1504.2	21873.2	13.79	823.81
7	13/4	40.40	37.70	18.40	56.45	1.97	1523.9	23763.0	13.93	823.75
8	14/4	40.40	37.70	18.40	54.19	1.97	1527.1	22828.0	13.91	820.51
9		40.72	37.70	18.41	55.83	1.97	1515.31	23942.49	13.65	891.23
10		0.74	0.08	0.71	1.29	0.01	28.47	4655.44	7.61	1.02
11		1.92	0.79	1.14	2.15	0.55	1.85	7.19	6.24	0.65
12	1/5	42.20	35.80	18.50	51.83	1.96	1498.1	25972.4	13.04	821.59
13	2/5	49.30	37.40	18.40	53.44	1.93	1649.1	26063.9	14.95	839.18
14	3/5	40.70	37.80	18.20	55.61	1.97	1538.5	23547.6	14.51	887.06
15	4/5	40.40	37.80	18.70	57.43	1.98	1538.9	23327.1	14.75	889.04
16	5/5	41.40	39.40	18.40	59.82	1.97	1681.2	20259.3	13.13	837.11
17	6/5	40.70	39.30	19.10	58.16	1.96	1552.8	22843.1	14.53	888.34
18	7/5	40.30	38.00	18.00	54.42	1.97	1531.4	23199.7	13.19	856.36
19	8/5	39.60	38.40	18.50	55.40	1.96	1528.6	20305.9	13.99	886.56
20		40.59	37.85	18.50	56.18	1.97	1535.90	23932.66	14.89	881.78
21		0.93	1.13	2.25	2.36	0.01	49.86	5536.67	3.15	10.70
22		2.28	2.92	1.96	4.05	0.59	3.06	6.10	7.42	1.21
23		10.44	37.77	18.66	55.97	1.97	1535.61	24440.67	13.27	863.00
24		0.83	0.76	0.29	1.75	0.01	37.57	5572.20	3.31	7.91
25		2.01	2.06	1.57	3.13	0.55	2.45	8.39	7.72	0.90

FIG. 6

Tabla 7.

Botella de vidrio 9. Agua de mar 9/5-2/6

Botella de vidrio 10. Agua de mar 3/6-10/6

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm³); Col. 6: Area de presión (mm²); Col. 7: Resistencia a la compresión (N/mm²); Col. 8: F/t (N/s).

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm ³)	Area de presión A (mm ²)	F Pmt (N)	Resistencia a la compresión (N/mm ²)	F/t (N/s)
1	9/5	41.30	37.70	18.40	56.42	1.97	1517.0	60481.2	38.97	887.25
2	10/5	37.40	38.30	18.50	56.18	1.98	1525.1	63973.4	42.51	877.73
3	11/5	37.70	38.60	18.70	57.60	1.99	1528.4	65219.9	42.68	889.12
4	12/5	37.70	38.00	18.70	55.46	1.97	1528.6	73022.0	42.10	895.50
5	13/5	40.40	38.18	18.70	57.03	1.98	1539.2	68291.8	44.37	881.93
6	14/5	40.60	37.60	19.20	58.11	1.95	1526.4	64522.8	42.27	885.97
7	15/5	41.60	38.70	18.70	60.72	1.95	1609.9	72641.5	45.15	886.87
8	2/6	39.80	38.70	18.60	56.18	1.99	1520.4	67277.0	44.25	883.12
9/10		40.38	38.12	18.72	56.79	1.97	1536.90	66968.90	43.57	885.43
32A		0.88	0.37	0.33	1.21	0.02	23.63	4289.56	2.33	6.97
10/6		2.90	0.97	1.78	2.13	0.67	2.70	6.42	4.24	0.56
9	3/6	40.00	38.10	19.08	57.16	1.97	1528.0	69828.3	45.82	888.09
10	4/6	40.10	38.30	19.18	57.78	1.95	1547.3	61252.0	41.51	895.83
11	5/6	40.40	38.48	18.96	56.91	1.96	1558.4	65168.8	42.90	894.19
12	6/6	41.30	38.00	18.80	57.74	1.96	1549.4	67917.9	43.28	899.16
13	7/6	40.20	38.00	18.30	56.25	1.94	1510.4	66133.7	41.37	891.38
14	8/6	40.70	38.10	18.70	57.23	1.97	1550.7	72144.7	46.52	888.54
15	9/6	40.80	38.10	18.50	56.77	1.97	1554.5	83022.5	39.76	890.21
16	10/6	39.90	38.10	18.70	55.84	1.96	1520.2	63618.1	40.42	891.54
9/10		40.54	38.14	18.75	56.85	1.98	1515.98	65776.77	42.55	888.39
32A		0.66	0.16	0.26	0.68	0.01	16.22	3927.66	2.33	10.02
10/6		1.13	0.37	1.40	1.20	0.63	1.05	5.97	5.96	1.13
9/10		40.42	38.13	18.76	56.80	1.97	1518.44	64341.46	43.06	886.91
32A		0.63	0.27	0.29	0.95	0.01	20.65	4078.17	2.60	7.66
10/6		1.60	0.79	1.55	1.67	0.77	8.49	6.01	6.03	0.87

FIG. 7

Tabla 8.

Botella de vidrio 11. Acido tamponado pH 3,2 11/6-4/7

Botella de vidrio 12. Acido tamponado pH 3,2 5/7-12/7

Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm³); Col. 6: Area de presión (mm²); Col. 7: Resistencia a la compresión (N/mm²); Col. 8: F/t (N/s).

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm ³)	Area de presión A (mm ²)	F Max (N)	Resistencia a la compresión (N/mm ²)	F/t (N/s)
1	11/6	34.50	34.00	11.70	55.31	1.97	1502.00	66100.7	64.21	181.71
2	12/6	42.00	37.90	11.20	58.89	1.93	1591.8	68348.0	62.95	181.37
3	13/6	48.20	34.00	11.89	54.35	1.96	1527.6	61615.9	60.51	181.76
4	14/6	49.50	37.90	11.00	57.60	1.95	1531.9	57918.9	37.67	189.81
5	1/7	41.00	38.70	11.50	57.16	1.95	1581.7	71634.5	45.18	184.77
6	2/7	48.10	38.00	11.00	55.54	1.97	1575.0	60715.5	39.55	117.95
7	3/7	48.30	38.30	11.00	57.00	1.96	1543.5	77118.3	30.03	182.74
8	4/7	49.40	38.10	11.90	56.54	1.96	1539.2	42478.1	40.59	187.45
9		49.50	38.11	11.80	56.73	1.96	1541.57	63702.49	62.55	177.10
10		0.74	0.77	0.71	1.10	0.02	31.02	6544.65	3.91	21.92
11		1.62	0.71	1.27	1.91	0.77	2.81	9.96	9.30	2.14
12	5/7	38.80	37.00	11.40	55.47	1.94	1594.1	66477.2	44.33	172.13
13	6/7	40.40	37.90	11.70	56.32	1.97	1531.7	60112.9	39.26	182.03
14	7/7	41.00	38.10	11.39	55.99	1.96	1567.1	69440.4	44.52	182.95
15	8/7	41.20	38.00	11.10	56.05	1.95	1545.6	64749.7	43.60	187.03
16	9/7	48.40	37.90	11.70	56.42	1.96	1531.7	65522.7	42.79	181.83
17	10/7	48.90	38.10	11.50	56.48	1.97	1558.5	79736.0	51.17	187.35
18	11/7	48.40	38.20	11.00	56.42	1.95	1545.5	64477.7	42.77	181.42
19	12/7	48.40	38.00	11.70	55.70	1.96	1535.1	73191.8	62.13	186.15
20		18.54	11.00	11.51	56.03	1.96	1541.40	15828.65	64.63	187.96
21		0.45	0.11	0.17	0.49	0.02	20.41	5872.81	3.56	1.30
22		1.18	0.31	0.91	0.17	0.00	1.72	8.53	1.05	0.46
23		40.53	38.08	11.69	56.38	1.96	1512.49	67235.57	43.59	184.53
24		0.59	0.21	0.23	0.90	0.81	25.39	6217.44	3.21	18.17
25		1.45	0.26	1.23	1.59	0.76	1.65	9.21	8.23	2.03

FIG. 8

Tabla 9.

Botella de vidrio 13. Disolución de sulfato de sodio 13/7-6/8

Botella de vidrio 14. Disolución de sulfato de sodio 7/8-14/8

- 5 Col. 1: Cuerpo de muestra; Col. 2: Longitud (mm); Col. 3: Anchura (mm); Col.4: Peso (g); Col. 5: Densidad (kg/dm³); Col. 6: Area de presión (mm²); Col. 7: Resistencia a la compresión (N/mm²); Col. 8: F/t (N/s).

Nº	Caracterización	Longitud l (mm)	Anchura b (mm)	Altura h (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/dm ³)	Area de presión A (mm ²)	F Max (N)	Resistencia a la compresión (N/mm ²)	F/t (N/s)
1	13/7	69.40	37.90	18.90	57.13	1.98	1331.1	71182.5	47.80	891.49
2	16/7	68.90	38.10	18.80	57.18	1.99	1339.2	60469.6	39.56	875.28
3	1/8	68.90	38.15	18.76	57.13	1.97	1335.2	71603.6	46.06	881.11
4	2/8	40.90	38.00	18.10	37.29	1.99	1351.2	71048.1	50.21	881.66
5	3/8	39.70	38.00	18.10	15.70	1.99	1368.6	76319.3	59.51	889.91
6	4/8	40.30	37.68	18.20	36.63	1.97	1315.3	69174.3	45.85	888.78
7	5/8	39.90	38.30	18.10	18.88	2.00	1306.9	80087.0	55.32	887.63
8	6/8	39.90	37.90	18.90	37.02	2.00	1312.2	72016.6	48.17	878.68
PAV		40.30	38.00	18.72	36.19	1.97	1327.40	72997.93	47.67	881.99
PAE		0.46	0.23	0.15	0.70	0.80	70.28	5153.04	4.70	6.26
PAE		1.15	0.60	0.79	1.77	0.74	1.33	8.14	8.61	0.71
9	7/8	41.60	38.30	19.00	38.72	1.97	1313.3	80689.7	50.61	888.76
10	8/8	41.30	37.90	19.00	57.11	0.99	1372.8	55571.3	32.01	881.29
11	9/8	40.10	37.90	18.80	36.61	1.97	1319.8	73563.7	48.60	892.76
12	10/8	41.90	37.90	18.70	58.25	1.98	1381.0	70172.8	41.16	893.81
13	11/8	41.10	37.90	18.80	58.16	2.00	1357.7	76707.1	49.26	878.53
14	12/8	41.40	38.20	18.90	59.01	1.97	1381.5	76132.1	48.35	879.84
15	13/8	40.40	37.70	18.90	57.13	1.98	1323.1	73814.2	48.51	881.51
16	14/8	40.10	38.00	18.90	36.63	1.99	1335.2	71671.6	46.69	887.42
PAV		41.63	37.97	19.20	57.84	1.76	1338.92	75528.74	48.50	886.07
PAE		0.47	0.19	0.70	1.90	0.15	70.51	6116.46	2.39	6.19
PAE		1.63	0.50	1.19	2.08	35.13	1.90	5.67	4.43	0.70
PAV		40.67	37.99	18.96	57.43	1.93	1313.28	71285.11	48.09	885.43
PAE		0.71	0.70	0.81	1.91	0.15	29.34	5161.90	3.27	6.07
PAE		1.36	0.53	1.09	1.94	25.13	1.90	6.46	5.81	0.65