

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 216**

51 Int. Cl.:

**C04B 28/08** (2006.01)

**C04B 7/153** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2014 PCT/EP2014/056941**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14166875**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2014 E 14715336 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2984057**

54 Título: **Composición para su uso como lechada de relleno de dos componentes que comprende silicato extraído**

30 Prioridad:

**10.04.2013 EP 13163219**

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

**04.08.2020**

73 Titular/es:

**SIKA TECHNOLOGY AG (100.0%)**

**Zugerstrasse 50**

**6340 Baar , CH**

72 Inventor/es:

**LAI, FOOK CHUAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 777 216 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Composición para su uso como lechada de relleno de dos componentes que comprende silicato extraído

**5 Campo técnico**

La invención se refiere a una composición a base de cemento de varios componentes para su uso como lechada de relleno, a un método para la fabricación de artículos a base de cemento endurecidos sobre la base de esta composición de varios componentes.

10

**Antecedentes de la invención**

Las escorias de alto horno molidas constituyen un subproducto de la producción de hierro fundido a partir de minerales de hierro o chatarra. En este proceso se forma una escoria líquida y flota sobre el metal fundido. Los componentes principales de la escoria de alto horno son CaO (30-50 % en masa), SiO<sub>2</sub> (28-38 % en masa), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (8-24 % en masa) y otros óxidos como MgO (normalmente 1-18 % en masa) que se separan del metal a temperaturas por encima de 1900 °C. Cuando se enfría rápidamente este subproducto, se obtiene un granulado vítreo con propiedades hidráulicas latentes.

15

20

El uso de la escoria de alto horno granulada está permitido como componente de cemento por la norma europea EN 197-1, tipo II (cemento de escoria Portland) y III (cemento de alto horno) hasta un contenido de escoria teórico de 95 %. Este alto valor está relacionado con la potencial capacidad hidráulica de la escoria y su capacidad activa en mezclas a base de cemento lo cual permite que se puedan producir hormigones para aplicaciones en particular, por ejemplo, cuando se requiere una alta durabilidad con un bajo desprendimiento de calor o con menos inmisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico.

25

Específicamente, EN 197-1 requiere satisfacer las siguientes condiciones:  $(CaO+MgO)/SiO_2 > 1$ ;  $CaO+MgO+SiO_2 > 67\%$  y masa vítrea superior a 67 %.

30

La activación de escoria requiere la adición de un activador seleccionado entre álcalis, sulfatos, óxido de calcio o sales alcalinas a base de ion cloruro. Alternativamente, la activación de escoria se puede iniciar térmicamente. La capacidad para reemplazar Clinker de cemento Portland por escoria aumenta con el nivel de activación de escoria.

35

En general, la reactividad de los cementos con un alto contenido de escoria se considera demasiado suave en comparación con los cementos con un alto contenido de Clinker. El alto contenido de escoria se tiene como objetivo por tanto en aplicaciones en las que la alta actividad típica de Clinker conduciría a un sobrecalentamiento excesivo del artículo de hormigón final.

40

En general, sería deseable contar con cementos con un alto contenido de escoria que combinen unas buenas características mecánicas, tales como en particular una alta resistencia a la compresión con un curado rápido. Esta propiedad extendería también la aplicación de cementos de alto contenido de escoria en sectores en los que se están utilizando actualmente cementos con alto contenido de Clinker, así como aplicaciones estructurales en entornos agresivos, o a una construcción de carretera, ferrocarril o aeropuerto de grandes piezas moldeadas o piezas moldeadas en emplazamientos costeros.

45

A este respecto, el documento US 2012/010331 A1 divulga composiciones de hormigón que comprenden escoria de alto horno en cantidades de hasta 95 % en masa con partículas finas de escoria de alto horno que tienen una finura de 300-13000 cm<sup>2</sup>/g y de 5 a 20 partes de yeso. Las mezclas de hormigón se endurecen con un estimulador alcalino como cal, hidróxido de calcio o de sodio o cemento Portland, entre los cuales es preferente el cemento Portland ya que genera gradualmente hidróxido de calcio cuando se pone en contacto con agua. La composición de hormigón descrita en el documento US 2012/010331 A1 presenta resistencias a la compresión de hasta 19 MPa al cabo de 7 días y hasta aproximadamente 46 MPa una vez finalizado el curado a los 28 días.

50

El documento US 2012/234109 A1 describe un aglutinante hidráulico que comprende escoria de alto horno molida en un 30 % a 90 % en masa del aglutinante. Clinker de cemento Portland en una cantidad equivalente o superior a 5 % en masa del aglutinante y un sulfato como CaSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como activador. La composición de cemento preparada con dichas combinaciones de aglutinante/activador presenta resistencias de compresión de hasta 22 MPa al cabo de 2 días.

55

60

Un campo de aplicación especial, en el que se suelen emplear las escorias de alto horno como aglutinantes hidráulicos son las composiciones geopoliméricas. El endurecimiento del geopolímero se basa en la formación de redes de aluminosilicato tridimensionales. Normalmente, los geopolímeros se fabrican a partir de mezclas de precursores de silicato, como silicato de sodio y una fuente de aluminio, como bauxita calcinada. En contraposición con las composiciones a base de cemento, los geopolímeros no contienen normalmente cemento regular o hidróxido de calcio (cal hidratada).

65

Las composiciones de geopolímero se han descrito por ejemplo en el documento WO 2010/079414 A2, donde las composiciones comprenden calcita molida, piedra de costwood y escoria de alto horno como ingredientes principales. Tal como se ha explicado, estas composiciones comprenden silicato de sodio como solución y bauxita calcinada como precursores para la formación de silicatos de aluminio. Las composiciones del documento WO 2010/079414 A2 se formulan y se curan por adición de pequeñas cantidades de agua, que no exceden más de 4 % en peso.

El documento EP 1 801 084 A1 divulga igualmente composiciones de geopolímero que comprenden silicato de sodio, cenizas volantes, escoria de alto horno, solución de silicato de sodio y una mezcla de diferentes agregados como ingredientes principales. Las composiciones del documento EP 1 801 084 A1 se curan por adición de agua e hidróxido sódico con una cantidad total de agua de aproximadamente 5 % en peso, sobre la base de la composición total.

El documento US 2012/152153 A1 divulga varias composiciones geopoliméricas.

Finalmente, el documento WO 2005/049522 A1 divulga hormigones de geopolímero que comprenden de 40 a 60 % de agregados gruesos, de 20 a 45 % de arena, de 10 a 20 % de cenizas volantes y otros componentes de aglutinante, de 0,5 a 2 % de silicato sódico y de 0,2 a 0,6 % de hidróxido sódico. En los ejemplos de este documento, se añadió una pequeña cantidad de agua para efectuar el curado, de tal modo que el contenido de agua total en la composición no excediera aproximadamente 5 % en peso.

Como resultado de la baja cantidad de agua que se utiliza en la formulación de geopolímeros, los polímeros tienen normalmente una fluidez muy limitada y se perciben más bien como "mezclas húmedas". Por lo tanto, dichas composiciones no son adecuadas para aplicaciones en las que ha de inyectarse el material en un hueco entre dos paredes, tal como es necesario para la colocación de las lechadas de relleno. Por la misma razón, los geopolímeros no son adecuados para aplicaciones de auto-nivelación como, p.ej., pavimentos.

En algunas aplicaciones es necesario que el cemento presente una alta resistencia inicial que permita a los operarios cruzar una superficie de vertido enseguida después del vertido o reanudar su trabajo sin tener que esperar hasta que esté completamente seco el cemento. Se considera como resistencia a la compresión adecuada en relación con esto por encima de 0,5 MPa, que deberían ser alcanzados por la composición de cemento tras un breve período de tiempo, como p.ej., 2 horas. Si bien el endurecimiento de las composiciones de cemento puede acelerarse por adición de cantidades más altas de agentes de endurecimiento, esto suele conllevar la pérdida de las propiedades finales y escasa operatividad.

Un enfoque para abordar este problema es una composición de dos componentes, en la que se mantiene el endurecedor separado de los componentes de aglutinante. En este caso, el componente aglutinante deberá ser preferentemente estable en ausencia del endurecedor, es decir, el componente aglutinante que incluye agua no deberá endurecerse o experimentar separación de fases cuando se mantiene durante aproximadamente 1 d para permitir p.ej., un transporte seguro hasta el emplazamiento de construcción. Una vez mezclado el endurecedor con el componente aglutinante, la composición deberá curarse rápidamente sin embargo para proporcionar una resistencia a la compresión de aproximadamente 0,5 MPa o más tras aproximadamente 2 h.

Como sistema que se acerca a estos requisitos, actualmente se dispone en el mercado uno en forma de composiciones de lechada que se formulan con una relación entre agua y aglutinante (W/P) de 1,10 a 3,0 que tiene un contenido de cemento Portland ordinario de 300 kg/m<sup>3</sup> a 638 kg/m<sup>3</sup>. Estas composiciones del estado de la técnica además del cemento Portland ordinario comprenden arcilla bentonita y retardadores y se endurecen mediante la adición de solución de silicato sódico al 40 %. Si bien estas composiciones presentan una operatividad adecuada con tiempos de gelificación dentro de 4 a 12 s, las composiciones proporcionan resistencias de compresión al cabo de 2 h por debajo de 0,5 MPa.

Existe la necesidad de composiciones a base de cemento que superen los déficits mencionados y, en particular, que proporcionen una resistencia de compresión al cabo de 2 h de 0,5 MPa o superiores y una buena operatividad que se expresa por el tiempo de gelificación en el intervalo de 10 a 100 segundos. Además, el componente aglutinante, cuando se mantiene separado del endurecedor, deberá ser preferentemente estable durante al menos 1 día. La presente solicitud se dirige a estas necesidades.

### Descripción detallada de la invención

La presente solicitud se refiere a composiciones a base de cemento que comprenden escoria de alto horno granulada molida que proporcionan altas resistencias a la compresión iniciales, en particular, resistencia a la compresión al cabo de dos horas de curado por encima de 0,5 MPa.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una composición a base de cemento de varios componentes con al menos un aglutinante y un componente endurecedor, donde el componente aglutinante comprende escoria de alto horno granulada molida y agua y donde el componente endurecedor comprende solución

## ES 2 777 216 T3

de silicato de sodio que contiene al menos 42 % en peso, preferentemente al menos 45 % en peso de silicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) y donde la relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el aglutinante y el componente endurecedor está en el intervalo de 0,5 a 0,95.

5 Preferentemente, la composición a base de cemento de varios componentes es una composición a base de cemento de dos componentes que consiste en el componente aglutinante y endurecedor que se han mencionado. Por tanto, si la composición comprende componentes además de escoria de alto horno granulada molida, agua y la solución de silicato de sodio, preferentemente forman o bien constituyentes del aglutinante o bien del componente endurecedor.

10 En una realización preferente de la presente invención, la composición a base de cemento de varios componentes proporciona una resistencia a la compresión después del curado durante dos horas de  $> 0,5$  MPa, preferentemente  $\geq 1$  MPa y lo más preferentemente  $\geq 2$  MPa. La resistencia a la compresión tal como se emplea el término en la presente solicitud significa la resistencia a la compresión tal como se determina de acuerdo con ASTM 109/C 109M-05 al cabo de 2 h de curado a  $23^\circ\text{C}/50\%$  humedad relativa.

15 Además, la composición a base de cemento de varios componentes tiene preferentemente un tiempo de gelificación de aproximadamente 10 a aproximadamente 100 s, preferentemente de aproximadamente 10 a 50 s y lo más preferentemente en el intervalo de 10 a 20 s.

20 La escoria de alto horno granulada molida empleada en la práctica de la presente solicitud no está sujeta a ninguna restricción importante. La escoria comprende normalmente  $\text{CaO}$  (30 a 50 % en masa),  $\text{SiO}_2$  (28 a 38 % en masa),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (8 a 24 % en masa) y  $\text{MgO}$  (1 a 18 % en masa) como componentes generales. En general, un mayor contenido de  $\text{CaO}$  de la escoria da como resultado una basicidad de escoria y resistencia a la compresión de la escoria más altas. El contenido de  $\text{MgO}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  presenta la misma tendencia hasta entre aproximadamente 10 y 12 y 14 %, respectivamente, más allá de lo cual no se observa ninguna mejora adicional. Preferentemente, se muele la escoria de alto horno para proporcionar un área superficial específica en el intervalo de 400 a 440  $\text{m}^2/\text{kg}$  según se determina de acuerdo con MS EN 15167-1:2010 o MS EN196-6: 2007 Cláusula 4.

30 El contenido de escoria de alto horno granulada molida en el componente aglutinante no está sujeto a restricciones importantes. Sin embargo, preferentemente, el contenido de este material está en el intervalo de 12 a 60 % en peso, preferentemente de 20 a 60 % en peso.

35 La solución de silicato de sodio, preferentemente, contiene además 60 % en peso o menos, más preferentemente 50 % en peso o menos de silicato de sodio. La concentración más preferente en el contexto de la presente invención con respecto al silicato de sodio es aproximadamente 47 %.

40 Un material de partida preferente para preparar la correspondiente solución de silicato de sodio es ceniza de cáscara de arroz que, simplemente, se pueden disolver en solución de hidróxido de sodio concentrada. La preparación de dicha solución de silicato de sodio se puede llevar a cabo calentando la mezcla durante un período de tiempo suficiente para disolver completamente la ceniza de cáscara de arroz y enfriar la solución obtenida a temperatura ambiente. En algunos casos, puede ser necesario ajustar la concentración al intervalo deseado por dilución con agua.

45 Además de los componentes mencionados, las composiciones a base de cemento de varios componentes pueden comprender además uno o más aditivos seleccionados entre superplastificantes, retardadores, cenizas volantes, cal y cal hidratada, cemento Portland ordinario y bentonita. Preferentemente, estos aditivos también forman parte del componente aglutinante.

50 Es asimismo preferente que la relación entre el agua y los sólidos en el componente aglutinante en el componente aglutinante esté en el intervalo de 0,3 a 1,0, más preferentemente 0,35 a 0,65, y lo más preferentemente de 0,35 a 0,55. La relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el aglutinante y el componente endurecedor está en el intervalo de 0,5 a 0,95, y lo más preferentemente en el intervalo de 0,5 a 0,65.

55 Además, preferentemente, la relación entre el total de sólidos en el componente aglutinante y el total de sólidos en el componente endurecedor está en el intervalo de 2,5: 1 a 6: 1 y más preferentemente de 4,7: 1 a 5,6: 1, e incluso más preferentemente de 4,82: 1 a 5,55: 1.

60 Tal como se ha señalado, la composición a base de cemento de varios componentes puede comprender cemento Portland ordinario además de la escoria de alto horno granulada. El cemento Portland es el tipo de cemento más común. Este cemento está generalmente en uso en todo el mundo ya que es un ingrediente básico de hormigón, agua, estuco y la mayoría de las lechadas no especiales. Es un polvo fino producido por molienda de Clinker de cemento Portland (99 %) con una cantidad limitada de sulfato de calcio que controla el tiempo de fraguado y hasta 5 % de constituyentes menores, tal como se define en la norma europea EN 197.1.

65 Un cemento Portland preferente para su uso en la práctica de la presente solicitud es un cemento blanco, como por ejemplo el cemento blanco E-52.5 y E-42.5R. El cemento blanco es un cemento Portland con un bajo contenido de

óxido de hierro. Es similar al cemento portland ordinario, gris a excepción del alto grado de blancura.

5 Si la composición contiene cemento Portland ordinario, preferentemente el cemento forma parte también del componente aglutinante. En este caso, el contenido del cemento Portland ordinario en relación con el peso total del componente aglutinante es de 10 a 60 % en peso, preferentemente de 30 a 55 % en peso, y lo más preferentemente de 35 a 45 % en peso. Además, es preferente que la escoria de alto horno granulada molida esté presente en el componente aglutinante en un 10 a 60 % en peso, preferentemente de 20 a 35 % en peso. La relación en peso entre el cemento Portland ordinario y la escoria de alto horno granulada molida se encuentra convenientemente en el intervalo de 2:1 a 1:5, preferentemente de 1:1 a 1:4. La relación entre el agua y el sólido (según se calcula sobre los pesos correspondientes) en las composiciones de cemento que se han descrito se encuentra preferentemente en el intervalo de 1 a 0,3, preferentemente de 0,7 a 0,4 y lo más preferentemente aproximadamente 0,5.

15 En otra realización preferente de la presente solicitud, la composición a base de cemento de varios componentes está sustancialmente desprovista de cemento Portland ordinario. "Sustancialmente desprovista", tal como se utiliza este término significa que la composición comprende menos de 5 % en peso de cemento Portland ordinario, preferentemente menos de 2 % en peso, más preferentemente menos de 1 % en peso y lo más preferentemente menos de 0,1 % en peso de cemento Portland ordinario. En este caso, la composición puede comprender otros materiales sólidos como, en particular, cal hidratada o cal y opcionalmente cenizas volantes.

20 Las cenizas volantes, también conocidas como cenizas de escape, constituyen uno de los residuos generados en la combustión y comprenden partículas finas que se elevan con los gases de escape. En el contexto industrial, las cenizas volátiles hacen referencia a la ceniza producida durante la combustión de carbón. Las cenizas volantes se recuperan normalmente de los gases de escape mediante precipitadores electrostáticos u otro equipo de filtración de partículas antes de que los gases lleguen a las chimeneas de las centrales eléctricas a carbón. Dependiendo de la fuente y la composición del carbón que se quema, los componentes de la ceniza volante varían considerablemente, pero todas las cenizas volantes incluyen sustanciales cantidades de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) (tanto amorfo como cristalino) y óxido de calcio (CaO), siendo ambos ingredientes endémicos de muchos estratos de roca que llevan carbón.

30 Los mejores resultados por lo que respecta a una alta resistencia inicial se observaron con composiciones a base de cemento que no comprendían cenizas volantes. Por tanto, las composiciones que comprenden escoria de alto horno granulada molida además de cal o cal hidratada son preferentes con respecto a los que comprenden además ceniza volante.

35 La cantidad de cal hidratada en la composición mencionada se encuentra preferentemente en el intervalo de 8 a 20 % en peso, en relación con el peso total del componente aglutinante, más preferentemente de 10 a 15 % en peso.

40 La relación entre agua y sólido (según se calcula sobre los pesos correspondientes) en las composiciones de cemento que se han descrito se encuentra preferentemente en el intervalo de 1 a 0,3, preferentemente de 0,8 a 0,4 y lo más preferentemente aproximadamente de 0,6 a 0,4.

45 En la práctica de la presente solicitud, es además preferente que la composición a base de cemento de varios componentes tenga una relación entre el agua y el aglutinante (W/B) en el intervalo de 0,6 a 1, preferentemente de 0,62 a 0,8. La cantidad de agua en esta relación es la cantidad combinada de agua de cada uno de los componentes. Se pretende que aglutinante signifique los componentes sólidos inorgánicos de la composición, es decir, la escoria de alto horno granulada molida y, si está presente, ceniza volante, cal hidratada, cemento Portland ordinario y bentonita.

50 Se puede añadir bentonita a la composición a base de cemento de varios componentes de la presente solicitud como modificador de reología o agente tixotrópico. La cantidad preferente de este aditivo en la composición a base de cemento de varios componentes se encuentra en el intervalo de 2 a 0,001 % en peso, más preferentemente de 1 a 0,01 % en peso y lo más preferentemente de 0,5 a 0,05 % en peso, sobre la base del peso total de la composición.

55 El superplastificante de la presente solicitud es preferentemente un policarboxilato e incluso más preferentemente un éter policarboxilato. Dichos polímeros se producen p.ej., por copolimerización de radicales de ácido (met)acrílico y éter polioxiquilén glicol-éter isoprenilo (IPEG) que tiene un peso molecular, Pm, en el intervalo de aproximadamente 1000 a 3000 g/mol, preferentemente de 2000 a 2700 g/mol, con un número de unidades de alquilen glicol presentes en el polialquilen glicol éter isoprenilo en el intervalo de aproximadamente 30 a 80 y, preferentemente, de 45 a 65. El peso molecular en la práctica de la presente solicitud significa el peso molecular, tal como se determina por GPC, a no ser que se indique de otro modo.

65 Otros superplastificantes de éter policarboxilato se pueden obtener por esterificación parcial de ácido poli(met)acrílico y alcoholes alquiloalquilenoliquilénicos.

El polímero resultante es esencialmente aleatorio en lo que respecta a la distribución de ácido (met)acrílico y

unidades de polialquilen glicol éter isoprenilo o polialquilen glicol éster acrilato. La relación molar entre ácido y unidades de monómero de polialquilen glicol se encuentra preferentemente en el intervalo de 2: 1 a 15: 1, preferentemente 3: 1 a 4: 1.

5 En la práctica de la presente solicitud, es además preferente que se incluya el superplastificante en la composición a base de cemento de varios componentes en cantidades de 2 a 0,001 % en peso, más preferentemente de 1 a 0,01 % en peso y lo más preferentemente de 0,5 a 0,05 % en peso. Si bien el superplastificante puede añadirse en principio a cualquiera de los componentes de la composición a base de cemento de varios componentes, preferentemente se añade al componente aglutinante, ya que esto aumenta la estabilidad del componente  
10 aglutinante.

Como retardador, es posible utilizar retardadores convencionales conocidos en la técnica para composiciones de cemento. Entre los retardadores adecuados se incluyen lignosulfonatos, alcaliboratos y organofosfonatos, así como oligosacáridos. Un retardador particularmente adecuado para su uso en la presente solicitud es melazas de caña de  
15 azúcar, preferentemente, con un contenido de sólidos en el intervalo de 30 a 35 %.

La cantidad de retardador utilizada en la composición a base de cemento de la presente invención no está particularmente limitada. Las cantidades preferentes de este ingrediente oscilan entre 2 y 0,001 % en peso, más preferentemente entre 1 y 0,01 % en peso y lo más preferentemente entre 0,5 y 0,05 % en peso.  
20

Otro aspecto más de la presente invención es el uso de una composición a base de cemento de varios componentes tal como se ha descrito anteriormente como material de lechada. Entre los ejemplos de aplicaciones para mortero y lechadas se incluyen mortero de mampostería, p.ej., para construcción de enladrillado, revoque, p.ej., para paredes y techos de yeso, mortero de protección contra incendios, lechadas para rellenado de juntas y morteros y lechadas  
25 de pavimentos. Preferentemente, la composición a base de cemento de varios componentes se utiliza como lechada de rellenado.

Un aspecto más de la presente solicitud que no se reivindica es el uso de una solución de silicato de sodio que contiene al menos 42 % en peso de silicato de sodio como endurecedor para una composición a base de cemento.  
30 Las realizaciones preferentes, tal como se han explicado para la composición a base de cemento de varios componentes en relación con la solución de silicato de sodio, se aplican igualmente para este uso.

En otro aspecto más, la presente invención se refiere a un método para la fabricación de un artículo a base de cemento endurecido que comprende:  
35

- proporcionar un componente aglutinante que comprende escoria de alto horno granulada molida y agua,
- proporcionar un componente endurecedor que comprende una solución de silicato de sodio que contiene al menos 42 % en peso de silicato de sodio, que se separa físicamente del componente aglutinante,
- mezclar la base y el componente endurecedor,
- 40 - insertar los componentes mezclados en un molde de vertido y
- endurecer la mezcla para obtener un artículo a base de cemento endurecido, donde la relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el aglutinante y el componente endurecedor se encuentra en el intervalo de 0,5 a 0,95.

45 Las realizaciones preferentes, tal como se han descrito para la composición a base de cemento de varios componentes se aplican igualmente a este método.

Se describirá además la invención mediante ejemplos ilustrativos, que no deben interpretarse sin embargo como exhaustivos en ningún modo del alcance de la presente solicitud.  
50

### Ejemplos

En las investigaciones a continuación, se formularon escoria de alto horno granulada molida (GGBS), cenizas volantes, cemento Portland ordinario (OPC), bentonita, superplastificante de éter policarboxilato (PCE; solución al  
55 45 % en agua), agua y un retardador (melaza de caña de azúcar a una concentración de 30 a 35 % en agua) como componente A (componente aglutinante).

Se designó el componente endurecedor como componente B y contenía solución extraída de silicato de sodio (47 % en masa) de cenizas de cáscara de arroz para los Ejemplos de la invención o solución de silicato de sodio (40 % en masa) para los Ejemplos comparativos. La solución industrial de silicato de sodio se obtuvo de Taiko Sdn Bhd.  
60

Se preparó el silicato de sodio extraído de cenizas de cáscara de arroz del siguiente modo:  
Se cargaron 307,28 g de hidróxido sódico en un vaso de acero inoxidable que contenía 531,4 g de agua y se mezcló a fondo la suspensión. A continuación, se elevó la temperatura a entre 70 y 80 °C por calentamiento. A continuación,  
65 se añadieron 288 g de cenizas de cáscara de arroz durante un periodo de 2 h. Al cabo de 2 h de calentamiento a entre 70 y 80 °C, se disolvió completamente la ceniza de cáscara de arroz y, a continuación, se enfrió la mezcla a

temperatura ambiente. Finalmente se ajustó la solución a un contenido en sólidos de aproximadamente 47 %.

Se prepararon las mezclas de agua y cemento del siguiente modo:

En primer lugar, se mezclaron todas las materias primas del componente A de forma homogénea en un vaso con una mezcladora manual de velocidad ajustable a entre 150 y 300 rpm para formar una suspensión de libre fluido. Se añadió a esta suspensión el componente B al mismo tiempo que se mezclaba a alta velocidad con una mezcladora manual durante 3 s y, a continuación, se transfirió la mezcla a tres cubos de 50 x 50 x 50 mm durante 3 s. A continuación, se curaron los cubos de molde a entre 27 °C y 30 °C al mismo tiempo que se cubría con una hoja de plástico.

A continuación W/B designa la relación en masa entre agua y aglutinante. Se determinó la resistencia a la compresión de acuerdo con ASTM C 109/C109M-05 por triturado de un cubo de ensayo endurecido durante 2 h para determinar la resistencia a la compresión. Se determinó el tiempo de gelificación según el período de tiempo que tarda en formar un gel blando no vertible y no fluido a partir de la mezcla reciente.

Ejemplos comparativos 1 a 4

Se prepararon estos ejemplos tal como se ha descrito con solución al 40 % de silicato de sodio de Taiko Sdn Bhd en relaciones entre el componente A y el componente B en el intervalo de 10,42 a 8,21. Todos los Ejemplos comparativos presentaron un resistencia a la compresión al cabo de 2 h en el intervalo de 0,35 MPa a 0,45 MPa tiempos de gelificación en el intervalo de 4 a 12 s.

**Tabla 1**

	Materias primas	C1	C2	C3	C4
Componente A	PCE (45 % sol)	0,0	0,0	0,0	0,0
	retardador	1,8	1,8	2,1	4,4
	GGBS (escoria)	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceniza volante	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cal hidratada	0,0	0,0	0,0	0,0
	OPC	150,0	200,0	240,0	342,5
	Agua	281,5	262,0	197,5	203,0
	Suspensión de bentonita (suspensión 10 %)	150,0	150,0	180,0	155,0
	Agua/sólido	2,5	1,9	1,4	1,0
	Peso total (g)	583,3	613,8	619,6	704,9
	Operatividad	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
	Prueba de estabilidad de decantación durante 1 d	No estable	No estable	No estable	No estable
	Prueba de estabilidad de decantación durante 3 d	No estable	No estable	No estable	No estable
	Componente B	Silicato de sodio (40 % sol)	56	63	75,5
Componente (A+B)	Relación Comp. A/Comp. B	10,42	9,74	8,21	9,34
	Peso total (g)	639,28	676,78	695,10	780,35
	Densidad (A+B)	1,26	1,33	1,41	1,53
	Agua/sólido (A+B)	2,40	1,81	1,41	1,01
	W/B	3,01	2,18	1,89	1,14
	Tiempo de gelificación (s)	4-12 s	4-12 s	4-12 s	4-12 s
	Resistencia 2 horas	0,35 MPa	0,32 MPa	0,45 MPa	0,37 MPa

**Ejemplos 1 a 4**

Se prepararon los Ejemplos 1 a 4, tal como se ha indicado. Las composiciones a base de cemento 1 a 3 contenían GGBS y cemento Portland ordinario como aglutinantes primarios. En el Ejemplo 4, se reemplazó el cemento Portland por cal hidratada y ceniza volante.

En la Tabla 2 a continuación, se describen las composiciones de cemento y sus propiedades.

**Tabla 2**

	Materias primas	1	2	3	4
Componente A	PCE (45 % sol)	1,2	1,2	1,2	1,3
	retardador	4,0	4,0	4,0	4,0
	GGBS (escoria)	400,0	200,0	100,0	200,0

(continuación)

	Materias primas	1	2	3	4
	Ceniza volante	0,0	0,0	0,0	200,0
	Cal hidratada	0,0	0,0	0,0	77,3
	OPC	77,3	277,3	377,3	0,0
	Agua	210,0	210,0	210,0	210,0
	Suspensión de bentonita (suspensión 10 %)	20,0	20,0	20,0	20,0
	Agua/sólido	0,5	0,5	0,5	0,8
	Peso total (g)	712,5	712,5	712,5	512,6
	Operatividad	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
Componente B	Silicato de sodio extraído (47 % sol)	210	210	210	210
Componente (A+B)	Relación Comp. A/Comp. B	3,39	3,39	3,39	2,44
	Peso total (g)	922,50	922,50	922,50	722,55
	Densidad (A+B)	1,71	1,73	1,74	1,26
	Agua/Solid (A+B)	0,59	0,59	0,59	0,91
	W/B	0,72	0,72	0,72	0,72
	Tiempo de gelificación (s)	10-20	10-20	10-20	10-20
	Resistencia 2 horas (MPa)	0,65	4,27	2,52	0,55

5 Tal como se puede deducir de los resultados de la Tabla 2, la lechada de relleno producida proporciona una resistencia a la compresión de 2 h por encima de 0,55 MPa. El sistema mejor de escoria/cemento Portland ordinario proporcionó una resistencia a la compresión al cabo de 2 h 8 veces mayor que la de los sistemas de cemento a base de cemento Portland ordinario solamente (Ejemplos Comparativos 1 a 4). El tiempo de gelificación en cada caso estuvo en el intervalo de 10 a 20 s, incluso aunque se variara el contenido de escoria entre 16 y 79 %.

#### Ejemplos 5 a 8

10 Se prepararon las composiciones de estos Ejemplos tal como se ha indicado. En la Tabla 3 a continuación, se proporcionan las propiedades y los constituyentes de estas composiciones.

**Tabla 3**

	Materias primas	5	6	7	8
Componente A	PCE (45 % sol)	1,2	1,2	1,2	1,2
	retardador	4,0	4,0	4,0	4,0
	GGBS (escoria)	400,0	400,0	400,0	400,0
	Ceniza volante	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cal hidratada	77,3	77,3	77,3	77,3
	OPC	0,0	0,0	0,0	0,0
	Agua	179,0	273,0	226,0	273,0
	Suspensión de bentonita (suspensión 10 %)	20,0	5,0	5,0	5,0
	Agua/sólido	0,4	0,6	0,5	0,8
	Peso total (g)	681,5	780,5	713,5	780,5
	Operatividad	Fluido	Acuoso fluido	Acuoso fluido	Acuoso fluido
	Prueba de estabilidad de decantación durante 1 d	No estable	Solo estable	Estable	Estable
	Prueba de estabilidad de decantación durante 3 d	No estable	Solo remezclable	Remezclable	Remezclable
	Componente B	Silicato de sodio extraído (47 % sol)	210	210	210
Componente (A+B)	Relación Comp. A/Comp. B	3,25	3,62	3,40	2,35
	Peso total (g)	891,50	970,50	923,50	1083,50
	Densidad (A+B)	1,72	1,62	1,67	1,60
	Agua/sólido (A+B)	0,54	0,68	0,60	0,72
	W/B	0,65	0,82	0,72	0,95
	Tiempo de gelificación (s)	15	20	15	50-80
Resistencia 2 horas (MPa)	10,13	0,66	5,0	2,0	

15 La lechada de dos componentes producida presentó una resistencia a la compresión que fue hasta 20 veces más alta que la de la resistencia a la compresión a las 2 horas observada en el sistema de cemento Portland ordinario. Se observó que la suspensión para el sistema de escoria fue estable de forma excelente durante 1 día sin efectos de endurecimiento. Esto indica además que el sistema de escoria sin cemento Portland ordinario proporciona un mejor comportamiento para las lechadas de relleno de dos componentes.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición a base de cemento de varios componentes con al menos un aglutinante y un componente endurecedor,  
5 donde el componente aglutinante comprende una escoria de alto horno granulada molida y agua, donde el componente endurecedor comprende una solución de silicato de sodio que contiene al menos 42 % en peso, preferentemente al menos 45 % en peso de silicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) y donde la relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el aglutinante y el componente endurecedor está en el intervalo de 0,5 a 0,95.
- 10 2. La composición a base de cemento de varios componentes de la reivindicación 1 que tiene una resistencia a la compresión de > 0,5 MPa al cabo de 2 horas y, opcionalmente, un tiempo de gelificación de entre 10 y 50 s.
- 15 3. La composición a base de cemento de varios componentes de la reivindicación 1 o 2, donde el componente aglutinante comprende además uno o más entre un superplastificante, un retardador, ceniza volante, cal o cal hidratada, cemento Portland ordinario y bentonita.
- 20 4. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la solución de silicato de sodio contiene 60 % en peso o menos, preferentemente 50 % en peso o menos de silicato de sodio.
- 25 5. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la relación entre agua y los sólidos en el componente aglutinante está en el intervalo de 0,3 a 1,0, preferentemente de 0,35 a 0,65 y lo más preferentemente de 0,35 a 0,55.
- 30 6. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el componente aglutinante y retardante está en el intervalo de 0,5 a 0,65.
- 35 7. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la relación entre el total de sólidos en el componente aglutinante y el total de sólidos en el componente endurecedor está en el intervalo de 2,5 a 6, preferentemente de 4,7 a 5,6 y lo más preferentemente de 4,82 a 5,55.
- 40 8. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el componente aglutinante comprende escoria de alto horno granulada molida y cemento Portland ordinario en una relación en peso de 1:1 a 1:4.
- 45 9. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el componente aglutinante comprende cal o cal hidratada y está sustancialmente desprovisto de cemento Portland ordinario.
- 50 10. La composición a base de cemento de varios componentes de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene una relación entre agua y aglutinante en el intervalo de 0,6 a 1, preferentemente de 0,62 a 0,8, donde el aglutinante son los componentes sólidos inorgánicos de la composición.
- 55 11. La composición a base de cemento de varios componentes de la reivindicación 3 o una reivindicación dependiente de ella, donde el superplastificante es un policarboxilato, preferentemente un éter policarboxilato.
- 60 12. Uso de una composición a base de cemento de varios componentes tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 como material de lechada, preferentemente, un material de lechada de relleno.
13. Un método para la fabricación de un artículo a base de cemento endurecido que comprende:
- proporcionar un componente aglutinante que comprende escoria de alto horno granulada molida y agua,
  - proporcionar un componente endurecedor que comprende una solución de silicato de sodio que contiene al menos 42 % en peso de silicato de sodio, que se separa físicamente del componente aglutinante,
  - mezclar el aglutinante y el componente endurecedor,
  - insertar los componentes mezclados en un molde de vertido y
  - endurecer la mezcla para obtener un artículo a base de cemento endurecido,
- donde la relación entre el total de agua y los sólidos combinados en el componente aglutinante y endurecedor se encuentra en el intervalo de 0,5 a 0,95.