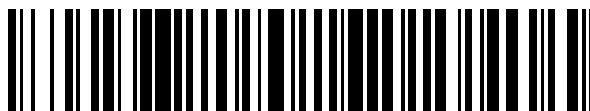


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 029**

51 Int. Cl.:

C04B 28/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2011 E 11824664 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2616610**

54 Título: **Uso de compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio para la producción de un producto de construcción hidrofílico**

30 Prioridad:

13.09.2010 EP 10176340

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

03.10.2016

73 Titular/es:

**CONSTRUCTION RESEARCH & TECHNOLOGY
GMBH (100.0%)
Dr.-Albert-Frank-Strasse 32
83308 Trostberg, DE**

72 Inventor/es:

**GEHRIG, UWE;
ELLENRIEDER, FLORIAN;
MELCHART, MICHAEL;
RIEDMILLER, JOACHIM;
WACHE, STEFFEN;
DEGENKOLB, MATHIAS;
KUTSCHERA, MICHAEL y
VOLAND, KATJA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 585 029 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

Uso de compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio para la producción de un producto de construcción hidrofílico

5

La presente invención se refiere al uso de un sistema aglutinante que comprende compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio para la producción de un producto de construcción hidrofílico y también el producto de construcción hidrofílico que puede obtenerse de esta manera.

10

Los aglutinantes y productos de construcción del tipo descrito anteriormente ya han sido descritos en nuestra solicitud de patente anterior, no publicada, que reivindica prioridad EP 10161010 del 26 de abril de 2010. Sin embargo, se necesita allí después del curado un contenido de al menos 25% en peso de perlas de vidrio, con base en la masa total, que no es el caso en la presente solicitud.

15

En general, la facilidad de limpieza de productos de construcción producidos utilizando aglutinantes inorgánicos es de gran importancia. La suciedad orgánica, en particular, conduce a manchas visibles que son difíciles de eliminar en las superficies de tales productos de construcción.

20

El cemento Portland es un aglutinante inorgánico conocido. Fue mencionado por primera vez en la patente británica BP 5022 y ha sido continuamente desarrollado desde entonces. El cemento portland moderno contiene aproximadamente 70% en peso de CaO + MgO, aproximadamente 20% en peso de SiO₂ y aproximadamente 10% en peso de Al₂O₃ + Fe₂O₃. Debido a su alto contenido de CaO, cura hidráulicamente. El cemento portland curado tiene una rugosidad pronunciada y es difícil de limpiar.

25

Se pueden usar escorias particulares procedentes de procesos metalúrgicos como aglutinantes hidráulicos latentes como adiciones para los cementos portland. También es posible la activación con bases fuertes tales como hidróxidos de metales alcalinos, carbonatos o silicatos de metales alcalinos. Se pueden emplear por mezcla con rellenos (por ejemplo arena de cuarzo que tiene un tamaño de partícula apropiado) y aditivos como morteros u hormigones. Por ejemplo, la escoria de alto horno es un aglomerante hidráulico latente típico. Los productos curados generalmente tienen las propiedades de sistemas hidráulicamente curados.

30

Sistemas aglutinantes inorgánicos con base en compuestos reactivos a base de SiO₂ en combinación con Al₂O₃ que cura en un medio alcalino acuoso son igualmente conocidos en general. Tales sistemas aglutinantes de curado también se conocen como "geopolímeros" y se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1236702 A1, EP 1081114 A1, WO 85/03699, WO 08/012.438, las patentes de los Estados Unidos Nos. 4.349.386 y 4.472.199. En comparación con los cementos, los geopolímeros pueden ser más económicos y más resistentes y pueden tener un balance de emisiones de CO₂ más favorable. Como mezcla reactiva de óxidos, es posible utilizar metacaolín, escorias, cenizas volantes, arcilla activada o mezclas de los mismos. El medio alcalino para activar el aglutinante comprende normalmente disoluciones acuosas de carbonatos de metales alcalinos, fluoruros de metales alcalinos, hidróxidos de metales alcalinos y/o silicatos. En general, una superficie de un geopolímero es menos porosa que una superficie de cemento.

35

40

El documento EP 1236702 A1 describe una mezcla de material de construcción que contiene silicato para la producción de morteros con base en un aglutinante latente, silicato hidráulico latente y una sal metálica del grupo "hidróxido metálico, óxido metálico, sal metálica que contiene carbono, sal metálica que contiene azufre, sal metálica que contiene nitrógeno, sal metálica que contiene fósforo, sal metálica que contiene halógeno" como agente de control que son resistentes a los productos químicos. Aquí, también es posible utilizar arena de escoria como constituyente hidráulico latente. Como sal metálica, se mencionan y utilizan sales de metales alcalinos, en particular sales de litio.

45

50

El documento EP 1081114 A1 describe una mezcla de materiales de construcción para la producción de morteros que son resistentes a productos químicos, donde la mezcla de material de construcción contiene polvo de silicatos y al menos un endurecedor de silicato. Además, más del 10% en peso de al menos un aglutinante hidráulico latente está presente y la mezcla de material de construcción tiene al menos un relleno inorgánico.

55

Los documentos GB 1208954B y JP 6107479A describen el uso de sistemas aglutinantes que comprende compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio para la producción de productos de construcción hidrofílicos, caracterizados porque la suma de los óxidos calculada como Al₂O₃ y SiO₂ en los sistemas aglutinantes es $\geq 40\%$ en peso, basado en los sistemas aglutinantes libres de agua.

60

En nuestra solicitud de patente anterior, no publicada, que reivindica prioridad EP 09177153 del 26 de noviembre de 2009, sistemas en los que el aglutinante cura en la forma de una matriz híbrida que muestra resistencia temprana a los ácidos, se describen agua y álcalis. En esta solicitud de patente anterior, no se describe el uso de acuerdo con la invención como se describe en la presente solicitud.

65

Para proteger las superficies de productos de la construcción que son susceptibles a la suciedad contra influencias externas, se les pueden proporcionar a éstas tanto recubrimientos hidrófobos como recubrimientos hidrofílicos.

Para remover la suciedad de la pintura en las paredes exteriores, se han desarrollado, por ejemplo, sistemas contra los grafitis, y estos reducen la adhesión de las pinturas de los grafitis tornando hidrófoba la superficie. Tales recubrimientos se describen, entre otras cosas, en los documentos WO 92/21729, WO 97/24407 y DE 19955047. Las desventajas de estos sistemas son la a menudo pobre adherencia al sustrato, la baja transparencia, el alto precio y una dureza insatisfactoria.

El documento US 2008/0250978 describe un recubrimiento hidrófobo, de autolimpieza que se consigue mediante la introducción de nanopartículas que se han vuelto hidrófobas (por ejemplo microsílíce u óxido de zinc). La eficacia del recubrimiento se mantiene durante un cierto número de semanas.

Un método para aplicar un recubrimiento a la superficie de un producto elaborado con hormigón o mortero para mejorar las propiedades de adhesión se divulga en el documento DE 3018826. Se logra un aumento en la hidrofiliidad por medio de una mezcla de alcohol polivinílico y ácido bórico en una solución acuosa, que se gelifica como resultado de la alcalinidad del sustrato.

Otros recubrimientos hidrofílicos y métodos de recubrimiento se describen en los documentos CN 101440168, EP 2080740 y la patente de los Estados Unidos No. 4.052.347. Los aditivos orgánicos se utilizan en todos estos recubrimientos.

El uso de dióxido de titanio (por ejemplo, rutilo o anatasa) en los productos de construcción o composiciones de revestimiento también es conocido. El dióxido de titanio actúa en forma fotocatalítica, es decir, descompone la suciedad orgánica por oxidación, mediante irradiación UV (con el dopaje apropiado, también con irradiación con luz visible). La hidrofiliidad de las superficies también se puede aumentar mediante el uso de dióxido de titanio. El dióxido de titanio puede, en principio, ser utilizado en el cuerpo del producto de construcción o como constituyente de una composición de revestimiento.

Por ejemplo, el documento WO 08/079756 A1 describe una composición de recubrimiento y un objeto recubierto, donde la composición de recubrimiento comprende partículas fotocatalíticas (por ejemplo, TiO_2 y un aglutinante de silicato de metal alcalino, que comprende además ácido bórico, boratos y mezclas de los mismos). El documento EP 2080740 A1 describe un recubrimiento hidrofílico que comprende dióxido de titanio y un compuesto orgánico a base de éter/oleato.

Sin embargo, el uso de dióxido de titanio (y en particular el uso en el cuerpo del producto de la construcción) es costoso. Además, la autolimpieza fotocatalítica depende de la presencia de radiación UV. La autolimpieza fotocatalítica por lo tanto no puede ser utilizada, por ejemplo, en el sector de interiores o sanitario sin medidas adicionales.

Los inventores han abordado el objetivo de evitar sustancialmente al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior discutidas anteriormente. En particular, encontrar una alternativa económica a los recubrimientos mencionados anteriormente, que haga posible la limpieza fácil de los productos de construcción. La capacidad de remover los constituyentes activos de la superficie del producto de construcción y la necesidad de una operación separada para mejorar la superficie deben ser evitados.

Los objetivos antes mencionados se consiguen mediante las características de la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

Sorprendentemente, se ha encontrado que los compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio, en relaciones de mezcla particulares, conceden propiedades hidrofílicas en el producto de construcción curado. Una ventaja particular es que esto no es un efecto puro de superficie, sino más bien que el material completo del producto de construcción tiene estas propiedades.

La presente invención proporciona el uso de un sistema aglutinante para la producción de un producto de construcción hidrofílico, en donde el sistema aglutinante comprende aglutinantes hidráulicos, hidráulicos latentes y/o puzolánicos y también silicato de metal alcalino, en donde el aglutinante hidráulico se selecciona entre cementos portland, cementos de aluminato y mezclas de los mismos, en donde el sistema aglutinante comprende compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio, en donde la suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 y SiO_2 en el sistema aglutinante es $\geq 40\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua, y el ángulo de contacto de una gota de aceite colocada en la superficie del producto de construcción curado es $\geq 90^\circ$, donde la determinación del ángulo de contacto se lleva a cabo bajo el agua, que se caracteriza porque el contenido de cementos portland y/o cementos de aluminato en el sistema aglutinante es $\leq 20\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.

Para los fines de la presente invención, "compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio" son compuestos que comprenden aluminio, silicio y oxígeno. En los análisis cuantitativos, es generalmente habitual reportar los contenidos de aluminio y silicio como Al_2O_3 y SiO_2 , sin tener que estar realmente presentes el aluminio y el silicio como óxidos. De acuerdo con la invención, por ejemplo, también están abarcados silicatos, aluminatos, aluminosilicatos, óxidos mezclados (por ejemplo, $Al_2Si_2O_7$), cementos, SiO_2 junto con una fuente de aluminio o Al_2O_3 junto con una fuente de silicio, etc..

De acuerdo con la invención, el "sistema aglutinante" comprende compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio. Los constituyentes preferidos del sistema aglutinante se discuten a continuación. Los contenidos de óxidos de acuerdo con la invención se calculan en porcentaje en peso (% en peso) con base en el "sistema aglutinante libre de agua", es decir, no se considera al agua, de acuerdo con la invención, y es calculado como constituyente del sistema aglutinante.

Tan pronto como el sistema aglutinante entra en contacto con el agua, se produce el fraguado y el curado del sistema aglutinante. El agua, o bien se mantiene separada del aglutinante y se añade cuando sea necesario (formulación de un solo componente) o se mantiene junto con un activador alcalino y se añade cuando sea necesario (formulación de dos componentes). Esto produce el producto de construcción hidrofílica de la invención. Las formulaciones de materiales de construcción preferidos y productos de construcción se mencionan a continuación. Para que el producto se considere como un "producto de construcción curado" en el contexto de la presente invención, el fraguado y el curado del sistema aglutinante tiene que haber progresado al menos hasta el momento en que el producto no se desintegra de nuevo con la adición de un exceso de agua. Se permitió que un producto de construcción curado se curara ventajosamente durante al menos un día, preferiblemente al menos tres días, particularmente preferiblemente al menos 7 días y en particular al menos 28 días. El curado se lleva a cabo ventajosamente a temperatura ambiente. Sin embargo, el curado en el intervalo de 0°C a 500°C por lo general también está abarcado de acuerdo con la invención.

La hidrofiliidad del "producto de construcción hidrofílico" se define por medio del ángulo de contacto de una gota de aceite colocada en la superficie del producto de construcción curado. Si el producto de construcción es poroso, una gota de aceite será al menos parcialmente absorbida por la superficie del producto de construcción, por lo que se hace necesaria la determinación del ángulo de contacto dinámico. En el presente caso, la determinación del ángulo de contacto dinámico se lleva a cabo por medio de un método de medición patentado llevado a cabo bajo el agua, que se describe exhaustivamente en los ejemplos.

La medición del ángulo de contacto bajo el agua es apropiada en vista del hecho de que en el caso de los sistemas que son particularmente preferidos de acuerdo con la invención, las gotas se desprenden de la superficie del producto de construcción hidrofílico simplemente por la adición de agua. Para los fines de la presente invención, "hidrofílico" significa un ángulo de contacto de $\geq 90^\circ$. Con ángulos de contacto de $\geq 135^\circ$, se puede emplear también el término "superhidrofiliidad". Se da preferencia particular a sistemas en los que la gota de aceite se desprende después de una corta exposición al agua. En este caso, se considera que el ángulo de contacto es 180° .

Un contenido relativamente alto de los óxidos en cuestión en el sistema aglutinante puede ser ventajoso ya que tiende a aumentar la hidrofiliidad del producto de construcción curado. La suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 y SiO_2 en el sistema aglutinante es preferiblemente $\geq 50\%$ en peso, particularmente preferiblemente $\geq 60\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.

Una mayor hidrofiliidad produce un mayor ángulo de contacto. Se ha encontrado que es particularmente ventajoso que el ángulo de contacto sea $\geq 100^\circ$, preferiblemente $\geq 120^\circ$, y en particular $\geq 135^\circ$ (superhidrofiliidad).

El ángulo de contacto no es, sin embargo, una característica intrínseca del contenido de óxido del sistema aglutinante como se ilustrará más adelante. Hay sistemas que contienen altos niveles de los óxidos en cuestión y todavía presentan ángulos de contacto bajos. Por lo tanto, es necesario emplear $\geq 40\%$ en peso de estos óxidos y asegurarse de que el ángulo de contacto sea $\geq 90^\circ$ con el fin de llegar a un sistema aglutinante útil.

Un cierto contenido de SiO_2 parece ventajoso para lograr un ángulo de contacto alto. El contenido de los óxidos calculado como SiO_2 en el sistema aglutinante debe ser preferiblemente $\geq 15\%$ en peso, particularmente preferiblemente $\geq 25\%$ en peso y en particular $\geq 35\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.

De acuerdo con la invención, no es necesario dióxido de titanio para lograr el efecto de la alta hidrofiliidad y la capacidad de limpieza fácil asociada de las superficies (efecto "fácil de limpiar"). Sin embargo, el sistema aglutinante puede contener también opcionalmente compuestos que contienen óxido de titanio y/o óxido de circonio, es decir, compuestos que comprenden titanio y/o circonio y oxígeno. La suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 y ZrO_2 en el sistema aglutinante es entonces preferiblemente $\geq 41\%$ en peso, particularmente preferiblemente $\geq 50\%$ en peso y en particular $\geq 60\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.

El contenido de CaO debe estar muy por debajo de los contenidos habituales para los sistemas a base de cemento. El cemento portland puro contiene aproximadamente 60% en peso de CaO . En primer lugar, parecería entonces aritméticamente apenas posible lograr el contenido de Al_2O_3 y SiO_2 de $\geq 40\%$ en peso requerido como se ha dicho al principio, y en segundo lugar un alto contenido de CaO no parece ser particularmente efectivo de acuerdo con la invención. El contenido de los óxidos calculado como CaO en el sistema aglutinante es preferiblemente $\leq 35\%$ en peso, más preferiblemente $\leq 30\%$ en peso, particularmente preferiblemente de 8 a 28% en peso y en particular de 12 a 25% en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.

Se ha encontrado que la composición de óxido, en particular, es responsable del efecto de la invención de alta

hidrofilicidad y facilidad de limpieza. Esta composición de óxido se consigue ventajosamente mediante el sistema aglutinante que comprende, aglutinantes hidráulicos, hidráulicos latentes y/o puzolánicos y también silicato de metal alcalino.

5 El contenido de cementos portland y/o cementos de aluminato en el sistema aglutinante debe ser preferiblemente $\leq 10\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua. Como se demuestra a continuación en la parte experimental, los productos de construcción producidos a partir de cemento portland puro o cemento de aluminato (cemento con alto contenido de alúmina) tienen ángulos de contacto muy pequeños.

10 Como se indicó anteriormente, el cemento portland contiene aproximadamente 70% en peso de CaO + MgO, aproximadamente 20% en peso de SiO₂ y aproximadamente 10% en peso de Al₂O₃ + Fe₂O₃. El cemento de aluminato o el cemento con alto contenido de alúmina contiene desde aproximadamente 20 hasta 40% en peso de CaO, hasta aproximadamente 5% en peso de SiO₂, desde aproximadamente 40 hasta 80% en peso de Al₂O₃ y hasta aproximadamente 20% en peso de Fe₂O₃. Estos tipos de cemento son bien conocidos en el estado de la técnica.

15 El aglutinante hidráulico latente se selecciona, por ejemplo, de entre las escorias, en particular escoria de alto horno, arena de escoria, arena de escoria molida, escoria de fósforo electrotérmica, escoria de acero y mezclas de los mismos. Estas escorias pueden ser tanto escorias industriales, es decir, los productos de desecho procedentes de procesos industriales, o escorias reproducidas en forma sintética. Este último es ventajoso, ya que las escorias industriales no siempre están disponibles en una cantidad y calidad constantes.

20 Para los fines de la presente invención, un aglutinante hidráulico latente es, preferiblemente, un aglutinante en el que la relación molar de (CaO + MgO):SiO₂ se encuentra en el intervalo de 0,8 a 2,5 y particularmente preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 2,0.

25 La escoria de alto horno es un producto de desecho del proceso de alto horno. La arena de escoria es escoria de alto horno granulada y la arena de escoria molida es arena de escoria finamente pulverizada. La arena de escoria molida varía en términos de su finura de molienda y la distribución del tamaño de partícula dependiendo del origen y forma de procesamiento, teniendo la finura de la molienda una influencia sobre la reactividad. Como parámetro característico para la finura de la molienda, se hace uso del valor Blaine que está típicamente en el intervalo de 200 a 1000 m² kg⁻¹, preferiblemente en el intervalo de 300 a 500 m² kg⁻¹. Cuanto más fina la molienda, mayor es la reactividad. La escoria de alto horno comprende generalmente de 30 a 45% en peso de CaO, desde aproximadamente 4 a 17% en peso de MgO, desde aproximadamente 30 a 45% en peso de SiO₂ y desde aproximadamente 5 a 15% en peso de Al₂O₃, típicamente aproximadamente 40% en peso de CaO, aproximadamente 10% en peso de MgO, aproximadamente 35% en peso de SiO₂ y aproximadamente 12% en peso de Al₂O₃.

30 La escoria de fósforo electrotérmica es un producto de desecho de la producción electrotérmica de fósforo. Es menos reactiva que la escoria de alto horno y contiene desde aproximadamente 45 a 50% en peso de CaO, desde aproximadamente 0,5 a 3% en peso de MgO, desde aproximadamente 38 a 43% en peso de SiO₂, desde aproximadamente 2 a 5% en peso de Al₂O₃ y desde aproximadamente 0,2 a 3% en peso de Fe₂O₃ y también fluoruro y fosfato. La escoria de acero es un producto de desecho de los diversos procesos de producción de acero y tiene una composición muy variable (véase Caijun Shi, Pavel V. Krivenko, Della Roy, Alkali-Activated Cements and Concretes, Taylor & Francis, Londres y Nueva York, 2006, páginas 42-51).

45 Se selecciona el aglutinante puzolánico, por ejemplo, de entre sílice amorfo, preferiblemente sílice precipitada, sílice pirogénica y microsílíce, vidrio molido, cenizas volantes, preferiblemente ceniza volante de carbón marrón y ceniza volante de carbón mineral, metacaolín, puzolanas naturales tales como toba, Trass y ceniza volcánica, zeolitas naturales y sintéticas así como sus mezclas. Una visión general de aglutinantes puzolánicos que son adecuados para los fines de la invención puede encontrarse, por ejemplo, en Caijun Shi, Pavel V. Krivenko, Della Roy, Alkali-Activated Cements and Concretes, Taylor & Francis, Londres y Nueva York, 2006, páginas 51-63. El ensayo de la actividad puzolánica se puede llevar a cabo de acuerdo con la norma DIN EN 196 Parte 5.

50 La sílice amorfa es más reactiva entre más pequeños los diámetros de partícula. La sílice amorfa es preferiblemente una sílice amorfa a los rayos X, es decir, una sílice que no muestra cristalinidad en el patrón de difracción de polvo. Para los fines de la invención, se debe considerar igualmente al vidrio molido como sílice amorfa.

55 La sílice amorfa usada de acuerdo con la invención tiene ventajosamente un contenido de al menos 80% en peso, preferiblemente al menos 90% en peso de SiO₂. La sílice precipitada se obtiene industrialmente mediante procesos de precipitación partiendo de silicatos. Dependiendo del proceso de producción, también se denomina a la sílice precipitada como gel de sílice. La sílice pirogénica es producida por reacción de clorosilanos tal como tetracloruro de silicio en una llama de gas detonante. La sílice pirogénica es un polvo de SiO₂ amorfo que tiene un diámetro de partícula de 5 a 50 nm y un área superficial específica de 50 a 600 m² g⁻¹.

60 La microsílíce es un subproducto de la producción de silicio, ferrosilicio o circonio y así mismo comprende principalmente polvo de SiO₂ amorfo. Las partículas tienen diámetros en el intervalo de 0,1 μm a 1,0 μm . El área superficial específica está en el intervalo de 15 a 30 m² g⁻¹.

En comparación, la arena de cuarzo comercial es cristalina y tiene partículas relativamente grandes y un área superficial específica comparativamente baja. De acuerdo con la invención, sirve como agregado inerte.

5 Las cenizas volantes se forman, entre otras cosas, en la combustión de carbón en centrales eléctricas. La ceniza volante de la clase C contiene, de acuerdo con el documento WO 08/012.438, aproximadamente 10% en peso de CaO, mientras que las cenizas volantes de clase F contienen menos del 8% en peso, preferiblemente menos de 4% en peso y típicamente aproximadamente 2% en peso, de CaO. El contenido de CaO de cenizas volantes de clase C puede en casos particulares ser de hasta 25% en peso.

10 El metacaolín se forma en la deshidratación del caolín. Mientras que el caolín desprende agua combinada físicamente entre 100 y 200°C, la deshidroxilación con ruptura de la estructura de la red y la formación de metacaolín ($Al_2Si_2O_7$) se lleva a cabo a una temperatura de 500 a 800°C. El metacaolín puro contiene en consecuencia aproximadamente 54% en peso de SiO_2 y aproximadamente 46% en peso de Al_2O_3 .

15 El silicato de metal alcalino se selecciona ventajosamente de entre los compuestos que tienen la fórmula empírica $mSiO_2 \cdot nM_2O$, donde M es Li, Na y K y mezclas de los mismos, preferiblemente Na y K.

20 La relación molar de m:n es ventajosamente de 0,5 a 4,0, preferiblemente de 0,7 a 3,8, particularmente preferiblemente 0,9 a 3,7 y en particular de 1,6 a 3,2.

El silicato de metal alcalino es preferiblemente un silicato, particularmente preferiblemente un polvo de silicato y, en particular, un silicato de sodio o de potasio. Sin embargo, también es posible utilizar silicatos de litio o de amonio y también mezclas de los silicatos mencionados.

25 La relación antes mencionada de m:n (también denominada como el módulo) preferiblemente no debe ser excedida ya que no se puede esperar de otro modo la reacción completa de los componentes. También es posible emplear módulos menores, tales como aproximadamente 0,2. Los silicatos que tienen módulos más altos deben ser llevados a los módulos en el intervalo de acuerdo con la invención antes de su uso por medio de un hidróxido de metal alcalino acuoso adecuado.

30 Los silicatos de potasio se encuentran comercialmente disponibles principalmente como soluciones acuosas ya que son fuertemente higroscópicos; los silicatos de sodio también están disponibles comercialmente como sólidos en el intervalo ventajoso de módulo. El contenido de sólidos de las disoluciones acuosas de silicato es generalmente del 20% en peso a 60% en peso, preferiblemente de 30 a 50% en peso. Se da preferencia, en particular, a los silicatos de potasio, ya que tienen una menor tendencia a que los silicatos de sodio a eflorescer.

35 Los silicatos pueden ser producidos industrialmente mediante la fusión de arena de cuarzo con los carbonatos de metales alcalinos adecuados. Sin embargo, también se pueden obtener sin dificultad a partir de mezclas de sílices reactivos con los hidróxidos acuosos de metal alcalino apropiados o carbonatos de metales alcalinos. Por tanto, es posible, de acuerdo con la invención, reemplazar al menos parte del silicato de metal alcalino con una mezcla de una sílice reactiva y el hidróxido de metal alcalino apropiado o carbonato de metal alcalino.

40 La cantidad de agua necesaria para el fraguado es generalmente de 15 a 60% en peso, preferiblemente de aproximadamente 25 a 50% en peso. Estas cantidades son además al peso total del sistema aglutinante libre de agua, que se calcula como 100% en peso.

45 El aglutinante hidráulico, latente hidráulico y/o puzolánico y también el silicato de metal alcalino pueden estar presentes juntos como un componente en el sistema aglutinante de la invención. Esta forma de realización se prefiere de acuerdo con la invención. La formulación de un solo componente se mezcla con agua cuando sea necesario.

50 Sin embargo, el aglutinante hidráulico, latente hidráulico y/o puzolánico, también puede estar presente como un primer componente en el sistema aglutinante de la invención. En este caso, el silicato de metal alcalino está presente junto con al menos la cantidad de agua necesaria para el fraguado como un segundo componente, que se utiliza para la mezcla con el primer componente cuando sea necesario.

Los rellenos inertes y/o otros aditivos pueden estar presentes en el aglutinante de la invención. Estos componentes opcionales pueden, alternativamente, ser añadidos también sólo cuando se elabora un mortero, hormigón, etc.

60 Los posibles rellenos inertes son generalmente gravas, arenas y/o harinas conocidas, por ejemplo aquellas basadas en cuarzo, piedra caliza, barita o arcilla, en particular, arena de cuarzo. También se pueden utilizar rellenos ligeros, tales como perlita, tierra de diatomita (tierra de diatomeas), mica expandida (vermiculita), y arena de espuma.

65 Posibles aditivos son, por ejemplo, plastificantes conocidos (por ejemplo, éteres de policarboxilato), antiespumantes, agentes de retención de agua, fluidificantes, pigmentos, fibras, polvos de dispersión, agentes humectantes, retardantes, aceleradores, agentes complejantes, dispersiones acuosas y modificadores de la reología.

El sistema aglutinante puede, de acuerdo con la invención, utilizarse como tal o como constituyente de formulaciones de materiales de construcción y/o para la producción de productos de construcción, tales como hormigón en el sitio, partes de hormigón acabadas, bienes de hormigón, ladrillos de hormigón y también hormigón en obra, hormigón proyectado, hormigón premezclado, adhesivos de construcción y adhesivos de sistemas compuestos para el aislamiento térmico, sistemas de reparación de hormigón, sistemas de sellamiento de un solo componente y de dos componentes, soleras, rellenos de corte y composiciones de autonivelación, adhesivos de baldosas, capas de enlucido, adhesivos y selladores, sistemas de recubrimiento y pintura, en particular para túneles, drenajes de aguas residuales, protección contra salpicaduras y líneas de condensado, morteros secos, lechadas conjuntas, morteros de drenaje y/o morteros de reparación.

La invención proporciona además el producto de construcción hidrofílico que puede obtenerse de acuerdo con la invención.

La presente invención se ilustrará ahora por medio de los siguientes ejemplos con referencia a los dibujos acompañantes. En los dibujos:

La FIG. 1 muestra el comportamiento dinámico de una gota de aceite en la medición del ángulo de contacto, incluyendo la evaluación de las formas de gota.

La FIG. 2 muestra una presentación gráfica de las mediciones del ángulo de contacto dinámico en diversas muestras.

La FIG. 3 muestra una presentación gráfica de las mediciones de ángulo de contacto dinámico con diversas muestras de control (no de acuerdo con la invención).

Ejemplos

Medición del ángulo de contacto dinámico en el sistema de aceite/agua/sólido

Los ángulos de contacto se miden utilizando un aparato estandarizado (instrumento de análisis de la forma de la gota Kruss DSA 10 de KrussPARR 63). Para este propósito, se registra la sombra de una gota (de aceite) utilizando una cámara de vídeo y se evalúa mediante el análisis computarizado de la imagen.

Para este propósito, se colocan inicialmente 2,0 µl de aceite (por ejemplo, aceite de máquina (preferido), aceite de girasol, aceite de parafina, etc.) en un sustrato seco que ha sido equilibrado a 23°C y 50% de humedad atmosférica relativa. El sustrato con la gota de aceite se coloca luego en la parte inferior de una celda óptica y se introduce la celda en el instrumento de medición del ángulo de contacto. Se ajusta el sistema óptico para producir una imagen nítida de la gota de aceite. Se llena luego la celda con agua durante 2-3 segundos por medio de un tubo ancho. Al mismo tiempo, se inicia la grabación de vídeo y se enfoca nuevamente el sistema óptico ya que el agua en la trayectoria del haz cambia el foco. Durante este período de tiempo de hasta 10 segundos, existe una incertidumbre en relación con la escala de tiempo de las mediciones dinámicas. El comportamiento dinámico durante este período de tiempo no se emplea para evaluar el ángulo final de contacto. El vídeo se graba hasta que la gota de aceite se desprende o no se observa ningún cambio significativo en el ángulo de contacto durante más de 30 segundos.

Después del final de la medición, se evalúa el contorno de la gota de aceite en las imágenes de vídeo individuales por medio del software "DSA" para el análisis digital de la imagen puesta a disposición por el fabricante del instrumento de medición. Para una evaluación confiable de la forma de la gota y por lo tanto el ángulo de contacto, se debe seleccionar un método de ajuste adecuado conforme a la forma de la gota. Se ha encontrado que un ajuste elíptico o circular que incluye la evaluación de las tangentes es adecuado en un amplio intervalo de ángulos de contacto (consultar la FIG. 1).

En el caso de sistemas muy dinámicos en los que las gotas de aceite se separan rápidamente, las formas de la gota que se producen temporalmente no pueden ser evaluadas siempre en términos de formas de gota clásicas. Esto conduce a cierta incertidumbre en el ángulo de contacto determinado por ajuste de no más de 10°, típicamente alrededor de 5°. En las curvas de medición dinámica, estos efectos pueden aparecer como pequeños saltos repentinos en el ángulo de contacto. El desprendimiento, por otro lado, puede ser fácilmente reconocido y evaluado - se ingresa manualmente el ángulo de contacto resultante de una gota de aceite que flota libremente como 180°. Todos los ángulos de contacto se almacenan como una función del tiempo y se pueden utilizar para evaluaciones adicionales.

Materias primas

- Cemento Portland 52,5 R que contiene aproximadamente 22% en peso de SiO₂, 4% en peso de Al₂O₃, 65% en peso de CaO y <1% en peso de óxido de metal alcalino; valor Blaine > 380 m² kg⁻¹;
- cemento con alto contenido de alúmina (1) (Secar® 51, Kerneos Inc.) que contiene aproximadamente 5% en peso de SiO₂, 52% en peso de Al₂O₃, 37% en peso de CaO, < 1% en peso de óxido de metal alcalino, aproximadamente 2% en peso de TiO₂, y < 0,5% en peso de ZrO₂; valor Blaine > 300 m² kg⁻¹;
- cemento con alto contenido de alúmina (2) (Thernal® blanco, Kerneos Inc.) que contiene aproximadamente 2% en peso de SiO₂, 68% en peso de Al₂O₃, 29% en peso de CaO, < 1% en peso de óxido de metal alcalino, y <1% en

- peso de TiO₂ más ZrO₂;
- cemento con alto contenido de alúmina (3) (Ciment Fondu®, Kerneos Inc.) que contiene aproximadamente 5% en peso de SiO₂, 38% en peso de Al₂O₃, 36% en peso de CaO, < 1% en peso de óxido de metal alcalino, aproximadamente 2% en peso de TiO₂, y < 0,5% en peso de ZrO₂;
 - 5 – éter de polycarboxilato Glenium® 51 (BASF Construction Polymers GmbH);
 - arena de escoria molida que contiene aproximadamente 34% en peso de SiO₂, 12% en peso de Al₂O₃, 43% en peso de CaO y < 1% en peso de óxido de metal alcalino; valor Blaine > 380 m² kg⁻¹ ;
 - microsilíce que contiene > 90% en peso de SiO₂ y en cada caso < 1% en peso de Al₂O₃, CaO y óxido de metal alcalino; área superficial BET > 15000 m² kg⁻¹ ;
 - 10 – ceniza volante de carbón mineral que contiene aproximadamente 50% en peso de SiO₂, 26% en peso de Al₂O₃, 4% en peso de CaO y 5% en peso de óxido de metal alcalino; valor Blaine > 400 m² kg⁻¹ ;
 - metacaolín que contiene aproximadamente 56% en peso de SiO₂, 41% en peso de Al₂O₃ y en cada caso < 1% en peso de CaO y óxido de metal alcalino; área superficial BET > 10000 m² kg⁻¹ ;
 - arena de cuarzo que tiene 0,063 mm < d < 0,40 mm;
 - 15 – solución de hidróxido de potasio (fuerza al 10%);
 - silicato de sodio (módulo: 1.7; contenido de sólidos: 40% en peso);
 - silicato de potasio (módulo: 1.0 o 2.0; contenido de sólidos: 40% en peso);
 - dióxido de titanio que contiene al menos 99% en peso de TiO₂ (Sigma-Aldrich);
 - dióxido de circonio que contiene al menos 99% en peso de ZrO₂ (Sigma-Aldrich);
 - 20 – polvo de silicato de sodio (módulo: 1.0; contenido en sólidos: 84% en peso).

Preparación de la muestra

25 Todos los materiales pulverulentos son ventajosamente en primer lugar homogeneizados y posteriormente se mezclan con el componente líquido. En el caso de lotes M1, M2 y M8, donde se utiliza polvo de silicatos, el líquido de elaboración es agua. Los ejemplos restantes son sistemas de dos componentes ya que el activador es en cada caso añadido por separado. La mezcla se realiza usando una máquina de perforación y un agitador de disco a una velocidad de rotación moderada. Las mezclas se agitan en primer lugar alrededor de un minuto hasta que se forma una composición homogénea. Después de un tiempo de maduración de tres minutos, se agitan los morteros de nuevo y se aplican con un espesor de aproximadamente 3-5 mm a una superficie de la placa de hormigón húmeda. Después de un almacenamiento de las placas recubiertas (7 días a 23°C y 50% de humedad atmosférica relativa), se llavan las pruebas de suciedad con lápiz de color, vino tinto, aceite de motor y goma de mascar. Los medios de prueba especificados se aplican a la morteros M1 a M12 y las placas de hormigón recubiertas se almacena bajo agua durante una hora. Después de sacarlas del baño de agua, se libera la superficie del recubrimiento del exceso de agua y se evalúa el residuo de suciedad. En un segundo paso, se pueden limpiar más tarde las manchas restantes por medio de un cepillo de mano.

La remoción de los medios de prueba se evalúa de acuerdo con cinco grados:

- 40 ++ fácilmente removible
- + removible
- O parcialmente removible
- difícilmente removible
- no removible.

45 Debido a la relevancia de la práctica, se mezclaron todas las composiciones aglutinantes con arena de cuarzo. Las composiciones de óxido que se muestran en las Tablas 1b, 2b y 3b se basan únicamente en aglutinantes libres de agua. Esto significa que tanto la arena de cuarzo como el agua no se incluyen en los cálculos.

50 Ejemplo 1

En el Ejemplo 1, se examinan primero dos sistemas de referencia en términos de su facilidad de limpieza. Aunque M1 es un mortero convencional de cemento portland, la formulación experimental M2 es un mortero de cemento con alto contenido de alúmina pura. Tabla 1a muestra las formulaciones experimentales, la Tabla 1b muestra las composiciones de óxido y la Tabla 1c muestra la evaluación de la facilidad de limpieza.

Tabla 1a: Formulaciones experimentales, cantidades en gramos (g)

Materias primas	M1	M2
Cemento Portland 52,5 R	300	
Cemento con alto contenido de alúmina (1)		300
Arena de cuarzo	700	700
Éter polycarboxilato	3	
Agua	135	150

Tabla 1b: Composiciones de óxidos de los aglutinantes libres de agua (% en peso)

Óxidos	M1	M2
SiO ₂	23	5
Al ₂ O ₃	4	52
CaO	67	37
K ₂ O	1	< 0,5
Na ₂ O	< 0,5	< 0,5
TiO ₂	< 0,5	2
ZrO ₂	< 0,5	< 0,5

Tabla 1c: Evaluación de la facilidad de limpieza

Medio causante de la suciedad	M1	M2
Lápiz de color	-	-
Vino tinto	-	O
Aceite de motor	-	--
Goma de mascar	-	O

5 Se puede observar para ambos morteros que los medios pueden ser removidos sólo parcialmente, y a menudo de ninguna manera. La gota de aceite forma una mancha oscura, mientras que la goma de mascar se une fuertemente a la superficie de cemento y no puede ser removida sin dejar un residuo.

Ejemplo 2

10

En el Ejemplo 2, se examinan diversas mezclas de compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio con respecto a su facilidad de limpieza. Tabla 2a muestra las formulaciones experimentales, la Tabla 2b muestra las composiciones de óxido y la Tabla 2c muestra la evaluación de la facilidad de limpieza.

15

Tabla 2a: Formulaciones experimentales, cantidades en gramos (g)

Materias primas	M3	M4	M5	M6	M7
Arena de escoria molida		200	200	150	200
Microsilíce		100		150	
Ceniza volante de carbón mineral			100		100
Metacaolín	200				
Arena de cuarzo	800	700	700	700	700
Solución de hidróxido de potasio (fuerza del 10%)				200	
Silicato de sodio (módulo 1.7; contenido de sólidos del 40%)					200
Silicato de potasio (módulo 1.0; contenido de sólidos del 40%)	350	200	200		

Tabla 2b: Composiciones de óxidos de los aglutinantes libres de agua (% en peso)

Óxidos	M3	M4	M5	M6	M7
SiO ₂	49	52	41	63	46
Al ₂ O ₃	24	6	13	5	13
CaO	1	23	24	20	24
K ₂ O	26	14	15	7	1
Na ₂ O	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	8
TiO ₂	1	1	1	1	1
ZrO ₂	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Tabla 2c: Evaluación de la facilidad de limpieza

Medio causante de la suciedad	M3	M4	M5	M6	M7
Lápiz de color	+	++	+	O	+
Vino tinto	O	+	+	+	++
Aceite de motor	++	+	+	+	+
Goma de mascar	+	++	+	++	++

20

Las formulaciones experimentales M3 a M7 muestran una capacidad de limpieza significativamente mejor en comparación con las formulaciones M1 y M2. Las gota de aceite de motor muestra, por ejemplo, prácticamente ninguna afinidad con la matriz inorgánica y en almacenamiento bajo el agua sube a la superficie del agua después de sólo unos pocos segundos. Dependiendo de la mezcla de aglutinante, las superficies varían ligeramente con respecto a su facilidad de limpieza.

25

Ejemplo 3

En el Ejemplo 3, se examinan más mezclas de compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio con

respecto a su facilidad de limpieza. La Tabla 3a muestra las formulaciones experimentales, la Tabla 3b muestra las composiciones de óxido y la Tabla 3c muestra la evaluación de la facilidad de limpieza. Estos ejemplos demuestran, entre otras cosas, la influencia de TiO₂, ZrO₂ y cemento portland y también silicato que tiene un módulo alto (2.0) con respecto a la facilidad de limpieza. Además, se incluye una formulación que contiene polvo de silicato de sodio.

5

Tabla 3a: Formulaciones experimentales, cantidades en gramos (g)

Materias primas	M8	M9	M10	M11	M12
Arena de escoria molida	200	200	200	160	200
Cemento Portland 52,5 R				40	
Ceniza volante de carbón mineral		60	60		100
Microsílice	100			100	
Dióxido de titanio		40			
Dióxido de circonio			40		
Arena de cuarzo	700	700	700	700	700
Polvo de silicato de sodio (módulo 1.0; contenido de sólidos del 84%)	80				
Silicato de potasio (módulo 1.0; contenido de sólidos del 40%)		250	250	200	
Silicato de potasio (módulo 2.0; contenido de sólidos del 40%)					250
Agua	120				

Tabla 3b: Composiciones de óxido de los aglutinantes libres de agua (% en peso)

Óxidos	M8	M9	M10	M11	M12
SiO ₂	55	35	35	51	45
Al ₂ O ₃	6	10	10	5	13
CaO	24	22	22	25	23
K ₂ O	1	17	17	14	13
Na ₂ O	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
TiO ₂	1	11	1	< 0,5	1
ZrO ₂	< 0,5	< 0,5	10	< 0,5	< 0,5

10

Tabla 3c: Evaluación de la facilidad de limpieza

Medio causante de la suciedad	M8	M9	M10	M11	M12
Lápiz de color	O	+	O	+	O
Vino tinto	++	+	+	O	++
Aceite de motor	++	++	++	-	++
Goma de mascar	+	++	++	+	++

15

Tanto el uso de polvo de silicato de sodio (M8) como el uso de dióxido de titanio y dióxido de circonio (M9 y M10) en las formulaciones conducen a la suciedad reducida. El reemplazo parcial de la arena de escoria molida en M4 produce la mezcla M11. Esto ha reducido el rendimiento en comparación con M4, pero aún muestra una tendencia menor de ensuciamiento que las dos formulaciones a base de cemento M1 y M2. El módulo de alto contenido de silicato en M12 conduce a una capacidad mejorada para remover el vino tinto, el aceite de motor y la goma de mascar.

20 Ejemplo 4

25

Las formulaciones M1, M2, M5, M8, M9 y M12 también se caracterizaron por medio de la medición del ángulo de contacto dinámico descrito anteriormente. Los valores medidos se muestran en la FIG. 2. Se puede observar aquí que los dos sistemas de referencia M1 y M2 tienen, después de un tiempo de medición de 60 segundos, un ángulo de contacto de una gota de aceite colocada en la superficie de aproximadamente 20° y aproximadamente 60°, respectivamente. En el caso de la mezcla M5 de acuerdo con la invención, se puede observar un ángulo de contacto de aproximadamente 125° después de un tiempo de medición de 60 segundos. En el caso de las formulaciones de M8, M9 y M12, la gota de aceite se separa de la superficie dentro del primer minuto, que corresponde a un ángulo máximo de contacto de 180°.

30

Ejemplo 5 (comparativo)

35

En este ejemplo comparativo se muestran formulaciones de sistemas aglutinantes que comprenden óxido de aluminio además de dióxido de silicio de más de 40% en peso, pero no forman productos de construcción hidrofílicos. La Tabla 4a muestra las formulaciones experimentales, la Tabla 4b muestra las composiciones de óxido. Las formulaciones M13, M14, M15, M16 y M17 se caracterizaron por medio de la medición del ángulo de contacto dinámico descrito anteriormente.

40

Tabla 4a: Formulaciones experimentales, cantidades en gramos (g)

Materias primas	M13	M14	M15	M16	M17
Cemento Portland 52,5 R				225	200
Cemento con alto contenido de alúmina (2)	300				
Cemento con alto contenido de alúmina (3)		300	225		
Ceniza volante de carbón mineral					100
Microsílice			75	75	
Arena de cuarzo	700	700	700	700	700
Agua	185	175	210	200	160

Tabla 4b: Composiciones de óxidos de los aglutinantes libres de agua (% en peso)

Óxidos	M13	M14	M15	M16	M17
SiO ₂	2	5	28	41	33
Al ₂ O ₃	68	38	28	3	11
CaO	29	36	27	49	45
K ₂ O	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Na ₂ O	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
TiO ₂	< 0,5	2	1	< 0,5	< 0,5
ZrO ₂	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

5 Los valores medidos se muestran en la FIG. 3. Se puede observar allí que estas muestras comparativas tienen ángulos de contacto de menos de 40°.

REIVINDICACIONES

1. El uso de un sistema aglutinante para la producción de un producto de construcción hidrofílico,
- 5 en donde el sistema aglutinante comprende aglutinantes hidráulicos, hidráulicos latentes y/o puzolánicos y también silicato de metal alcalino,
- en donde el aglutinante hidráulico se selecciona entre cementos portland, cementos de aluminato y mezclas de los mismos,
- 10 en donde el sistema aglutinante comprende compuestos que contienen óxido de aluminio y óxido de silicio,
- en donde la suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 y SiO_2 en el sistema aglutinante es $\geq 40\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua, y el ángulo de contacto de una gota de aceite colocada en la superficie del
- 15 producto de construcción curado es $\geq 90^\circ$,
- donde la determinación del ángulo de contacto se lleva a cabo bajo el agua,
- que se caracteriza porque el contenido de cementos portland y/o cementos de aluminato en el sistema aglutinante es $\leq 20\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
2. El uso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 y SiO_2 en el sistema aglutinante es $\geq 50\%$ en peso, preferiblemente $\geq 60\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
- 25 3. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el ángulo de contacto es $\geq 100^\circ$, preferiblemente $\geq 120^\circ$ y en particular $\geq 135^\circ$.
4. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el contenido de los óxidos calculado como SiO_2 en el sistema aglutinante es $\geq 15\%$ en peso, preferiblemente $\geq 25\%$ en peso y en particular $\geq 35\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
- 30 5. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el sistema aglutinante comprende además compuestos que contienen óxido de titanio y/o óxido de circonio y la suma de los óxidos calculada como Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 y ZrO_2 en el sistema aglutinante es $\geq 41\%$ en peso, preferiblemente $\geq 50\%$ en peso y en particular $\geq 60\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
- 35 6. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el contenido de óxidos calculado como CaO en el sistema aglutinante es $\leq 35\%$ en peso, preferiblemente $\leq 30\%$ en peso, particularmente preferiblemente de 8 a 28% en peso y en particular de 12 a 25% en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
- 40 7. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el contenido de cementos portland y/o cementos de aluminato en el sistema aglutinante es $\leq 10\%$ en peso, con base en el sistema aglutinante libre de agua.
- 45 8. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el aglutinante hidráulico latente se selecciona de entre escorias industriales y/o sintéticas, en particular escoria de alto horno, arena de escoria, arena de escoria molida, escoria de fósforo electrotérmica, escoria de acero y mezclas de los mismos.
- 50 9. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el aglutinante puzolánico se selecciona de entre sílice amorfa, preferiblemente sílice precipitado, sílice pirogénica y microsílice, vidrio molido, cenizas volantes, preferiblemente ceniza volante de carbón marrón y ceniza volante de carbón mineral, metacaolín, puzolanas naturales tales como toba, Trass y ceniza volcánica, zeolitas sintéticas y naturales y sus mezclas.
- 55 10. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el silicato de metal alcalino se selecciona de entre compuestos que tienen la fórmula empírica $m \text{SiO}_2 n \text{M}_2\text{O}$, donde M es Li, Na y K y mezclas de los mismos, preferiblemente Na y K.
- 60 11. El uso de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la relación molar m:n es de 0,5 a 4,0, preferiblemente de 0,7 a 3,8, particularmente preferiblemente de 0,9 a 3,7 y, en particular de 1,6 a 3,2.
12. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque se requiere de 15 a 60% en peso, preferiblemente de 25 a 50% en peso, de agua para el fraguado.
- 65 13. El uso de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque el aglutinante hidráulico, hidráulico latente y/o puzolánico y el silicato de metal alcalino están presentes juntos como un solo componente.

- 5 14. El uso de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque el aglutinante hidráulico, hidráulico latente y/o puzolánico está presente como un primer componente y el silicato de metal alcalino está presente junto con al menos la cantidad de agua necesaria para el fraguado como un segundo componente.
15. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque los rellenos inertes y/o otros aditivos están presentes adicionalmente en el sistema aglutinante.
- 10 16. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque el sistema aglutinante se utilizarse como tal o como constituyente de formulaciones de materiales de construcción y/o para la producción de productos de construcción, tales como hormigón en el sitio, partes de hormigón acabadas, bienes de hormigón, ladrillos de hormigón y también hormigón en obra, hormigón proyectado, hormigón premezclado, adhesivos de construcción y adhesivos de sistemas compuestos para el aislamiento térmico, sistemas de reparación de hormigón, sistemas de sellamiento de un solo componente y de dos componentes, soleras, rellenos de corte y composiciones de autonivelación, adhesivos de baldosas, capas de enlucido, adhesivos y selladores, sistemas de recubrimiento y pintura, en particular para túneles, drenajes de aguas residuales, protección contra salpicaduras y líneas de condensado, morteros secos, lechadas conjuntas, morteros de drenaje y/o morteros de reparación.
- 15

Fig. 1

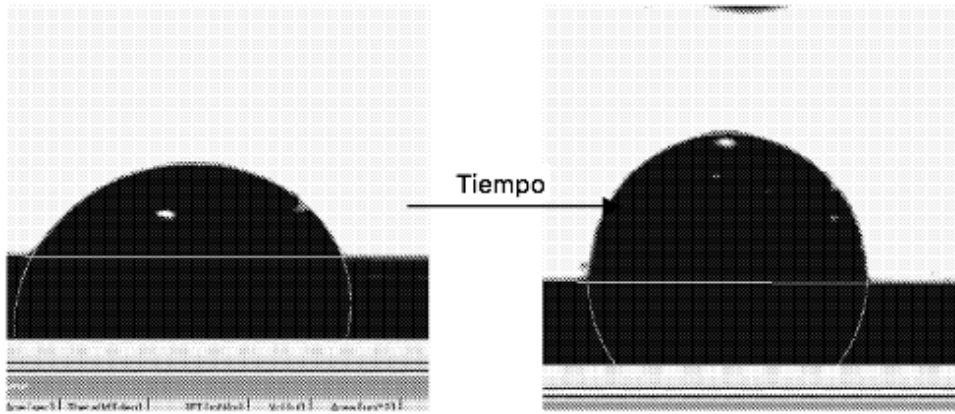


Fig. 2

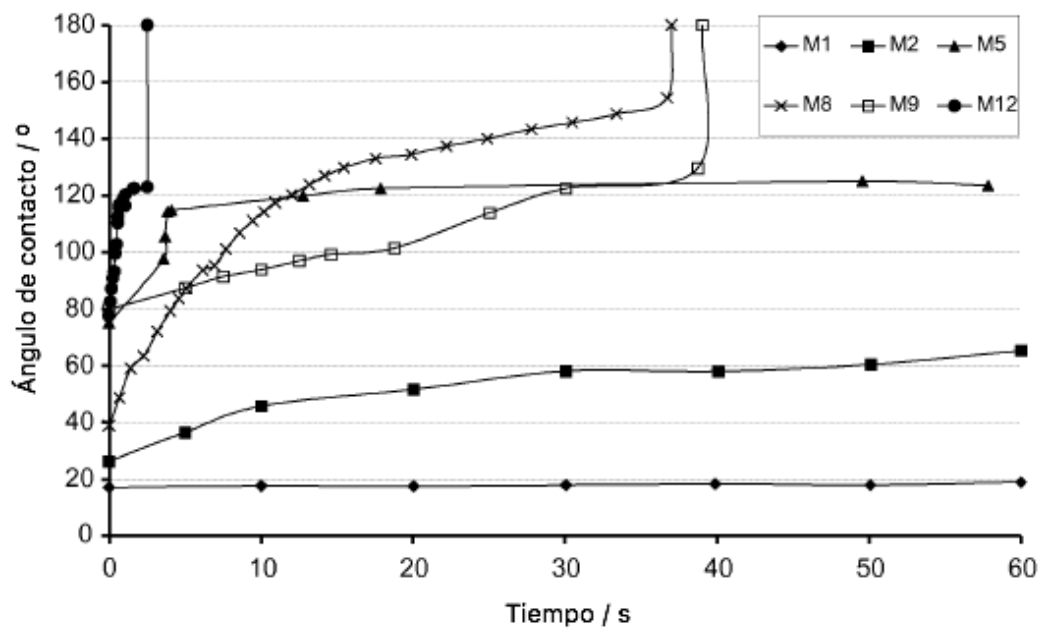


Fig. 3

