

COMPOSICIONES DE MORTERO ECOLÓGICAS

Campo técnico

La invención se refiere a una composición de mortero a base de piedra caliza, arcilla, yeso y cemento. Además, la invención se refiere a una composición de mortero trabajable y a una
5 composición de mortero endurecida que se puede obtener endureciendo la composición de mortero trabajable. Otros aspectos de la invención están relacionados con un método para producir una composición de mortero y con el uso de una composición de mortero para aplicaciones específicas.

Antecedentes de la técnica

10 En la industria de la construcción, se utilizan grandes cantidades de materiales a base de cemento, por ejemplo, mortero u hormigón. Sin embargo, la producción de cemento es un proceso que consume grandes cantidades de energía y es responsable de una cantidad significativa de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el mundo. Para reducir las
15 emisiones de dióxido de carbono, el cemento en las composiciones aglutinantes puede sustituirse parcialmente por los denominados materiales cementosos complementarios (SCM). Se trata, por ejemplo, de materiales puzolánicos, por ejemplo, cenizas volantes pulverizadas o puzolanas naturales, de productos hidráulicos latentes, como escorias de alto horno granuladas molidas, o incluso de materiales inertes, por ejemplo, piedra caliza.

Aunque tales reemplazos de cemento con SCM pueden ser capaces de superar parcialmente
20 el problema del consumo de energía en la producción de cemento, el aglutinante mineral resultante a menudo carece de rendimiento en comparación con los cementos Portland ordinarios (OPC).

Sin embargo, durante los últimos años, algunos materiales cementosos complementarios como cenizas volantes y escoria granulada molida de alto horno se volvieron escasos. Por
25 ello, se han desarrollado soluciones alternativas basadas en materiales suficientemente abundantes.

Un desarrollo interesante en este sentido son los llamados "aglutinantes LC3". Se trata de aglutinantes minerales cementosos compuestos en parte de cemento Portland y en parte de un sustituto de cemento. El sustituto de cemento se basa en una combinación de arcilla
30 calcinada, piedra caliza y yeso. Este enfoque permite un alto grado de sustitución del cemento en el aglutinante mineral, es decir, alrededor del 50 % en peso. A pesar del alto grado de

sustitución del cemento, los aglutinantes LC3 presentan propiedades mecánicas suficientemente buenas y una durabilidad bastante alta. Al mismo tiempo, se pueden reducir los costos de producción y el impacto ambiental.

Sin embargo, hasta el día de hoy no se conocen productos de mortero completamente
5 formulados y satisfactorios, adecuados para un uso práctico, por ejemplo, lechadas o morteros de reparación, basados en aglutinantes LC3.

Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar composiciones de mortero adecuadas para aplicaciones prácticas y que tengan los menos efectos negativos posibles sobre el
10 medioambiente. Sin embargo, las composiciones de mortero deben tener propiedades favorables, en especial en términos de trabajabilidad, curado, resistencia mecánica y/o durabilidad.

Sorprendentemente, se ha descubierto que estos objetos se consiguen mediante las características de la reivindicación 1. Así, el núcleo de la invención es una composición de
15 mortero que comprende:

- a) de 15 a 50 % en peso de un aglutinante mineral, con lo cual:
 - con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral, el aglutinante mineral comprende de 40 a 70 partes en peso de cemento y de 30 a 60 partes en peso de un sustituto de cemento a base de arcilla, caliza y yeso,
 - 20 - y, con lo cual, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, el sustituto de cemento comprende:
 - de 35 a 65 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;
 - de 1 a 20 partes en peso de yeso; y
 - el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza;
 - 25 b) de 50 a 80 % en peso, en especial de 62 a 65 % en peso, de agregados, en especial arena;
 - c) de 0 a 10 % en peso, en especial de 0 a 6 % en peso, de uno o más aditivos;
- donde todos los % en peso son con respecto al peso seco de la composición de mortero.

Las composiciones de mortero de la invención resultaron ser muy beneficiosas. En particular,
30 son buenas en términos de trabajabilidad y, en estado endurecido, presentan un buen rendimiento mecánico y una excelente durabilidad. En particular, la resistencia mecánica de

los morteros endurecidos después de 28 días se encuentra en un nivel adecuado para una gran variedad de aplicaciones. Además, la retracción durante el endurecimiento es tan baja que, para la mayoría de las aplicaciones, no se requieren reductores de retracción. En cuanto a la durabilidad, la resistencia a los sulfatos de los morteros es alta mientras que la carbonatación es baja. Debido a la proporción significativa de sustituto de cemento, la huella de carbono de las composiciones de mortero y los productos elaborados a partir de estas es mucho menor en comparación con un mortero cementoso ordinario.

Gracias a sus propiedades beneficiosas, los morteros de la invención se pueden utilizar para una gran variedad de aplicaciones diferentes. Por ejemplo, los morteros de la invención se pueden formular y utilizar como adhesivo cementoso para baldosas, material de lechada, contrapiso autonivelante, revestimiento autonivelante, enlucido, mortero de reparación, hormigón o mortero para juntas finas de mampostería, solera, nivelador de paredes para uso interior o exterior, lechada sin retracción, mortero para juntas finas, mortero impermeabilizante y/o un mortero de anclaje.

Aunque el aglutinante mineral de las composiciones de mortero de la invención comprende proporciones bastante altas de sustitutos de cemento a base de arcilla, en especial arcilla calcinada, yeso y piedra caliza, las composiciones de mortero son muy adecuadas para un uso práctico y tienen un rendimiento comparable con las composiciones de mortero convencionales a base de aglutinantes de cemento puros. Sin limitarse a la teoría, se cree que los componentes específicos y sus proporciones son responsables de estos sorprendentes hallazgos.

Aspectos adicionales de la invención son objeto de otras reivindicaciones independientes. Las modalidades particularmente preferidas se describen a lo largo de la descripción y las reivindicaciones dependientes.

Formas de llevar a cabo la invención

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a una composición de mortero que comprende:

- a) de 15 a 50 % en peso de un aglutinante mineral, con lo cual:
 - con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral, el aglutinante mineral comprende de 40 a 70 partes en peso de cemento y de 30 a 60 partes en peso de un sustituto de cemento a base de arcilla, caliza y yeso,

- y, con lo cual, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, el sustituto de cemento comprende:

de 35 a 65 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;

de 1 a 20 partes en peso de yeso; y

5 el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza;

b) de 50 a 80 % en peso, en especial de 62 a 65 % en peso, de agregados, en especial arena;

c) de 0 a 10 % en peso, en especial de 0 a 6 % en peso, de uno o más aditivos; donde todos los % en peso son con respecto al peso seco de la composición de mortero.

10 El cemento presente en el aglutinante mineral comprende o consiste preferentemente en cemento Portland, cemento de aluminato y/o cemento de sulfoaluminato.

En particular, un aglutinante mineral de la presente invención comprende cemento de aluminato de calcio y/o cemento de sulfoaluminato de calcio en no más de 5 % en peso, preferentemente no más de 2 % en peso, en relación con el peso seco total del aglutinante mineral.

15 En especial, el contenido de cemento Portland en un aglutinante mineral de la presente invención es mayor que el contenido de cemento de aluminato de calcio y/o cemento de sulfoaluminato de calcio.

El cemento más preferido es el cemento Portland, en particular el cemento de tipo CEM I según la norma EN 197.

20 El término "cemento de aluminato" se refiere en particular a un cemento con un contenido de aluminio, medido como Al_2O_3 , de al menos 30 % en peso, en especial al menos 35 % en peso, en particular entre 35 y 58 % en peso. Preferentemente, el cemento de aluminato es cemento de aluminato de acuerdo con la norma EN 14647:2006. Preferentemente, el cemento de sulfoaluminato es cemento de sulfoaluminato de calcio.

25 "Arcillas" dentro del presente contexto son materiales sólidos compuestos de al menos 30 % en peso, preferentemente de al menos 35 % en peso, en especial de al menos 75 % en peso, cada uno con respecto a su peso seco, de minerales arcillosos. Dichos minerales arcillosos pertenecen preferentemente al grupo de los caolín (como caolinita, dickita, nacrita o haloisita), al grupo de la esmectita (como montmorillonita, nontronita o saponita), al grupo de la vermiculita, serpentina, paligorskita, sepiolita, clorita, talco, pirofilita, micas (como biotita,

30

moscovita, illita, glauconita, celadonita y fengita) o mezclas de estas. Se prefieren en especial los minerales arcillosos pertenecientes al grupo de los caolines, en especial la caolinita, y las micas, en especial la moscovita y la illita, así como sus mezclas.

Las arcillas en el presente contexto pueden ser cualquier tipo de arcillas, por ejemplo, arcillas
5 crudas y/o arcillas calcinadas.

Las arcillas crudas son, por ejemplo, minerales arcillosos extraídos de una cantera, opcionalmente purificados y opcionalmente secados.

Las arcillas calcinadas pueden ser, por ejemplo, arcillas calcinadas a baja temperatura y/o arcillas calcinadas a alta temperatura. Las arcillas calcinadas a baja temperatura son arcillas
10 que han sido tratadas térmicamente a temperaturas entre 500 y 1200 °C. Dicha calcinación a baja temperatura normalmente conduce a la eliminación del agua entre capas y al menos a una deshidroxilación parcial, preferentemente total. Por ejemplo, los minerales arcillosos calcinados a baja temperatura se pueden producir en un horno rotatorio o en un calcinador ultrarrápido. Las arcillas calcinadas a alta temperatura son minerales arcillosos que se han
15 tratado térmicamente a temperaturas superiores a 1200 °C y normalmente entre 1300 y 1400 °C. Las arcillas calcinadas a alta temperatura suelen ser cristalinas o contienen grandes cantidades de fases cristalinas, en especial de mullita.

Las arcillas dentro del presente contexto son preferentemente arcillas calcinadas, en especial arcillas calcinadas a baja temperatura. Una arcilla calcinada a baja temperatura es un material
20 arcilloso que ha sido sometido a un tratamiento térmico, preferentemente a una temperatura de entre 500 y 1200 °C, o en un proceso de calcinación ultrarrápido a temperaturas de entre 800 y 1100 °C. Un proceso de calcinación ultrarrápido adecuado se describe, por ejemplo, en WO 2014/085538. Una arcilla calcinada a baja temperatura es un material anhidro.

Se prefiere dentro del presente contexto que, durante la calcinación de arcilla, el material
25 arcilloso se deshidroxile en un material amorfo mientras se previene la formación de fases cristalinas de aluminosilicato a alta temperatura como mullita.

Las arcillas calcinadas a baja temperatura y, en especial, la caolinita calcinada a baja temperatura son en general amorfas, tienen una superficie específica significativamente más alta en comparación con la arcilla original y tienen una actividad puzolánica.

30 De acuerdo con modalidades, las arcillas calcinadas se producen mediante tratamiento térmico por separado de otros constituyentes de la composición aglutinante y en especial por

separado del cemento Portland y/u otros materiales puzolánicos y/o hidráulicos latentes presentes.

Las arcillas calcinadas y, en especial, la caolinita calcinada son en general amorfas, tienen una superficie específica significativamente mayor en comparación con la arcilla original y

5 tienen una actividad puzolánica.

En particular, la arcilla comprende o consiste en arcillas calcinadas del grupo del caolín, del grupo de la esmectita y/o del grupo de la illita. En particular, las arcillas calcinadas se seleccionan de metacaolín, illita calcinada y/o montmorillonita calcinada.

De acuerdo con modalidades especialmente preferidas de la presente invención, la arcilla

10 calcinada es metacaolín. El metacaolín es un material resultante de la calcinación de caolinita o minerales que son ricos en caolinita, por ejemplo, tienen un contenido de caolinita de al menos 30 % en peso, preferentemente hasta al menos 35 % en peso, con respecto a su peso seco. Las temperaturas de calcinación para la fabricación de metacaolín típicamente están en el rango de 500 a 900 °C.

15 De acuerdo con modalidades, la arcilla, en especial la arcilla calcinada, se muele hasta obtener un polvo con un residuo de 45 µm medido según lo medido de acuerdo con la norma ASTM C 430-96 (2003) de al menos 0,5 % en peso, preferentemente al menos 2 % en peso, aun con mayor preferencia al menos 10 % en peso, en especial al menos 20 % en peso.

En particular, el yeso comprende sulfato de calcio hemihidratado y/o anhidrita. El sulfato de

20 calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{ H}_2\text{O}$) puede estar presente como α -hemihidrato o β -hemihidrato. La anhidrita es en particular anhidrita II y/o anhidrita III.

De acuerdo con modalidades, la piedra caliza representa carbonato de calcio (CaCO_3). En modalidades preferidas de la presente invención, la composición química de la piedra caliza es la definida en la norma EN 197-1:2011. Como alternativa, la piedra caliza también puede

25 representar carbonato de magnesio, dolomita y/o mezclas de carbonato de magnesio, dolomita y/o carbonato de calcio. Se prefiere en especial que la piedra caliza en el presente contexto sea una piedra caliza de origen natural que consista principalmente en carbonato de calcio (por lo general, calcita y/o aragonita), pero que, por lo general, también contenga algo de carbonato de magnesio y/o dolomita. La piedra caliza también puede ser una marga

30 natural.

La piedra caliza, en el presente contexto, es en particular un material molido que no recibe

tratamiento térmico. En especial, la piedra caliza no está descarbonatada. De acuerdo con modalidades, la piedra caliza tiene una superficie Blaine de 3000 a 15 000 cm²/g. La superficie Blaine se mide como se describe en la norma EN 196-6:2010.

En particular, la piedra caliza utilizada como sustituto de cemento tiene un tamaño de partícula D50 de 1 a 125 µm. El tamaño de partícula D50 significa que el 50 % de las partículas son más pequeñas que el valor especificado y el 50 % son más grandes que el valor especificado. En particular, la distribución del tamaño de partícula de la piedra caliza del sustituto de cemento es tal que el tamaño de partícula D2 y el tamaño de partícula D98 están ambos dentro del rango de 1 a 125 µm.

10 Similar al tamaño de partícula D50 descrito anteriormente, el tamaño de partícula D98 significa que el 98 % de las partículas son más pequeñas que el valor especificado y el 2 % son más grandes que el valor especificado. En consecuencia, el tamaño de partícula D2 significa que el 2 % de las partículas son más pequeñas que el valor especificado y el 98 % son más grandes que el valor especificado.

15 El cemento, la arcilla, el yeso y la piedra caliza del aglutinante mineral se presentan sobre todo en forma de polvo.

En particular, la finura Blaine del aglutinante mineral en la composición de mortero es de 300 a 6000 m²/g, en especial de 1000 a 4500 m²/g, en particular de 2000 a 4000 m²/g. La superficie Blaine se mide como se describe en la norma EN 196-6:2010.

20 Los agregados incluyen cualquier tipo de agregados de mortero. En particular, los agregados presentan una densidad de 2,0 a 3,0 kg/dm³.

El tamaño de partícula de los agregados es preferentemente de 0,01 a 8 mm, en especial de 0,03 a 4 mm, preferentemente de 0,05 a 2 mm, en particular de 0,08 a 1 mm.

En el presente contexto, el tamaño de partícula para partículas iguales o superiores a 0,1 mm se puede determinar mediante análisis de tamices, en particular con tamices que presentan aberturas cuadradas. En particular, el tamaño de partícula se expresa mediante el tamaño de la abertura del tamiz de prueba por el que pasan las partículas en cuestión.

El tamaño de las partículas menor de 0,1 mm de acuerdo con el análisis de tamices se puede determinar mediante difracción láser tal como se describe en la ISO 13320:2009.

30 Preferentemente, una granulometría de partículas no esféricas o irregulares está representada por el diámetro esférico equivalente de una esfera de volumen equivalente. En especial, los

valores inferiores de los rangos dados para el tamaño de partícula representan valores D1, mientras que los valores superiores de los rangos dados para el tamaño de partícula representan valores D99. Dicho de otra manera, en este caso, el 1 % de las partículas tienen un tamaño de partícula menor que el valor inferior de un rango, mientras que el 1 % de las partículas tienen un tamaño de partícula mayor que el valor superior de un rango.

En particular, los agregados comprenden arena, cuarzo y/o carbonato de calcio. Lo más preferido es la arena. Cuando se utiliza carbonato de calcio como agregado, dicho carbonato de calcio es química y/o físicamente diferente de los demás componentes de la composición de mortero. En particular, si se utiliza carbonato de calcio como agregado, este es química y/o físicamente diferente de la piedra caliza del sustituto de cemento y/o de un acelerador del endurecimiento.

En particular, el carbonato de calcio como agregado tiene un tamaño de partícula D50 >125 μm , mientras que el tamaño de partícula D50 de la piedra caliza en el sustituto de cemento es de 1 a 125 μm . Además, preferentemente, el tamaño de partícula D98 de la piedra caliza en el sustituto de cemento es menor que el tamaño de partícula D2 del carbonato de calcio utilizado como agregado.

En particular, antes de mezclar con agua, la composición de mortero está presente como un material particulado seco, en particular un polvo seco.

En particular, el aglutinante mineral está presente en una proporción de 32 a 50 % en peso, preferentemente de 35 a 50 % en peso, con mayor preferencia de 35 a 38 % en peso, en especial de 35 a 37 % en peso, con respecto al peso seco de la composición de mortero. Estas proporciones resultaron altamente beneficiosas.

De acuerdo con una modalidad altamente preferida, el sustituto de cemento con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento comprende:

de 35 a 45, en especial de 37 a 42, partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;

de 3 a 10, en especial de 4 a 7, partes en peso de yeso;

el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza.

En especial, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, el sustituto de cemento comprende 40 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada, 5 partes en peso de yeso y 55 partes en peso de piedra caliza.

Con estas proporciones, las ventajas de la invención son aún más marcadas.

Sin embargo, para aplicaciones específicas, otras proporciones también pueden ser adecuadas. Por ejemplo, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, en otra modalidad, el sustituto de cemento comprende 63 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada, 7 partes en peso de yeso y 30 partes en peso de piedra caliza.

El uno o más aditivos que pueden estar presentes opcionalmente en las composiciones de mortero es en particular un aditivo para hormigón, mortero y/o lechada tal como se define de acuerdo con EN 934-2:2009+A1:2012. Por ejemplo, el uno o más aditivos se seleccionan de reguladores del tiempo de fraguado, aceleradores, retardadores, incorporadores de aire, antiespumantes, reductores de retracción, modificadores de reología, agentes tixotrópicos, inhibidores de la corrosión, conservantes, reductores de cromo, fibras, estabilizantes y/o tintes.

En una modalidad preferida adicional, la composición de mortero comprende un aditivo acelerador del endurecimiento, en especial un compuesto de calcio, por ejemplo, óxido de calcio y/o carbonato de calcio.

El aditivo acelerador del endurecimiento, en especial el carbonato de calcio, es química y/o físicamente diferente de los demás componentes de la composición de mortero. En particular, si se utiliza carbonato de calcio como agregado, este es química y/o físicamente diferente de la piedra caliza del sustituto de cemento y/o de un acelerador del endurecimiento.

En particular, el aditivo acelerador del endurecimiento está presente en forma de un polvo que tiene un tamaño de partícula que es más pequeño que el tamaño de partícula de la piedra caliza del sustituto de cemento. Por lo tanto, preferentemente, el tamaño de partícula D50 de las partículas del aditivo acelerador del endurecimiento es menor que el tamaño de partícula D50 de las partículas de piedra caliza del sustituto de cemento. Además, preferentemente, el tamaño de partícula D98 de las partículas del aditivo acelerador del endurecimiento es menor que el tamaño de partícula D2 de las partículas de piedra caliza del sustituto de cemento.

El tamaño de partícula se puede determinar en particular mediante difracción láser, preferentemente de acuerdo con la norma ISO 13320: 2009.

La proporción del aditivo acelerador del endurecimiento se sitúa preferentemente entre 0,001 y 2 % en peso, en especial entre 0,01 y 1 % en peso, con respecto al peso seco de la

composición de mortero. Dichos aditivos permiten aumentar la resistencia inicial, por ejemplo, 1 día después de mezclar con agua, de las composiciones de mortero.

El aditivo acelerador del endurecimiento se presenta en especial en forma de polvo, en particular con un tamaño de partícula D98 <25 µm, en especial <15 µm, en particular <10 µm, en especial <5 µm. Preferentemente, el tamaño de partícula D50 del aditivo acelerador del endurecimiento es <5 µm, en especial <2 µm. Estos tamaños de partículas son especialmente eficaces para acelerar el endurecimiento de las composiciones de mortero de la invención.

Si se utiliza carbonato de calcio en forma de polvo como aditivo acelerador del endurecimiento, el tamaño de partícula D50 del carbonato de calcio es preferentemente <1 µm, en especial <0,9 µm. Por lo tanto, en particular, el tamaño de partícula D98 del carbonato de calcio es <5 µm, en especial <2 µm.

En particular, el carbonato de calcio o caliza se puede utilizar:

- como aditivo acelerador del endurecimiento con un tamaño de partícula D50 del carbonato de calcio <1 µm; y/o
- como componente del sustituto de cemento con un tamaño de partícula D50 de 1 a 125 µm; y/o
- como agregado con un tamaño de partícula D50 >125 µm.

En particular, la distribución del tamaño de partícula de la piedra caliza del sustituto de cemento es tal que el tamaño de partícula D2 y el tamaño de partícula D98 están ambos dentro del rango de 1 a 125 µm. Además, preferentemente, el tamaño de partícula D98 del carbonato de calcio del aditivo acelerador del endurecimiento es menor que el tamaño de partícula D2 de la piedra caliza en el sustituto de cemento, y el tamaño de partícula D98 de la piedra caliza en el sustituto de cemento es menor que el tamaño de partícula D2 del carbonato de calcio utilizado como agregado.

En especial, la composición de mortero comprende un aditivo plastificante. El aditivo plastificante puede seleccionarse del grupo de lignosulfonatos, gluconatos, naftalensulfonatos, sulfonatos de melamina, copolímeros de vinilo y/o éteres de policarboxilato. Los éteres de policarboxilato son los más preferidos.

El éter de policarboxilato es en particular un polímero en forma de peine, que tiene una cadena principal de policarboxilato y cadenas laterales, donde las cadenas laterales están unidas preferentemente a través de grupos éster, éter, amida y/o imida a la cadena principal

de policarboxilato. Se prefieren los grupos éster, éter y/o amida, en especial los grupos éster y/o éter.

La cadena principal tiene al menos una unidad de ácido o una sal de este. La unidad de ácido en particular es un ácido monocarboxílico o dicarboxílico α -insaturado, como el ácido acrílico, el ácido metacrílico, el anhídrido maleico, el ácido maleico, el ácido itacónico, el ácido crotónico o el ácido fumárico. La unidad de ácido es preferentemente ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido maleico y/o una sal de estos y/o combinaciones de estos.

Las cadenas laterales están unidas preferentemente a monómeros de éster (met)acrílico, éter vinílico, éter (met)alílico y/o éter isoprenólico que están polimerizados con al menos una unidad de ácido de la cadena principal.

Con mayor particularidad, las cadenas laterales comprenden cadenas laterales de óxido de polialquileno, preferentemente cadenas laterales de óxido de polietileno. Preferentemente, al menos el 50 % molar, con mayor particularidad al menos el 75 % molar, preferentemente al menos el 95 % molar o el 100 % molar de las cadenas laterales contienen o consisten en óxido de polialquileno.

La fracción de unidades de óxido de etileno en las cadenas laterales de óxido de polialquileno, en función de todas las unidades de óxido de alquileno presentes en las cadenas laterales, es preferentemente más del 90 % molar, con mayor particularidad más del 95 % molar, preferentemente más del 98 % molar, en especial 100 % molar.

Las cadenas laterales de óxido de polialquileno tienen en particular una estructura de fórmula $-\text{[AO]}_n\text{-R}^a$. En esta fórmula, en particular,

- A es un alquileno C_2 a C_5 que puede ser ramificado o no ramificado. El A más preferido es un alquileno C_2 ; y/o
- R^a es preferentemente H o un grupo alquilo C_1 a C_{20} , un grupo ciclohexilo o un grupo alquilarilo; y/o
- con ventaja, n es de 2 a 300, con mayor particularidad de 10 a 200 o de 15 a 150, en especial de 25 a 70; y/o
- un peso molecular promedio en número (M_n) de las cadenas laterales es de 500 a 6000, en especial de 1000 a 4000, en particular de 2000 a 3000 g/mol; y/o
- un peso molecular promedio en peso (M_w) del éter de policarboxilato es en especial de 5000 a 150 000 g/mol, con mayor preferencia de 10 000 a 100 000 g/mol; y/o

- un peso molecular promedio en número (M_n) del éter de policarboxilato es ventajosamente de 3000 a 100 000 g/mol, con mayor particularidad de 8000 a 70 000 g/mol.

El peso molecular promedio en peso se determina mediante cromatografía de permeación en gel (GPC), utilizando polietilenglicol (PEG) como estándar. Esta técnica es conocida per se por el experto en la técnica.

Se prefieren en especial los polímeros en forma de peine con una relación molar de unidades de ácido con respecto a cadenas laterales de 0,5 a 5, en particular de 1 a 4, en especial de 2,5 a 4. Esto da como resultado composiciones de mortero que tienen una buena trabajabilidad o una buena distribución en la mesa de flujo, respectivamente, que se mantiene incluso durante un tiempo relativamente largo, por ejemplo, hasta 60 minutos.

Por ende, preferentemente, el peso molecular promedio en número (M_n) de las cadenas laterales es de 500 a 6000, en especial de 1000 a 4000, en particular de 2000 a 3000 g/mol.

De acuerdo con modalidades, los polímeros en forma de peine comprenden monómeros de ácido (met)acrílico y monómeros de éter vinílico, éter (met)alílico y/o éter isoprenólico que tienen las cadenas laterales. En particular, los polímeros en forma de peine comprenden monómeros de ácido (met)acrílico y monómeros de (met)aliléter que tienen las cadenas laterales.

En la técnica, se conocen métodos para producir dichos polímeros en forma de peine. Se utilizan industrialmente dos métodos principales para sintetizar dichos polímeros en forma de peine. El primer método es la polimerización radical de monómeros etilénicamente insaturados. Las cadenas laterales del polímero en forma de peine resultante ya están unidas a las unidades monoméricas. Los polímeros en forma de peine con una estructura y propiedades deseadas se obtienen mediante la selección y proporción específicas de los monómeros en la solución de reacción de polimerización.

En un segundo método conocido como reacción análoga al polímero, se sintetiza una cadena principal de ácido policarboxílico en un primer paso. Posteriormente, las cadenas laterales se unen a la cadena principal del ácido policarboxílico, por ejemplo, mediante reacciones de esterificación, amidación o eterización con alcoholes, aminas y similares. Tales reacciones análogas a polímeros, así como los polímeros en forma de peine resultantes, se describen, por ejemplo, en WO 97/35814, WO 95/09821, DE 100 15 135 A1, EP 1 138 697 A1, EP 1 348 729 A1 y WO 2005/090416. Los detalles sobre la reacción análoga al polímero se

divulgan, por ejemplo, en EP 1 138 697 B1 en la página 7, línea 20 a la página 8, línea 50, así como en sus Ejemplos, o en EP 1 061 089 B1 en la página 4, línea 54 a la página 5, línea 38, así como en sus Ejemplos.

Los polímeros en forma de peine correspondientes también son comercializados por Sika Schweiz AG con el nombre comercial de la serie ViscoCrete®.

Preferentemente, una proporción del aditivo plastificante se sitúa entre 0,001 y 2 % en peso, en especial entre 0,01 y 1 % en peso, con respecto al peso seco de la composición de mortero.

Se pueden utilizar plastificantes para ajustar la trabajabilidad y el tiempo abierto de la composición de mortero después de la mezcla con agua.

Además, se prefiere que un aditivo retardador del fraguado esté presente en la composición de mortero. Preferentemente, el aditivo retardador del fraguado se selecciona de ácido bórico, una sal de ácido bórico, una sal de ácido fosfórico, sorbitol, un sacárido y/o ácidos carboxílicos hidroxilados.

En particular, el aditivo retardador del fraguado es un ácido carboxílico hidroxílico y/o una sal de este; en especial, se prefiere un gluconato, en donde el más preferido es el gluconato de sodio.

Preferentemente, la proporción del aditivo retardador del fraguado se sitúa entre 0,0001 y 0,1 % en peso, en especial entre 0,001 y 0,05 % en peso, con respecto al peso seco de la composición de mortero.

Los aditivos retardadores del fraguado permiten controlar el tiempo abierto de la composición de mortero o el tiempo que el mortero permanece trabajable, respectivamente, después de la mezcla con agua.

De manera especialmente preferida, se agrega un aditivo retardador del fraguado a la composición de mortero si una proporción en peso de la arcilla, en particular arcilla calcinada, en especial metacaolín, en el sustituto de cemento es de al menos 40 partes en peso, con respecto al peso total del sustituto de cemento. Al parecer, la arcilla, en especial la arcilla calcinada, en especial en proporciones de 40 partes o más en peso en el sustituto de cemento, puede acortar significativamente el tiempo abierto. Para evitar esto, se puede utilizar un aditivo retardador del fraguado.

Con una composición de mortero altamente preferida:

- el aglutinante mineral está presente en una proporción de 35 a 37 % en peso con respecto al peso seco de la composición de mortero;
- el sustituto de cemento, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, comprende:

- 5 de 37 a 42 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;
de 4 a 7 partes en peso de yeso;
el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza;
- opcionalmente, el mortero, con respecto al peso seco de la composición de mortero, comprende de 0,01 a 1 % en peso de un aditivo plastificante, en especial un éter de polycarboxilato como se describió con anterioridad;
- 10 - opcionalmente, el mortero, con respecto al peso seco de la composición de mortero, comprende de 0,01 a 1 % en peso de un compuesto de calcio, en especial óxido de calcio y/o carbonato de calcio en polvo, en donde el compuesto de calcio es química y/o físicamente diferente de los otros componentes de la composición de mortero; en especial, el tamaño de partícula D98 del compuesto de calcio es menor que el tamaño de partícula D98, con mayor preferencia el tamaño de partícula D2, de la piedra caliza del sustituto de cemento;
- 15 - opcionalmente, el mortero, con respecto al peso seco de la composición de mortero, comprende de 0,001 a 0,05 % en peso del aditivo retardador del fraguado, en especial un ácido hidroxilcarboxílico y/o una sal de este, en particular gluconato de sodio.
- 20

Por lo tanto, preferentemente, al menos el aditivo plastificante está presente en las proporciones mencionadas con anterioridad.

Una composición de mortero preferida comprende:

a) de 35 a 50 % en peso de un aglutinante mineral, con lo cual:

- 25 - con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral, el aglutinante mineral comprende de 40 a 70 partes en peso de cemento y de 30 a 60 partes en peso de un sustituto de cemento a base de arcilla, caliza y yeso;
- y con lo cual, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, el sustituto de cemento comprende:
- 30 de 35 a 65 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;
de 1 a 20 partes en peso de yeso; y

el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza;

b) de 50 a 65 % en peso de agregados, en especial arena;

c) de 0 a 10 % en peso de uno o más aditivos;

donde todos los % en peso son con respecto al peso seco de la composición de mortero.

5 Una composición de mortero preferida comprende:

a) de 35 a 37 % en peso de un aglutinante mineral, con lo cual:

- con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral, el aglutinante mineral comprende de 40 a 70 partes en peso de cemento y de 30 a 60 partes en peso de un sustituto de cemento a base de arcilla, caliza y yeso;

10 - y con lo cual, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, el sustituto de cemento comprende:

de 35 a 65 partes en peso de arcilla, en especial arcilla calcinada;

de 1 a 20 partes en peso de yeso; y

el resto hasta completar 100 partes en peso de piedra caliza;

15 b) de 63 a 65 % en peso de agregados, en especial arena;

c) de 0 a 10 % en peso de uno o más aditivos;

donde todos los % en peso son con respecto al peso seco de la composición de mortero.

En especial, la composición de mortero es un adhesivo cementoso para baldosas, un material de lechada, un contrapiso autonivelante, un revestimiento autonivelante, un enlucido, un mortero de reparación, un hormigón o mortero para juntas finas de mampostería, una solera, un nivelador de paredes para uso interior o exterior, una lechada sin retracción, un mortero para juntas finas, un mortero impermeabilizante o un mortero de anclaje.

Un adhesivo cementoso para baldosas se ajusta en especial a la norma EN 12004-1. Un material de lechada se ajusta en especial a la norma EN 13888. Un contrapiso autonivelante o un revestimiento autonivelante se ajusta en especial a la norma EN 13813. Un enlucido se ajusta en especial a la norma EN 998-1. Un mortero de reparación se ajusta en especial a la norma EN 1504-3. Un hormigón o mortero para mampostería se ajusta en especial a las normas EN 998-2 y EN 206-1. Una solera se ajusta en especial a la norma EN 13813. Una lechada sin retracción se ajusta en especial a la norma EN 1504-6. Un mortero para juntas finas se ajusta en especial a la norma EN 998-2. Un mortero impermeabilizante se ajusta en especial a la norma EN 1504-2. Un mortero de anclaje se ajusta en especial a la norma

EN 1504-6.

De acuerdo con una modalidad preferida, la composición de mortero seca es una mezcla de un componente. Esto significa que todos los materiales y/o sustancias individuales se mezclan en un solo receptáculo. Las composiciones de un componente son particularmente fáciles de manipular y excluyen el riesgo de una mezcla o dosis incorrecta de componentes individuales por parte de los usuarios.

Sin embargo, en principio también es posible proporcionar una composición de mortero de dos componentes o incluso una composición de mortero de múltiples componentes. Un primer componente puede estar presente, por ejemplo, en un primer receptáculo que comprende el aglutinante mineral. Un segundo componente, presente en un segundo receptáculo, puede comprender los agregados. También son posibles otras distribuciones. Las composiciones de mortero de dos o múltiples componentes permiten, por ejemplo, ajustar la composición de mortero con respecto a aplicaciones específicas.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a una composición de mortero trabajable que comprende una composición de mortero como la descrita anteriormente y agua. Por ende, se prefiere que la relación en peso entre agua y aglutinante mineral sea de 0,25 a 0,7, en particular de 0,3 a 0,5. La proporción de agua se puede elegir según la aplicación deseada.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a una composición de mortero endurecida que se puede obtener endureciendo una composición de mortero trabajable como se describió anteriormente.

En aun otro aspecto, la presente invención se refiere al uso de una composición de mortero seca como se describió con anterioridad o una composición de mortero trabajable como se describió con anterioridad como un adhesivo cementoso para baldosas, un material de lechada, un contrapiso autonivelante, un revestimiento autonivelante, un enlucido, un mortero de reparación, un hormigón o mortero para juntas finas de mampostería, una solera, un nivelador de paredes para uso interior o exterior, una lechada sin retracción, un mortero para juntas finas, un mortero impermeabilizante o un mortero de anclaje.

Además, la presente invención se refiere a un método para producir una composición de mortero como se describió con anterioridad, donde de 15 a 50 % en peso, preferentemente de 32 a 50 % en peso, con mayor preferencia de 35 a 50 % en peso, aún con mayor preferencia de 35 a 38 % en peso, en especial de 35 a 37 % en peso, de un aglutinante mineral como se

definió con anterioridad se mezcla con de 50 a 80 % en peso, preferentemente de 50 a 68 % en peso, con mayor preferencia de 50 a 65 % en peso, aún con mayor preferencia de 62 a 65 % en peso, en especial de 63 a 65 % en peso, de agregados, en especial arena, y opcionalmente de 0 a 10 % en peso, en especial de 0 a 6 % en peso, de uno o más aditivos como se definió con anterioridad, donde todos los % en peso son con respecto al peso seco total de la composición de mortero.

Para obtener la composición de mortero en estado trabajable, se puede mezclar agua con los demás componentes de la composición de mortero con una relación en peso de agua con respecto a aglutinante mineral de 0,25 a 0,7, en especial de 0,3 a 0,5.

Otras configuraciones ventajosas de la invención son evidentes a partir de las modalidades ilustrativas.

Modalidades ilustrativas

Composición de lechada

Se produjeron composiciones de lechada secas de alta resistencia a base de aglutinante mineral y arena (de 0 a 2,2 mm) como se indica en las Tablas 1 y 2.

El aglutinante mineral de los Ejemplos A, C, D, E, F, G, H e I, con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral, consistió en 48 partes en peso de cemento Portland y 52 partes en peso de sustituto de cemento, con lo cual el sustituto de cemento, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, consistió en: 37 partes en peso de arcilla calcinada (metacaolín), 5 partes en peso de yeso y 58 partes en peso de piedra caliza. El aglutinante mineral del Ejemplo B, con respecto a 100 partes en peso del aglutinante mineral consistió en 50 partes en peso de cemento Portland y 50 partes en peso de sustituto de cemento, con lo cual el sustituto de cemento, con respecto a 100 partes en peso del sustituto de cemento, consistió en: 40 partes en peso de arcilla calcinada (metacaolín), 5 partes en peso de yeso y 55 partes en peso de piedra caliza.

De este modo, la cantidad de cemento Portland, arcilla calcinada, yeso, así como la cantidad total de carbonato de calcio (procedente del aglutinante mineral y del carbonato de calcio fino) es la misma en todos los Ejemplos A a I.

Un primer plastificante P1 utilizado en las composiciones fue un polímero en forma de peine a base de monómeros de ácido acrílico y monómeros de metaliléter de polietilenglicol. Por lo tanto, los monómeros de metaliléter de polietilenglicol tienen un peso promedio de 2400 g/mol,

y la relación molar de las unidades de ácido con respecto a las cadenas laterales es de 3,5. Un segundo plastificante P2 utilizado en las composiciones fue un polímero en forma de peine similar que tiene una relación molar de las unidades de ácido con respecto a las cadenas laterales de 5,6 en lugar de 3,5.

- 5 La composición de lechada se mezcló con agua (relación en peso de agua con respecto al peso total de la composición de mortero seca = 0,38) para obtener una composición de lechada trabajable.

Posteriormente, se evaluó el valor de distribución de la mesa de flujo (FTS) de las composiciones trabajables después de mezclarlas con agua de acuerdo con la norma EN 12350-5:2009 (sin haber realizado 15 pasadas) en los rangos de tiempo indicados en las Tablas 1 y 2.

Las pruebas para determinar la resistencia a la compresión (en N/mm²) se realizaron de acuerdo con las normas EN 196-1:2016 y EN 12190:1998 utilizando prismas (40 × 40 × 160 mm).

- 15 En las Tablas 1 y 2, se ofrece una descripción general de las composiciones de lechada y sus propiedades.

Tabla 1

Ejemplo	A	B	C	D
Componente				
Aglutinante mineral	36,9	35,6	36,9	36,9
Plastificante	0,105 ¹⁾	0,105 ¹⁾	0,12 ¹⁾	0,105 ²⁾
Retardador (gluconato de Na)	0,035	0,035	0,035	0,035
Carbonato de calcio (fino)*	-	1,3	-	-
Arena	62,68	62,68	62,68	62,68
Sustancias químicas del proceso [#]	0,271	0,271	0,271	0,271
FTS [mm]				
- después de 4 min	315	292	290	242
- después de 20 min	287	259	293	172
- después de 60 min	254	225	288	n.m.
Resistencia a la compresión después de 24 horas [MPa]	21,0	23,2	18,1	18,1

1) Polímero en forma de peine P1

2) Polímero en forma de peine P2

* OmyaCarb Extra GU (disponible de Omya; D98 = 4 µm, D50 = 0,9 µm)

Espesante, antiespumante

5 n.m. = no medible

Tabla 2

Ejemplo	E	F	G	H	I
Componente					
Aglutinante mineral	36,9	36,9	33,3	26,3	60
Plastificante	0,105 ¹⁾	0,105 ¹⁾	0,105 ²⁾	0,105 ²⁾	0,105 ²⁾
Retardador (gluconato de Na)	-	0,055	0,035	0,035	0,035
Carbonato de calcio (fino)*	-	-	-	-	-
Arena	62,68	62,68	66,25	73,29	39,59
Sustancias químicas del proceso [#]	0,271	0,271	0,271	0,271	0,271
FTS [mm]					
- después de 4 min	125	250	272	235	n.m.
- después de 20 min	142	262	268	230	
- después de 60 min	119	244	262	216	
Resistencia a la compresión después de 24 horas [MPa]	25,0	26,0	3,7	n.m.	n.m.

1) Polímero en forma de peine P1

2) Polímero en forma de peine P2

* OmyaCarb Extra GU (disponible de Omya; D98 = 4 µm, D50 = 0,9 µm)

10 # Espesante, antiespumante

n.m. = no medible

Como se desprende de los datos de las Tablas 1 y 2, las composiciones de lechada muestran un comportamiento de flujo que facilita su procesamiento e inyección como lechada.

15 Notablemente, cuando se utiliza el polímero en forma de peine P1 que tiene una relación molar de las unidades de ácido con respecto a las cadenas laterales de 3,5 (Ejemplos A a C), la trabajabilidad o la distribución de la mesa de flujo, respectivamente, se pueden mantener durante un tiempo más largo a un nivel más alto en comparación con el polímero en forma de

peine P2 (Ejemplo D). Asimismo, el uso de un retardador ayuda a mejorar la trabajabilidad (véanse los Ejemplos E y F).

Cuando se utiliza carbonato de calcio fino como aditivo acelerador, la resistencia a la compresión después de 24 horas se puede mejorar en comparación con una composición que comprende la misma cantidad de carbonato de calcio grueso (véanse los Ejemplos A y B).

Una menor cantidad de aglutinante mineral produce una FTS mayor, pero también una resistencia a la compresión significativamente menor después de 24 horas (véanse los Ejemplos D, G y H). Una cantidad de aglutinante del 60 % en peso con respecto al peso seco del mortero no produjo una mezcla trabajable.

10 Más pruebas

Resistencia a la compresión después de 28 días: se observaron resistencias a la compresión de hasta 90 MPa.

Propiedades de adherencia: las pruebas de adherencia con las composiciones de lechada sobre sustratos de hormigón de acuerdo con la norma EN 1542:1999 mostraron resistencias de adherencia de >2 MPa después de 28 días. Por lo tanto, con respecto a la adhesión, las composiciones de lechada de la invención son altamente beneficiosas.

Rendimiento físico (retracción/expansión): la retracción/expansión se determinó de acuerdo con la norma EN 12617-4:2002. A los 91 días, la retracción/expansión fue del -0,5/0,2 ‰.

Carbonatación: la profundidad de carbonatación se midió de acuerdo con la norma EN 13295:2004 y se descubrió que era de 0 mm para las composiciones de lechada de alta resistencia de la invención. Esto es similar a una composición de referencia, que se basó en una composición similar con un aglutinante que constaba de 100 partes en peso de cemento Portland (sin sustituto de cemento). Por ende, la resistencia de las composiciones de mortero de la invención frente a la carbonatación es tan buena como la de las composiciones de mortero ordinarias.

Resistencia a los sulfatos: el alargamiento de los sulfatos de las composiciones de lechada de alta resistencia de la invención, medido de acuerdo con la norma SIA 262/1:2019 después de 12 semanas, fue del 0,197 ‰. Para una muestra de referencia a base de una composición similar con un aglutinante consistente en 100 partes en peso de cemento Portland (sin sustituto de cemento), el alargamiento de los sulfatos fue del 0,541 ‰.

En resumen, aunque se basan en una composición con baja huella de carbono, las

composiciones de lechada de la invención muestran propiedades altamente beneficiosas.

Como entenderá un experto en la técnica, la presente invención se puede emplear en otras formas específicas sin apartarse de su espíritu o características esenciales. Por lo tanto, la modalidad divulgada en la presente se considera en todos los aspectos ilustrativa y no

5 restrictiva.