

Reductor de contracción para composición de aglutinantes minerales y su uso

Campo Técnico

La invención se refiere a un aditivo para composiciones de aglutinantes minerales, en particular a un agente reductor de la contracción para composiciones de aglutinantes minerales, y al uso del mismo. La invención se refiere además a una composición de aglutinante mineral que comprende el aditivo, artículos endurecidos que se pueden obtener a partir del mismo y un proceso para la preparación de la composición de aglutinante mineral.

Antecedentes de la invención

Los expertos en la técnica saben desde hace mucho tiempo que las composiciones de aglutinantes minerales, especialmente las composiciones de aglutinantes cementosas, están sujetas a un cambio de volumen, más a menudo una contracción, durante el proceso de fraguado y secado. Este cambio de volumen, especialmente la contracción, es de gran importancia para la idoneidad para el uso, para una vida útil sostenida y para la resistencia del material de construcción endurecido, ya que con frecuencia es la causa de la formación de grietas, del hundimiento de las soleras y otras fallas. De esta forma, por ejemplo, el agua, las sales disueltas y el aire pasan por las grietas al interior del hormigón, mortero, solera o lechadas y, por ejemplo, favorecen la corrosión en las construcciones de hormigón armado. Además, la tensión cíclica provocada por las heladas y el deshielo, con la penetración no deseada de agua en el material de construcción a través de las grietas, provoca tensiones mecánicas y fallos prematuros del material.

Por lo tanto, la industria de la construcción está tratando de garantizar la estabilidad dimensional y, especialmente, limitar la contracción por secado y/o el agrietamiento por secado al mínimo a través de una amplia variedad de medidas diferentes. Se han realizado intentos para contrarrestar la contracción no solo a través de la forma en que se ejecuta la construcción y la elección de composiciones de aglutinantes cementosas optimizadas, sino en los últimos tiempos en un grado mayor también mediante la adición de aditivos. A principios de la década de 1980, se desarrollaron y utilizaron con éxito los primeros reductores de contracción en Japón. Desde entonces, se ha generalizado el uso de varios reductores de contracción como mezcla.

Por ejemplo, JP6030283 (Nippon Shokubai) describe un agente reductor de la contracción que comprende un polioxialquilenglicol con un peso molecular de 400 a 10 000 g/mol y un antiespumante que se selecciona del grupo que consiste en antiespumante de aceite mineral, antiespumante de aceite/grasa, antiespumante de ácido graso, antiespumante de éster de ácido graso, antiespumante de oxialquilen, antiespumante de alcohol, antiespumante de amida, antiespumante de éster de ácido fosfórico, antiespumante de jabón metálico y antiespumante de silicona.

Además, el documento WO 2012/162292 (Premier Magnesia LLC) describe la combinación de mezclas de reducción de la contracción, seleccionados entre alquilenglicoles o poli(oxialquilen)glicoles, con MgO expansivo y polímeros superabsorbentes, que pueden seleccionarse de celulosa, carboximetilcelulosa, almidones, anhídrido maleico de isobutileno, alcoholes polivinílicos, poliacrilonitrilos, poliacrílicos y poliacrilamidas, para la reducción de la fisuración por contracción de morteros y hormigones a base de cemento Portland.

Finalmente, el documento US 2010/0285224 (Fisher) describe el uso de una mezcla que comprende hidrogeles, que también pueden considerarse polímeros superabsorbentes, especialmente como suspensiones acuosas de polietilenglicol, glicerina, polímeros superabsorbentes y escoria granulada de alto horno triturada para el curado interno del hormigón permeable.

Sin embargo, los métodos y materiales previamente conocidos para reducir la contracción de las composiciones de aglutinantes minerales son a menudo costosos, complicados de usar o tienen una eficacia limitada. Por tanto, todavía existe la necesidad de métodos y materiales nuevos y más eficaces para la reducción de la contracción de las composiciones de aglutinantes minerales.

Breve descripción de la invención

Por tanto, el objeto de la presente invención es superar las desventajas mencionadas anteriormente. En particular, se proporciona una mezcla mejorada para la reducción de la contracción de las composiciones de aglutinantes minerales. La mezcla no debe reducir la trabajabilidad, el comportamiento de fraguado y el desarrollo de la resistencia de las composiciones de aglutinantes minerales endurecedoras. Además, deben proporcionarse

métodos, usos y composiciones de aglutinantes minerales ventajosos que permitan una reducción eficaz de la contracción.

Sorprendentemente, se ha encontrado que el objeto de la invención se puede conseguir según la reivindicación 1 mediante una mezcla para composiciones de aglutinantes minerales, en particular una mezcla reductora de la contracción para composiciones de aglutinantes minerales, que comprenden al menos un polímero superabsorbente **SAP** y al menos un antiespumante **D**.

Se ha descubierto que mezclas de acuerdo con la presente invención son extremadamente eficaces para asegurar la estabilidad dimensional, especialmente reduciendo la contracción de las composiciones de aglutinantes minerales. Los ensayos han demostrado que las mezclas según la presente invención reducen la contracción de las composiciones de aglutinantes minerales, por ejemplo, composiciones de hormigón, y reducen significativamente el agrietamiento. Este último tanto durante el período de fraguado y endurecimiento como en el estado curado. Puede evitarse eficazmente el secado indeseable de las composiciones de aglutinantes minerales.

Por lo tanto, no es necesario mojar o cubrir, por ejemplo, con láminas húmedas o recubrimiento de plástico, la superficie de una composición aglutinante mineral recién aplicada que comprende la mezcla de la presente invención que facilita enormemente los procesos de producción en comparación con las prácticas estándar actuales.

Además, las composiciones de aglutinante mineral que comprenden una mezcla de la presente invención desarrollan una textura superficial más suave y homogénea al endurecerse en comparación con la misma composición de aglutinante mineral sin el respectivo aditivo.

Además, se ha encontrado que las mezclas de acuerdo con la presente invención no prolongan el fraguado y no reducen el desarrollo de resistencia de las composiciones de aglutinantes minerales.

Una mezcla de la presente invención puede, por ejemplo, añadirse directamente al agua de mezcla. Por tanto, no es necesario un triturado previo con componentes de cemento, lo que simplifica enormemente el uso. También se ha encontrado que la mezcla de la presente invención es compatible con otros aditivos típicos para composiciones de aglutinantes minerales.

Otros aspectos de la invención son objeto de otras reivindicaciones independientes. Las modalidades especialmente preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 **Formas de realizar la invención**

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a una mezcla mejorada para la reducción de la contracción de composiciones de aglutinantes minerales que comprenden al menos un polímero superabsorbente **SAP** y al menos un antiespumante **D**.

10 Una "composición de aglutinante mineral", como se usa en el contexto de la presente invención, se refiere a una mezcla que comprende al menos un aglutinante mineral. Es posible, y en el contexto de la presente invención también se prefiere, que la composición de aglutinante mineral comprenda adicionalmente agregados y/u otros aditivos. Una composición de aglutinante mineral de la presente invención puede estar esencialmente libre de agua y estar presente en forma seca. Una composición de aglutinante mineral de la presente invención
15 también puede comprender parte o la totalidad del agua de mezcla y estar presente como un fluido o en forma rígida.

Un "aglutinante mineral" en el contexto de la presente invención es un aglutinante, en particular un aglutinante inorgánico, que reacciona en presencia de agua en una reacción de hidratación a hidratos sólidos o fases de hidratos. Este puede ser, por ejemplo, un aglutinante hidráulico
20 (por ejemplo, cemento o cal hidráulica), un aglutinante hidráulico latente (por ejemplo, escoria o escoria de horno), un aglutinante puzolánico (por ejemplo, cenizas volantes) o un aglutinante no hidráulico (yeso o cal blanca). También son posibles mezclas de los diversos aglutinantes. En particular, el aglutinante mineral comprende un aglutinante hidráulico, preferiblemente cemento. Es particularmente preferido un cemento con un contenido de clínker de cemento de
25 ≥ 35 % en peso. Preferiblemente, el cemento es del tipo CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV, CEM V (según norma EN 197-1) o un cemento de aluminato cálcico (según norma EN 14647:2006-01) o un cemento de sulfoaluminato de calcio o una mezcla de los mismos. En particular, el cemento es del tipo CEM I, CEM II, cemento de sulfoaluminato de calcio o una mezcla de los mismos. Por supuesto, los cementos producidos de acuerdo con las normas alternativas

pertinentes, por ejemplo, las normas ASTM o chinas pertinentes, también son adecuados. Además, el cemento blanco se puede utilizar como aglutinante mineral de la presente invención. Una proporción del aglutinante hidráulico en el aglutinante mineral total es preferiblemente al menos 5 % en peso, más preferiblemente al menos 20 % en peso, aún más preferiblemente al menos 35 % en peso, en particular al menos 65 % en peso. Según otra modalidad ventajosa, el aglutinante mineral consiste en al menos un 95 % en peso de aglutinante hidráulico, en particular de cemento.

Pero también puede ser ventajoso que el aglutinante mineral contenga otros aglutinantes además o en lugar de un aglutinante hidráulico. Se trata, en particular, de aglutinantes hidráulicos latentes y/o aglutinantes puzolánicos. Los aglutinantes hidráulicos latentes y/o puzolánicos adecuados son, por ejemplo, escoria, cenizas volantes y/o polvo de sílice. Asimismo, la composición aglutinante puede incluir sustancias inertes tales como, por ejemplo, polvo de piedra caliza, polvo de cuarzo y/o pigmentos.

Según modalidades, el aglutinante mineral comprende adicionalmente hasta 40 % en peso, preferiblemente hasta 35 % en peso, especialmente hasta 20 % en peso, cada uno basado en el peso seco total del aglutinante mineral, de un sulfato de calcio. El sulfato de calcio puede estar presente en forma de sulfato de calcio hemihidrato, sulfato de calcio dihidratado y/o anhidrita. En una modalidad especialmente ventajosa, el sulfato de calcio se tritura con el aglutinante hidráulico, especialmente el cemento.

Además, un aglutinante mineral, especialmente un cemento, de la presente invención puede comprender mejoradores de cemento elegidos del grupo que consiste en adyuvantes de molienda, mejoradores de resistencia, activadores, aceleradores, plastificantes y superplastificantes. Los mejoradores de cemento se pueden triturar con el aglutinante mineral durante la molienda. Asimismo, pueden mezclarse con el aglutinante mineral molido.

La mezcla de la presente invención comprende al menos un polímero superabsorbente **SAP**. Un **SAP** dentro del contexto de la presente invención es un polímero que puede absorber, retener y liberar grandes cantidades de un líquido, especialmente agua, en relación con su propia masa. Por tanto, un **SAP** puede absorber hasta 500 veces su propio peso de agua y puede hincharse en un grado considerable.

Un **SAP** de la presente invención puede estar caracterizado por una absorción de agua bajo una carga de 40 g/cm² de al menos 15 g/g de polímero, preferiblemente al menos 20 g/g de polímero, más preferiblemente al menos 22 g/g de polímero. Un **SAP** de la presente invención también puede liberar parte o la totalidad del agua absorbida.

- 5 Según modalidades, el **SAP** de la presente invención es un sólido, preferiblemente un polvo fino. En el caso preferido de que el **SAP** sea un polvo, dicho polvo se caracteriza por una distribución de tamaño de partícula con tamaños de partícula del **SAP** de entre 20 - 3000 µm, preferiblemente entre 50 - 1000 µm, más preferiblemente entre 90 - 850 µm. La distribución del tamaño de partícula se puede obtener tamizando el polvo a través de tamices con diferentes
- 10 aberturas. La distribución del tamaño de partículas se puede determinar mediante un método como se describe en ASTM C136 y ASTM C117.

El al menos un **SAP** de la presente invención se selecciona de la lista que consta de poliacrilamida, poliacrilonitrilo, alcohol polivinílico, copolímeros de anhídrido maleico de isobutileno, polivinilpirrolidona, homopolímeros y copolímeros de ácidos carboxílicos

15 monoetilénicamente insaturados, tales como ácido (met)acrílico, ácido crotonico, ácido sórbico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico, preferiblemente ácido poliacrílico, que puede estar parcial o totalmente neutralizado, y copolímeros y terpolímeros de dichos ácidos carboxílicos monoetilénicamente insaturados con ácido vinilsulfónico, ácido

(met)acrilamidoalquilsulfónico, ácido alilsulfónico, ácido viniltoluenosulfónico, ácido

20 vinilfosfónico, (met)acrilamida, (met)acrilamida N-alquilada, N-metilol (met)acrilamida, N-vinilamida, N-vinilformamida, N-vinilacetamida, vinilpirrolidona, (met)acrilato de hidroxialquilo, metilacrilato de etilo, ésteres de ácido (met)acrílico de polietilenglicolmonoaléteres, acetato de vinilo y/o estireno.

Los homopolímeros y copolímeros mencionados pueden ser lineales o ramificados, los

25 copolímeros pueden ser aleatorios, en bloque o tener un gradiente. Además, los homopolímeros y copolímeros preferidos están reticulados.

Un método para la producción de los polímeros mencionados anteriormente se describe en DE19529348 que se incorpora aquí como referencia. Los **SAP** preferidos en el contexto de la presente invención son los ácidos poliacrílicos que pueden estar parcial o totalmente

30 neutralizados y que están reticulados.

Según modalidades, el al menos un **SAP** tiene un contenido de nitrógeno de no más del 4 % en peso, preferiblemente no más del 2 % en peso, especialmente no más del 1 % en peso, en cada caso con respecto al peso seco total del **SAP**.

5 Según modalidades, el al menos un **SAP** de la presente invención consiste en al menos 70 % en peso, preferiblemente al menos 80 % en peso, más preferiblemente al menos 90 % en peso, especialmente al menos 98 % en peso, cada uno basado en el peso seco total del al menos un **SAP**, de un polímero como se describió anteriormente.

Especialmente, el **SAP** es químicamente diferente de los superplastificantes como se describe a continuación. Este es especialmente el caso de los superplastificantes PCE.

10 El **SAP** adecuado puede, por ejemplo, obtenerse bajo la marca Starvis® de BASF o bajo la marca Sanwet de Sanyo Chemical.

La mezcla de la presente invención comprende además al menos un antiespumante **D**.

El al menos un antiespumante **D** se selecciona de la lista que consta de antiespumantes a base de aceite, especialmente antiespumantes a base de aceite mineral, aceite vegetal o aceite
15 blanco que pueden comprender una cera y/o sílice hidrófoba, antiespumantes a base de silicona, que pueden ser modificados por, por ejemplo, alcoxilación o fluoración, ésteres de alquilo de ácido fosfórico o fosfónico, polioles alcoxilados, especialmente dioles etoxilados, antiespumantes a base de ácidos grasos, especialmente mono y diglicéridos de ácidos grasos, alcoholes grasos alcoxilados o mezclas de los mismos.

20 Los antiespumantes **D** se pueden utilizar como líquidos o en polvo, preferiblemente como líquidos.

Según modalidades, el al menos un antiespumante **D** se selecciona entre 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol etoxilado, una combinación de alcoxilato de alcohol graso y polisiloxano, o una combinación de un aceite mineral y un aceite de silicona que comprende sílice hidrófoba.

25 Los antiespumantes **D** adecuados pueden obtenerse comercialmente, por ejemplo, con la marca Ashland Drew de Ashland, con la marca Agitan de Münzing Chemie o con la marca Carbowet de Air Products.

La relación en peso del al menos un **SAP** al al menos un antiespumante **D** en una mezcla de la presente invención es de 2:1 - 1:10, preferiblemente 1:1 - 1:8, más preferiblemente de 1:2 - 1:5.

Según modalidades, una relación en peso del al menos un **SAP** al al menos un antiespumante **D** puede ser de 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 o 1:10. También es posible que la relación en peso esté entre 1:1,1 - 1:10 o 1,5:1 - 1:10. Otra relación de peso útil está dentro de un intervalo de 2:1 - 1:5:1. Otras relaciones de peso útiles del al menos un **SAP** al al menos un antiespumante **D** son 1:2,5 o 1:7,5.

Según modalidades, una mezcla de la presente invención puede estar en forma de polvo seco, en forma de solución o dispersión acuosa, o en forma de dos o más componentes separados que pueden, independientemente entre sí, estar en forma de polvo o líquido.

Si la mezcla de la presente invención se proporciona en forma de una solución o dispersión acuosa, se prefiere que el contenido total del al menos un **SAP** y al menos un antiespumante **D** sea de hasta 85 % en peso, preferiblemente de hasta 66 % en peso, especialmente hasta 50 % en peso, cada uno basado en el peso total de la mezcla.

Sin pretender limitarse por ninguna teoría, se cree que el al menos un **SAP** funciona como una pequeña esponja que contiene agua y contrarresta el autosecado de la composición aglutinante mineral endurecedora, reduciendo así eficazmente la contracción. Se cree además que la combinación del al menos un polímero superabsorbente **SAP** y el al menos un antiespumante **D** conduce a una dispersión particularmente eficaz y homogénea del SAP en la composición aglutinante mineral y por tanto a una reducción particularmente alta de la contracción.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a una composición aglutinante mineral como se describe anteriormente y que comprende al menos un **SAP** y al menos un antiespumante **D** como se describe anteriormente.

De acuerdo con modalidades, la composición de aglutinante mineral comprende el al menos un **SAP** de la presente invención en una cantidad de 0,01 - 0,5 % en peso, preferiblemente 0,02 - 0,25 % en peso, más preferiblemente 0,05 - 0,2 % en peso, y el al menos un antiespumante **D** en una cantidad de 0,05 - 2 % en peso, preferiblemente 0,1 - 1 % en peso, más preferiblemente 0,25 - 0,8 % en peso, cada uno basado en el peso seco total de la composición aglutinante mineral.

Preferiblemente, la composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende agregados. Los agregados pueden ser cualquier material que no sea reactivo en la reacción de hidratación de los aglutinantes minerales. Los agregados pueden ser cualquier agregado usado

típicamente para composiciones de aglutinantes minerales, especialmente composiciones de aglutinantes cementosas. Los agregados típicos son, por ejemplo, roca, piedra triturada, grava, escoria, arena, especialmente arena de cuarzo, arena de río y/o arena manufacturada, hormigón reciclado, vidrio, vidrio expandido, piedra pómez, perlita, vermiculita y/o agregados finos como piedra caliza molida, dolomita molida, óxido de aluminio molido, humo de sílice, harina de cuarzo y/o escoria de acero molida. Los agregados útiles para la presente invención pueden tener cualquier forma y tamaño que se encuentre típicamente para tales agregados.

Preferiblemente, la composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende al menos un agregado fino, especialmente piedra caliza molida. Los agregados, útiles para la presente invención, son como se describen, por ejemplo, en EN 12620:2008-07 y EN13139:2015-07. Los agregados típicamente se caracterizan por su distribución de tamaño de partícula que puede medirse mediante análisis de tamices como se establece en los métodos ASTM C136 y C117.

El tamaño de partícula de los agregados depende de la aplicación y está en el intervalo de 0,1 μm a 32 mm y más. Los agregados con diferentes tamaños de partículas se mezclan preferiblemente con el fin de optimizar las propiedades de la composición de aglutinante mineral. También es posible utilizar agregados de diferente composición química.

De acuerdo con las modalidades, los agregados que tienen tamaños de partícula de no más de 8 mm, más preferiblemente no más de 5 mm, aún más preferiblemente no más de 3,5 mm, lo más preferiblemente no más de 2,2 mm, especialmente no más de 1,2 mm o no más de 1,0 mm se utilizan en una composición de aglutinante mineral de la presente invención.

El tamaño máximo de partícula está limitado en particular por el espesor de capa planificado durante la aplicación de la composición de aglutinante mineral mezclada con agua. Por ejemplo, un tamaño máximo de partícula del agregado debe ser el mismo que el espesor de la capa durante la aplicación. Este es en particular el caso cuando la composición de aglutinante mineral se aplica en un método de fabricación aditiva.

Según modalidades, la composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende hasta 85 % en peso, preferiblemente 30 - 80 % en peso, más preferiblemente 40 - 70 % en peso, cada uno basado en el peso total de la composición de aglutinante mineral, de agregados,

preferiblemente de arena, especialmente de arena de cuarzo, y/o de un carbonato fino, especialmente de un carbonato de calcio fino y/o carbonato de magnesio.

Según modalidades, se usa arena con un tamaño de partícula de menos de 1 mm, preferiblemente menos de 0,8 mm para una composición de aglutinante mineral de la presente invención.

Según una modalidad especialmente preferida, una composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende una mezcla de arena, especialmente de arena de cuarzo, y/o de un carbonato fino, especialmente de un carbonato de calcio fino y/o carbonato de magnesio, teniendo dichos carbonatos un tamaño de partícula inferior a 0,125 mm. En este caso, los agregados comprenden arena en una cantidad de 40 - 98 % en peso, preferiblemente 50 - 95 % en peso, especialmente 60 - 90 % en peso y carbonatos finos en una cantidad de 2 - 60 % en peso, preferiblemente 5 - 50 % en peso, especialmente 10 - 40 % en peso, cada uno basado en el peso seco total del agregado. Los carbonatos finos mejoran la procesabilidad de la composición de aglutinante mineral mezclada con agua y pueden aumentar el desarrollo de resistencia de la composición de aglutinante.

Las composiciones de aglutinantes minerales que tienen tamaños de partícula de este tipo y se mezclan con agua se pueden transportar fácilmente, se mezclan fácilmente con una mezcla de la presente invención de manera continua y dan una superficie muy homogénea después de la aplicación.

En aplicaciones especiales, también se pueden usar agregados con tamaños de partícula de hasta 32 mm, más preferiblemente hasta 20 mm, lo más preferiblemente hasta 16 mm.

Una composición aglutinante mineral comprende ventajosamente además aditivos comunes en la industria del mortero y/o del hormigón tales como, por ejemplo, plastificantes y/o superplastificantes, incorporadores de aire, estabilizadores, modificadores de viscosidad, reductores de agua, aceleradores, retardadores, agentes resistentes al agua, aditivos reforzadores de la resistencia fibras, agentes de expansión, pigmentos, inhibidores de corrosión, etc. Puede ser ventajoso combinar dos o más de los aditivos mencionados en una composición de aglutinante mineral. Un aditivo para una composición de aglutinante mineral dentro del sentido del presente contexto es diferente en composición química y estructura de cualquier **SAP** o antiespumante **D** como se define en este documento.

Una composición de aglutinante mineral de la presente invención, por lo tanto, comprende

- a) 10 - 65 % en peso, preferiblemente 12 - 55 % en peso, especialmente 15 - 50 % en peso de al menos un aglutinante mineral,
- b) 0,01 - 0,5 % en peso, preferiblemente 0,02 - 0,25 % en peso, más preferiblemente 0,05 - 0,2 % en peso de al menos un **SAP**,
- c) 0,05 - 2 % en peso, preferiblemente 0,1 - 1 % en peso, más preferiblemente 0,25 - 0,8 % en peso de al menos un antiespumante **D**,
- d) 0 - 85 % en peso, preferiblemente 30 - 80 % en peso, más preferiblemente 40 - 70 % en peso de agregados, preferiblemente de arena y/o un carbonato fino, especialmente un carbonato de calcio fino y/o carbonato de magnesio,
- e) 0 - 10 % en peso, preferiblemente 0,1 - 7 % en peso, más preferiblemente 0,2 - 5 % en peso de otros aditivos seleccionados del grupo que consiste en plastificantes, superplastificantes, aceleradores, retardadores, modificadores de reología, especialmente espesantes, agentes antisedimentación, pigmentos, inhibidores de corrosión, fibras, potenciadores de resistencia, aditivos impermeabilizantes, inhibidores de reacción de agregados alcalinos, reductores de cromato y/o agentes antimicrobianos y
- f) opcionalmente agua,

cada uno basado en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral.

Según modalidades, una composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende un súperplastificante seleccionado del grupo que consiste en lignosulfonatos, copolímeros de vinilo sulfonados, polinaftalensulfonatos, condensados de melamina formaldehído sulfonados, fosfonatos de óxido de polietileno, éteres de policarboxilato (PCE) o mezclas de los mismos. Preferiblemente, una composición aglutinante mineral de la presente invención comprende un PCE.

Según modalidades, el PCE comprende grupos de ácido carboxílico en forma de grupos ácido carboxílico libres, no neutralizados, y/o en forma de sus sales de metales alcalinos y/o alcalinotérreos. Se da preferencia a un PCE que, aparte de los grupos de ácido carboxílico, ya no tiene más grupos aniónicos. Se prefiere adicionalmente un PCE cuyas cadenas laterales constan de al menos 80 % en moles, preferiblemente al menos 90 % en moles, especialmente

preferiblemente 100 % en moles, de unidades de etilenglicol. Preferiblemente, las cadenas laterales tienen un peso molecular medio M_w en el intervalo de 500 a 10 000 g/mol, preferiblemente 800 a 8000 g/mol, especialmente preferiblemente 1000 a 5000 g/mol. También pueden estar presentes en el PCE cadenas laterales de diferentes pesos moleculares. Lo más
5 preferiblemente, el PCE está compuesto de ácido (met)acrílico y (met)acrilatos de metil polialquilenglicol. El PCE tiene preferiblemente un peso molecular medio M_w de 8000 a 200 000 g/mol, especialmente de 10 000 a 100 000 g/mol, medido frente a patrones de PEG.

Tales PCE son particularmente adecuados para permitir una buena procesabilidad de la composición aglutinante incluso a un bajo contenido de agua. Un bajo contenido de agua
10 provoca una alta resistencia de una composición de aglutinante mineral endurecida.

Según modalidades, el PCE se incorpora a la composición de aglutinante mineral como una solución acuosa, por ejemplo, mediante pulverización sobre los agregados antes de mezclarlos con el aglutinante mineral. Preferiblemente, el PCE está presente como un polvo de polímero en la composición de aglutinante mineral seca. Según modalidades preferidas, la composición
15 de aglutinante mineral de la presente invención comprende un PCE en una cantidad de 0,02 - 1,0 % en peso, preferiblemente 0,05 - 0,8 % en peso, especialmente 0,1 - 0,5 % en peso, cada uno calculado como peso seco del PCE y basado en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral.

Según modalidades, una composición de aglutinante mineral de la presente invención
20 comprende un acelerador seleccionado del grupo que consiste en aminoalcoholes, nitratos de metales alcalinos o alcalinotérreos, nitritos de metales alcalinos o alcalinotérreos, tiocianatos de metales alcalinos o alcalinotérreos, halogenuros de metales alcalinos o alcalinotérreos, glicerina, derivados de glicerina, sulfato de aluminio, hidróxido de aluminio, hidróxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos, silicatos de metales alcalinos o alcalinotérreos, óxidos de
25 metales alcalinos o alcalinotérreos, sales de metales alcalinos o alcalinotérreos del ácido fórmico o mezclas de los mismos.

Según modalidades, una composición aglutinante mineral de la presente invención comprende un espesante seleccionado del grupo que consiste en almidón, pectina, amilopectina, almidón modificado, celulosa, celulosa modificada, tal como carboximetilcelulosa, hidroximetilcelulosa,
30 hidroxietilcelulosa, metilhidroxietilcelulosa, caseína, goma xantana, goma de diutano, goma de

welan, galactomananos, tales como goma guar, goma de tara, goma de fenogreco, goma de algarrobo o goma de casia, alginatos, goma de tragacanto, dextrano, polidextrosa, silicatos estratificados tales como sepiolita y mezclas de los mismos.

Se prefiere que la cantidad total de espesante sea igual o menor a 1 % en peso, más preferiblemente igual o menor a 0,75 % en peso, especialmente igual o menor a 0,6 % en peso, cada uno basado en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral. Se prefiere especialmente que la cantidad total de almidón, almidón modificado, celulosa y celulosa modificada sea igual o menor al 1 % en peso, en particular igual o menor al 0,5 % en peso, cada uno basado en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral.

- 10 Según modalidades, una composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende un retardador seleccionado del grupo que consiste en ácidos de azúcar, azúcares, alcoholes de azúcar, ácidos hidroxicarboxílicos o sus sales, fosfatos, fosfonatos, boratos y aminas. Preferiblemente, el retardador es gluconato de sodio.

- 15 En una modalidad especialmente preferida de la presente invención, la composición de aglutinante mineral comprende un aglutinante mineral seleccionado de CEM I o CEM II como se describió anteriormente y una cantidad adicional de cemento de sulfoaluminato de calcio (CSA).

- 20 Un cemento CSA de la presente invención es un cemento con una fase principal que consta de $C_4(A_{3-x}F_x)_3\$$ ($4 \text{ CaO} \cdot 3-x \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{ Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$) donde x es un número entero de 0 a 3. Los cementos CSA de la presente invención típicamente comprenden fases adicionales seleccionadas de aluminatos (CA , C_3A , C_{12}A_7), belita (C_2S), ferritas (C_2F , C_2AF , C_4AF), ternesita ($\text{C}_5\text{S}_2\$$) y anhidrita. En el presente contexto, C representa CaO , A representa Al_2O_3 , F representa Fe_2O_3 y \$ representa CaSO_4 .

- 25 De acuerdo con ciertas modalidades de cementos CSA de la presente invención comprenden 20-75 % en peso, preferiblemente 25-50 % en peso de $\text{C}_4\text{A}_3\$$, 0-10 % en peso, preferiblemente 1-5 % en peso de aluminatos, 0-70 % en peso, preferiblemente 1-50 % en peso de belita, 0-35 % en peso, preferiblemente 1-10 % en peso de ferritas, 0-20 % en peso, preferiblemente 1-10 % en peso de ternesita, 0-50 % en peso, preferiblemente 5-45 % en peso de anhidrita, y 0-25 % en peso de CaO , preferiblemente 1-20 % en peso de CaO , cada uno basado en el peso seco
- 30 total del cemento CSA.

La composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende así preferiblemente 10 - 65 % en peso, preferiblemente 12 - 55 % en peso, especialmente 15 - 50 % en peso, cada uno basado en el peso seco de la composición de aglutinante mineral, de una mezcla de aglutinantes minerales, preferiblemente una mezcla que comprende un CEM I y/o CEM II, y un
 5 cemento CSA. Preferiblemente, la composición de aglutinante mineral comprende así 0,1 - 8 % en peso, más preferiblemente 0,5 - 5 % en peso, especialmente 1,2 - 3 % en peso, cada uno basado en el peso seco de la composición de aglutinante mineral, de un cemento CSA y 2 - 64,9 % en peso, preferiblemente 4 - 60 % en peso, especialmente 12 - 48,8 % en peso, cada uno basado en el peso seco de la composición de aglutinante mineral, de un CEM I y/o un CEM
 10 II.

Según modalidades particularmente preferidas, una composición de aglutinante mineral de la presente invención comprende, por tanto:

- 1) 2 - 64,9 % en peso, preferiblemente 4 - 60% en peso, especialmente 12 - 48,8% en peso de un CEM I o un CEM II,
- 15 2) 0,1 - 8 % en peso, más preferiblemente 0,5 - 5 % en peso, especialmente 1,2 - 3 % en peso de un cemento CSA,
- 3) 0,01 - 0,5 % en peso, preferiblemente 0,02 - 0,25 % en peso, más preferiblemente 0,05 - 0,2 % en peso de al menos un **SAP**,
- 4) 0,05 - 2 % en peso, preferiblemente 0,1 - 1 % en peso, más preferiblemente 0,25 - 0,8 %
 20 en peso de al menos un antiespumante **D**,
- 5) 0 - 85 % en peso, preferiblemente 30 - 80 % en peso, más preferiblemente 40 - 70 % en peso de agregados, preferiblemente de arena y/o un carbonato fino, especialmente un carbonato de calcio fino y/o carbonato de magnesio,
- 6) 0 - 10 % en peso, preferiblemente 0,1 - 7 % en peso, más preferiblemente 0,2 - 5 % en
 25 peso de otros aditivos seleccionados del grupo que consiste en superplastificantes, aceleradores, retardadores, espesantes y
- 7) opcionalmente agua,

cada uno basado en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral.

Según modalidades, se añade una mezcla de la presente invención a la mezcla seca de una
 30 composición aglutinante mineral. Una "mezcla seca" en el presente contexto se refiere a una

composición de aglutinante mineral con un contenido de humedad de no más de 0,5 % en peso, basado en el peso total de la composición de aglutinante mineral. En tal caso, se prefiere que la mezcla no comprenda agua. La estabilidad al almacenamiento de una mezcla seca que comprende una mezcla de la presente invención aumentará si no se introduce agua. El

5 mezclado puede realizarse mediante cualquier proceso conocido por el experto en la técnica para la producción de morteros secos. No existen limitaciones particulares en cuanto al orden de adición para mezclar. Las mezcladoras adecuadas pueden ser mezcladoras horizontales de un solo eje, mezcladoras de paletas de doble eje, mezcladoras de eje vertical, mezcladoras de cinta, mezcladoras orbitales, mezcladoras de latas intercambiables, recipientes giratorios,

10 cámaras de agitación vertical u operadas con agitación por aire. La mezcla puede ser continua o por lotes.

Según modalidades adicionales, se añade una mezcla de la presente invención a una composición aglutinante mineral junto con el agua de mezcla. En tal caso, se prefiere que la mezcla esté en forma de una solución o dispersión acuosa o sea fácilmente soluble o

15 dispersable en el agua de mezcla. La mezcla de la presente invención puede premezclarse con parte o la totalidad del agua de mezclado y luego mezclarse con la composición aglutinante mineral. Asimismo, puede mezclarse con la composición de aglutinante mineral junto con el agua de mezcla sin ningún premezclado.

La mezcla puede ser de forma continua o por lotes, preferiblemente de forma continua. La

20 mezcla continua ofrece la ventaja de una alta velocidad de producción. Además, el material ya mezclado de un proceso por lotes debe descartarse en caso de una parada de producción. El mezclado continuo de una composición de aglutinante mineral con la mezcla de la presente invención y el agua de mezclado es posible mediante mezcladores estáticos o mezcladores dinámicos o combinaciones de ambos.

25 Según otras modalidades más, se añade una mezcla de la presente invención a la composición de aglutinante mineral poco después del agua de mezclado, preferiblemente de una manera continua como se describe anteriormente.

Al mezclarse con agua, la composición de aglutinante mineral comienza a endurecerse.

Puede usarse una mezcla de la presente invención para asegurar la estabilidad dimensional y

30 especialmente para reducir la contracción de una composición de aglutinante mineral,

especialmente una composición de aglutinante cementosa. Asimismo, se puede utilizar una mezcla de la presente invención para mejorar la textura superficial de una composición de aglutinante mineral endurecida. Por tanto, una composición de aglutinante mineral de la presente invención puede tener, por ejemplo, una superficie más lisa y/o menos defectos
5 visuales, en comparación con la misma composición de aglutinante mineral sin el al menos un **SAP** y el al menos un antiespumante **D**. Una textura de superficie mejorada puede conducir a tratamientos posteriores simplificados de dicha superficie tales como tratamiento con herramientas, revestimiento, pintura, enlucido, etc.

Una composición de aglutinante mineral de la presente invención se puede mezclar con agua,
10 moldearse en una forma deseada y curar para producir artículos endurecidos.

Por lo tanto, la invención también se refiere a un método para producir un artículo endurecido que comprende las etapas de:

- 1) mezclar una composición de aglutinante mineral de la presente invención con agua.
- 2) opcionalmente transportar la mezcla obtenida en 1) al lugar de colocación
- 15 3) colocar la mezcla obtenida en 1) en cualquier forma deseada
- 4) curado de la mezcla obtenida en 1).

El agua puede ser cualquier agua disponible, como agua destilada, agua purificada, agua del grifo, agua mineral, agua de manantial y agua de pozo. El uso de aguas residuales sólo es posible en los casos en los que se conoce la composición de dichas aguas residuales y en los
20 que ninguna de las impurezas comprendidas puede impartir la funcionalidad de cualquier otro componente de la composición de la presente invención. El uso de agua salada no es posible debido a su alto contenido de cloruros y al riesgo de corrosión del acero de refuerzo asociado con el mismo.

La cantidad de agua necesaria para curar una composición de aglutinante mineral de la presente invención es del 10 al 30 % en peso, preferiblemente del 10 al 20 % en peso, cada
25 una basada en el peso seco total de la composición de aglutinante mineral.

Según modalidades, el agua comprende parte o la totalidad de uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en plastificantes, superplastificantes, aceleradores, retardadores, modificadores de reología, especialmente espesantes, agentes
30 antisedimentación, pigmentos, inhibidores de corrosión, fibras, potenciadores de resistencia,

aditivos impermeabilizantes, inhibidores de reacción de agregados alcalinos, reductores de cromato y/o agentes antimicrobianos, y que forman parte de la composición de aglutinante mineral como se describe anteriormente.

5 Según modalidades preferidas, el agua comprende parte o la totalidad de la mezcla de la presente invención. Se prefiere que en caso de que el al menos un **SAP** y el al menos un antiespumante **D** de la presente invención se agreguen junto con el agua, que el al menos un **SAP** y el al menos un antiespumante **D** sean solubles en agua o fácilmente dispersables en agua.

10 De acuerdo con modalidades especialmente preferidas, la composición de aglutinante mineral está por tanto presente en dos o más componentes. Un primer componente, que es un sólido, que comprende el al menos un aglutinante mineral, agregados, opcionalmente el al menos un **SAP** y/o el al menos un antiespumante **D**, y opcionalmente otros aditivos, un segundo componente, que es un líquido, que comprende agua y opcionalmente el al menos un **SAP** y/o el al menos un antiespumante **D**, y opcionalmente otros aditivos, y en el que el al menos un **SAP** y el al menos un antiespumante **D** están comprendidos en el primer componente o en el
15 segundo componente, y opcionalmente un tercer componente, que es un líquido, que comprende un superplastificante, un acelerador, un espesante y/o un retardador, que son como se describieron anteriormente, y opcionalmente agua.

20 La mezcla de los componentes como se describe anteriormente se puede realizar mediante cualquier proceso conocido por el experto en la técnica. La mezcla puede ser por lotes, semicontinua o continua. Las herramientas de mezclado adecuadas incluyen mezcladoras horizontales de un solo eje, mezcladoras de paletas de doble eje, mezcladoras de eje vertical, mezcladoras de cinta, mezcladoras orbitales, mezcladoras de latas intercambiables, recipientes giratorios, cámaras de agitación vertical, operadas con agitación por aire, mezcladoras hobart,
25 mezcladoras de concreto portátiles, camiones mezcladores, cubos de mezcla, mezcladoras de paletas, mezcladoras a chorro, mezcladoras de tornillo, extrusoras de tornillo o mezcladoras de tornillo sinfín.

Además, es posible mezclar una composición de aglutinante mineral de la presente invención con agua, comprendiendo opcionalmente dicha agua aditivos adicionales y/o la mezcla de la
30 presente invención por medio de un mezclador estático o un mezclador dinámico.

En una modalidad preferida de la presente invención, se usa un mezclador estático para mezclar los componentes. En un mezclador estático, los elementos de mezcla están dispuestos en una camisa que proporciona una mezcla homogénea de componentes utilizando la energía de flujo de los componentes que se alimentan al mezclador estático bajo presión. Los mezcladores

5 estáticos son fáciles de usar, económicos y especialmente adecuados para un uso unidireccional, lo cual es una ventaja, especialmente para el mercado del bricolaje.

Según otra modalidad preferida, los componentes descritos anteriormente se mezclan de manera semicontinua o continua. Los componentes se dosifican usualmente en la cantidad predefinida a través de al menos un dispositivo de dosificación, por ejemplo, una cinta

10 transportadora o un transportador de tornillo, que es capaz de transportar la cantidad deseada de los componentes en masa o volumen a la velocidad deseada a un mezclador. Se prefiere especialmente que haya dos dispositivos de dosificación separados, estando el primer dispositivo de dosificación integrado en un mezclador, y el segundo dispositivo dispensador integrado en un equipo de dosificación, por ejemplo, una boquilla. De este modo, es posible un

15 transporte especialmente estable de la mezcla, así como un ajuste flexible de la composición de aglutinante mineral endurecedor.

En el dispositivo de mezcla, que puede ser estático o dinámico o una combinación de ambos, los componentes se mezclan y la mezcla fresca se transporta a través de un equipo dispensador, por ejemplo, una boquilla, y se coloca en una posición predefinida.

20 Se ha demostrado que, por un lado, una composición de aglutinante mineral de la presente invención puede mezclarse de esta manera en el dispositivo de mezcla y al mismo tiempo transportarse en forma mixta fuera del dispositivo de mezcla.

Una consistencia pastosa de la composición de aglutinante mineral después de mezclarla con agua es ventajosa para un fácil transporte del material hacia y a través del equipo de mezcla y

25 dispensador, por ejemplo, una boquilla. Estas son propiedades especialmente importantes para su uso en un proceso automatizado, por ejemplo, mediante un sistema robótico.

La colocación de la composición de aglutinante mineral de la presente invención se puede realizar en un proceso automatizado, por ejemplo, mediante un sistema robótico. Un sistema robótico normalmente coloca la composición de aglutinante mineral en varias capas en un

proceso también conocido como fabricación aditiva. Por tanto, se puede utilizar una composición de aglutinante mineral de la presente invención en la fabricación aditiva.

Es ventajoso si una composición de aglutinante mineral de la presente invención, cuando se usa para la fabricación aditiva, comprende los componentes mencionados anteriormente de

5 dicha composición de aglutinante mineral en tales proporciones para asegurar que la composición de aglutinante mineral recién mezclada, al salir del mezclador, todavía esté en un estado plástico, de modo que sea moldeable por el equipo dispensador, por ejemplo una boquilla, no se combe y sea autoportante y tenga suficiente límite elástico y/o un rápido desarrollo de la resistencia a la compresión para soportar las siguientes capas de composición
10 de aglutinante mineral recién mezclada, que se aplican en la parte superior después de un corto período de tiempo.

Según modalidades, la superficie de la composición de aglutinante mineral de la presente invención se humedece, por ejemplo, mediante la aplicación de agua, láminas húmedas o recubrimiento de plástico, después de la colocación. Sin embargo, no es necesario

15 mojar o cubrir la superficie de una composición de aglutinante mineral de la presente invención recién aplicada. Según modalidades preferidas, la composición de aglutinante mineral no se humedece, por ejemplo, mediante la aplicación de agua, láminas húmedas o recubrimiento de plástico, después de la colocación.

La composición de aglutinante mineral de la presente invención se puede utilizar para la
20 construcción, elementos prefabricados, reparación y restauración y es adecuada tanto para uso profesional como para uso personal. La baja contracción de una composición de aglutinante mineral de la presente invención la hace especialmente útil en aplicaciones en las que se producen elementos grandes o elementos con un eje preferencial largo. Por lo tanto, la presente invención también se refiere a un artículo moldeado, por ejemplo, un elemento prefabricado, un
25 edificio o una parte de un edificio, que se puede obtener curando una composición de aglutinante mineral que comprende una mezcla como se describe anteriormente.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra la superficie del ejemplo 8 después de 7d de endurecimiento. La grieta en
30 la superficie es claramente visible.

La figura 2 muestra la superficie del ejemplo 9 después de 7d de endurecimiento. No se ven grietas en la superficie.

Los siguientes ejemplos prácticos ilustran la invención. Los ejemplos no pretenden limitar el alcance de la invención de ninguna manera.

5

Ejemplos funcionales

Ejemplos 1 - 7

Se mezclaron 1500 g de cemento Portland ordinario (CEM I, 52,5 N), 2250 g de arena de cuarzo (tamaño de partícula 0,06 - 0,3 mm) y 1100 g de carbonato de calcio (tamaño medio de partícula 40 µm) en una mezcladora Hobart durante 1 minuto a 23 °C y 50 % de humedad relativa para hacer la mezcla seca 1.

Se mezclaron 1500 g de cemento Portland ordinario (CEM I, 52,5 N), 100 g de cemento de sulfoaluminato de calcio (Denka CSA#20) y 2250 g de arena de cuarzo (tamaño de partícula 0,06 - 0,3 mm), y 1100 g de carbonato de calcio (tamaño medio de partícula 40 µm) en una mezcladora Hobart durante 1 minuto a 23 °C y 50 % de humedad relativa para hacer la mezcla seca 2.

A continuación, se añadieron 20 g de un éter policarboxilato (40 % en agua, cadena principal de poliácrlato con Mn = 7000 g/mol, cadena lateral de PEG terminada en metilo con Mn = 2500 g/mol, relación carboxilato/éster = 3) a la mezcla seca respectiva como se indica en la tabla 1 a continuación junto con los aditivos de la tabla 1 a continuación y con 800 g de agua y se continuó mezclando durante 2 minutos. El tiempo total de mezclado fue de aprox. 3 minutos.

Tabla 1

Ejemplo	1 (Ref)	2 (Ref)	3 (Ref)	4	5	6 (Ref)	7 (Ref)
Mezcla seca	1	2	2	2	2	2	2
peso de la mezcla seca [g]	4850	4950	4950	4950	4950	4950	4950
Antiespumante D [g]			25*	25*	25**	25**	
SAP [g]				10	10		10

NPG [g]							25
Espesante [g]			5***			5***	

NPG: neopentilglicol (Sigma Aldrich, 99 % de pureza)

SAP: Starvis S5514F

* mezcla de aceite mineral y aceite de silicona con sílice hidrofóbica

** 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol etoxilado

5 *** metilhidroxietilcelulosa

Los ejemplos 4 y 5 de la tabla 1 anterior corresponden a la presente invención. Los ejemplos 1-3 y 6-7 son ejemplos comparativos que no están de acuerdo con la presente invención.

La siguiente tabla 2 ofrece una descripción general de los resultados.

La contracción lineal se midió de acuerdo con EN 12617-4 en prismas de 40 x 40 x 160 mm
dentro de las 8 y 16 h de mezclarse con agua.

Tabla 2

Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7
Contracción lineal a 8 h [$\mu\text{m}/\text{m}$]	-936	-607	-790	-230	-850	-1880	- 950
Contracción lineal a 16 h [$\mu\text{m}/\text{m}$]	-948	-612	-638	+100	-700	-1581	-1020

n.m.: no medido

Como puede verse a partir de los resultados anteriores, el ejemplo inventivo 4 muestra una
contracción lineal reducida en comparación con los ejemplos comparativos 1-3. También el
ejemplo inventivo 5 muestra una contracción menor en comparación con los ejemplos
comparativos 1 y 6.

El ejemplo comparativo 7 muestra que el uso de neopentilglicol, un ejemplo de un alquilenglicol,
no puede reducir la contracción.

Ejemplos 8 - 9

Se mezclaron 450 g de cemento Portland blanco (CEM I, 52,5 N), 30 g de cemento
sulfoaluminato de calcio (Denka CSA# 20), 195 g de arena fina de cuarzo (tamaño de partícula

0,075 - 0,3 mm), 435 g de arena de cuarzo (tamaño de partícula 0,06 - 0,8 mm), 364 g de carbonato de calcio (tamaño medio de partícula 50 μm) y 2,25 g de un policarboxilato de éter en polvo (cadena principal de poliácrlato con $M_n = 5000$ g/mol, cadena lateral de PEG terminada en Me con $M_n = 2700$ g/mol, relación carboxilato/éster = 5,6) en una mezcladora Hobart durante 1 minuto a 23 °C y 50 % de humedad relativa para hacer una mezcla seca. Los aditivos de la tabla 3 siguiente se añadieron a la mezcla seca junto con 240 g de agua y se continuó mezclando durante 2 minutos. El tiempo total de mezclado fue de aprox. 3 minutos.

Tabla 3

Ejemplo	8 (Ref)	9
Antiespumante D [g]	7,5*	7,5*
SAP [g]		1
Espesante [g]	3** 0,15***	0,04** 0,15***

SAP: Starvis S5514F

* 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol etoxilado

** metilhidroxietilcelulosa

*** Kelco-crete® D-GF [g]

Como puede verse en las figuras 1 y 2, el ejemplo 8, que no está de acuerdo con la presente invención, muestra grietas. Mientras que el ejemplo 9, que está de acuerdo con la presente invención, no muestra grietas.

Ejemplos 10 - 11

Los ejemplos 10 y 11 se prepararon de la misma manera que el ejemplo 4. Sin embargo, las cantidades de **SAP** y antiespumante **D** se ajustaron como se puede ver en la tabla 4 a continuación. El ejemplo 10 es una referencia que no es según la presente invención mientras que el ejemplo 11 es según la presente invención. La prueba de contracción lineal de los ejemplos 10 y 11 se realizó como se describe anteriormente y los resultados se incluyen en la tabla 4. Estos resultados muestran que el ejemplo inventivo 11 muestra una baja contracción

lineal mientras que el ejemplo comparativo 10, donde la relación en peso de **SAP** al antiespumante **D** está fuera del intervalo preferido, muestra una alta contracción lineal.

Tabla 4

Ejemplo	10 (Ref)	11
Mezcla seca	2	2
peso de la mezcla seca [g]	4950	4950
Antiespumante D [g]	10*	75*
SAP [g]	40	10
Contracción lineal a 16 h [$\mu\text{m}/\text{m}$]	-1654	-736