

MATERIAL MOLDEABLE CON BASE EN UN
AGLUTINANTE CEMENTOSO CON RESISTENCIA A LA CONTRACCIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se relaciona con diseños de mezcla de concreto o mortero que contienen un sistema de curado interno con base en un aditivo especial para reducir la contracción (secado plástico y autógeno) y evita la formación de grietas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La formación de grietas debido a la contracción de los concretos durante la hidratación y endurecimiento son un fenómeno común en el concreto y pueden ser estructurales (las
15 cuales ponen en peligro la seguridad y durabilidad de la construcción, presentándose debido a un diseño incorrecto de la mezcla, errores durante la construcción y/o sobrecarga) o no estructurales (que no comprometen la seguridad de la construcción, principalmente debido a tensiones inducidas
20 internamente). Sin embargo, incluso se debe evitar el agrietamiento no estructural, debido a que la penetración de humedad a través de estas grietas puede dar por resultado en la corrosión de la estructura, dando por resultado en una estructura más débil y con estética deficiente.

Los cambios térmicos, viento, reacciones químicas o diferencia de humedad, por ejemplo, provocan tensión interna en la estructura de concreto, conduciendo a ajustes dimensionales, por ejemplo la contracción del concreto; cuando el movimiento del ajuste se restringe, se pueden formar grietas.

En el concreto se pueden presentar diversos tipos de contracción, a saber:

- Contracción plástica que es la contracción volumétrica que experimenta el concreto después de ser colocado, todavía en estado fresco (o plástico), antes del fraguado. Si la superficie de concreto pierde agua de secreción más rápido que la velocidad de secreción, se seca más rápido, dando por resultado en una tensión que conduce a grietas.

- Contracción por secado, provocada por la pérdida de agua en exceso. La reacción química que provoca que el concreto vaya de un estado líquido o plástico en un estado sólido (hidratación) consume agua. Para asegurar la funcionalidad del concreto fresco, un procedimiento normal es agregar a la mezcla de concreto una mayor cantidad de agua que la estrictamente necesaria para el proceso de hidratación. Esta agua en exceso no formará parte del producto hidratado y escapará hacia la red mientras que el

producto se hace rígido, conduciendo a la contracción del concreto. La superficie y/o restricciones internas, tales como, por ejemplo, el refuerzo en uso, el encofrado, el subgrado, etc., provocan diferentes velocidades de contracción y
5 estrés tensional en diferentes direcciones, lo cual por último conduce al agrietamiento del concreto.

- Contracción autógena que se presenta a bajas proporciones de agua a aglutinante, menos de aproximadamente 0.42. A esta baja proporción de agua/aglutinante, toda el
10 agua se utiliza rápidamente en el proceso de hidratación, creando un déficit de agua que conduce a la apariencia de capilares finos. La tensión superficial dentro de los capilares puede conducir a agrietamiento.

- Contracción térmica, que se explica sobre la
15 premisa de que los sólidos se expanden con calentamiento y se contraen con enfriamiento. Cuando tienen libertad para deformarse, el concreto se expandirá o contraerá debido a oscilaciones de la temperatura. Si la estructura de concreto se mantiene en su lugar o se restringe, por ejemplo, mediante
20 un refuerzo interno, los cambios de temperatura pueden crear estrés y provocar que el concreto se agriete.

- Contracción por gasificación, que se presenta cuando el concreto se expone a CO_2 atmosférico. El CO_2 reacciona con el cemento hidratado, a saber con Ca(OH)_2 que

se convierte a CaCO_3 . Esta reacción, denominada gasificación, conduce a un aumento en el peso del concreto y a su contracción.

El proceso de curando es un paso esencial cuando se
5 coloca el concreto. La reacción química que provoca que el concreto vaya de un estado líquido o plástico en un estado sólido (hidratación) consume agua. Aunque el contenido teórico mínimo de agua con respecto a la cantidad de cemento es del 25% en peso, se utiliza un ligero exceso para mejorar
10 la funcionalidad del producto. Sin embargo, el exceso de agua es perjudicial para el producto final. Antes del endurecimiento, el concreto está lleno de agua, que se rellena en el espacio entre los ingredientes sólidos, haciendo que el bloque tenga cierto tamaño. A medida que la
15 pasta de cemento hidratado pierde humedad de sus poros, el bloque se hace más pequeño. Si se utiliza en la mezcla un exceso de agua, la contracción será mayor distinta si se utiliza la cantidad correcta de agua. La contracción es la causa principal del agrietamiento, debido a que creará
20 fuerzas en el concreto que arrastrará el bloque, provocando que sucedan grietas.

Por lo tanto, se necesita un curando adecuado del concreto para evitar el secado rápido del producto y por consiguiente evitar la formación de grietas. El curado evita

la pérdida de agua y se realiza normalmente al rociar o salpicar agua sobre la superficie del concreto durante días para asegurar que la superficie esté permanentemente húmeda o al cubrir la superficie con una película impermeable al agua.

5 Esto evita que la humedad del concreto se evapore, contribuyendo a la ganancia de resistencia del producto y evita la aparición de grietas, sin embargo estas operaciones consumen tiempo y son costosas.

Diversos factores impactan la contracción, por ejemplo:
10 el contenido de cemento y agua, el tamaño de los agregados, la proporción de agregado a cemento, finos excesivos, combinaciones, composición del cemento, temperatura, humedad, proceso de curado, etc.

En particular, los denominados aditivos para reducir la
15 contracción y para compensar la contracción han probado ser eficientes contra la contracción por secado. Mientras que los aditivos para reducir la contracción se cree que reducen la contracción al modificar la tensión superficial del agua en los poros capilares, los materiales para compensar la
20 contracción ayudan a que el concreto se expanda al mismo volumen que la contracción por secado los contrae a través de reacciones químicas específicas, la más relevante que conduce a la formación de etringita o hidróxido de calcio.

En la técnica anterior ya se han descrito materiales

para compensar la contracción y aditivos para reducir la contracción. Mientras que los primeros normalmente se basan en sulfoaluminato de calcio o aluminato de calcio y óxido de calcio, los últimos normalmente se basan en alquiléteres de polioxialquileo o propilenglicol. También se ha mostrado que el uso de fibras y polímeros súper-absorbentes (SAPs) son efectivos contra la contracción del concreto, los últimos también son útiles en las mezclas de concreto de alto desempeño que utilizan bajas proporciones de agua a aglutinante para evitar una contracción autógena.

Para reducir la contracción se han utilizado diversas tecnologías, utilizando químicos o fibras o mezclas de los mismos. Por ejemplo, el uso de fibras (fibras de celulosa, fibras de polietileno, fibras de polipropileno, etc.) se ha utilizado en la industria del concreto desde hace muchos años.

Más recientemente, se ha descrito la combinación de un agente para reducir la contracción o para compensar la contracción y fibras (W02011053103). La W0'103 describe principalmente el uso de fibras y etilenglicol. La patente EP1911731 describe un material cementoso que contiene reductores de la contracción con base en todo tipo de glicoles en combinación con tensioactivos fluorados que se dirigen a reducir la tensión superficial del agua. La

US5622558 describe aditivos para reducir la contracción por seco con base en mezclas de alquilenglicoles o alquilenglicoles condensados solubles en agua y humo de sílice. La US6468344 describe una mezcla cementosa que
5 contiene al menos un agregado que incluye un agente de curado que incluye polietilenglicol con un peso molecular de 200 a 10'000 o metoxipolietilenglicoles con una clasificación de peso molecular de 350-10'000 y una cera de parafina. La proporción en peso entre los glicoles y la cera (en contenido
10 de sólidos secos) son de 1:3 a 1:12.

Todos estos sistemas pueden impactar negativamente la reología y propiedades del concreto endurecido final y no han probado ser eficientes bajo condiciones severas de calor y secado a las cuales se puede colocar el material moldeable
15 colocado (pavimento, pisos, bloques, etc.). La US6468344 por ejemplo no expone las muestras a secado intensivo y los resultados sólo se evaluaron utilizando una medición de la propiedad de pérdidas de humedad y resistencia. Tanto en la US6468344 como en la EP1911731, no se demostró la resistencia
20 al agrietamiento por contracción ya que las pruebas no se seleccionaron para favorecer la aparición de grietas (deformación restringida o diferencial bajo condiciones severas) y principalmente se realiza sobre pastas de cemento.

Por lo tanto existe una necesidad real por superar las

carencias de la técnica anterior y desarrollar productos resistentes a la contracción novedosos, que cubran una amplia gama de aplicaciones en morteros y concretos y una amplia gama de consistencias (de F2 a SF3).

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Los inventores actualmente han desarrollado un material novedoso a base de cemento moldeable para reducir la contracción y evitar la formación de grietas y cubrir una
10 amplia gama de aplicaciones en morteros y concretos y una amplia gama de consistencias (de F2 a SF3). Para esto, la presente invención describe un sistema de curado interno novedoso, que evita el uso de polímeros grandes similares a PEG o MPEG con muy altos pesos moleculares que puedan
15 interactuar con aditivos súper-plastificantes y experimentar problemas de solubilidad por ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Definiciones

20 En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Aglutinante hidráulica", se refiere a un material con propiedades de cementación que se fragua y endurece debido a la hidratación incluso bajo el agua. Los aglutinantes hidráulicos producen hidratos de silicato d calcio también

conocidos como CSH.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Cemento", se refiere a una aglutinante que se fragua y endurece y a la vez aporta materiales. El cemento más común
5 es el cemento Portland (OPC) normal y una serie de cementos Portland combinados con otros materiales cementosos.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Cemento Portland normal", se refiere a un cemento hidráulico hecho a partir de la molienda de escoria de hulla con yeso.
10 El cemento Portland contiene fases de silicato de calcio, aluminato de calcio y ferroaluminato de calcio. Estas fases minerales reaccionan con agua para producir resistencia.

En el sentido en el que se utiliza en la presente "Escoria de hulla Portland", se refiere al componente básico
15 del cemento producido mediante el horno para la fabricación de escoria de hulla, sin ninguna adición de yeso, piedra caliza o cualesquiera otros materiales cementosos.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Adición mineral", se refiere a un aditivo mineral (que
20 incluye los siguientes polvos: humo de sílice, cenizas volantes, escorias) agregado al concreto para mejorar las propiedades en fresco, el desarrollo de resistencia a la compresión y mejora la durabilidad.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Humo

de sílice", se refiere a una fuente de silicio amorfo obtenido como un subproducto de la producción de una aleación de silicio y ferrosilicio. También conocido como microsílíce.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
5 "Aglutinante total", se refiere a la suma de todos los componentes cementosos (cemento, cenizas volantes, escoria, humo de sílice, etc.) en peso.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
"Volumen de la pasta", se refiere al volumen total del
10 cemento, + cenizas volantes + escoria + humo de sílice + material de relleno (micro-sílíce o micro-piedra caliza) + agua + aire ingresado (después de que se utilizan densidades en Kg/Litro: cemento tipo I 3.15 tipo II 3.0, cenizas volantes: 2.1, Escorias granuladas molidas de horno alto:
15 2.15, materiales de relleno 2.8, humo de sílice: 0.5, agua: 1).

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
"Fibras", se refiere a un material utilizado para aumentar el desempeño estructural del concreto. Por ejemplo, las fibras
20 incluyen: fibras de acero, fibras de vidrio, fibras sintéticas y fibras naturales.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
"Aluminosilicato-subproducto (Cenizas volantes-ceniza de fondo)", se refiere a uno de los componentes del aglutinante

reactivo con álcali que junto con el activador forman la pasta cementosa. Éstos son minerales ricos en alúmina y sílice en una estructura tanto amorfa como cristalina.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
5 "Puzolana natural", se refiere a un material de aluminosilicato de origen volcánico que reacciona con hidróxido de calcio para producir hidratos de silicato de calcio o CSH como se sabe en la hidratación del cemento Portland.

10 En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Material de relleno inerte", se refiere a un material que altera las propiedades físicas del concreto pero no tiene lugar en la reacción de hidratación.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
15 "Mezcla de materias primas", se refiere a un componente químico en un sistema para la formulación de aditivos de un polímero químico principal.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
"Aditivo", se refiere a un aditivo químico utilizado para
20 modificar o mejorar las propiedades del concreto en fresco y en estado endurecido. Éstos podrían ser aireantes, reductores de agua, retardadores de fraguado, aceleradores, estabilizadores, súper-plastificantes y otros.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Aire

ingresado", se refiere al volumen total de aire ingresado en el concreto mediante el aireante.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "PCE", se refiere a copolímeros de ácido policarboxílico utilizados como una clase de aditivos para cemento y concreto y son polímeros tipo peine que se basan en: una estructura polimérica hecha de ácido acrílico, metacrílico, maleico, y monómeros relacionados que se injerta con una cadena lateral de polioxialquileno tal como EO y/o PO. La injertación podría ser, de manera enunciativa, éster, éter, amida o imida.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Dispersante inicial", se refiere a un aditivo químico utilizado en las composiciones de cemento hidráulico tal como el concreto de cemento Portland, parte de la familia de plastificantes y súper-plastificantes, que permite una buena dispersión de las partículas de cemento durante la etapa inicial de hidratación.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "súper-plastificantes", se refiere a una clase de aditivo químico utilizado en las composiciones de cemento hidráulico tal como el concreto de cemento Portland que tienen la capacidad de reducir en gran medida la demanda de agua mientras que mantiene una buena dispersión de las partículas del cemento. En particular, los súper-plastificantes evitan

la agregación de partículas y mejoran las propiedades reológicas y la funcionalidad del cemento y el concreto en las diferentes etapas de la reacción de hidratación.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
5 "Concreto", se refiere a una combinación de un aglutinante hidráulico, arena, agregados finos y/o gruesos, agua. El aditivo también se puede agregar para proporcionar propiedades específicas tales como flujo, menor contenido de agua, aceleración...

10 En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Materiales de construcción moldeables", se refiere a un material cuya fluidez (con o sin vibración) permite rellenar completamente un encofrado o que será colocado en una superficie determinada.

15 En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Materiales de construcción", se refiere a cualesquiera materiales que se puedan utilizar para desarrollar un elemento o estructura de construcción. Esto incluye concreto, mamposterías (ladrillos-bloques), piedra, ICF...

20 En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Aplicaciones estructurales", se refiere a un material de construcción que tenga una resistencia a la compresión mayor de 25MPa

En el sentido en el que se utiliza en la presente,

“Funcionalidad”, se refiere a la funcionalidad de un material que se mide con una prueba de asentamiento (véase la Tabla 1: Asentamiento)

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
5 “Retención de la funcionalidad”, se refiere a la capacidad de una mezcla para mantener su funcionalidad durante el tiempo. El tiempo total requerido depende de la aplicación y el transporte.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
10 “Aditivo de curado interno”, se refiere a un agente aditivo que retiene agua y libera el agua internamente de una manera retardada al agotamiento de agua en forma compensada debido al secado.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
15 “Desarrollo de resistencia-fraguado/endurecimiento”, se refiere al inicio del tiempo de fraguado cuando el material de construcción cambia de plástico a rígido. En la etapa rígida, el material ya no se puede vaciar o mover. Después de esta fase, el desarrollo de resistencia correspondiente al
20 endurecimiento del material.

En el sentido en el que se utiliza en la presente,
“Agregados gruesos”, se refiere a un mineral natural o reciclado, fabricado con un tamaño de partícula mayor de 6 mm y un tamaño máximo menor de 32 mm (típicamente 8-16 mm, 8-25

mm, 10-32 mm, 6-16 mm, etc.).

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Agregados finos", se refiere a minerales naturales o reciclados, fabricados con un tamaño de partícula típicamente mayor de 3 mm y un tamaño máximo menor de 10 mm (típicamente 4-8 mm, 2-8 mm, 3-10 mm, etc.).

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Agregados de arena", se refiere a minerales naturales o reciclados, fabricados con un tamaño menor de 3 ó 4 mm

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Contracción", se refiere a la reducción en el volumen del concreto provocada por la pérdida de humedad a medida que el concreto se endurece o se seca. Debido a la pérdida de volumen, la contracción del concreto puede conducir, por ejemplo, a agrietamiento cuando se presenta una fricción base u otra restricción.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, la proporción de agua a aglutinante " w/b ", se refiere a la masa de agua (w) libre total en Kg dividida entre la masa total de aglutinante en Kg.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, "Aditivos para reducir la contracción", se refiere a productos destinados a reducir la cantidad de contracción que se presenta en el concreto.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, “Súper-absorbentes”, se refiere a materiales poliméricos que tienen la capacidad para absorber una gran cantidad de líquido de los entornos y conservarlo dentro de su estructura. Los mismos pueden asegurar un curando interno muy eficientemente.

Tabla 1: Consistencia del concreto a partir de la Norma europea (pruebas de asentamiento de acuerdo con EN 12350-2)

10

EN 206 2013 (§ 4.2 - tabla 3)	
Consistencia	Asentamiento [mm]
S1	10 a 40
S2	40 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5	> 220

15

Tabla 2: Consistencia del concreto fluido a partir de la Norma europea (pruebas de asentamiento de acuerdo con EN 12350-2)

20

EN 206 2013 (§ 4.2.1 tabla 6)	
Categoría	Flujo [mm]
SF1	550 - 650
SF2	660 - 750
SF3	760 - 850

La presente invención describe una solución técnica para producir diseños de mezcla de concreto o mortero (también

denominado material a base de cemento moldeable) para reducir sustancialmente el riesgo de agrietamiento relacionado con la contracción plástica y la contracción por secado, específicamente para aplicación en morteros y concreto en un
5 entorno seco y/o caliente (pavimento, concreto decorativo o morteros, bloques, grandes pisos industriales, fachadas de concreto arquitectónico, pavimentos, etc.).

Las aplicaciones requieren un diseño de concreto o morteros muy estables todavía fluidos para optimizar las
10 propiedades de auto-colocación (por ejemplo, pavimento, bloques, pavimentos, etc.).

Una desventaja principal que resuelve la invención es el riesgo de un aumento drástico de fluidez de los morteros o concretos relacionado con el uso de agentes convencionales
15 para reducción de la contracción, que conduce a riesgos importantes de segregación si la estabilidad del concreto o mortero no está equilibrada por un ajuste sustancial de la deformación elástica.

Más específicamente, la invención se relaciona con un
20 diseño de mezcla de concreto o mortero que incluye un sistema de curado interno caracterizado por la combinación de al menos 2 constituyentes principales para proporcionar un efecto combinado para reducir la contracción (contracción plástica y por secado) que actúa sobre la movilidad del agua

en el concreto o morteros mientras que proporcione propiedades reológicas en fresco que pueden variar de S2 a SF3 sin el riesgo de segregación.

El sistema de aditivos de curado interno utilizan al menos un primer componente A que es una emulsión de cera, y un segundo componente B que es un agente para reducir la contracción, de preferencia un agente para reducir la contracción a base de glicol.

Alternativamente, el sistema de curado interno puede incluir además un componente C que es un agente para retención de agua y/o un componente D adicional que es un modificador de reología.

Todos los componentes del agente de curado interno se agregan juntos en un aditivo y por separado entre sí al concreto o el mortero antes, durante o después del mezclado de los otros componentes (agua, cemento, adiciones de minerales o puzolánicos, arena, agregados finos y/o gruesos, otras aditivos similares a agentes para reducción de agua, súper-plastificantes, aceleradores, retardadores, aireantes, reductores de aire, pigmentos, fibras, etc.).

De acuerdo con una primera modalidad preferida, los componentes A, B y C opcionalmente se agregan por separado entre sí (por ejemplo, desde diferentes recipientes y almacenamientos respectivos) en forma líquida y se mezclan

con los otros constituyentes del concreto o morteros. De la misma forma se puede agregar un componente D adicional.

De acuerdo con una segunda modalidad, los componentes A, B y D se formulan como un aditivo y el aditivo se mezcla con los otros constituyentes del concreto o morteros. Al aditivo se puede agregar un componente C adicional.

De preferencia, el componente A es una emulsión de cera de parafina de una parafina combinada con ceras sintéticas de poliéter (por ejemplo, Trecycen de la Company Truebchemie, o Sasolwax 6403 Sasolwax 6070 de la company Sasol Wax GmbH) y un agente emulsionante que puede ser iónico o catiónico. Ventajosamente, la combinación entre parafina y ceras sintéticas de poliéter puede estar dispuesta de tal forma que el punto de fusión de la emulsión de cera esté por encima de 40°C, más específicamente entre 42 y 55°C.

De preferencia, el componente A es una solución que contiene el 30-60% en peso de parafina y ceras de poliéster (contenido de sólidos secos), el 2-6% en peso de emulsión (contenido de sólidos secos) y el 40-70% en peso de agua.

El fin del componente A es actuar como un agente sellante, reduciendo o evitando la pérdida de agua debido al secado del concreto o morteros al formar películas de difusión o evaporación en el interior y en la superficie del concreto o mortero.

De preferencia, el componente B del sistema de curado interno es un agente para reducir la contracción. El agente para reducir la contracción reduce la tensión superficial sobre los poros de capilaridad, reduciendo la movilidad del agua y evitando con esto una contracción dramática por secado y las grietas producidas relacionadas.

De preferencia, el componente B del sistema de curado interno es un químico a base de glicol, por ejemplo hexilenglicol, dipolipropilenglicol, dietilenglicol o una mezcla de dos o más de los mismos.

El componente C opcional del sistema de curado interno es un agente para retención de agua que evita la rápida pérdida de agua para las superficies expuestas condiciones secas.

Típicamente el agente C para retención de agua se puede seleccionar de modificadores de viscosidad (también denominados modificadores de reología). Los modificadores de reología orgánicos incluyen polisacáridos, goma de xantano, alginatos, celulosa, y goma guar. Los modificadores de reología inorgánicos incluyen arcillas de esmectita y dióxido de silicio amorfo. Otros ejemplos de modificadores de reología derivados sintéticamente incluyen polímeros de ácido acrílico y copolímeros de los mismos, polietileno y copolímeros relacionados (por ejemplo, copolímero de etilen-

vinilacetato) polímeros de óxido de alquileo y ésteres de los mismos (por ejemplo, poli(etilenglicol)éster) y copolímeros de metilviniléter/anhídrido maleico reticulados con decadieno.

5 De preferencia, el componente C es un polisacárido (celulosa, almidón, celulosa, alginato, yema de huevo, agar, arrurruz, carragenano, colágeno, gelatina, goma guar, goma welan, goma de gelano, goma de diutan, pectina de pululano y goma de xantano).

10 El efecto principal del componente C en el sistema de curado interno es retener el agua y limitar la evaporación a partir del concreto, y con esto aumentar la capacidad de retención del agua del concreto, y/o modificar la reología.

El componente D opcional del sistema de curado interno
15 es un modificador de reología.

De preferencia, el componente D es un polímero de ácido acrílico que proporciona homogeneidad y estabilidad del aditivo formulado para reducir el riesgo de segregación y separación de los ingredientes y aumentar la vida útil
20 durante el almacenamiento o un polisacárido (celulosa, almidón, celulosa, alginato, goma de welan, goma de diutan, goma de xantano, etc...).

De acuerdo con la primera modalidad preferida, los componentes del sistema de aditivos de curado interno se

agregan por separado a una mezcla de un aglutinante que contenga principalmente cemento Portland y opcionalmente adiciones minerales, arena, agua, y opcionalmente agregados finos y/o gruesos.

5 La mezcla también puede contener reductores de agua, plastificantes o súper-plastificantes, aceleradores, retardadores, aireantes, desespumantes o cualesquiera otros aditivos, fibras para refuerzo con fibras estructurales (metal, mineral, carbono, inorgánicas) u orgánicas, etc.

10 De preferencia, la mezcla producida (concreto o mortero) contiene un contenido total de aglutinante ubicado entre 290 Kg/m³ y 800 Kg/m³ con referencia al concreto o el mortero, el aglutinante total contiene al menos el 40% en peso de escoria de hulla Portland.

15 Las variaciones para la proporción de w/b (agua/aglutinante) se ubican ente 0.25 y 0.7. Típicamente, se utilizan altos valores de la proporción w/b (por encima de 0.4) para pavimentos y morteros, mientras que las formulaciones de concreto pueden tener una proporción de w/b
20 entre 0.25 y 0.55.

Ventajosamente, la cantidad promedio de arena típicamente está entre 500 Kg y 1600 Kg por metro cúbico de material moldeable producido en fresco

Ventajosamente, la cantidad promedio de los agregados

finos (cuando se utilizan) típicamente está entre 200 Kg y 1000 Kg, y la cantidad promedio de los agregados gruesos (cuando se utilizan) típicamente está entre 250 Kg y 900 Kg, por metro cúbico de material moldeable producido en fresco.

- 5 En la primera modalidad preferida, los 2 componentes A, y B del sistema de curado interno se utilizan respectivamente en aplicaciones de concreto de mortero con la siguiente dosificación expresada en variaciones de contenido de sólidos secos en % en peso del aglutinante total.

10

Componente A (de emulsión de cera): 0.04% en peso al 1.35% en peso

- 15 Las dosificaciones mayores en la cera comenzarán a afectar el desarrollo de resistencia (reduciendo la resistencia final) y las dosificaciones menores no tendrán ningún efecto sustancial sobre el curado interno.

Componente B (reductor de contracción): 0.1% en peso al 3% en peso

- 20 Las dosificaciones mayores en el reductor de contracción comenzarán a afectar el desarrollo de resistencia (reduciendo la resistencia final) así como el tiempo de fraguado (prolongado) y las dosificaciones menores no tendrán ningún efecto sustancial sobre el curado interno.

La concentración del componente C opcional típicamente se ubica en la siguiente variación:

Componente C (agente para retención de agua): 0.0025% en peso al 0.20% en peso

- 5 Mayores dosificaciones en los componentes C comenzarán a afectar sustancialmente la consistencia del material moldeable preparado y valores menores tendrán un efecto complementario bastante limitado sobre la retención de agua.

10 La concentración del componente D opcional típicamente se ubica en la siguiente variación:

Componente D (ácido acrílico modificador de reología) 0.000075% en peso al 0.01% en peso,

Componente D (polisacárido modificador de reología) 0.0005% en peso al 0.02% en peso.

- 15 Las mayores dosificaciones pueden afectar la consistencia del material a base de cemento moldeable y afectarán el tiempo de fraguado.

De acuerdo con la segunda modalidad preferida, la invención se relaciona con un material moldeable a base de
20 aglutinantes de cemento (morteros o concreto) que contiene al menos un aglutinante, opcionalmente arena con adiciones minerales, opcionalmente agua, agregados finos y/o gruesos y una aditivo formulado que contenga todos los ingredientes del sistema de curado interno.

La mezcla moldeable también puede contener reductores de agua, plastificantes o súper-plastificantes, aceleradores, retardadores, aireantes, desespumantes o cualesquiera otros aditivos, así como un refuerzo de fibra estructural (metal,
5 mineral, carbono, inorgánico) o fibras orgánicas, etc.

En esta segunda modalidad, el sistema de curado interno está disponible como los aditivos estables formulados, que contienen al menos los siguientes componentes: A (emulsión de cera), B (agente para reducir la contracción a base de
10 glicol) y D (modificador de reología), con agua, y opcionalmente un componente C (agente para retención de agua).

El producto formulado contiene un primer componente A. de preferencia, el componente A es una emulsión de cera de
15 parafina combinada con ceras sintéticas de poliéter y un agente emulsionante. Ventajosamente, la combinación entre parafina y ceras sintéticas de poliéster puede estar dispuesta de tal forma que la fusión de la cera esté por encima de 40°C, más específicamente entre 45 y 55°C.

20 En esta segunda modalidad, la emulsión de cera (componente A) se puede tratar primero con NH_3 para neutralizar la naturaleza aniónica de la cera en la emulsión y/u obtener una cera cargada catiónica en la emulsión; el pH de una emulsión de cera en esta segunda modalidad preferida

ventajosamente se ubica entre 9-11.

El producto formulado contiene un segundo componente B que es un agente para reducir la contracción a base de glicol (hexilenglicol, dipolipropilenglicol, dietilenglicol, o una
5 mezcla de dos o más de los mismos).

El producto formulado contiene también un tercer componente D (modificador de reología) que típicamente se selecciona a partir de modificadores de reología derivados sintéticamente que incluyen polímeros de ácido acrílico y
10 copolímeros de los mismos, polietileno y copolímeros relacionados, por ejemplo copolímero del acetato etilenvinílico) polímeros de óxido de alquileo y ésteres de los mismos (por ejemplo, poli(etilenglicol)éster) y copolímeros de metilviniléter/anhídrido maleico reticulados
15 con decadieno o polisacáridos (celulosa, almidón, celulosa, alginato, yema de huevo, agar, arrurruz, carragenano, colágeno, gelatina, goma guar, goma de welan, goma de gelano, goma de diutan, pectina de pululano y goma de xantano, etc.).

El producto formulado que contiene el sistema de curado
20 interno también contiene agua.

Ventajosamente, el componente D del sistema de curado interno formulado es un polímero de ácido acrílico que proporciona homogeneidad y estabilidad de la mezcla formulada para reducir el riesgo de segregación y separación de los

ingredientes y aumentar la vida útil durante el almacenamiento o un polisacárido (celulosa, almidón, celulosa, alginato, goma de welan, goma de diutan, goma de xantano, etc.).

- 5 Opcionalmente, el producto formulado también puede contener un componente C adicional (un agente para retención de agua) que es un polisacárido.

En la segunda modalidad preferida, los componentes del sistema de aditivos de curado interno se agregan como un
10 aditivo líquido formulado que contiene todos los componentes del sistema de curado interno a una mezcla de aglutinantes que contienen principalmente cemento Portland y opcionalmente adiciones minerales, arena, agua, y opcionalmente agregados finos y/o gruesos.

- 15 La mezcla moldeable principal también contiene reductores de agua, plastificantes o súper-plastificantes, aceleradores, retardadores, aireantes, desespumantes o cualesquiera otros aditivos.

De preferencia, la mezcla moldeable contiene una
20 cantidad total de aglutinante ubicada entre 290 Kg/m³ y 800 Kg/m³ de material moldeable producido en fresco (por ejemplo, concreto o mortero). De preferencia, el aglutinante total contiene al menos el 50% en peso de escoria de hulla Portland.

Las variaciones para w/b (proporción de agua/aglutinante) se ubican entre 0.25 y 0.7. Típicamente, se utilizan altos valores de la proporción w/b (por encima de 0.4) para pavimentos y morteros, mientras que los diseños de
5 mezcla de concretos pueden tener una proporción de w/b ubicada entre 0.25 y 0.55.

La cantidad promedio de arena típicamente se ubica entre 500 Kg y 1600 Kg por metro cúbico de material moldeable producido en fresco.

10 Ventajosamente, la cantidad promedio de agregados finos (cuando se utilizan) típicamente se ubica entre 200 Kg y 1000 Kg, y la cantidad promedio de agregados gruesos (cuando se utilizan) típicamente se ubica entre 250 Kg y 900 Kg, por metro cúbico de material moldeable producido en fresco.

15

EN EL ADITIVO FORMULADO

Ventajosamente, los diversos componentes de sistema de aditivos formulados se dosifican en un aditivo líquido a base de agua donde el contenido en seco de sólidos de los
20 ingredientes con respecto al agua se ubica entre el 35% y el 80% en peso, de preferencia entre el 45% y el 75% en peso y de mayor preferencia entre el 50% y el 70% en peso, para limitar la cantidad de agua y los costos correspondientes de transporte y el producto formulado. Dosificaciones mayores

conducirán a una inestabilidad del aditivo formulado que tenderá a segregarse rápidamente.

Ventajosamente la proporción de contenido de sólidos secos entre los componentes A y el componente B en peso
5 típicamente se ubica entre 0.2 y 1.0.

Exceder la proporción de contenido de sólidos secos de A/B por encima de 1.0 no representa ventaja adicional en los términos de curado interno y puede afectar en el desarrollo de resistencia dependiendo de la dosificación del producto
10 formulado en el concreto o mortero y proporcionará la inestabilidad del aditivo formulado.

La dosificación del componente D (contenido de sólidos secos) en peso del aditivo total que contiene el agua y todos los componentes (del aditivo del agente de curado interno) se
15 ubica entre el 0.015% en peso y el 0.2% en peso, si se basa en el polímero de ácido acrílico, o entre el 0.1% en peso y el 0.4% en peso si se basa en polisacáridos (por ejemplo, goma de xantano).

La dosificación del componente C opcional (contenido de
20 sólidos secos) en peso del producto de aditivo formulado total que contiene el agua y todos los componentes se ubica entre el 0.05% en peso y el 1.5% en peso.

La dosificación también se expresa con respecto al volumen de la pasta de cemento en gramos/litro de la pasta

como se mostrará en los ejemplos.

EN EL DISEÑO DE LA MEZCLA (material a base de cemento moldeable)

5 En la segunda modalidad preferida, los 3 componentes A, B y D del sistema de curado interno se utilizan respectivamente en aplicaciones de concreto y mortero con la siguiente dosificación expresada en variaciones del contenido de sólidos secos en % en peso del aglutinante total.

10 Componente A (emulsión de cera): 0.04% en peso al 1.35% en peso

 Componente B (reductor de contracción): 0.1% en peso al 3% en peso

15 Componente D1 (ácido acrílico del modificador de reología): 0.000075% en peso al 0.01% en peso.

 Componente D1 (polisacárido del modificador de reología): 0.0005% en peso al 0.02% en peso.

20 Ventajosamente, en la segunda modalidad preferida, la cantidad del componente C opcional típicamente se ubica en la siguiente variación (expresada en variaciones de contenido de sólidos secos en % en peso del aglutinante total):

 Componente C (agente para retención de agua): 0.0025% en peso al 0.20% en peso.

 El aditivo formulado de acuerdo con la segunda modalidad

preferida de la invención se puede preparar en plantas convencionales para mezclado de aditivos. Ventajosamente, la secuencia de mezclado tiene las siguientes características:

1. El agua y el modificador de reología D se mezclan
5 primero juntos durante un lapso T1, luego se agrega la emulsión de cera (componente A) y se mezcla con la pre-mezcla de agua y el modificador de reología D durante un lapso T2, luego se agrega a la pre-mezcla de agua el componente B (agente para reducir la contracción a base de glicol), D y A
10 se mezclan durante un lapso T3. Opcionalmente, se puede agregar el componente C al inicio del lapso T1, después de que se haya agregado al agua el componente D.

De preferencia, para proporcionar la mejor estabilidad del producto e intensificar el tiempo durante el cual el
15 producto se pueda almacenar sin segregación, los diversos lapsos son los siguientes:

T1 de 45 minutos a 100 minutos;

T2 de 15 minutos a 45 minutos;

T3 de 15 a 45 minutos.

20 El lapso de mezclado T1 es el lapso más importante que es necesario se debe respetar para permitir que la formulación sea homogénea y estable. La inestabilidad proporcionará una separación de los constituyentes (segregación) y el aditivo ya no se utilizará por el riesgo

de errores de dosificación.

EJEMPLOS

Los ejemplos 1-10 se proporcionan para pavimento de
5 concreto y mortero de acuerdo con la primera y segunda
modalidades de la invención y los morteros (utilizando
respectivamente los componentes del sistema de curado interno
por separado o formulados en un aditivo).

Los cementos utilizados son el cemento Portland tipo I,
10 II (Normas EN). La arena, los agregados de tamaño fino y los
agregados de tamaño grande ya sea son redondos o triturados.

Los morteros se han mezclado utilizando mezcladoras para
mortero EN y las muestras de concreto se han mezclado
utilizando mezcladoras convencionales de concreto con
15 capacidad de 10 litros hasta 1 metro cúbico.

Las mediciones de flujo se realizaron en prueba de cono
y una placa metálica de propagación estándar.

Las mediciones de resistencia sobre los morteros se
realizaron en muestras estándar de 4 x 4 x 16 cm y las
20 muestras de concreto se probaron en cubos (15 x 15 x 15 cm) o
cilindros (diámetro 15 cm, altura 30 cm).

El comportamiento de auto-curado o la resistencia a la
contracción se midió utilizando pruebas de agrietamiento.

La prueba de grieta llevada a cabo en los siguientes

ejemplos fue una modificación de la norma ASTM C1579-2006 y se muestra en la Tabla 3.

La prueba de grieta es una evaluación de la contracción plástica del mortero o concreto en condiciones severas de curado: alta temperatura (aproximadamente 40°C) y ambiente seco (11-15% de RH) y fuerte ventilación forzada (aproximadamente 5 m/seg).

La prueba se realizó al moldear un concreto o un mortero en un molde de 38 cm x 24 cm x 17.7 cm (7 in) y colocar el molde en un cajón para alta temperatura de madera (cámara ambiental) durante 24 horas. En el fondo del molde se colocó un aumentador de tensión, hecho de acero, con restricción interna.

Antes de colocar los moldes en el cajón para alta temperatura, se tiene que realizar un terminado superficial, normalmente mediante un mortero o una superficie rígida de metal.

En el cajón para alta temperatura, se utilizaron dos ventiladores de calentamiento para producir una temperatura de aproximadamente 40°C y una velocidad de aire de aproximadamente 5 m/seg sobre la superficie superior de los moldes colocados en el interior.

Después de 24 h desde el mezclado inicial se registró en el área de las grietas que se forman sobre la superficie. Se

midieron la longitud y la anchura de las grietas para calcular el área de las grietas.

En lugar de registrar el área de las grietas, se puede medir la anchura mínima y máxima de la grieta central, lo cual proporciona una variación de la anchura que apareció sobre la superficie del mortero/concreto.

En la Tabla 3 se muestra la comparación de la prueba de grieta modificada con la norma.

Tabla 3: Descripción de la prueba de grieta modificada utilizada para caracterizar la resistencia a la contracción y el efecto del sistema de curado interno

	ASTM C1579	Prueba de grieta modificada
Uso	Concreto reforzado con fibra (FRC)	Todos los tipos de mortero y concreto
Dimensión de los paneles de prueba	2 veces 56x 35.5x 10 cm	3 veces 38x 24x 7 cm o 1 vez 77x 44x 7cm
Altura de mayor tensión	6.35 cm	4.50 cm
Cajón para alta temperatura	Sistemas para monitorear la velocidad de evaporación, el flujo de aire, el tiempo de fraguado Cajón para alta temperatura para 2 paneles de prueba	Sistemas sin monitoreo Cajón para alta temperatura para 3 paneles de prueba
Temperatura	36°C	42°C
Humedad relativa	30%	10%

5

10

Velocidad del viento	Para tener una velocidad de evaporación de 1.0 Kg/m ² xh	5-7 m/s
Procedimiento	La prueba se detiene al final del tiempo de fraguado y los paneles de prueba se almacenan hasta 24 h a 20°C bajo hojas de plástico.	La prueba se detiene a las 24h.
Resultados	Proporción de reducción del agrietamiento CRRR) a las 24 h: $(1 - ((\text{anchura promedio de la grieta de la mezcla de FRC}) / (\text{anchura promedio de la grieta de la mezcla control}))) \times 100$	Variación de anchura del agrietamiento a las 24 h

La prueba de anillo t es una modificación de la prueba de anillo estándar: ASTM C1581-04.

Este método determina la edad del agrietamiento y las características de estrés tensional inducido de los ejemplares de mortero y concreto bajo contracción restringida.

Una muestra de mortero o concreto recién mezclado se compacta en un molde circular alrededor de un anillo de acero. El comportamiento de contracción restringida del concreto o mortero desde el tiempo del desmoldeo se monitorea continuamente mediante un sistema de extensómetros que mide la deformación del material en el momento. El agrietamiento del ejemplar de prueba se indica por una variación repentina

del valor de desplazamiento registrado por los extensómetros.

La edad en el agrietamiento indica la resistencia de los materiales hasta el agrietamiento bajo una contracción restringida.

- 5 La prueba permite una medición de la deformación del material acoplada con el comportamiento del agrietamiento.

El aparato utilizado es un molde de acero que consiste de una base de acero, un anillo de acero interno y un anillo externo (compuesto de 2 partes).

10

Para el mortero:

Molde: espesor de 16 mm;

Anillo interno: diámetro interno de 106 mm; diámetro externo de 130 mm; altura de 67 mm;

- 15 Base de acero: diámetro interno de 82 mm; diámetro externo de 162 mm; altura de 20 mm;

Anillo externo: diámetro interno de 162 mm; altura de 87 mm.

20

Para el concreto:

Molde: espesor de 40 mm;

Anillo interno: diámetro interno de 294.6 mm; diámetro externo de 320.1 mm; altura de 165 mm

Base de acero: diámetro interno de 400.1 mm; diámetro

externo de 460 mm; altura 15 mm

Anillo externo: diámetro interno de 400 mm; altura de 165 mm.

5 Procedimiento utilizado:

- Engrasar la superficie de los moldes y moldear el material en los mismos.
- En el momento de desmoldar, retirar las dos partes del anillo externo y la base del molde del anillo de concreto
10 o mortero.
- Sellar la parte inferior del anillo con cera de parafina o una cinta adhesiva de hoja de aluminio.
- Colocar el anillo en un soporte plano y pegar los indicadores (2-3).
- 15 - Sellar la parte superior con mismo agente de sellando utilizado para el fondo. Esta operación permite tener el secado del material únicamente desde la superficie externa del anillo.
- Iniciar el registro de los indicadores (una
20 medición cada 5-30 minutos).
- Una disminución repentina en la medición de desplazamiento indica agrietamiento. La disminución repentina por lo general es de aproximadamente 10 micras de desplazamiento para el ejemplar de mortero y de

aproximadamente 2-6 micras de desplazamiento para el ejemplar de concreto.

- la pruebas se detiene a los 28 días si no se detectaron grietas.

5 Los ejemplos se proporcionan con diversos contenidos de aglutinantes y diversas dosificaciones de los componentes del sistema de curado interno y diversos tipos y contenidos de agregados. Para cada ejemplo proporcionado, también se probó que el mismo diseño de mezcla que todavía no contiene el
10 sistema de curado interno tiene una referencia para cada uno de los ejemplos.

Los ejemplos muestran diseños típicos de mezclas para desarrollar un material a base de cemento moldeable expuesto (pavimentos, paredes, bloques, fachadas, pisos, etc.).

15 Ejemplo 1: Formulación de Mortero con y sin un sistema de curado interno (componentes del sistema A y B agregados por separado entre sí al material a base de cemento moldeable)

20

EJEMPLO 1				
Material	Unidad	Referencia 1-1	Ejemplo 1-1	Ejemplo 1-2
Cemento	kg/m ³ de material moldeable	450	450	450
Tipo de cemento	-	Tipo I	Tipo I	Tipo I
Contenido de cenizas volantes	kg/m ³ de material moldeable	0	0	0

25

5	Contenido total de aglutinante	kg/m³ de material moldeable	450	450	450
	Agua total	kg/m³ de material moldeable	225	201	201
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m³ de material moldeable	0.5	0.45	0.45
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	367	343	343
10	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	1.1	1.3	1.3
	Otros	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0	0
15	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.4	0.35
	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0.8	0.53
20	Tipo glicol B	-	-	Hexileno	Hexileno

5	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0	0
	Tipo de retención de agua	-	-	-	-
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0	0
10	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	-	-
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1350	1350	1350
	Grava de agregados finos 4/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0	0
15	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0	0
	Resultados				
	Medición	Unidad	Valor	Valor	valor
20	Flujo de asentamiento	mm	160	160	160
	Resistencia a los 28 días	mm	-	-	-
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	horas	16	41	30

Ejemplo 2: Formulación de concreto con y sin un sistema de curado interno (componentes A y B agregados por separado entre sí al material a base de cemento moldeable)

EJEMPLO 2			
Material	Unidad	Referencia 2-1	Ejemplo 2-1
Cemento	kg/m ³ de material moldeable	350	350
Tipo de cemento	-	Tipo II	Tipo II
Contenido de cenizas volantes	kg/m ³ de material moldeable	0	0
Contenido total de aglutinante	kg/m ³ de material moldeable	350	350
Agua total	kg/m ³ de material moldeable	191	191
w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m ₃ de material moldeable	0.5	0.5
Volumen de la pasta	Litros/m ³ de material moldeable	307	307
Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0.8	0.8
Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.08
Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0.28
Tipo glicol B	-	-	Hexileno
Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0
Tipo de retención de agua	-	-	-

5	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	-
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1120	1120
	Grava de agregados finos 4/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	448	448
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	672	672
10	Resultados			
	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Flujo de asentamiento/Clase	Mm/-	550/SF1	620/SF1
	Resistencia a los 28 días	mm	64	63.5
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	horas	174	> 600

Ejemplo 3: Formulación de concreto con y sin un sistema de curado interno (componentes A y B agregados por separado entre sí al material a base de cemento moldeable)

20	EJEMPLO 3			
	Material	Unidad	Referencia 3-1	Ejemplo 3-1
	Cemento	kg/m³ de material moldeable	450	450
	Tipo de cemento	-	Tipo I	Tipo I

5	Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	0	0
	Contenido total de aglutinante	kg/m³ de material moldeable	450	450
	Agua total	kg/m³ de material moldeable	225	200
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m³ de material moldeable	0.5	0.44
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	367	343
10	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	1.1	1.75
	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.55
	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0.6
15	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.07
	Tipo de retención de agua	-	-	Polisacárido
20				

5	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	-
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1350	1350
	Grava de agregados finos 4/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
10	Resultados			
	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Flujo de asentamiento	mm	160	160
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	horas	16	49

- 15 Ejemplo 4: Formulación de pavimento con y sin un sistema de curado interno (componentes A y B agregados por separado entre sí al material a base de cemento moldeable)

20	EJEMPLO 4			
	Material	Unidad	Referencia 4-1	Ejemplo 4-1
	Cemento	kg/m³ de material moldeable	500	500
	Tipo de cemento	-	Tipo II	Tipo II
	Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	300	300
25	Contenido total de aglutinante	kg/m³ de material moldeable	800	800

5	Agua total	kg/m³ de material moldeable	320	320
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m³ de material moldeable	0.4	0.4
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	637	637
	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de sólidos secos del contenido total de aglutinante	0.5	0.5
	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de sólidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.4
10	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de sólidos secos del contenido total de aglutinante	0	1.39
	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de sólidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.2
15	Tipo de retención de agua	-	-	Polisacárido
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de sólidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	-
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1140	1140
20	Grava de agregados finos 4/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0

Resultados			
Medición	Unidad	Valor	Valor
Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	días	3	> 28
5 Prueba de grieta por contracción plástica	Presencia de grietas/anchura de la grieta (mm)	Sí/1.8	No

Ejemplo 5: Formulación de concreto con y sin un sistema de curado interno (componentes A y B agregados por separado entre sí al material a base de cemento moldeable)

EJEMPLO 5			
Material	Unidad	Referencia 5-1	Ejemplo 5-1
Cemento	kg/m³ de material moldeable	310	310
Tipo de cemento	-	Tipo II	Tipo II
Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	80	80
15 Contenido total de aglutinante	kg/m³ de material moldeable	390	390
Agua total	kg/m³ de material moldeable	183	183
w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m3 de material moldeable	0.47	0.47
Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	326	326
20 Plastificantes/súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0.53	0.53
Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.39

5	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	1.39
	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.02
	Tipo de retención de agua	-	-	Polisa-cárido
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0
10	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	-
15	Arena	kg/m³ de material moldeable	781	781
	Grava de agregados finos 4/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	375	375
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	720	720
	Resultados			
20	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	horas	7	49
	Prueba de grieta por contracción plástica	Presencia de grietas/anchura de la grieta (mm)	SÍ/2	SÍ/0.2

Ejemplo 6: Formulación de pavimento con y sin un sistema de curado interno en un aditivo formulado (componentes A, B y D agregados conjuntamente)

EJEMPLO 6				
Material	Unidad	Referencia 6-1	Ejemplo 6-1	Ejemplo 6-2
Cemento	kg/m³ de material moldeable	375	375	375
Tipo de cemento	-	CEM I	CEM I	CEM I
Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	0	0	0
Total aglutinante	kg/m³ de material moldeable	375	375	375
Agua total	kg/m³ de material moldeable	182	182	182
w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m³ de material moldeable	0.48	0.48	0.48
Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	301	301	301
Plastificantes/ super- plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	2.15	2.15	2.15
Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.195	0.325
Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0.7	1.16
Tipo glicol B	-	-	Hexileno	Hexileno

5	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.009	0.015
	Tipo de retención de agua	-	-	Polisa-cárido	Polisa-cárido
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.00040%	0.0007%
10	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	Ácido acrílico	Ácido acrílico
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1050	1050	1050
	Grava de agregados finos 4/12.5 redondo	kg/m³ de material moldeable	729	729	729
15	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0	0
	Resultados				
	Medición	Unidad	Valor	Valor	valor
20	Flujo de asentamiento	mm	240	220	230
	Resistencia a los 28 días	Mpa	29.67	27.35	23.83
	Grieta por contracción plástica/anchura en mm	-/mm	SÍ/2	SÍ/0.2	NO/-

Ejemplo 7: Formulación de pavimento con y sin un sistema de curado interno en un aditivo formulado (componentes A, B y D agregados conjuntamente)

EJEMPLO 7				
5	Material	Unidad	Referencia 7-1	Ejemplo 7-1
	Cemento	kg/m³ de material moldeable	300	300
	Tipo de cemento	-	Tipo II	Tipo II
	Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	230	230
	Total aglutinante	kg/m³ de material moldeable	530	530
10	Agua total	kg/m³ de material moldeable	191	191
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m3 de material moldeable	0.36	0.36
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	406	406
	Polipropileno fibers	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0.17	0.17
15	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0.62	0.7
	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.42
	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	1.38
20	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0

5	Tipo de retención de agua	-	-	-
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.0015
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	Ácido acrílico
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1050	1050
	Grava de agregados finos 2/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	613	624
10	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
Resultados				
15	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Flujo de asentamiento	mm	230	220
	Resistencia a los 28 días	Mpa	27.53	26.15
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	días	7	> 28
	Grieta por contracción plástica/anchura en mm	-/mm	SÍ/0.5	NO/-
20				

Ejemplo 8: Formulación de mortero con y sin un sistema de curado interno en un aditivo formulado (componentes A, B, C y D agregados conjuntamente)

5	EJEMPLO 8			
	Material	Unidad	Referencia 8-1	Ejemplo 8-1
	Cemento	kg/m³ de material moldeable	450	450
	Tipo de cemento	-	Tipo I	Tipo I
	Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	0	0
10	Total aglutinante	kg/m³ de material moldeable	450	450
	Agua total	kg/m³ de material moldeable	199	199
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m3 de material moldeable	0.44	0.44
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	341	341
	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	1.1	1.3
15	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.26
	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0.53
	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
20	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.53
	Tipo de retención de agua	-	-	Polisacárido

5	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.0005
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	Ácido acrílico
	Arena	kg/m³ de material moldeable	1350	1350
	Grava de agregados finos 2/8 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
10	Resultados			
	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Flujo de asentamiento	mm	160	160
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	horas	25	73
	Grieta por contracción plástica/anchura en mm	-/mm	SÍ/0.5	NO/-

Ejemplo 9: Formulación de concreto con y sin un sistema de curado interno (componentes A, B, C y D) agregados conjuntamente al material a base de cemento moldeable)

EJEMPLO 9			
Material	Unidad	Referencia 9-1	Ejemplo 9-1
Cemento	kg/m³ de material moldeable	230	230

	Tipo de cemento	-	Tipo II	Tipo II
	Contenido de cenizas volantes	kg/m³ de material moldeable	110	110
	Contenido total de aglutinante	kg/m³ de material moldeable	340	340
5	Agua total	kg/m³ de material moldeable	183	184
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m³ de material moldeable	0.54	0.54
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	360	360
10	Plastificantes/ súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0.88	1.39
	Otros	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	0
	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.3
15	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	1.07
	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.014
20	Tipo de retención de agua	-	-	Polisacárido
	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.0006

5	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	Ácido acrílico
	Arena	kg/m³ de material moldeable	924	922
	Grava de agregados finos 2/8 redondos	kg/m³ de material moldeable	398	398
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	488	488
10	Resultados			
	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	días	6	15
	Prueba de grieta por contracción plástica	Presencia de grietas/anchura de la grieta (mm)	SÍ/2	NO/-

- 15 Ejemplo 10: Formulación de concreto con y sin un sistema de curado interno (componentes A, B, C y D) agregados conjuntamente al material a base de cemento moldeable)

20	Ejemplo 10			
	Material	Unidad	Referencia 10-1	Ejemplo 10-1
	Cemento	kg/m³ de material moldeable	290	290
	Tipo de cemento	-	Tipo I	Tipo I
	Material de relleno inerte	kg/m³ de material moldeable	120	120

5	Tipo del material de relleno	-	humo de sílice	humo de sílice
	Total aglutinante	kg/m³ de material moldeable	290	290
	Agua total	kg/m³ de material moldeable	205	205
	w/b	Kg/Kg de aglutinante total por m3 de material moldeable	0.71	0.71
	Volumen de la pasta	Litros/m³ de material moldeable	341	341
10	Plastificantes/súper-plastificantes	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	1.53	1.53
	Emulsión de cera a base de parafina A	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.4
	Componente a base de glicol B	% en peso de contenido de solidos secos del contenido total de aglutinante	0	1.39
15	Tipo glicol B	-	-	Hexileno
	Componente para retención de agua C	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.018
	Tipo de retención de agua	-	-	polisacárido

5	Modificador de reología D	% en peso de contenido de solidos secos, del contenido total de aglutinante	0	0.0008
	Modificador tipo de modificador de reología D	-	-	Ácido acrílico
	Arena	kg/m³ de material moldeable	836	813
	Grava de agregados finos 4/10 redondo	kg/m³ de material moldeable	846	823
	Grava de agregados gruesos 8/16 redondo	kg/m³ de material moldeable	0	0
10	Resultados			
	Medición	Unidad	Valor	Valor
	Flujo de asentamiento/Clase	mm/-	720/SF2	690/SF2
	Anillo de contracción restringida (tiempo de la grieta)	Días	14	> 28
	Prueba de grieta por contracción plástica	Presencia de grietas/anchura de la grieta (mm)	1	SÍ/0.1

Se puede observar a partir de los diversos ejemplos de los diseños de mezcla para morteros, pavimentos y concreto que el material a base de cemento moldeable de acuerdo con la invención todos muestran resistencias por contracción y resistencia al agrietamiento que son mucho mayores que el mismo material a base de cemento moldeable respectivo que no

contiene el sistema de curado interno (Ejemplos 1-10).

El Ejemplo 7 hace evidente que una formulación de pavimento de acuerdo con la invención (ejemplo 7-1) y que contiene fibras de polipropileno que se sabe mejoran la
5 resistencia al agrietamiento tiene una mejora sustancial de resistencia a grietas por contracción con respecto al mismo diseño de mezcla para pavimento que contiene la misma cantidad de fibras del polipropileno sin el sistema de curado interno (referencia 7.1).

10 La invención permite producir un material moldeable con resistencia a la contracción y grietas por contracción con base en un cemento y evitar cualesquiera químicos complicados que podrían tener una influencia perjudicial ya sea en la resistencia final, la consistencia de la retención de
15 funcionalidad del tiempo de fraguado de este material.

También, la invención permite eliminar la necesidad de todos los tratamientos posteriores superficiales (sellado, cubiertas, rocío) que son inefectivos para la producción, retrasan el sitio de trabajo y representan un costo importante.

20 Además, la solidez de la invención permite obtener el sistema de curado interno en un aditivo formulado que se puede transportar y almacenar, permitiendo dosificar todos los ingredientes del sistema de curado interno desde sólo un recipiente, utilizando un solo sistema dosificando y bomba.