

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 543**

51 Int. Cl.:

**C04B 28/04** (2006.01)

**C04B 28/08** (2006.01)

**C04B 7/19** (2006.01)

**C04B 40/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2015 PCT/IB2015/001017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16009257**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2015 E 15739669 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3169642**

54 Título: **Mezcla de cemento seco**

30 Prioridad:

**17.07.2014 AT 5672014**  
**08.01.2015 AT 102015**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.09.2018**

73 Titular/es:

**HOLCIM TECHNOLOGY LTD. (100.0%)**  
**Zürcherstrasse 156**  
**8645 Rapperswil-Jona, CH**

72 Inventor/es:

**HOORNAERT, THOMAS;**  
**GONICHON, STEPHANE;**  
**VRAU, DELPHINE;**  
**MAHOUCHE, HUBERT;**  
**BAALBAKI, MOUSSA y**  
**BABAYAN, DAVID**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 683 543 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Mezcla de cemento seco.

- 5 La invención se refiere a una mezcla de cemento seco que comprende cemento Pórtland y un componente ultrafino que consiste en por lo menos un aditivo ultrafino, siendo dicho componente ultrafino un aglutinante hidráulico, así como a una composición de hormigón que comprende dicha mezcla de cemento.
- 10 El hormigón es un material de construcción utilizado muy ampliamente con alta resistencia mecánica y buena durabilidad. Además de áridos y agua, también contiene cemento Pórtland como aglutinante hidráulico, que produce fases de formación de resistencia mecánica mediante solidificación y curado en contacto con agua. Por tanto, el hormigón basado en clínker de cemento Pórtland es uno de los aglutinantes más importantes a nivel mundial.
- 15 Añadiendo diversos aditivos tales como, por ejemplo, escoria de alto horno granulada (eahg), cenizas volantes, puzolanas naturales, arcillas calcinadas o piedra caliza triturada a cemento Pórtland, pueden producirse cementos Pórtland compuestos que presentan diferentes propiedades. Al mismo tiempo, se reducirá la emisión específica de CO<sub>2</sub> en la producción de cemento al sustituir los aditivos citados por cemento Pórtland, porque durante la producción de clínker de cemento Pórtland se emitirán aproximadamente 0,9 toneladas de CO<sub>2</sub> por
- 20 tonelada de clínker de cemento Pórtland mediante la calcinación de las materias primas y debido a la oxidación de los combustibles en el horno de calcinación tubular rotatorio. La adición de aditivos a cemento Pórtland ha sido una práctica consolidada durante más de 100 años y está regulada en numerosas normas para el cemento y hormigón.
- 25 Se utiliza la adición de aditivos ultrafinos, tales como microcemento o microsílíce, a cemento Pórtland para potenciar la durabilidad y la resistencia mecánica del hormigón resultante. El modo tradicional de formular hormigón de alta durabilidad y resistencia mecánica y muy alta durabilidad y resistencia mecánica se basa en utilizar cemento Pórtland normal con adiciones ultrafinas como aglutinante. Las adiciones ultrafinas utilizadas habitualmente se acondicionan a menudo en bolsas y se mezclan en el cemento Pórtland manualmente en la
- 30 planta de hormigón o en la obra de construcción respectiva, lo que implica riesgos de seguridad así como incertidumbres en cuanto a la calidad. Las adiciones ultrafinas también pueden almacenarse en un silo específico en una planta de hormigón e introducirse automáticamente, pero esto implica la necesidad de equipos industriales muy específicos, lo que representa inversiones adicionales.
- 35 El documento DE69117512T2 da a conocer una combinación de cemento que contiene hasta el 40 por ciento de cenizas silíceas, obtenidas quemando, por ejemplo, cascarillas de arroz, cemento Pórtland y opcionalmente cenizas volantes para producir hormigón de baja permeabilidad. La mezcla utiliza en la producción de hormigón o mortero contiene el 60-95% en peso de cemento Pórtland y el 5-40% en peso de cenizas silíceas de un residuo de cultivos tal como cascarillas de arroz. El documento WO2011130482A2 da a conocer una composición de
- 40 cemento hidráulico con estrecha distribución de tamaño de partícula (DTP) útil para producir cemento hidráulico con estrecha DTP para su utilización en la combinación con uno o más materiales cementosos complementarios, comprende un conjunto de partículas de cemento hidráulico que se componen de por lo menos un material de clínker, presentando la partícula de cemento hidráulico un d<sub>10</sub> mayor de 0,65 μm y un d<sub>90</sub> menor de 25 μm.
- 45 Otra desventaja de utilizar aditivos ultrafinos en una mezcla de cemento es la elevada demanda de agua, puesto que la demanda de agua se eleva con la fineza creciente de los aditivos ultrafinos. Habitualmente, se supone que la durabilidad y la resistencia mecánica del hormigón resultante, tal como la resistencia a la compresión, dependen enormemente de la proporción de las adiciones ultrafinas en la mezcla de cemento, concretamente que cuanto mayor es el contenido de adiciones ultrafinas, mejor es la durabilidad y resistencia mecánica del
- 50 hormigón. La producción de adiciones ultrafinas es costosa debido al elevado esfuerzo de molienda. Por tanto, el coste de la mezcla de cemento se eleva con un contenido creciente de adiciones ultrafinas.
- Por tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar una mezcla de cemento que supere los inconvenientes anteriores. En particular, es un objetivo de la invención proporcionar una mezcla de cemento que
- 55 permite una fabricación sencilla y fiable de hormigón a un nivel de calidad estable. Es un objetivo adicional de la invención reducir la demanda de agua sin afectar la capacidad de trabajo de la masa de hormigón. Además, el hormigón resultante presentará una durabilidad y resistencia mecánica excelentes a un coste de producción razonable.
- 60 Para resolver estos y otros objetivos, la invención está caracterizada por que está presente cemento Pórtland en una cantidad de por lo menos el 70% en peso, preferentemente por lo menos el 80% en peso de la mezcla y el componente ultrafino está presente en una cantidad de por lo menos el 5% en peso de la mezcla, en la que el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula D<sub>10</sub> de entre 0,5 μm y 2 μm, y un diámetro de partícula D<sub>90</sub> de entre 2 μm y 8 μm, caracterizada por que el por lo
- 65 menos un aditivo ultrafino comprende escoria, en particular escoria de alto horno molida, en una cantidad > el 70% en peso, en particular > el 60% en peso.

Por tanto, la invención proporciona un aglutinante premezclado basado en una combinación de un cemento Pórtland con por lo menos un aditivo ultrafino. Las partículas ultrafinas añadidas a la mezcla permiten obtener un aglutinante que muestra altas prestaciones (durabilidad y resistencia mecánica) que está particularmente adaptado, por tanto, para la formulación de hormigones de altas y muy altas prestaciones. Se realiza el mezclado en una planta de cemento con un dispositivo específico, que introduce los diversos componentes con alta precisión, y permite obtener una mezcla muy homogénea. La mezcla de cemento de la invención se suministra preferentemente a clientes como una premezcla seca para la producción de hormigón, en la que la premezcla seca se envasa en bolsas u otros recipientes adecuados.

La invención permite a los fabricantes de hormigón producir hormigón de alta resistencia mecánica y alta durabilidad utilizando únicamente un aglutinante, en vez de mezclar cemento normal con adiciones ultrafinas (tales como humo de sílice) *in situ*. Los beneficios para el cliente son la regularidad de la calidad del hormigón producido, la facilidad de utilización (que conduce a ahorros en los costes), altas prestaciones del hormigón producido y la estética (el color del aglutinante premezclado es más claro que el de la mayoría de los cementos tradicionales y las adiciones ultrafinas utilizadas).

Se ha hallado sorprendentemente que un contenido relativamente bajo del componente ultrafino junto con una distribución específica de tamaño de partícula da como resultado valores de durabilidad y resistencia a la compresión que habitualmente sólo se lograrían con una proporción sustancialmente mayor de aditivos ultrafinos. En particular, la invención proporciona una cantidad de cemento Pórtland de por lo menos el 80% en peso de la mezcla, lo que significa que la mezcla contiene un máximo del 20% en peso del componente ultrafino. Según la invención, el componente ultrafino es un aglutinante hidráulico y presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $0,5 \mu\text{m}$  y  $2 \mu\text{m}$ , y un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $2 \mu\text{m}$  y  $8 \mu\text{m}$ , caracterizada por que el por lo menos un aditivo ultrafino comprende escoria, en particular escoria de alto horno molida, en una cantidad  $>$  el 70% en peso, en particular  $>$  el 60% en peso.

El componente ultrafino de la mezcla de cemento puede consistir en uno, dos o más aditivos ultrafinos. El por lo menos un aditivo ultrafino comprende escoria, en particular escoria de alto horno molida. Más específicamente, el por lo menos un aditivo ultrafino comprende escoria, en particular escoria de alto horno molida, en una cantidad  $>$  el 70% en peso, en particular  $>$  el 80% en peso.

El componente ultrafino (que consiste en uno o más aditivos ultrafinos) presenta un contenido de escoria, en particular escoria de alto horno molida,  $>$  el 70% en peso, en particular  $>$  el 80% en peso. Por tanto, el componente ultrafino consiste principalmente en partículas de escoria.

La mezcla de cemento también puede contener, además del componente ultrafino, aditivos adicionales.

Según un diseño preferido de la mezcla de cemento, está presente cemento Pórtland en una cantidad de por lo menos el 85% en peso, preferentemente por lo menos el 90% en peso de la mezcla, y el componente ultrafino está presente en una cantidad de por lo menos el 7% en peso, preferentemente por lo menos el 10% en peso de la mezcla. Por tanto, el contenido máximo del componente ultrafino se restringe hasta el 15% en peso.

Según una forma de realización preferida adicional, la razón en peso de cemento Pórtland y el componente ultrafino es de entre 85/15 y 95/5, en particular de aproximadamente 90/10.

Tal como se mencionó anteriormente, el aglutinante de componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $0,5 \mu\text{m}$  y  $2 \mu\text{m}$ , mientras que los aditivos ultrafinos presentan habitualmente un menor valor de  $D_{10}$  para lograr los criterios de durabilidad requeridos. En contraposición a esto, se ha hallado sorprendentemente que el intervalo de  $D_{10}$  específico, tal como se mencionó anteriormente, también da como resultado durabilidad y resistencia mecánica suficientes del hormigón, mientras que al mismo tiempo se reducen la demanda de agua y los costes.

Según una forma de realización preferida, el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $0,7 \mu\text{m}$  y  $1 \mu\text{m}$ .

Con respecto al valor de  $D_{90}$ , el componente ultrafino presenta preferentemente una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $4 \mu\text{m}$  y  $6 \mu\text{m}$ . Estos valores de  $D_{90}$  preferidos pueden combinarse con los valores de  $D_{10}$  preferidos tal como se mencionaron anteriormente.

Se han logrado resultados particularmente buenos utilizando un componente ultrafino que presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{100}$  de  $10 \mu\text{m}$  -  $15 \mu\text{m}$ , en particular de  $12 \mu\text{m}$ .

En el contexto de la presente invención, la distribución de tamaño de partícula se define indicando percentiles específicos del diámetro de partícula. El percentil  $D_{90}$  del diámetro indica que el 90% de las partículas presentan un diámetro que es menor que el valor dado. Por ejemplo, un valor para  $D_{90}$  de  $4\ \mu\text{m}$  indica que el 90% de las partículas presentan un diámetro que es menor de  $4\ \mu\text{m}$ . De manera análoga, el percentil  $D_{10}$  del diámetro indica que el 10% de las partículas presentan un diámetro que es menor que el valor dado.

Para optimizar la durabilidad y resistencia mecánica del hormigón resultante, también puede ajustarse una distribución específica de tamaño de partícula del cemento Pórtland. Preferentemente, el cemento Pórtland presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $1\ \mu\text{m}$  y  $3\ \mu\text{m}$ , preferentemente entre  $1,6\ \mu\text{m}$  y  $2\ \mu\text{m}$ , en particular de  $1,8\ \mu\text{m}$ , y un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $30\ \mu\text{m}$  y  $60\ \mu\text{m}$ , preferentemente entre  $35$  y  $45\ \mu\text{m}$ , en particular de  $40\ \mu\text{m}$ .

El cemento Pórtland es preferentemente un cemento de tipo CEM I según la norma EN 197-1.

La invención también se refiere a una composición de hormigón que comprende una mezcla de cemento según la invención, áridos y agua. Preferentemente, la razón agua/cemento se elige entre 0,3 y 0,6.

Finalmente, la invención también se refiere a un elemento de construcción que comprende hormigón producido utilizando una composición de hormigón tal como se describió anteriormente.

A continuación, se expone la invención con mayor detalle haciendo referencia a unas formas de realización ejemplificativas.

#### **Ejemplo 1:**

Se produjo una mezcla de cemento seco con los siguientes componentes.

- el 90% en peso de cemento Pórtland del tipo CEM I 52,5 N
- el 10% en peso de un aglutinante ultrafino de escoria de alto horno.

Se utilizó cemento Pórtland que presentaba la siguiente distribución de tamaño de partícula:  $D_{10} = 1,8\ \mu\text{m}$  y  $D_{90} = \text{aprox. } 40\ \mu\text{m}$

Se utilizó aglutinante ultrafino de escoria de alto horno que presentaba la siguiente distribución de tamaño de partícula:  $D_{10} = \text{aprox. } 0,8\ \mu\text{m}$  y  $D_{90} = \text{aprox. } 5,5\ \mu\text{m}$

La mezcla resultante presentó la siguiente composición:

- Clínter: el 86,06% en peso
- Escoria de alto horno: el 7,8% en peso
- Yeso: el 5,6% en peso
- Anhidrita: el 0,3% en peso
- Polvo: el 0,2% en peso
- NaCl: el 0,04% en peso

#### **Ejemplo 2:**

Se produjo hormigón a partir de la mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1. Se mezclaron los siguientes componentes en una mezcladora:

- 410 kg de mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1
- 907 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12,5 mm
- 797 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm
- 90 kg de relleno de piedra caliza
- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 1,2% en peso de la mezcla de cemento seco

## ES 2 683 543 T3

- 160 l de agua

5 Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

Resistencia a la compresión:

- 10 - 1 día: 39 MPa
- 7 días: 76 MPa
- 28 días: 89 MPa

15 Resistencia a la flexión:

- 28 días: 6 MPa

Módulo de Young:

- 20 - 28 días: 44 GPa

### Ejemplo 3:

25 Se produjo hormigón a partir de la mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1. Se mezclaron los siguientes componentes en una mezcladora:

- 450 kg de mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1
- 30 - 930 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12,5 mm
- 790 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm
- 35 - 80 kg de relleno de piedra caliza
- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 2,0% en peso de la mezcla de cemento seco
- 148 l de agua

40 Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

Resistencia a la compresión:

- 45 - 1 día: 49 MPa
- 7 días: 81 MPa
- 28 días: 94 MPa

50 Resistencia a la flexión:

- 28 días: 6 MPa

Módulo de Young:

- 55 - 28 días: 43 GPa

### Ejemplo 4:

60 Se llevó a cabo un estudio comparativo entre hormigones que se componían respectivamente de:

A/ C50/60 con cemento Pórtland normal

65 B/ C50/60 con mezcla de cemento seco con una dosificación optimizada

## ES 2 683 543 T3

C/ C60/75 con cemento Pórtland normal y adición de humo de sílice

D/ C60/75 con mezcla de cemento seco

- 5 Las denominaciones "C50/60" y "C65/70" se refieren a la clase de resistencia mecánica según Eurocode 2 (norma europea EN 1992). Por ejemplo, C50/60 significa que el hormigón debe presentar una resistencia a la compresión en cilindro de  $50 \text{ N/mm}^2$  y una resistencia a la compresión en cubo de  $60 \text{ N/mm}^2$ .

A/ C50/60 con cemento Pórtland normal:

10

- 425 kg de cemento Pórtland normal
- 315 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12 mm

15

- 670 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 20 mm
- 730 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm

20

- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 1,3% en peso de la mezcla de cemento seco
- 175 l de agua

Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

25

Resistencia a la compresión:

- 1 día: 12 MPa

30

- 7 días: 47 MPa

- 28 días: 56 MPa

- 90 días: 57 MPa

35

Coefficiente de resistencia a la abrasión (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

C = 0,5

40

Resistencia a los choques (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

Volumen provocado por impactos =  $108 \text{ cm}^3$

El bloque de hormigón mostró las siguientes características en cuanto a durabilidad:

45

- Porosidad interna: el 12,6%

- Permeabilidad a los gases:  $119 \text{ E-18 m}^2$

50

Coefficiente de difusión de cloruro (prueba de migración en campo eléctrico estacionario):  $6,8 \text{ E-12 m}^2/\text{s}$

B/ C50/60 con mezcla de cemento seco con una dosificación optimizada

55

- 390 kg de mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1

- 315 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12 mm

- 670 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 20 mm

60

- 765 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm

- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 1,2% en peso de la mezcla de cemento seco

- 180 l de agua

65

## ES 2 683 543 T3

Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

Resistencia a la compresión:

- 5 - 1 día: 9 MPa
- 7 días: 44 MPa
- 10 - 28 días: 53 MPa
- 90 días: 57 MPa

Coeficiente de resistencia a la abrasión (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

- 15 C = 0,5

Resistencia a los choques (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

- 20 Volumen provocado por impactos = 118 cm<sup>3</sup>

El bloque de hormigón mostró las siguientes características en cuanto a durabilidad:

- 25 - Porosidad interna: el 13%
- Permeabilidad a los gases: 76 E-18 m<sup>2</sup>
- Coeficiente de difusión de cloruro (prueba de migración en campo eléctrico estacionario): 8,0 E-12 m<sup>2</sup>/s

- 30 C/ C60/75 con cemento Pórtland normal + adición de humo de sílice:

- 415 kg de cemento Pórtland normal
- 35 - 270 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12 mm
- 700 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 20 mm
- 800 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm
- 40 - 25 kg de adición de humo de sílice
- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 1,8% en peso de la mezcla de cemento seco
- 45 - 161 l de agua

Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

Resistencia a la compresión:

- 50 - 1 día: 22 MPa
- 7 días: 56 MPa
- 55 - 28 días: 70 MPa
- 90 días: 75 MPa

Coeficiente de resistencia a la abrasión (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

- 60 C = 0,3

Resistencia a los choques (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

- 65 Volumen provocado por impactos = 103 cm<sup>3</sup>

## ES 2 683 543 T3

El bloque de hormigón mostró las siguientes características en cuanto a durabilidad:

- Porosidad interna: el 11,8%

5 - Permeabilidad a los gases:  $40 \text{ E-}18 \text{ m}^2$

Coefficiente de difusión de cloruro (prueba de migración en campo eléctrico estacionario):  $0,4 \text{ E-}12 \text{ m}^2/\text{s}$

D/ C60/75 con mezcla de cemento seco:

10

- 440 kg de mezcla de cemento seco como la descrita en el ejemplo 1

- 270 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 12 mm

15

- 700 kg de áridos con un diámetro grueso máximo nominal de 20 mm

- 800 kg de arena con un diámetro grueso máximo nominal de 4 mm

20

- Mezcla de superplastificantes en la cantidad del 1,8% en peso de la mezcla de cemento seco

- 147 l de agua

Se vertió la masa de hormigón húmeda en un molde y se curó para obtener un bloque de hormigón que presentaba los siguientes valores de resistencia mecánica:

25

Resistencia a la compresión:

- 1 día: 15 MPa

30

- 7 días: 63 MPa

- 28 días: 74 MPa

- 90 días: 75 MPa

35

Coefficiente de resistencia a la abrasión (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

$C = 0,3$

40

Resistencia a los choques (según el protocolo de la Compagnie Nationale du Rhône):

Volumen provocado por impactos =  $91 \text{ cm}^3$

45

El bloque de hormigón mostró las siguientes características en cuanto a durabilidad:

- Porosidad interna: el 8,9%

- Permeabilidad a los gases:  $72 \text{ E-}18 \text{ m}^2$

50

- Coeficiente de difusión de cloruro (prueba de migración en campo eléctrico estacionario):  $2,2 \text{ E-}12 \text{ m}^2/\text{s}$

Este estudio muestra que las prestaciones de la mezcla de cemento seco de la invención permiten disminuir la cantidad de aglutinante en el hormigón sin afectar a su desarrollo de resistencia mecánica y su durabilidad. También presenta prestaciones tan buenas como las mezclas que se componen de cemento Pórtland normal y adiciones ultrafinas de altas prestaciones costosas, tales como humo de sílice, desde un punto de vista tanto mecánico como de durabilidad. La mezcla de cemento seco de la invención permite la producción de hormigón de altas prestaciones de un modo sencillo y con un coste optimizado.

55

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Mezcla de cemento seco que comprende cemento Pórtland y un componente ultrafino que consiste en por lo menos un aditivo ultrafino, siendo dicho componente ultrafino un aglutinante hidráulico, en la que se encuentra presente cemento Pórtland en una cantidad de por lo menos 70% en peso de la mezcla y el componente ultrafino se encuentra presente en una cantidad de por lo menos 5% en peso de la mezcla, en la que el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por que presenta un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $0,5 \mu\text{m}$  y  $2 \mu\text{m}$  y un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $2 \mu\text{m}$  y  $8 \mu\text{m}$ , caracterizada por que dicho por lo menos un aditivo ultrafino comprende escoria, en particular escoria de alto horno molida, en una cantidad de  $> 70\%$  en peso, en particular  $> 80\%$  en peso.
- 10
- 15 2. Mezcla de cemento seco según la reivindicación 1, caracterizada por que se encuentra presente cemento Pórtland en una cantidad de por lo menos 80% en peso, preferentemente por lo menos 85% en peso de la mezcla.
3. Mezcla de cemento seco según la reivindicación 1, caracterizada por que se encuentra presente cemento Pórtland en una cantidad de 70-79% en peso de la mezcla.
- 20 4. Mezcla de cemento seco según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizada por que se encuentra presente cemento Pórtland en una cantidad de por lo menos 85% en peso, preferentemente por lo menos 90% en peso de la mezcla y el componente ultrafino se encuentra presente en una cantidad de por lo menos 7% en peso, preferentemente por lo menos 10% en peso de la mezcla.
- 25 5. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la razón en peso de cemento Pórtland y el componente hidráulico ultrafino es de entre 85/15 y 95/5, en particular aproximadamente 90/10.
- 30 6. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por que presenta un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $0,7 \mu\text{m}$  y  $1 \mu\text{m}$ .
- 35 7. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por que presenta un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $4 \mu\text{m}$  y  $6 \mu\text{m}$ .
- 40 8. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que el componente ultrafino presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por que presenta un diámetro de partícula  $D_{100}$  de  $10 \mu\text{m}$  -  $15 \mu\text{m}$ , en particular  $12 \mu\text{m}$ .
- 45 9. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que el cemento Pórtland presenta una distribución de tamaño de partícula caracterizada por que presenta un diámetro de partícula  $D_{10}$  de entre  $1 \mu\text{m}$  y  $3 \mu\text{m}$ , preferentemente entre  $1,6 \mu\text{m}$  y  $2 \mu\text{m}$ , en particular  $1,8 \mu\text{m}$ , y un diámetro de partícula  $D_{90}$  de entre  $30 \mu\text{m}$  y  $60 \mu\text{m}$ , preferentemente entre  $35$  y  $45 \mu\text{m}$ , en particular  $40 \mu\text{m}$ .
- 50 10. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que el cemento Pórtland es un cemento CEM I según EN 197-1.
11. Mezcla de cemento seco según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que el componente ultrafino presenta un contenido de escoria, en particular escoria de alto horno molida, de  $> 70\%$  en peso, en particular  $> 80\%$  en peso.
- 55 12. Composición de hormigón que comprende una mezcla de cemento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, áridos y agua.
13. Elemento de construcción que comprende hormigón producido utilizando una composición de hormigón según la reivindicación 12.