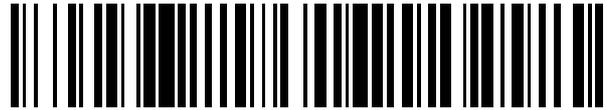


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 265 176**

51 Int. Cl.:

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.1999 E 99400235 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **27.11.2013 EP 0934915**

54 Título: **Hormigón de un rendimiento muy elevado, autonivelante, su procedimiento de preparación y su utilización**

30 Prioridad:

06.02.1998 FR 9801416

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

04.03.2014

73 Titular/es:

**EIFFAGE TP (100.0%)
2 RUE HÉLÈNE BOUCHER
93336 NEUILLY SUR MARNE, FR**

72 Inventor/es:

**CADORET, GAEL;
GILLIERS, ROLAND y
THIBAUX, THIERRY**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 265 176 T5

DESCRIPCION

Hormigón de un rendimiento muy elevado, autonivelante, su procedimiento de preparación y su utilización

5 **Sector de la técnica**

La presente invención tiene como objeto un hormigón de un rendimiento muy elevado, autonivelante. En la presente invención se comprende por "hormigón de un rendimiento muy elevado" un hormigón que presenta una resistencia característica a la compresión a los 28 días superior a 150 MPa, un módulo de elasticidad a los 28 días superior a 60 GPa y una resistencia a una edad temprana superior a 100 MPa a las 40 horas, los valores anteriores se indican para un hormigón conservado y mantenido a 20°C. Tiene también como objeto el procedimiento de preparación así como los usos de este hormigón.

En la presente invención se comprende por "hormigón" un cuerpo de matriz de cemento que de acuerdo con las obras a llevar a cabo puede incluir fibras, y es obtenido por endurecimiento de una composición de cemento mezclada con agua.

Estado de la técnica

Ya se conocen unos hormigones de alto rendimiento, sin embargo su uso sin armadura pasiva está limitado.

Unas composiciones específicas para fabricar un hormigón de fibras metálicas dúctil con una resistencia ultra elevada que permita la construcción de elementos pre-tensados o no, que no constan de ninguna armadura están inscritas en la patente FR 2 708 263. Sin embargo, este hormigón necesita la inclusión de cuarzo triturado y / o una cura térmica para alcanzar los rendimientos requeridos.

Objeto de la invención

Los inventores han tenido el mérito de encontrar un hormigón autonivelación, en el cual se pueden añadir fibras, que presenta una resistencia excelente a la compresión, un excelente módulo de elasticidad, una excelente resistencia a una edad joven sin necesitar ninguna adición ni ninguna cura térmica, lo que presenta una ventaja económica y una gran facilidad de puesta en práctica.

Un hormigón de este tipo presenta una resistencia característica a la compresión a los 28 días de al menos 150 MPa, un módulo de elasticidad a los 28 días de al menos 60 GPa y una resistencia a la compresión a las 40 horas de al menos 100 MPa, estos valores se dan para un hormigón conservado y mantenido a 20°C constituido:

- de un cemento que presenta una granulometría correspondiente a una media armónica de diámetros comprendido entre 3 y 7 µm;
- de una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, tal como se define abajo.
- de humo de sílice del cual un 40 % de las partículas tienen una dimensión inferior a 1 µm, la media armónica de los diámetros está en la vecindad de 0,2 µm.
- de un agente anti-espumante;
- de un superplastificante reductor de agua elegido entre los poliacrilatos y los éteres policarboxílicos;
- eventualmente de fibras;
- y de agua,

repartición granulométrica tal que se tienen al menos tres clases y como mucho cinco clases de granulometría media armónica de los diámetros.

Este hormigón presenta además una resistencia muy grande a la abrasión. De hecho, cuando está exento de fibras, presenta una resistencia a la tracción directa superior a 10 MPa.

El cemento puesto en práctica presenta un contenido elevado de silicatos bicálcicos y tricálcicos C2S y C3S, (cemento HTS) de preferencia superior a un 75 %. Puede ser elegido entre los cementos de tipo Portland CEM 1, que tienen de preferencia unas características complementarias tales como "Toma de Mar - PM" o aún mejor "Toma de Mar y Resistente a los Sulfatos - PM-ES" o sus mezclas. Por motivos de fluidificación, se prefiere utilizar un cemento que presente igualmente un débil contenido de C3A, de preferencia inferior a un 5 %.

En la presente invención, por el término "mezcla de arenas de bauxitas calcinadas" se comprende no solo una mezcla de

arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías sino también una mezcla que consta de arena de bauxita calcinada con otro tipo de arena o con unos granulados que presentan una resistencia y durezas muy grandes tales como, notablemente unos granulados de corindón, de esmeril o de unos residuos de metalurgia tales como carburo de silicio.

5 En la presente invención se utiliza una mezcla de arenas de bauxita calcinada de diferentes granulometrías constituida por:

- 10 - una arena de una granulometría media inferior a 1 mm que consta de un 20 % de granulados de una dimensión inferior a 80 micras,
- una arena de una granulometría comprendida entre 3 y 7 mm,
- 15 - y eventualmente una arena con una granulometría comprendida entre 1 y 3 mm.

La arena de menor granulometría se puede sustituir en su totalidad o parcialmente por:

- 20 - cemento, adiciones minerales tales como escoria triturada, cenizas volantes o aún relleno de bauxita calcinado cuyo medio armónico de los diámetros está en la vecindad de la del cemento, por lo que se refiere a la fracción de un 20 % de granulados de una dimensión inferior a 80 µm,
- y de arena de una granulometría superior a 1 mm, por ejemplo de 3 a 7 mm), en lo que se refiere a la otra fracción.

25 El humo de sílice puesto en práctica en el hormigón de acuerdo con la invención puede ser densificado o no, es decir que presenta una densidad comprendida entre 200 y 600 kg/m³. Este humo de sílice debe constar, una vez dispersado en el hormigón al menos un 40 % de partículas de dimensión inferior a una micra, la dimensión de las partículas restantes es inferior a 20 µm.

30 La bauxita utilizada puede ser calcinada, de modo indiferente en unos hornos rotatorios o en unos hornos verticales. A continuación es desmenuzada y triturada para obtener la granulometría deseada. La granulometría máxima se determina por la resistencia propia de los granulados en relación con los rendimientos en compresión esperados para el hormigón.

35 De modo que se evite la inclusión de burbujas de aire que disminuirían la resistencia del hormigón, se utiliza un agente anti-espumante utilizado clásicamente para las perforaciones petrolíferas es decir en unas aplicaciones que necesitan una regulación muy precisa de la densidad de la materia colada. Estos agentes anti-espumantes se llaman "mezclas de aditivos anti-espumantes y desaireadores". Estos agentes se presentan en forma seca o en forma líquida. A título de ejemplo de tales agentes, se pueden citar notablemente las mezclas de alcohol dodecilico y polipropileno glicol, los dibutilftalatos, los dibutilfosfatos, los polímeros de silicona tales como polidimetilsiloxano, y los silicatos modificados.

40 De acuerdo con un modo de realización en particular de la invención, se utiliza como agente anti-espumante un silicato tratado con un glicol polimerizado comercializado por la Sociedad TROY CHEMICAL CORPORATION bajo la marca TROYKID® D126.

45 Como superplastificante reductor de agua, no se pueden utilizar todos los productos en el mercado en la actualidad, sin embargo se puede usar un superplastificante reductor de agua de tipo éter policarboxílico modificado, en particular el GLENIUM® 51 comercializado por la Sociedad MBT France. Este producto puede estar en forma líquida o en forma de polvo. A título complementario, para reducir el contenido global de alcalinos (si la naturaleza de los granulados o aún la cantidad de humo de sílice es superior a un 10 % de la masa del cemento) la neutralización de los fluidificantes se podrá elegir en una base cálcica en lugar de sódica.

50 Para aumentar las características del hormigón de acuerdo con la invención, en ciertas obras, se incorporan unas fibras en el hormigón. Estas fibras se eligen notablemente entre las fibras de carbono, de Kevlar®, de polipropileno o las fibras metálicas y sus mezclas. Se prefiere utilizar unas fibras de acero.

55 Estas fibras pueden tener unas formas cualquiera, sin embargo, con el fin de obtener una buena manejabilidad del hormigón, se prefiere utilizar unas fibras rectas. Estas fibras tienen un diámetro comprendido entre 0,1 y 1,0 mm, de preferencia entre 0,2 y 0,5 mm, y más preferencialmente aún entre 0,2 y 0,3 mm, y una longitud comprendida entre 5 y 30 mm, de preferencia entre 10 y 25 mm y más preferencialmente aún entre 10 y 20 mm.

60 Cuando se introducen fibras, la matriz granular se modifica. De hecho, las fibras deben estar envueltas, por tanto es necesario que la cantidad de finas, es decir de las partículas de dimensión inferior a 0,1 mm, aumente. La cantidad de humo de sílice, de cemento, de arena de una granulometría más pequeña y / o de adiciones minerales es por tanto superior a la de un hormigón sin fibra.

65

ES 2 265 176 T5

El hormigón consta en partes de peso de:

- 100 de cemento;
- 5 - de 50 a 200, de preferencia de 60 a 180 y más preferencialmente aún de 80 a 160 de mezcla de arenas de bauxita calcinadas;
- de 6 a 25, de preferencia de 6 a 20, de humo de sílice;
- 10 - de 0,1 a 10, de preferencia de 0,2 a 5 de agente anti-espumante;
- de 0,1 a 10, de preferencia de 0,5 a 5 de superplastificante reductor de agua;
- de 0 a 50, de preferencia de 2 a 20, y más preferencialmente aún de 4 a 16 de fibras;
- 15 - y de 10 a 30, de preferencia de 10 a 20 de agua.

20 De hecho, se puede añadir en la composición de hormigón de acuerdo con la invención de 0,5 a 3 partes, de preferencia de 0,5 a 2 partes, y más preferencialmente aún 1 parte de óxido de calcio o de sulfato de calcio. El óxido de calcio o el sulfato de calcio se añade en forma pulverulenta o micronizada y debe permitir compensar la retirada endógena inherente a las formulaciones a base de ligantes hidráulicos asociados con unas cantidades muy débiles de agua.

25 También es posible utilizar unos rellenos de bauxita calcinada (cuyo diámetro medio armónico es inferior a 80 μm) en sustitución parcial del cemento y del humo de sílice, lo que permite por ejemplo ajustar el módulo de elasticidad que puede variar de esta forma de 60 GPa a 75 GPa. Este mismo ajuste corresponde igualmente a unas modificaciones de las características de deformaciones diferidas (contracción flujo).

30 Las cantidades de los diferentes constituyentes del hormigón son ajustables por el hombre de oficio en función del uso y de las propiedades deseadas del hormigón.

35 Una dosificación débil de humo de sílice, de 6 a 8 partes, permite obtener unas resistencias más elevadas a corto plazo, mientras que unas dosificaciones entre 15 y 20 partes permiten valorar todas las ganancias de rendimiento a medio plazo y a largo plazo tales como la rentabilidad de la mezcla cuando el hormigón se conserva y se mantiene a 20°C. La adición de más de 25 partes de humo de sílice no presenta ninguna ventaja porque no permite el aumento de los rendimientos del material resultante y aumenta su coste.

La invención tiene igualmente como objeto un procedimiento de preparación del hormigón.

40 De acuerdo con la invención, en una hormigonera, se introducen todos los constituyentes del hormigón de acuerdo con la invención, se amasa y se obtiene un hormigón preparado para moldear o colar que presenta una manejabilidad muy buena.

45 De acuerdo con otro modo de realización, se mezclan en primer lugar todas las materias granulares secas, es decir el cemento, las arenas, el humo de sílice, y eventualmente el superplastificante y el agente anti-espumante, luego, en una hormigonera se introduce esta mezcla previa a la que se añade agua, el superplastificante y el agente anti-espumante, si éstos están en forma de líquido, y las fibras si es necesario.

50 De modo preferido, se prepara la mezcla de polvos luego en el momento del uso, se amasa los polvos con las cantidades deseadas de fibras y de agua, y eventualmente de superplastificante reductor de agua y de agentes anti-espumantes en la medida donde éstos están en forma líquida. De esta forma, de modo ventajoso, se preparan unos sacos u otros tipos de embalaje (por ejemplo "bolsa grande") de producto mezclado previamente en seco preparado para el empleo que se conservan y se almacenan fácilmente dado que tienen un contenido muy débil de agua. En el momento del uso basta por tanto verter en una hormigonera este producto mezclado previamente preparado para el empleo con las cantidades de agua y de fibras deseadas, y eventualmente un superplastificante reductor de agua. Después del amasado, por ejemplo durante 4 a 16 minutos, el hormigón de acuerdo con la invención obtenido se puede moldear sin dificultad, dado unos rendimientos muy elevados de exposición.

60 Para llevar a cabo el moldeado, se pueden utilizar unos moldes clásicos de madera, metal, etc..., o unos moldes calorifugados que tienen como único objetivo permitir una disminución del tiempo de toma y una subida más rápida de la resistencia. El hormigón de acuerdo con la invención no tiene ninguna necesidad de sufrir un tratamiento térmico para alcanzar los rendimientos requeridos. Está claro, que un tratamiento térmico podría ser previsto para mejorar aún los rendimientos pero esto lleva consigo un sobrecoste. Por lo contrario, un aislamiento simple del encofrado permite desarrollar las reacciones puzzolánicas de los humos de sílice y procurar de esta forma unas ganancias importantes sobre las resistencias a la edad joven. Por ejemplo, se han medido 160 MPa a 40 horas sobre un alma de hormigón de 65 11 cm de espesor y cuya temperatura no ha sobrepasado los 60°C.

La presente invención se refiere igualmente a los productos de mezcla previa en seco preparados para el empleo.

El hormigón de acuerdo con la invención se puede utilizar en todos los terrenos de aplicación de los hormigones armados o no. Más particularmente, teniendo en cuenta el hecho de que este hormigón es autonivelante, se puede colar en su lugar para la realización de postes, viguillas, vigas, suelos, etc...; puede también ser usado en todas las aplicaciones de fabricación previa. Teniendo en cuenta sus características de cohesión y de viscosidad, se puede utilizar para unos encofrados que constan de unas inserciones. También se puede utilizar para llevar a cabo clavados entre los elementos de estructura. Puede además ser utilizado para la realización de enlosados, de obras de arte, de piezas de un tensado previo o de materiales compuestos. Teniendo en cuenta sus resistencias muy elevadas, se puede utilizar en el terreno nuclear, por ejemplo para llevar a cabo contenedores de desechos radioactivos, de piezas necesarias para la renovación de refrigerantes de centrales nucleares. De hecho, sus resistencias a la compresión y su módulo de elasticidad elevados permiten una reducción del dimensionado de obras que le ponen en práctica, de esta forma, sería particularmente útil por ejemplo para todos los elementos, cañas, tubos, contenedores, utilizados para el saneamiento. Presenta igualmente un coeficiente muy débil de rozamiento que no se modifica a lo largo del tiempo, lo que le hace completamente apropiado para el transporte de materias clásicamente corrosivas para el hormigón. Además, teniendo en cuenta que su contenido de humo de sílice puede ser reducido en relación con los hormigones de alto rendimiento clásicos, su pH es muy elevado, lo que le hace un material de predilección para la protección de tuberías metálicas contra la corrosión.

La presente invención se va a explicar en mayor detalle con la ayuda de los siguientes ejemplos que no son limitativos.

Descripción detallada de la invención

Ejemplos:

Ejemplo 1:

Se preparan 5 formulaciones de hormigón de acuerdo con la invención haciendo variar las cantidades respectivas de los diferentes constituyentes. La composición de cada una de estas formulaciones (hormigón A hasta hormigón E) está recogida en el cuadro 1 a continuación.

El cemento utilizado es un cemento HTS Le Teil comercializado por Lafarge.

Para los hormigones B y D se han utilizado humos de sílice comercializados por la Sociedad ELKEM bajo las referencias 983U o 940U grado refractario. Para los hormigones A y C se han utilizado humos de sílice comercializados por la Sociedad PECHINEY y procedentes de las fábricas de Laudun y para el hormigón E se ha utilizado sílice térmico de SAINT GOBAIN SEPR.

Las fibras utilizadas son unas fibras rectas de 0,3 mm de diámetro y de 20 mm de longitud.

Se ha utilizado un superplastificante reductor de agua comercializado por la Sociedad MBT France bajo la marca GLENIUM® 51.

Como agente anti espumante se ha utilizado el agente anti espumante comercializado por la Sociedad TROY bajo la marca TROYKYD® D126.

Para cada una de las fórmulas se ha llevado a cabo un ensayo normalizado de la exposición sobre tabla con sacudidas, los resultados obtenidos se recogen en el cuadro 2 a continuación.

Con cada una de las formulaciones se han preparado unas probetas de 11 x 22 cm en las que se han llevado a cabo unos ensayos normalizados de una medida de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y a los 28 días de acuerdo con la norma NFP 18406 y de medición del módulo de elasticidad a los 28 días. Los resultados obtenidos están también recogidos en el Cuadro 2.

Ejemplo 2: Modificación del contenido de fibras

Se han preparado nuevas formulaciones de hormigón que recogen la formulación del hormigón B del ejemplo 1 en la cual se hace variar notablemente la cantidad de fibras introducidas. De esta forma se han preparado cuatro hormigones diferentes que tienen respectivamente un contenido de fibras de un 0, 1, 1,5, 2 y un 3 % de volumen. Para llevar a cabo estos hormigones, se ha utilizado cemento HTS Le Teil comercializado por la Sociedad LAFARGE, humos de sílice 983U grado refractario, comercializados por ELKEM, fibras rectas de 0,3 mm de diámetro y de 20 mm de longitud, el superplastificante reductor de agua GLENIUM® 51 de la Sociedad MBT France y el anti-espumante TROYKYD® D126 de la Sociedad TROY.

ES 2 265 176 T5

La composición de estas formulaciones se da en el cuadro 3 a continuación (hormigón 0 %, 1 %, 1,5 %, 2 % y 3 %)

En cada una de las formulaciones se ha medido la exposición como en el ejemplo 1, los resultados obtenidos se dan en el cuadro 3 a continuación.

Con cada una de estas formulaciones se han preparado unas probetas de 11 x 22 cm en las cuales se ha medido la resistencia a la compresión a los 28 días y el módulo de elasticidad a los 28 días, como en el ejemplo 1.

Los resultados obtenidos están recogidos en el cuadro 3 a continuación.

CUADRO 1

<u>MATERIAS PRIMAS</u>	<u>HORMIGON A</u>	<u>HORMIGON B</u>	<u>HORMIGON C</u>	<u>HORMIGON D</u>	<u>HORMIGON E</u>
Cemento HTS Le Teil	884	934	939	936	1074
Humos de Sílice	62	81	168	142	163
Arena 0/1*	688	685	554	597	765
Arena 1/3†	236	203	--	0	
Arena 3/6‡	550	609	832	814	267
Fibras metálicas	77	79	87	79	230
Superplastificante reductor de agua	10	10	12	11	12,9
Agente anti-espumante	2	6,1	7	6,4	6,4
Agua	192	193	187	194	223
* Arena de una granulometría media comprendida entre 0,001 y 1 mm † Arena de una granulometría media comprendida entre 1 y 3 mm ‡ Arena de una granulometría media comprendida entre 3 y 6 mm					

CUADRO 2

<u>PROPIEDADES</u>	<u>HORMIGON A</u>	<u>HORMIGON B</u>	<u>HORMIGON C</u>	<u>HORMIGON D</u>	<u>HORMIGON E</u>
Exposición (en cm)	> 65	> 65	> 65	> 65	> 60
Resistencia a la compresión (en MPa)					
- a los 7 días	111	167	155	162	143
- a los 14 días	158	169	179	176	163
- a los 28 días	173	192	188	200	177
Módulo de elasticidad a los 28 días (en MPa)	65496	73804	65000	69084	60000

ES 2 265 176 T5

CUADRO 3

<u>MATERIAS PRIMAS</u>	<u>HORMIGON</u> 0%	<u>HORMIGON</u> 1%	<u>HORMIGON</u> 1,5%	<u>HORMIGON</u> 2%	<u>HORMIGON</u> 3 %
Cemento	936	936	936	936	1074
Humos de Sílice	142	142	142	142	163
Arena 0/1	597	597	697	790	765
Arena 3/6	850	814	697	586	267
Fibras	0	79	117	156	230
Superplastificante reductor	11,2	11,2	11,2	11,2	12,9
Agente anti-espumante	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3
Agua	194	194	194	194	223
<u>PROPIEDADES</u> Exposición en cm	> 65	> 65	> 65	> 65	> 60
Resistencia a la compresión a los 7 días, en MPa	> 150	--	--	155	143
Resistencia a la compresión a los 14 días, en MPa	> 170			181	163
Resistencia a la compresión a los 28 días, en MPa	> 180	> 150	> 150	191,4	177,4
Módulo de elasticidad a los 28 días en GPa	> 60	> 60	> 60	> 60	> 60

REIVINDICACIONES

1. Hormigón de muy alto rendimiento, autonivelante, que presenta una resistencia característica a la compresión a los 28 días de al menos 150 MPa, un módulo de elasticidad a los 28 días de al menos 60 GPa y una resistencia a la compresión a las 40 horas de al menos 100 MPa, dándose estos valores para un hormigón conservado y mantenido a 20°C y constituido por:
- un cemento con una granulometría correspondiente a una media armónica de los diámetros comprendida entre 3 y 7 μm ;
 - una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, constituida por:
 - una arena con una granulometría media inferior a 1 mm que comprende el 20% de materiales granulados de dimensión inferior a 80 micras,
 - un arena con una granulometría comprendida entre 3 y 7 mm,
 - y eventualmente una arena con una granulometría comprendida entre 1 y 3 mm, pudiendo sustituirse parcialmente la arena con la menor granulometría por:
 - cemento, adiciones minerales tales como escoria triturada, cenizas volantes o carga de bauxita calcinada en la que la media armónica de los diámetros es inferior a 80 μm , con respecto a la fracción del 20% de los materiales granulados de dimensión inferior a 80 μm ,
 - y arena con una granulometría superior a 1 mm, con respecto a la otra fracción;
 - humo de sílice en el que el 40% de las partículas tienen una dimensión inferior a 1 μm , siendo la media armónica de los diámetros próxima a 0,2 μm ;
 - un agente antiespumante;
 - un superplastificante reductor de agua elegido de los poliacrilatos y los éteres policarboxílicos;
 - eventualmente fibras;
 - y agua,
- estando dicho hormigón caracterizado por el hecho de que comprende, en partes en peso:
- 100 de cemento;
 - de 50 a 200, preferiblemente de 60 a 180 y aún más preferiblemente de 80 a 160 de mezcla de arenas de bauxitas calcinadas;
 - de 6 a 25, preferiblemente de 6 a 20, de humo de sílice;
 - de 0,1 a 10, preferiblemente de 0,2 a 5 de agente antiespumante;
 - de 0,1 a 10, preferiblemente de 0,5 a 5 de superplastificante reductor de agua;
 - de 0 a 50, preferiblemente de 2 a 20 y aún más preferiblemente de 4 a 16 de fibras;
 - y de 10 a 30, preferiblemente de 10 a 20 de agua.
2. Hormigón según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el cemento se elige de los cementos que presentan un contenido en silicatos de bicalcio y tricalcio superior al 75%.
3. Hormigón según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que el cemento se elige de los cementos de tipo Portland CEM I, que tienen preferiblemente características complementarias tales como "marinos - PM" o aún mejor "marinos y resistentes a los sulfatos - PM-ES" o sus mezclas.
4. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por el hecho de que el superplastificante reductor de agua es un producto a base de éter policarboxílico modificado.

ES 2 265 176 T5

5. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por el hecho de que las fibras se eligen concretamente de las fibras metálicas, de carbono, de Kevlar®, de polipropileno o sus mezclas.
- 5 6. Hormigón según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que las fibras son fibras metálicas, preferiblemente de acero, con una longitud comprendida entre 5 y 30 mm, preferiblemente entre 10 y 25 mm y aún más preferiblemente entre 10 y 20 mm, y con un diámetro comprendido entre 0,1 y 1,0 mm, preferiblemente entre 0,2 y 0,5 mm y aún más preferiblemente entre 0,2 y 0,3 mm.
- 10 7. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por el hecho de que comprende además de 0,5 a 3, preferiblemente de 0,5 a 2 y aún más preferiblemente 1 parte de óxido de calcio o de sulfato de calcio, en forma micronizada o pulverulenta.
- 15 8. Procedimiento de preparación de un hormigón de fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por el hecho de que se amasan todos los constituyentes del hormigón hasta la obtención de un hormigón de fluidez deseada y se mezclan en primer lugar los constituyentes granulares secos, tales como el cemento, las arenas, el humo de sílice y eventualmente el superplastificante y el agente antiespumante, después se añaden a esta mezcla el agua y eventualmente el superplastificante y el agente antiespumante si están en forma líquida, así como las fibras y se amasa hasta la obtención de un hormigón que tiene la fluidez deseada.
- 20 9. Uso de un hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 o preparado según el procedimiento de la reivindicación 8 para la realización de elementos prefabricados tales como postes, viguetas, vigas, suelos, embaldosados, obras de arte, piezas pretensadas o materiales compuestos, elementos de solidarización entre elementos estructurales, elementos de circuito de saneamiento.
- 25