

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 184**

51 Int. Cl.:

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 111/80 (2006.01)

C04B 14/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2005 PCT/FR2005/000334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.0005 WO05077857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2005 E 05717623 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 1713740**

54 Título: **Hormigón de ultra alto rendimiento y autocompactante, su procedimiento de preparación y su utilización**

30 Prioridad:

13.02.2004 FR 0401492

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

18.08.2017

73 Titular/es:

**EIFFAGE GENIE CIVIL (100.0%)
3-7 Place de l'Europe
78140 VELIZY VILLACOUBLAY, FR**

72 Inventor/es:

**CHANUT, SANDRINE y
THIBAUX, THIERRY**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 630 184 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

Hormigón de ultra alto rendimiento y autocompactante, su procedimiento de preparación y su utilización

5 Sector de la técnica

La presente invención tiene como objeto un hormigón de ultra alto rendimiento y autocompactante no tratado térmicamente, así como el procedimiento de preparación y las utilizaciones de este hormigón.

10 Estado de la técnica

En la presente invención, por "hormigón" se entiende un cuerpo de matriz cementosa que puede, según los trabajos que se realizarán, incluir fibras, y obteniéndose por endurecimiento de una composición cementosa mezclada con agua.

15 En la presente invención, se entiende por "hormigón de ultra alto rendimiento" un hormigón que presenta una resistencia característica a la compresión en 28 días igual o superior a 150 MPa, este valor se da para un hormigón conservado y mantenido a 20 °C, que no ha sido objeto de cura o tratamiento térmico.

20 En la presente invención, se entiende por "hormigón autocompactante", un hormigón muy fluido, homogéneo y estable, implementándose sin vibración.

Se conocen hormigones de muy alto rendimiento por el experto en la materia, por ejemplo, en la patente US4 588 443 y en la solicitud de patente EP 0 934 915.

25 De este modo, la solicitud de patente europea EP 0934 915 A1 describe un hormigón de muy alto rendimiento y autonivelante, que contiene, en particular, cemento, una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, humo de sílice, adyuvantes tales como un agente antiespumante y un agente superplastificante reductor de agua, opcionalmente fibras y agua. Tales hormigones presentan propiedades mecánicas elevadas, en particular, una resistencia característica a la compresión en 28 días de al menos 150 MPa, un módulo de elasticidad en 28 días de al menos 60 GPa y una resistencia a la compresión en 50 horas de al menos 100 MPa, dándose estos valores para un hormigón conservado y mantenido a 20 °C.

30 No obstante, a pesar de los rendimientos interesantes en términos de propiedades mecánicas, estos hormigones presentan un tinte generalmente gris, ligado a la presencia de humo de sílice en su composición. Ahora bien, un tinte gris no siempre es deseable, especialmente en ciertas aplicaciones como, por ejemplo, hormigones arquitectónicos para los que un tinte claro, incluso casi blanco, se desea.

40 Hay, pues, en la actualidad la necesidad de disponer de hormigones de tinte claro, que presentan igualmente buenas propiedades mecánicas.

La solicitante ha conseguido desarrollar un hormigón de ultra alto rendimiento de tinte claro reemplazando el humo de sílice por partículas ultrafinas de carbonato cálcico que tienen una superficie específica de al menos 10 m²/g y un índice de forma IF de al menos 0,3, preferentemente 0,4.

45 Por "índice de forma" IF de un conjunto de partículas, se entiende, en el sentido de la presente invención, la relación de la suma de espesores $\sum E$ de partículas (siendo E el espesor de una partícula) sobre la suma de longitudes $\sum L$ de estas mismas partículas (siendo L la longitud de una partícula), en una muestra de varias centenas de partículas. El índice de forma IF se define por la relación $IF = \sum E / \sum L$.

50 Dado que el diámetro medio de las partículas ultrafinas de carbonato cálcico es del orden de 70 nm, el coeficiente de forma se determinará a partir de la observación de las partículas y la medición de sus dimensiones con ayuda de un microscopio electrónico de barrido (MEB) con un efecto de campo. Se procede de la siguiente manera:

- 55
- extracción en un lote de fabricación de partículas ultrafinas de carbonato cálcico de muestras que comprenden aproximadamente una centena de partículas cada una,
 - preparación de las muestras para una observación con el MEB, por metalización de las partículas, después, fijación de las partículas metalizadas en el portamuestras,
 - observación con el MEB de las muestras,
- 60
- medida de la más pequeña y de la más grande dimensión de cada grano con la ayuda de la placa portaobjetos, constituyendo la dimensión más pequeña el espesor E de la partícula y constituyendo la dimensión más grande la longitud L de esta partícula y el cálculo del índice de forma IF para cada muestra,
 - cálculo de la media del índice de forma sobre el conjunto de las muestras examinadas.

65 El índice de forma IF de un conjunto de partículas esféricas es igual a 1 y el de un conjunto de partículas cúbicas es de aproximadamente del orden de 0,58.

El "diámetro" medio de un grano designa el diámetro de la esfera más pequeña en la que dicho grano puede incluirse.

- 5 Si se desea un hormigón de ultra alto rendimiento de tinte muy claro, incluso casi blanco, es posible reemplazar completamente el humo de sílice por partículas ultrafinas de carbonato cálcico.

Objeto de la invención

- 10 La invención tiene pues por objeto un hormigón de ultra alto rendimiento y autocompactante, en el que el humo de sílice se ha reemplazado completamente por partículas ultrafinas de carbonato cálcico. Un tal hormigón comprende:

- un cemento,
- una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, teniendo la arena más fina una granulometría media inferior a 1 mm y teniendo la arena más gruesa una granulometría media inferior a 10 mm,
- 15 - partículas ultrafinas de carbonato cálcico, que presentan una superficie específica igual o superior a 10 m²/g, preferentemente igual o superior a 15 m²/g y mejor del orden de 20 m²/g, así como un índice de forma IF igual o superior a 0,3, preferentemente igual o superior a 0,4,
- un agente antiespumante,
- 20 - un superplastificante reductor de agua,
- opcionalmente fibras,
- y agua,

- 25 los cementos, arenas, partículas ultrafinas de carbonato cálcico presentando un reparto granulométrico tal que tengamos al menos tres y como mucho cinco clases granulométricas diferentes, la relación entre el diámetro medio de una clase granulométrica y el de la clase inmediatamente superior siendo de aproximadamente 10.

- 30 Como partículas ultrafinas de carbonato cálcico, se utilizan preferentemente partículas ultrafinas de carbonato cálcico cristalizado en forma de pequeños cubos. Esta forma contribuye a hacer el hormigón muy fluido en estado fresco, pudiendo estas partículas de carbonato cálcico insertarse fácilmente entre los granos de cemento y los granos de arena.

- 35 El cemento implementado en la presente invención es preferentemente un cemento blanco. Puede seleccionarse entre los cementos de tipo Portland CEM 1, teniendo características complementarias tales como "Toma mar-PM" o aun mejor "Toma mar y resistente a los sulfatos-PM-ES" o sus mezclas.

- 40 Por "cemento blanco", se entiende en el sentido de la presente invención, un cemento de tinte esencialmente blanco, cuya composición comprende materias primas muy puras tales como piedra caliza o caolín y que está esencialmente libre de cualquier traza de óxido de hierro.

- A título de ejemplo de cemento blanco utilizable en el hormigón de la invención, se puede citar el cemento blanco CPA 52,5 de Teil comercializado por LAFARGE.

- 45 Por "mezcla de arenas de bauxitas calcinadas", se entiende, en el sentido de la presente invención, no solo una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, sino también una mezcla que comprende arena de bauxita calcinada con agregados que presentan resistencia y dureza muy grandes, tales como, en particular, agregados de corindón, esmeril u otros residuos metalúrgicos tales como el carburo de silicio o bien con otro tipo de arena, y preferentemente una arena de piedra caliza ya que presenta un tinte claro.

- 50 En la presente invención se utiliza preferentemente una mezcla de dos o tres arenas de bauxita calcinada de diferentes granulometrías.

Según un modo de realización particular de la invención, esta mezcla de arenas consta de:

- 55 - una arena de granulometría media inferior a 1 mm que comprende 20 % de agregados de dimensión inferior a 80 micras,
- una arena de granulometría comprendida entre 3 y 7 mm y
 - opcionalmente una arena de granulometría comprendida entre 1 y 3 mm.

- 60 La arena de menor granulometría puede reemplazarse total o parcialmente por:

- cemento, adiciones minerales tales como escoria molida, cenizas volantes o aun relleno de bauxita calcinada cuyo diámetro medio está cerca del del cemento, en términos de la fracción del 20 % de agregados de dimensión inferior a 80 µm, y
- 65 - arena de granulometría superior a 1 mm (por ejemplo, 3 a 7 mm) en términos de la otra fracción.

Para evitar la inclusión de burbujas de aire que disminuirían la resistencia del hormigón, se utiliza un agente antiespumante utilizado clásicamente para las extracciones petroleras, es decir, en aplicaciones que necesitan un ajuste muy preciso de la densidad del material fundido. Estos agentes antiespumantes se llaman "defoamer and deaerator admixtures". Estos agentes se presentan en forma seca o en forma líquida. A título de ejemplo de agentes antiespumantes utilizables en el hormigón según la invención, se puede citar, en particular, las mezclas de alcohol dodecílico y de polipropilenglicol, dibutilftalatos, dibutilfosfatos, polímeros de silicona tales como polidimetilsiloxano y silicatos modificados.

5 Según un modo de realización particular de la invención, se utiliza como agente antiespumante un silicato tratado con un glicol polimerizado comercializado por la Société TROY CHEMICAL CORPORATION bajo la marca TROYKYD® D126.

15 Como superplastificante reductor de agua, se utiliza preferentemente un superplastificante reductor de agua de tipo éter policarboxílico modificado, tal como el GLENIUM® 51 comercializado por la Société MBT France o un superplastificante reductor de agua de tipo copolímero acrílico vinílico de síntesis tal como el superplastificante VISCOCRETE 5400F comercializado por la Société SIKA France o, incluso, un superplastificante reductor de agua en forma de solución acuosa de policarboxilatos modificados tal como el VISCOCRETE 20HE, igualmente comercializado por la société SIKA France.

20 A título complementario, cuando el contenido global en alcalinos en el hormigón es demasiado elevado (si la naturaleza de los agregados o, incluso, la cantidad de humo de sílice es superior a 10 % de la masa del cemento), es posible reducirlo, por ejemplo, neutralizando los alcalinos que están contenidos en los fluidificantes. La neutralización de los fluidificantes podrá seleccionarse con base cálcica en lugar de sódica.

25 Para aumentar las características del hormigón según la invención, en ciertas obras, las fibras se incorporan en el hormigón. Estas fibras pueden ser sintéticas, orgánicas, minerales o metálicas. En especial, se pueden seleccionar de entre fibras de homopolímero o copolímero de polietileno, polipropileno, poliamida, alcohol de polivinilo, fibras de carbono, de Kevlar® y fibras de acero.

30 Estas fibras pueden tener cualquier forma. Sin embargo, con el fin de obtener una buena maniobrabilidad del hormigón, es preferente utilizar fibras rectas.

35 Estas fibras tienen un diámetro comprendido entre 0,1 y 1,0 mm, preferentemente entre 0,2 y 0,5 mm y más preferentemente aun del orden de 0,3 mm y una longitud comprendida entre 5 y 30 mm, preferentemente entre 10 y 25 mm y más preferentemente aun del orden de 10 y 20 mm.

40 Cuando se introducen fibras, la matriz granular se modifica. De hecho, teniendo las fibras que recubrirse, por lo tanto, es necesario que la cantidad de las finas, es decir, de partículas de dimensión inferior a 0,1 mm, aumente. La cantidad de partículas ultrafinas de carbonato cálcico, de cemento, de arena de menor granulometría y/o de adiciones minerales, por lo tanto, es superior a la de un hormigón sin fibras. Además, las pruebas han mostrado que se obtenían mejores resultados en términos de resistencia a la tracción con una cantidad de fibras que representa aproximadamente 2 a 3 % del volumen, siendo aproximadamente 15 a 24 partes en peso con respecto al peso total del hormigón.

45 Si se desea obtener un hormigón de tinte claro, a la vez que se conserva una resistencia característica a la compresión en 28 días elevada, se obtienen los mejores resultados con un hormigón según la invención completamente libre de humo de sílice, que comprende, en partes en peso:

- 100 de cemento,
- 50 - 80 a 150, preferentemente 100 a 125 de mezclas de arenas de bauxitas calcinadas, de diferentes granulometrías, teniendo la arena más fina una granulometría media inferior a 1 mm y teniendo la arena más gruesa una granulometría media inferior a 10 mm;
- 10 a 20, preferentemente 13 a 17 de partículas ultrafinas de carbonato cálcico;
- 0,2 a 5, preferentemente 0,5 a 0,7 de agente antiespumante;
- 55 - 5 a 7 de superplastificante reductor de agua;
- 17 a 20 de fibras; y
- 10 a 20, preferentemente 16 a 20 de agua.

60 Por otra parte, se puede añadir en la composición de hormigón según la invención de 0,5 a 3 partes, preferentemente de 0,5 a 2 partes y más preferentemente aun 1 parte de óxido cálcico o de sulfato cálcico. El óxido cálcico o el sulfato cálcico se añade en forma pulverulenta o micronizada y tiene que permitir compensar la retirada endógena inherente a las formulaciones a base de aglutinantes hidráulicos asociadas a cantidades de agua muy pequeñas. Es igualmente posible utilizar relleno de bauxita calcinada (cuyo diámetro armónico medio es inferior a 80 µm) en sustitución parcial del cemento, partículas ultrafinas de carbonato cálcico y, dado el caso, humo de sílice.

65 Además, se puede añadir igualmente en la composición de hormigón según la invención de $0,3 \cdot 10^{-3}$ a $1,15 \cdot 10^{-3}$

partes en peso en relación al peso total del hormigón sin fibras de refuerzo, fibras de polipropileno para mejorar la resistencia al fuego de hormigón según la invención.

5 Las cantidades de los diferentes constituyentes del hormigón se ajustan por el experto en la materia en función de la utilización y de las propiedades deseadas del hormigón.

10 Cuando mayor es la proporción en un hormigón de partículas ultrafinas de carbonato cálcico en relación con el humo de sílice, más claro es el tinte de ese hormigón. De este modo, en el caso de una sustitución completa del humo de sílice por las partículas ultrafinas de piedra caliza y de la utilización de un cemento blanco, se obtiene así un hormigón de tinte casi blanco. Por el contrario, si no se desea obtener un hormigón muy luminoso, de tinte verdaderamente blanco, no es necesario sustituir completamente el humo de sílice por las partículas de piedra caliza ultrafinas. En ese caso, el hormigón presenta una resistencia característica a la compresión en 28 días más elevada que la de un hormigón que no comprende humo de sílice.

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

20 Según un primer modo de realización de la invención, se introduce en un mezclador todos los constituyentes del hormigón según la invención, se mezcla y se obtiene un hormigón listo para moldearse o hacerlo fluir que presenta una muy buena maniobrabilidad.

25 Según otro modo de realización, se mezcla antes de nada todos los materiales granulares secos, es decir, cemento, arenas, partículas ultrafinas de piedra caliza y opcionalmente superplastificante y agente antiespumante y luego, se introduce en un mezclador esta mezcla previa a la que se añade agua, superplastificante y agente antiespumante, si estos están en forma líquida, y fibras, si se necesitan.

30 De forma preferente, se prepara primero la mezcla de los polvos, después, en el momento de la utilización, se mezclan los polvos con las cantidades deseadas de fibras y agua, opcionalmente superplastificante reductor de agua y agente antiespumante en la medida en la que están en forma líquida. De este modo, de manera ventajosa, se preparan bolsas u otros tipos de embalaje (por ejemplo, "big bag") de producto mezclado previamente en seco listo para su empleo, que se conservan y se almacenan fácilmente, dado que tienen un contenido muy débil en agua. En el momento de la utilización, es suficiente pues verter en un mezclador este producto mezclado previamente listo para su empleo con las cantidades deseadas de fibras y de agua y, opcionalmente, superplastificante reductor de agua. Después del mezclado, por ejemplo, durante 4 a 16 minutos, el hormigón según la invención obtenido puede moldearse sin dificultad, dados sus muy altos rendimientos de propagación.

35 Para realizar el moldeo, se pueden utilizar moldes clásicos, de madera, metal, etc., o moldes calorifugados que tienen como único objetivo permitir una disminución del tiempo de toma y un aumento más rápido de la resistencia. El hormigón según la invención no necesita en absoluto someterse a un tratamiento térmico para lograr los rendimientos requeridos. Por supuesto, un tratamiento térmico podría contemplarse para mejorar aun los rendimientos, pero esto conllevaría un sobrecoste.

40 La presente invención se refiere igualmente a productos mezclados previamente en seco listos para su empleo.

45 El hormigón según la invención puede utilizarse en cualquier ámbito de aplicación de hormigones armados o no.

50 Más particularmente, dado el hecho de que este hormigón es autocompactante, se puede hacer fluir en su lugar para la realización de pilares, viguetas, vigas, losas, etc. Puede utilizarse igualmente en cualquier aplicación de prefabricación. Dadas sus características de cohesión y de viscosidad, puede utilizarse para encofrados que comprenden insertos. Puede utilizarse igualmente para realizar inyecciones entre los elementos de la estructura. Puede, además utilizarse para la realización de pavimentos, de obras de arte, de piezas pretensadas o materiales compuestos.

55 Por otra parte, su resistencia a la compresión elevada permite una disminución de la dimensión de obras que lo implementan. De este modo, el hormigón según la invención sería particularmente útil, por ejemplo, para todos los elementos, barriles, tubos, contenedores, utilizados para el saneamiento. Presenta igualmente un coeficiente muy pequeño de fricción que no se modifica con el tiempo, lo que lo hace totalmente apropiado para el transporte de materiales clásicamente corrosivos para el hormigón.

60 Por último, los hormigones según la invención que presentan un contenido nulo de humo de sílice pueden utilizarse en cualquier aplicación arquitectónica, debido a su tinte claro que se busca particularmente para tales aplicaciones, y a sus buenas propiedades mecánicas, en particular, una resistencia a la compresión elevada.

65 La presente invención se explicará en mayor detalle con ayuda del ejemplo único siguiente, que no es limitante. Las cantidades se indican en partes en peso salvo indicación de lo contrario.

Descripción detallada de la invención

Ejemplo

Se preparó una formulación de hormigón según la invención, cuya composición se muestra en la tabla 1.

5

Materias primas

- el cemento utilizado es un cemento blanco CPA 52,5 blanco el Teil comercializado por Lafarge;
- la mezcla de arenas de bauxitas utilizada es una mezcla de una arena de bauxita de granulometría inferior a 1 mm y de una arena de bauxita de granulometría comprendida entre 3 y 7 mm;
- las partículas ultrafinas de carbonato cálcico son adiciones ultrafinas de carbonato cálcico sintético cristalizado en forma de cubos y comercializado por SOLVAY bajo la marca SOCAL® 31;
- las fibras utilizadas son fibras rectas de acero, de 0,3 mm de diámetro y 20 mm de longitud;
- el superplastificante reductor de agua se comercializa por la Société SIKAFIX bajo la denominación comercial VISCOCRETE 5400 F;
- el agente antiespumante utilizado es un agente antiespumante comercializado por la société TROY bajo la marca TROYKYD® D 126.
- el agua de empaste está presente en una cantidad tal como la relación agua/cemento E/C se fija en 0,225.

20

TABLA 1

MATERIAS PRIMAS	CANTIDAD
Cemento	1015
Partículas ultrafinas de carbonato cálcico	152
Arena de bauxita calcinada de granulometría media inferior a 1 mm	775
Arena de bauxita calcinada de granulometría comprendida entre 3 y 7 mm	373
Fibras metálicas	197
Superplastificante reductor de agua	63,8
Agente antiespumante	6
Agua	184

Con esta formulación, se prepararon probetas cilíndricas de 11 x 22 cm sobre las cuales se realizaron ensayos normalizados de medida de la resistencia a la compresión en 28 días según el estándar NFP 18406.

- 25 Se obtuvo un hormigón de tinte muy claro, que presenta una resistencia media a la compresión de al menos 165 MPa y una resistencia característica a la compresión en 28 días de al menos 150 MPa.

TABLA 1

MATERIAS PRIMAS	CANTIDAD
Cemento	1015
Partículas ultrafinas de carbonato cálcico	152
Arena de bauxita calcinada de granulometría media inferior a 1 mm	775
Arena de bauxita calcinada de granulometría comprendida entre 3 y 7 mm	373
Fibras metálicas	197
Superplastificante reductor de agua	63,8
Agente antiespumante	6
Agua	184

- 30 Con esta formulación, se prepararon probetas cilíndricas de 11 x 22 cm sobre las cuales se realizaron ensayos normalizados de medida de la resistencia a la compresión en 28 días según el estándar NFP 18406.

Se obtuvo un hormigón de tinte muy claro, que presenta una resistencia media a la compresión de al menos 165 MPa y una resistencia característica a la compresión en 28 días de al menos 150 MPa.

35

REIVINDICACIONES

1. Hormigón de muy alto rendimiento y autocompactante, que presenta una resistencia a la compresión en 28 días de al menos 150 MPa, dándose este valor para un hormigón conservado y mantenido a 20 °C que comprende:

- 5
- un cemento,
 - una mezcla de arenas de bauxitas calcinadas de diferentes granulometrías, teniendo la arena más fina una granulometría media inferior a 1 mm y teniendo la arena más gruesa una granulometría media inferior a 10 mm,
 - 10 - partículas ultrafinas de carbonato cálcico, que presentan una superficie específica igual o superior a 10m²/g, preferentemente igual o superior a 15 m²/g y mejor del orden de 20 m²/g, así como un índice de forma IF igual o superior a 0,3, preferentemente igual o superior a 0,4,
 - un agente antiespumante,
 - un superplastificante reductor de agua,
 - 15 - opcionalmente fibras,
 - y agua,

los cementos, arenas, partículas ultrafinas de carbonato cálcico presentando un reparto granulométrico tal que tengamos al menos de tres y como mucho cinco clases granulométricas diferentes, la relación entre el diámetro medio de una clase granulométrica y el de la clase inmediatamente superior siendo de aproximadamente 10.

20 2. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las partículas ultrafinas de carbonato cálcico son adiciones ultrafinas de carbonato cálcico cristalizado en forma de pequeños cubos.

25 3. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cemento es un cemento blanco.

4. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la mezcla de arenas de bauxitas calcinadas se constituye por:

- 30
- una arena de granulometría media inferior a 1 mm que comprende 20 % de agregados de dimensión inferior a 80 micras,
 - una arena de granulometría comprendida entre 3 y 7 mm y
 - opcionalmente una arena de granulometría comprendida entre 1 y 3 mm,

35 pudiendo la arena de menor granulometría reemplazarse total o parcialmente por:

- cemento, adiciones minerales tales como escoria molida, cenizas volantes o relleno de bauxita calcinada cuyo diámetro medio es inferior a 80 µm, en términos de la fracción del 20 % de los agregados de dimensión inferior a 80 µm,
- 40 - y arena de granulometría superior a 1 mm, en términos de la otra fracción.

45 5. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** las fibras se seleccionan de entre fibras metálicas, sintéticas, orgánicas o minerales y mezclas de las mismas, preferentemente de entre fibras de homopolímero o copolímero de polietileno, polipropileno, poliamida, alcohol de polivinilo, fibras de carbono, de Kevlar® y fibras de acero.

50 6. Hormigón según la reivindicación 5, **caracterizado por el hecho de que** las fibras son fibras metálicas, preferentemente de acero, de longitud comprendida entre 5 y 30 mm, preferentemente entre 10 y 25 mm y más preferentemente aun del orden de 20 mm y de diámetro comprendido entre 0,1 y 1,0 mm, preferentemente entre 0,2 y 0,5 mm y más preferentemente aun del orden de 0,3 mm.

7. Hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que está libre de humo de sílice y que comprende, en partes en peso:

- 55
- 100 de cemento,
 - 80 a 150, preferentemente 100 a 125 de mezclas de arenas de bauxitas calcinadas, de diferentes granulometrías, teniendo la arena más fina una granulometría media inferior a 1 mm y teniendo la arena más gruesa una granulometría media inferior a 10 mm;
 - 10 a 20, preferentemente 13 a 17 de partículas ultrafinas de carbonato cálcico;
 - 60 - 0,2 a 5, preferentemente 0,5 a 0,7 de agente antiespumante;
 - 5 a 7 de superplastificante reductor de agua;
 - 17 a 20 de fibras; y
 - 10 a 20, preferentemente 16 a 20 de agua.

65 8. Procedimiento de preparación de un hormigón de muy alto rendimiento y autocompactante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** se mezclan todos los constituyentes del hormigón

5 hasta la obtención de un hormigón de fluidez deseada y que se mezclan primero los constituyentes granulares secos, tales como cemento, arenas, partículas ultrafinas de carbonato cálcico y, opcionalmente el superplastificante y el agente antiespumante, que se añade a continuación a esta mezcla agua y, opcionalmente, el superplastificante y el agente antiespumante si estos están en forma líquida y, opcionalmente fibras, y que se mezclan hasta la obtención de un hormigón que tiene la fluidez deseada.

10 9. Mezcla en seco de hormigón listo para su empleo que permite obtener, después de añadir agua y, opcionalmente, fibras, así como superplastificante reductor de agua y agente antiespumante si estos están en forma líquida, un hormigón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

15 10. Utilización de un hormigón tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 o tal como preparado según el procedimiento de la reivindicación 8 para la realización de elementos prefabricados tales como pilares, viguetas, vigas, losas, pavimentos, de obras de arte, piezas pretensadas o materiales compuestos, inyecciones entre elementos de estructura, elementos de circuito de saneamiento o para aplicaciones arquitectónicas.