

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 829**

51 Int. Cl.:

C04B 41/50 (2006.01)

C04B 41/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2017 PCT/IB2017/000074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017 WO17137824**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2017 E 17705953 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3414213**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un hormigón fotovoltaico**

30 Prioridad:

09.02.2016 EP 16290031

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

12.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HORGNIES, MATTHIEU;
DUBOIS-BRUGGER, ISABELLE y
LEGRAND, FABIENNE**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 778 829 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

Procedimiento de fabricación de un hormigón fotovoltaico

5 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un hormigón fotovoltaico.

La presente invención se dirige al campo técnico de la producción de electricidad a partir de fuentes de energía renovables, especialmente energía solar, por medio del efecto fotovoltaico.

10 Las ciudades comprenden diversos edificios e infraestructuras (incluyendo el transporte) que proporcionan grandes superficies, que sería ventajoso utilizar para producir electricidad a partir de energía solar. Para esta finalidad, resulta deseable utilizar superficies de hormigón disponibles en las muchas estructuras presentes en las ciudades. Sin embargo, la aplicación de paneles solares sobre las fachadas o, más generalmente, sobre las superficies de hormigón, consume tiempo, es costoso y requiere una gran cantidad de mano de obra.

15 La aplicación de capas fotovoltaicas sobre hormigón se ha divulgado en diversos documentos, tales como WO 2011/132143 A1, WO 2012/076491 A1, WO 2013/037792 A1, WO 2013/060477 A1 y WO 2015/189096 A1.

20 Además, el documento EP 2190032 A1 describe un panel a base de fibrocemento, sobre el cual se aplica por encolado una película delgada fotovoltaica. La adhesión se efectúa utilizando un adhesivo aplicado por laminación al vacío y con calor sobre el panel de fibrocemento que se ha revestido previamente con una película polímera.

25 Los procedimientos conocidos para aplicar una capa fotovoltaica sobre hormigón comprenden la aplicación de una capa adhesiva entre la superficie de hormigón y la capa fotovoltaica. Los adhesivos termofusibles pueden usarse para la capa adhesiva. Con el fin de mejorar la adhesión de la capa fotovoltaica al hormigón, se ha propuesto ya en el documento WO 2011/132143 A1, WO 2013/037792 A1, WO 2013/060477 A1 y WO 2015/189096 A1 aplicar la capa adhesiva sobre una superficie muy lisa del hormigón, tal como una superficie que presenta una rugosidad superficial Ra de menos de 1 µm. Sin embargo, la resistencia adhesiva puede no ser satisfactoria aún en algunos casos, debido a la aparición de burbujas en la capa adhesiva en la interfaz entre el hormigón y la capa fotovoltaica.

30 Por tanto, la presente invención se dirige a mejorar la adhesión entre la capa fotovoltaica y el hormigón, con el fin de proporcionar un hormigón para producir edificios, obras estructurales o infraestructuras, que sea capaz de generar electricidad.

35 Para esta finalidad, la presente invención proporciona un procedimiento de fabricación de un hormigón fotovoltaico, que comprende las etapas siguientes:

- proporcionar un hormigón endurecido;
- 40 - desgasificar y/o secar el hormigón endurecido realizando un tratamiento térmico, en el que el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de $\geq 65^{\circ}\text{C}$ en una atmósfera que presenta una humedad relativa de $\leq 10\%$ durante un periodo de por lo menos 1 día, preferentemente por lo menos 3 días;
- 45 - aplicar una capa adhesiva sobre una superficie del hormigón endurecido; preferentemente, cuando la temperatura de la superficie de hormigón endurecido es $\leq 60^{\circ}\text{C}$;
- aplicar una capa que presenta propiedades fotovoltaicas sobre la capa adhesiva.

50 Sorprendentemente, los inventores han mostrado que desgasificar y/o secar el hormigón endurecido realizando un tratamiento térmico antes de aplicar la capa adhesiva reduce considerablemente o impide incluso la formación de burbujas en la capa adhesiva. En particular, se encontró que se requiere un tratamiento térmico específico que comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de $\geq 65^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de por lo menos 1 día, preferentemente por lo menos 3 días. Dicho tratamiento térmico da como resultado una desgasificación y/o secado del hormigón, de tal manera que la emisión de aire y/o agua durante el procedimiento de adhesión y/o laminación se reduce considerablemente. De hecho, todos los experimentos realizados por los inventores mostraron que la aparición de burbujas de aire podría no reducirse si las muestras de hormigón se sometieran a un tratamiento térmico, en el que las muestras se mantuvieron durante 3 días en una cámara climática a una humedad relativa de 50% y una temperatura de solo hasta 60°C .

60 Preferentemente, el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de 65 a 85°C durante un periodo de por lo menos 3 días.

65 Preferentemente, el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de $> 85^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 1-2 días.

Con el fin de mejorar la retirada de agua del hormigón endurecido, el tratamiento térmico se lleva a cabo preferentemente en un horno ventilado, en el que la humedad relativa de la atmósfera del horno se mantiene preferentemente en o por debajo del 10%.

5 Ventajosamente, una superficie lisa del hormigón combinada con el tratamiento térmico inventivo proporciona una buena adhesión de la capa fotovoltaica. En esta conexión, según una forma de realización preferida de la invención, la superficie del hormigón, antes de aplicar la capa adhesiva, presenta una rugosidad superficial Ra de < 10 µm, preferentemente < 7 µm, incluso más preferentemente < 5 µm, preferentemente 0,2 a 1 µm. Dicha superficie lisa
10 puede obtenerse vertiendo hormigón húmedo en un molde, presentando dicho molde una superficie interior para entrar en contacto con el hormigón que presenta una rugosidad superficial Ra de < 1,5 µm, en el que la superficie interior está realizada preferentemente a partir de PVC.

15 El término "rugosidad" como se utiliza en la presente memoria denota un parámetro de la topografía de superficie y se cuantifica por las desviaciones en la dirección del vector normal de una superficie real a partir de su forma ideal. La rugosidad de una superficie dada puede determinarse midiendo una serie de parámetros. En la descripción de la presente invención, se utiliza el parámetro Ra como el medido por un perfilómetro óptico cofocal y como se define por los estándares NF EN 05-015 y DIN EN ISO 4287 de octubre de 1998, correspondiente a la media aritmética de todas las ordenadas del perfil de superficie dentro de una longitud de base.

20 Según una forma de realización preferida de la invención, la capa adhesiva está realizada a partir de un polímero elastómero, tal como etileno-acetato de vinilo (EVA) o un elastómero de poliéster termoplástico (TPE). Este último puede obtenerse por la empresa Dupont con la marca Hytrel ® Film. Pueden utilizarse también otros adhesivos termofusibles. La capa adhesiva puede aplicarse por pulverización o cepillado.

25 Se ha encontrado que pueden obtenerse buenos resultados aplicando la capa adhesiva en un espesor de 0,2 a 1 mm, preferentemente de 0,4 a 0,6 mm.

30 Se ha observado que el adhesivo se funde demasiado rápido tras su aplicación sobre el hormigón, si la temperatura de la superficie del hormigón es demasiado alta. Esto da como resultado una pobre calidad de adhesión y una apariencia estética no deseada. Por tanto, es preferible dejar que la superficie del hormigón se enfríe antes de aplicar la capa adhesiva. Una forma de realización preferida de la invención prevé así que se permita que la superficie del hormigón se enfríe a una temperatura de ≤ 60°C antes de aplicar la capa adhesiva.

35 Además, es ventajoso no esperar demasiado entre la terminación del tratamiento térmico del hormigón y la aplicación de la capa adhesiva. De otra manera, el hormigón reabsorbe la humedad a partir del aire y se incrementa el riesgo de obtener burbujas en la capa adhesiva.

40 Según una forma de realización preferida de la invención, la capa adhesiva se aplica sobre la superficie del hormigón endurecido no más tarde de 5 minutos después de haber terminado el tratamiento térmico.

45 La capa fotovoltaica puede producirse utilizando técnicas conocidas. En particular, la capa que presenta propiedades fotovoltaicas se constituye de células fotovoltaicas, tales como células solares de silicio cristalino o células solares de película delgada. Las células solares de película delgada pueden aplicarse por pulverización catódica, deposición de vapor químico, deposición de iones, deposición de plasma, deposición de vapor físico por haz electrónico, deposición de laser pulsado, epitaxia de haz molecular o evaporación térmica.

50 Los compuestos metálicos o minerales aptos para la capa delgada fotovoltaica pueden basarse en silicio amorfo, silicio líquido, telururo de cadmio, cobre-indio-selenio, cobre-indio-galio-selenio, de diselenuro-disulfuro de cobre-indio-galio, arseniuro de galio, óxido de indio -estaño, cobre, molibdeno, calcopirita, perovskita o mezclas de los mismos.

Según una forma de realización preferida, la capa que presenta propiedades fotovoltaicas está revestida con una capa protectora, preferentemente una capa realizada de polímero elastómero, tal como etileno-acetato de vinilo (EVA).

55 Adicionalmente, la capa protectora puede revestirse opcionalmente con una capa protectora adicional que es preferentemente transparente, tal como una película polímera o vidrio.

60 Después de haber aplicado todas las capas sobre el hormigón endurecido, una etapa final proporciona una laminación de las capas con el fin de obtener un laminado. Por tanto, según una forma de realización preferida, el hormigón endurecido, la capa adhesiva, la capa que presenta propiedades fotovoltaicas, la capa protectora, opcionalmente, y la capa protectora adicional son laminadas a una temperatura de > 120°C, en particular a una temperatura de 140° a 160°C. Dichas temperaturas relativamente altas tal como se requiere para el procedimiento de laminación pueden dar como resultado la formación de burbujas de aire en la capa adhesiva por aire y/o vapor de agua que se liberan desde el hormigón endurecido. Según la invención, el tratamiento térmico del hormigón endurecido antes de la aplicación de la capa adhesiva permite la desgasificación y/o secado controlados del
65 hormigón de manera que puedan utilizarse altas temperaturas durante etapas de procedimiento posteriores, en particular para la etapa de laminación sin poner en riesgo la formación de burbujas de aire en la capa adhesiva.

- 5 El término "hormigón" tal como se utiliza en la presente memoria se entiende que define una mezcla de un aglomerante hidráulico (por ejemplo, cemento), áridos, agua, opcionalmente aditivos y opcionalmente adiciones minerales. En general, cualquier tipo de hormigón puede utilizarse dentro del alcance de la presente invención, en particular cualquier hormigón estructural que cumpla con el estándar NF EN 1992-1-1 de octubre de 2005. El hormigón estructural presenta en general una resistencia a la compresión medida a los 28 días mayor o igual que 12 MPa, en particular 12-300 MPa. Dicho hormigón puede utilizarse como una estructura de soporte en obras de construcción. Una estructura de soporte es generalmente cualquier elemento que aguanta más que su propio peso, tal como, por ejemplo, pilares, postes, suelos, paredes, vigas, etc. Ejemplos de hormigones que se utilizan son hormigón de altas prestaciones, hormigón de prestaciones ultraaltas, hormigón autonivelable, hormigón autocompactable, hormigón reforzado con fibra, hormigón mezclado preparado u hormigón de color. Preferentemente, el hormigón implementado en el procedimiento de la invención es un hormigón autonivelable, es decir, un hormigón que se pone bajo el único efecto de la gravedad sin hacerse vibrar.
- 10
- 15 El término "hormigón" comprende también morteros. En este caso, el hormigón comprende una mezcla de aglomerante hidráulico, arena, agua y, opcionalmente, aditivos, y posiblemente adiciones minerales. El término "hormigón" denota indistintamente hormigón en el estado fresco y en el estado curado, e incluye también una lechada o mortero de cemento.
- 20 El término "aglomerante hidráulico" como se utiliza en la presente memoria se entiende que define un material que se fragua por hidratación, por ejemplo, un cemento.
- Según una forma de realización preferida de la invención, el hormigón es un hormigón de prestaciones ultraaltas (UHPC) que presenta una resistencia a la compresión a los 28d de >100 MPa.
- 25 El hormigón puede presentar generalmente una relación agua/cemento (W/C) de hasta 50%, preferentemente a lo sumo 0,32, por ejemplo 0,10 a 0,32, más preferentemente de 0,20 a 0,27.
- 30 El hormigón puede ser un hormigón que contiene sílice pirolizada.
- El hormigón presenta generalmente una porosidad al agua de menos de 14%, preferentemente menos de 12%, por ejemplo, menos de 10% (determinada por el procedimiento descrito en el informe "Journées Techniques", AFPC-AFREM, diciembre de 1997, páginas 121 a 124).
- 35 Un hormigón de prestaciones ultraaltas es un tipo particular de hormigón de altas prestaciones y, en general, presenta una resistencia a la compresión a los 28 días mayor que 100 MPa y, generalmente, mayor que 120 MPa. Las capas según la invención se aplican preferentemente a elementos producidos a partir de hormigones de prestaciones ultraaltas descritos en las patentes US 6478867 y 6723162 o solicitudes de patente europea 1958926 y 2072481.
- 40 El hormigón comprende preferentemente, en partes en peso:
- 100 partes de cemento portland;
 - de 50 a 200 partes de una arena que presenta una clasificación única con un D10 a un D90 de 0,063 a 5 mm, o una mezcla de arenas, presentando la arena más fina un D10 a D90 de 0,063 a 1 mm y presentando la arena más gruesa un D10 a un D90 de 1 a 5 mm, por ejemplo, entre 1 y 4 mm;
 - de 0 a 70 partes de un material puzolánico o no puzolánico de partículas o una mezcla de las mismas que presentan un tamaño de partícula medio menor que 15 µm;
 - de 0,1 a 10 partes de un superplastificante de reducción de agua; y
 - de 10 a 32 partes de agua.
- 45
- 50
- 55 D90 corresponde al percentil 90 de la distribución del tamaño de partícula en volumen, es decir, que el 90% de las partículas presentan un tamaño menor que D90 y 10% presentan un tamaño mayor que D90. Asimismo, D10 corresponde al percentil 10 de la distribución del tamaño de partícula en volumen, es decir, que el 10% de las partículas presentan un tamaño menor que D10 y el 90% presentan un tamaño mayor que D10.
- 60 La arena es generalmente una arena de sílice o caliza, una bauxita calcinada o partículas de residuos metalúrgicos, y puede comprender también un material mineral denso molido, por ejemplo, una escoria vitrificada molido. Una mezcla preferida de arenas comprende una mezcla (preferentemente de dos arenas), presentando la arena más fina un D10 a un D90 desde 0,063 a 1 mm y presentando la arena más gruesa un D10 a un D90 de 1 a 5 mm. El hormigón es preferentemente un hormigón autocolocable. Presenta preferentemente un tiempo de fraguado Vicat de 2 a 18 horas, por ejemplo, de 4 a 14 horas.
- 65

Los hormigones de prestaciones ultraaltas muestran generalmente una contracción mayor en el fraguado debido a su mayor contenido de cemento. La contracción total puede reducirse por la inclusión de, en general, de 2 a 8 partes, preferentemente de 3 a 5 partes, por ejemplo, aproximadamente 4 partes, de cal viva, cal sobrecalcinada u óxido de calcio por 100 partes de la mezcla antes de la adición de agua.

5

Los materiales puzolánicos adecuados comprenden sílice pirolizada, también conocida por el nombre de microsílíce, que es un subproducto de la producción de aleaciones de silicio o ferrosilicio. Se conoce como un material puzolánico reactivo.

10

Su principal constituyente es dióxido de silicio amorfo. Las partículas individuales presentan generalmente un tamaño de aproximadamente 5 a 10 nm. Las partículas individuales se aglomeran con aglomerados anteriores de 0,1 a 1 µm y luego pueden agregarse uno a otro formando áridos de 20 a 30 µm. La sílice pirolizada presenta generalmente un área de superficie específica BET de 10 a 30 m²/g.

15

Otros materiales puzolánicos comprenden materiales ricos en aluminosilicato tal como metacaolín y puzolanas naturales que presentan orígenes volcánicos, sedimentarios o diagénicos.

20

Materiales no puzolánicos adecuados comprenden también materiales que contienen carbonato de calcio (por ejemplo, molido o precipitado), preferentemente un carbonato de calcio molido. El carbonato de calcio molido puede ser, por ejemplo, Durcal® 1 (OMYA, Francia).

25

Los materiales no puzolánicos presentan preferentemente un tamaño medio de partícula menor que aproximadamente 10 µm, preferentemente menor que aproximadamente 5 µm, por ejemplo, de 1 a 4 µm. El material no puzolánico puede ser un cuarzo molido, por ejemplo, C800 que es un material de relleno de sílice sustancialmente no puzolánico suministrado por Sifrac, Francia.

30

El área de superficie específica preferida BET (determinada por procedimientos conocidos) del carbonato de calcio o del cuarzo molido es generalmente de entre 2 y 10 m²/g, generalmente menor que 8 m²/g, por ejemplo, de entre 4 y 7 m²/g, preferentemente menor que 6 m²/g. El carbonato de calcio precipitado es también adecuado como material no puzolánico. Las partículas individuales presentan generalmente un tamaño (primario) del orden de 20 nm. Las partículas individuales se aglomeran en áridos que presentan un tamaño (secundario) de aproximadamente 0,1 a 1 µm. Los propios áridos forman racimos que presentan un tamaño (terciario) mayor que 1 µm.

35

Puede utilizarse un único material no puzolánico o una mezcla de materiales no puzolánicos, por ejemplo, carbonato de calcio molido, cuarzo molido o carbonato de calcio precipitado o una mezcla de los mismos. Puede utilizarse también una mezcla de materiales puzolánicos o una mezcla de materiales puzolánicos y no puzolánicos. El hormigón tratado según la invención puede reforzarse por elementos de refuerzo, por ejemplo, fibras metálicas y/u orgánicas y/o fibras de vidrio y/u otros elementos de refuerzo, por ejemplo, como se describe a continuación.

40

El hormigón puede comprender fibras metálicas y/u fibras orgánicas y/o fibras de vidrio. La cantidad en volumen de fibras es generalmente de entre 0,5 y 8% con relación al volumen del hormigón endurecido. La cantidad de fibras metálicas, expresada en términos de volumen del hormigón endurecido final es generalmente menor que 4%, por ejemplo, de entre 0,5 y 3,5%, preferentemente alrededor de 2%. La cantidad de fibras orgánicas, expresada sobre la misma base, es generalmente de entre 1 y 8%, preferentemente entre 2 y 5%. Las fibras metálicas se eligen generalmente de entre el grupo que incluye fibras de acero, tales como fibras de acero de alta resistencia, fibras de acero amorfo o fibras de acero inoxidable. Las fibras de acero pueden revestirse opcionalmente con un metal no ferroso tal como cobre, zinc, níquel (o aleaciones de los mismos).

50

La longitud individual (1) de las fibras metálicas es generalmente de por lo menos 2 mm y es preferentemente de entre 10 y 30 mm. La relación 1/d (siendo d el diámetro de las fibras) es generalmente de entre 10 y 300, preferentemente entre 30 y 300, preferentemente entre 30 y 100.

55

Las fibras orgánicas comprenden fibras de alcohol polivinílico (PVA), fibras de poliacrilonitrilo (PAN), fibras de polietileno (PE), fibras de polietileno de alta densidad (HDPE), fibras de polipropileno (PP), homopolímeros o copolímeros, fibras de poliamida o poliimida. Pueden utilizarse mezclas de estas fibras. Las fibras de refuerzo orgánicas utilizadas en la invención pueden clasificarse tal como sigue: fibras reactivas de módulo alto, fibras no reactivas de módulo bajo y fibras reactivas de módulo bajo. La presencia de fibras orgánicas hace posible modificar el comportamiento del hormigón con relación al calor o al fuego.

60

La longitud individual de las fibras orgánicas está comprendida preferentemente entre 5 y 40 mm, preferentemente entre 6 y 12 mm. Las fibras orgánicas son preferentemente fibras de PVA.

65

Los cementos adecuados con los cementos portland sin sílice pirolizada descritos en "Lea's Chemistry of Cement and Concrete". Los cementos portland incluyen cementos de escoria, puzolánico, ceniza volante, pizarra calcinada, caliza y cementos compuestos. Un cemento preferido para la invención es CEM I (generalmente PM ES). El cemento en el hormigón es, por ejemplo, cemento blanco.

5 La relación de peso agua/cemento de la composición puede variar si se utilizan sustitutos del cemento, más particularmente materiales puzolánicos. La relación agua/aglutinante se define como la relación de peso entre la cantidad de agua E y la suma de las cantidades de cemento y de todos los materiales puzolánicos: es generalmente de entre 13 y 35%, preferentemente entre 15 y 32%, por ejemplo, entre 15 y 30%, muy preferentemente entre 20 y 25%. La relación de agua/aglutinante puede ajustarse utilizando, por ejemplo, agentes de reducción de agua y/o superplastificantes.

10 En el trabajo "Concrete Admixtures Handbook, Properties Science and Technology", V.S. Ramachandran, Noyes Publications, 1984: se define un reductor de agua como un aditivo que reduce la cantidad de agua de la mezcla para un hormigón para una trabajabilidad dada de típicamente entre 10 y 15%. Los reductores de agua comprenden, por ejemplo, lignosulfonatos, ácidos hidroxycarboxílicos, carbohidratos y otros compuestos orgánicos especializados, por ejemplo, glicerol, alcohol polivinílico, aluminometilsiliconato de sodio, ácido sulfanílico y caseína. Los superplastificantes pertenecen a una nueva clase de reductores de agua, que son químicamente diferentes de los reductores de agua normales y capaces de reducir la cantidad de agua de la mezcla en aproximadamente 30%. Los superplastificantes se han clasificado generalmente en cuatro grupos: condensado de naftaleno-formaldehído sulfonado (SNF) (generalmente, una sal de sodio); condensado de melanina-formaldehído sulfonado (SMF); lignosulfonatos modificados (MLS) y otros. Superplastificantes de nueva generación comprenden compuestos policarboxílicos tales como poliacrilatos. El superplastificante es preferentemente una nueva generación de superplastificante, por ejemplo, un copolímero que contiene polietilenglicol como injerto y funciones carboxílicas en la cadena principal, tal como un éter policarboxílico. Pueden utilizarse también policarboxilato-polisulfonato de sodio y poliacrilatos de sodio. La cantidad de superplastificantes requerida generalmente depende de la reactividad del cemento. Cuanto menor es la reactividad del cemento, menor es la cantidad requerida de superplastificante. A fin de reducir la cantidad total de álcalis, el superplastificante puede utilizarse como una sal de calcio en vez de una sal de sodio.

30 Pueden añadirse otros aditivos a la mezcla de hormigón, por ejemplo, un agente antiespuma (por ejemplo, un polidimetilsiloxano). Pueden utilizarse también siliconas en forma de una solución, un sólido o preferentemente en forma de una resina, un aceite o una emulsión, preferentemente en agua. Las siliconas preferidas comprenden los grupos característicos ($R^4SiO_{0,5}$) y (R^4_2SiO).

35 En estas fórmulas, los radicales R^4 , que pueden ser idénticos o diferentes, son preferentemente hidrógeno o un grupo alquilo que presenta entre 1 y 8 átomos de carbono, prefiriéndose el grupo metilo. La pluralidad de grupos característicos es preferentemente de entre 30 y 120.

La cantidad de dicho agente en la composición es generalmente de como máximo 5 partes por 100 partes en peso con relación al peso del cemento.

40 El hormigón puede prepararse por procedimientos conocidos, en particular por mezclado de los componentes sólidos y agua, conformado (por ejemplo, por moldeado, fundición, inyección, bombeo, extrusión o calandrado), fraguándose y endureciéndose seguidamente.

45 El procedimiento de fabricación de un elemento de hormigón tal como se define anteriormente comprende las etapas de proporcionar un molde, verter el hormigón en el estado fresco en el molde y retirar el elemento del molde después de que el hormigón se ha fraguado. El llenado del molde se lleva a cabo ventajosamente con el molde plano.

50 Según una forma de realización de la invención, el molde comprende un material tal como silicona, poliuretano, acero, acero inoxidable, polipropileno, madera baquelizada, polioximetileno o cloruro de polivinilo. El molde comprende preferentemente polipropileno, polioximetileno o cloruro de polivinilo.

Según una forma de realización de la invención, el molde comprende cloruro de polivinilo. No se utilizó ningún agente de desmoldeo específico.

55 Después de la liberación del hormigón endurecido desde el molde y antes de la etapa de tratamiento térmico, se lleva a cabo una etapa de almacenar el hormigón durante por lo menos 7 días, preferentemente por lo menos 10 días, todavía más preferentemente por lo menos durante 12 días. El almacenamiento se lleva a cabo, por ejemplo, a 20°C y a 50% de humedad relativa.

60 Preferentemente, el hormigón tiene la forma de una losa de hormigón que presenta un espesor de 5 a 20 mm. El hormigón tendrá preferentemente la forma de "elementos delgados", por ejemplo, los que presentan una relación entre la longitud y el espesor mayor que aproximadamente 8, por ejemplo, mayor que alrededor de 10, presentando generalmente un espesor de entre 10 y 30 mm.

65 Al mezclar los componentes del hormigón, los materiales en forma de partículas además del cemento pueden introducirse como premezclas o premezcla seca de polvos o diluido o suspensiones acuosas concentradas.

El procedimiento según la invención puede incluir opcionalmente una etapa de pulir la superficie de hormigón antes de aplicar la capa adhesiva.

5 La expresión “elemento de construcción” significa cualquier elemento de una construcción tal como, por ejemplo, un suelo, un reglón, un cimiento, un basamento, una pared, un tabique, un forro, un techo, una viga, una superficie de trabajo, un pilar, un pilar de puente, un bloque de construcción, un bloque de construcción de hormigón aireado, un tubo, una tubería, un poste, una escalera, un panel, una cornisa, un molde, un elemento de autovía (por ejemplo, un bordillo), una loseta, una cubierta (por ejemplo, una cubierta de carretera), un revestimiento (por ejemplo, para una pared), una placa de escayola, un elemento aislante (por ejemplo, un aislamiento acústico y/o térmico).

En la presente divulgación, incluyendo las reivindicaciones, a menos que se indique lo contrario, los porcentajes se indican en peso.

15 Las áreas de superficie específicas de materiales se miden por el procedimiento BET utilizando un aparato Beckman Coulter SA 3100 con nitrógeno como gas adsorbido.

Las distribuciones de tamaño de partícula y los tamaños de partícula menores que 0,063 mm se miden utilizando un granulómetro de láser Malvern MS2000. La medición se efectúa en etanol. La fuente de luz consiste en un láser rojo He-Ne (632 nm) y un diodo azul (466 nm). El modelo óptico es el de Mie y la matriz de cálculo es del tipo polidisperso.

El aparato se comprueba antes de cada sesión de trabajo por medio de una muestra estándar (sílice Sifrac C10) para la que se conoce la distribución del tamaño de partícula.

25 Se realizan mediciones con los siguientes parámetros: velocidad de bomba 2300 rpm y velocidad de agitador 800 rpm. La muestra se introduce a fin de estabilizar un oscurecimiento entre 10 y 20%. La medición se efectúa después de la estabilización del oscurecimiento. El ultrasonido a 80% se aplica primeramente durante 1 minuto para asegurar la desaglomeración de la muestra. Después de aproximadamente 30 s (para posibles burbujas de aire a limpiar), se lleva a cabo una medición durante 15 s (15000 imágenes analizadas). Sin vaciar la celda, se repite la medición por lo menos dos veces para verificar la estabilidad del resultado y la eliminación de posibles burbujas.

Todos los valores proporcionados en la descripción y los intervalos especificados corresponden a valores promedio obtenidos con ultrasonido.

35 Las distribuciones del tamaño de partícula y los tamaños de partícula mayores que 0,063 se miden por tamizado.

La invención se describirá con mayor detalle por medio del siguiente ejemplo.

Ejemplo

40 Se utilizó un hormigón de prestaciones ultraaltas con los siguientes componentes:

- (1) Cemento portland blanco de Lafarge-France Le Teil
- 45 (2) Relleno de caliza DURCAL 1 de la compañía OMYA
- (3) Sílice pirolizada MST de SEPR (European Society of Refractories Products)
- (4) Arena BE01 de Sibelco France (Carrière of SIFRACO BEDOIN)
- 50 (5) Aditivo Ductal F2 de la compañía Chryso

El cemento portland es del tipo CEM I 52.5 según EN 197-1 de febrero de 2001. La sílice pirolizada presenta un tamaño de partícula mediano de aproximadamente 1 µm. El aditivo Ductal F2 es un superplastificante de policarboxilato que comprende un polioxialquileo en fase acuosa.

Se utilizó la siguiente formulación:

Componente	Peso en % en relación con la masa de la composición total
Cemento portland blanco	31,0
Relleno de caliza DURCAL 1	9,3
Sílice pirolizada MST	6,8
Arena BE01	44,4
Agua	7,1
Aditivo Ductal F2	1,4

La relación agua/cemento es 0,26. Es un hormigón que presenta una resistencia a la compresión a los 28 días mayor que 100 MPa.

5 El hormigón de prestaciones ultraaltas según la formulación anterior se ha obtenido por medio de un mezclador de tipo RAYNERI. Todo el funcionamiento se ha llevado a cabo a 20°C. El procedimiento de preparación comprende las etapas siguientes:

- 10 - A T = 0 segundos: cargar el cemento, el relleno de caliza, sílice pirolizada y la arena en el mezclador de cuba y mezclar durante 7 minutos (15 rpm);
- A T = 7 minutos: añadir agua y la mitad del peso de aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- A T = 8 minutos: añadir el resto del aditivo y mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- 15 - A T = 9 minutos: mezclar durante 8 minutos (50 rpm); y
- A T = 17 minutos: mezclar durante 1 minuto (15 rpm);
- 20 - A T = 18 minutos: verter el hormigón sobre el nivel en un molde.

Se han producido placas (dimensiones 1700 x 100 x 10 mm) por moldeo de hormigón según el procedimiento anterior en un molde de un cloruro de polivinilo (PVC). Cada placa se ha desmoldado 18 horas después de haber añadido agua al cemento. Cada placa desmoldada se ha almacenado a 20°C y a una humedad relativa de 60% durante 14 días.

25 Después de desmoldear, la superficie de las placas tenía una rugosidad Ra de 0,4 a 1 µm.

Ejemplo de tratamiento térmico nº1

30 Una primera mitad de las placas de hormigón endurecido se sometió a un tratamiento térmico en un horno a una temperatura de 65°C durante 3 días. Durante el tratamiento térmico, la atmosfera del horno se controló de modo que la humedad relativa no excedió el 10%.

Ejemplo de tratamiento térmico nº2

35 La segunda mitad de las placas de hormigón endurecido se sometió a un tratamiento térmico en un horno a una temperatura de 85°C durante 1 día. Durante el tratamiento térmico, la atmosfera del horno se controló de modo que la humedad relativa no excedió el 10%.

40 Todas las placas obtenidas como se ha descrito anteriormente se utilizaron para producir un laminado que comprende las siguientes etapas:

- placas de hormigón endurecido
- 45 - capa adhesiva de EVA (aplicada al hormigón después de permitir que la superficie de hormigón se enfríe a 60°C)
- capa de células solares de silicio cristalino
- capa protectora realizada a partir de EVA
- 50 - placa de vidrio o una película de plástico transparente.

El laminado se produjo en un dispositivo de laminación a una temperatura de 150°C ± 10°C. Se utilizó el siguiente dispositivo de laminación:

- 55 - Modelo: TCYB01A
- Zona de laminación: 2200 mm x 1750 mm
- Uniformidad de temperatura: ± 2°C
- Intervalo de temperatura: 30-180°C
- 60 - Tasa de escape de aire: 30 l/s
- Potencia: 35 kW
- Fuente de aire: 0,7 MPa

65 La capa adhesiva entre la superficie de hormigón y la capa de células solares se analizó y ahora, se encontraron sustancialmente burbujas de aire.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un hormigón fotovoltaico, que comprende las etapas siguientes:
 - 5 - proporcionar un hormigón endurecido;
 - desgasificar y/o secar el hormigón endurecido realizando un tratamiento térmico, en el que el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de $\geq 65^{\circ}\text{C}$ en una atmósfera que presenta una humedad relativa de $\leq 10\%$ durante un periodo de por lo menos 1 día, preferentemente por lo menos 3 días;
 - 10 - aplicar una capa adhesiva sobre una superficie del hormigón endurecido;
 - aplicar una capa que presenta propiedades fotovoltaicas sobre la capa adhesiva.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de 65 a 85°C en una atmósfera que presenta una humedad relativa de $\leq 10\%$ durante un periodo de por lo menos 3 días.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tratamiento térmico comprende someter el hormigón endurecido a una temperatura de $> 85^{\circ}\text{C}$ en una atmósfera que presenta una humedad relativa de $\leq 10\%$ durante un periodo de 1 a 2 días.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el tratamiento térmico se lleva a cabo en un horno ventilado, en el que la humedad relativa de la atmósfera del horno se mantiene preferentemente en o por debajo de 10% .
- 30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa adhesiva está realizada a partir de un polímero elastómero, tal como etileno-acetato de vinilo (EVA) o un elastómero de poliéster termoplástico (TPE).
- 35 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa adhesiva es aplicada por pulverización o cepillado.
- 40 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la capa adhesiva se aplica en un espesor de $0,2$ a 1 mm, preferentemente de $0,4$ a $0,6$ mm.
- 45 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se permite que la superficie del hormigón se enfríe a una temperatura de $\leq 60^{\circ}\text{C}$ antes de aplicar la capa adhesiva.
- 50 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la superficie del hormigón, antes de aplicar la capa adhesiva, presenta una rugosidad de superficie R_a de < 10 μm , preferentemente < 7 μm , todavía más preferentemente < 5 μm , preferentemente de $0,2$ a 1 μm .
- 55 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el hormigón endurecido se obtiene vertiendo hormigón húmedo en un molde, presentando dicho molde una superficie interior para entrar en contacto con el hormigón que presenta una rugosidad superficial R_a de $< 1,5$ μm , en el que la superficie interior está realizada preferentemente a partir de cloruro de polivinilo.
- 60 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la capa que presenta propiedades fotovoltaicas se constituye de células fotovoltaicas, tales como células solares de silicio cristalino o células solares de película delgada.
- 65 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la capa que presenta propiedades fotovoltaicas está recubierta con una capa protectora, preferentemente una capa realizada a partir de polímero elastómero, tal como etileno-acetato de vinilo (EVA).
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la capa protectora está recubierta con una capa protectora adicional, que es preferentemente transparente, tal como una película polímera o vidrio.
14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que el hormigón endurecido, la capa adhesiva, la capa que presenta propiedades fotovoltaicas, la capa protectora y opcionalmente la capa protectora adicional son laminadas a una temperatura de $> 120^{\circ}\text{C}$, en particular a una temperatura de 140 a 160°C .
15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el hormigón es un hormigón de prestaciones ultraaltas (UHPC) que presenta una resistencia a la compresión de > 100 MPa a los 28 días.
16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el hormigón tiene la forma de una losa de hormigón que presenta un espesor de 5 a 20 mm.