

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 468 791**

51 Int. Cl.:

E04F 15/12 (2006.01)

C04B 111/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10718633 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2411345**

54 Título: **Composición cementosa para capa fluida autonivelante, y capa fluida autonivelante así realizada**

30 Prioridad:

23.03.2009 FR 0901327

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

17.06.2014

73 Titular/es:

**CIMENTS FRANÇAIS (100.0%)
Tour Ariane Quartier Villon 5 place de la
Pyramide
92800 Puteaux, FR**

72 Inventor/es:

**LE ROLLAND, BRUNO;
ROUX, ANDRÉ y
VESPASIEN, SYLVIA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 468 791 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

Composición cementosa para capa fluida autonivelante, y capa fluida autonivelante así realizada

La presente invención se refiere al campo de las composiciones cementosas utilizadas para la realización de capas fluidas autonivelantes, y más particularmente, una composición fluida cementosa para capa, y la capa fluida autonivelante así realizada.

Una capa fluida autonivelante está formada a partir de una composición cementosa a base de un ligante, de un granulado, que es generalmente arena, de al menos un adyuvante fluidificante (denominado también superplastificante o dispersante) y de agua. El adyuvante fluidificante permite transformar esta composición cementosa en una pasta cuya consistencia después del mezclado es parecida a la del agua. Esto explica el carácter autonivelante y autoalisante de la composición en estado fresco.

Tales capas son muy apreciadas en el campo de la construcción y de la edificación por su gran facilidad de utilización, su capacidad para corregir unos defectos de regularidad superficial de los soportes y para revestir, por ejemplo, unas canalizaciones de calefacción por el suelo. Permiten obtener, sin intervención exterior, el extendido perfecto de la mezcla, que se efectúa, por lo tanto, por gravedad gracias a la composición de la mezcla vertida.

La aplicación de estas capas puede efectuarse en las obras según dos vías:

- la primer vía consiste en fabricar una "premezcla" en la estación de mezcla, es decir en realizar la mezcla seca del conjunto de los constituyentes de la composición cementosa: ligantes y adyuvantes, con los granulados, a fin de poder disponer de una mezcla pulverulenta de mortero listo para usar. Se suministra en la obra en silos móviles o en sacos. Este mortero está destinado a ser mezclado *in situ* mecánicamente con agua y aplicado por bombeo;

- la segunda vía consiste en fabricar el mortero fluido en una central de hormigón y suministrarlo en la obra mediante un camión mezclador. El mortero se bombea generalmente después en el sitio de aplicación mediante una bomba.

Los diferentes tipos de capas se distinguen principalmente por la naturaleza de su ligante.

Los ligantes más utilizados actualmente son el anhidrito natural o sintético (sulfato de calcio anhidro) que lleva a la formación de yeso después de la hidratación, el cemento aluminoso adicionado o no de sulfato de calcio, que lleva a la formación rápida de etringita, o el cemento Portland.

Las capas denominadas "anhidrita" presentan el inconveniente principal de ser, después del secado, muy sensibles al agua. Cualquier rehumidificación de la capa por la elevación de la losa soporte puede ser el origen de graves desórdenes en la resistencia del revestimiento del suelo. Además, las capas "anhidrita" presentan, en el secado, unas subidas de yeso que cristaliza en la superficie, así como unas subidas de lechada (resudado que se manifiesta por una subida de agua acompañada de elementos finos de la formulación, tales como caliza, yeso). La formación superficial de una costra poco resistente o de lechada pulverulenta obliga, antes de cualquier instalación de revestimiento sobre dicha capa, a operaciones de lijado, cepillado o pulido. Finalmente, la velocidad de secado de una capa anhidrita es generalmente lenta. Si esta puede ser acelerada durante el calentamiento inicial de una calefacción por el suelo, en ausencia de un sistema de calentamiento interno, el tiempo de secado necesario antes del recubrimiento es de aproximadamente un mes.

La utilización de cemento aluminoso, generalmente adicionado de sulfato de calcio, conduce a la formación de etringita después de la hidratación. La capa endurecida resultante es generalmente insensible al agua, pero en este caso, el tiempo de mantenimiento de la manejabilidad de la composición cementosa es bastante corto (inferiores a 1h30) haciendo su uso poco juicioso en el caso de un transporte por camión mezclador de mortero fluido a la obra desde una central de hormigón. El cemento aluminoso es utilizado entonces más bien en forma de "premezcla" lista para usar y envasada en sacos. Esta se mezcla en la obra justo antes de realizar la capa.

La utilización de cemento Portland sólo es generalmente preferible para realizar una capa fluida autonivelante ya que permite la obtención de tiempos de manejabilidad suficientes para transportar y utilizar la composición cementosa en la obra. Por el contrario, sin la adición de adyuvantes específicos tales como los descritos, por ejemplo, en la patente EP-B1-1.197.480, la hidratación del cemento Portland conduce inevitablemente al fenómeno de retracción que origina fisuras potenciales, de levantamiento de los bordes de la capa, o acomado y la formación consecutiva de macrofisuras bajo el efecto de su propio peso. Esta patología denominada también "curling" está relacionada con el diferencial de retracción entre el fondo y la superficie de la capa, diferencial causado por un gradiente de humedad que se instala durante el secado.

El documento EP 1312590 describe una capa autonivelante obtenida a partir de una composición que comprende una proporción importante en clínker sulfoaluminoso y una proporción muy baja de cemento Portland, indicando que la retracción es más importante para las capas de cemento Portland que para las capas a base de cemento sulfoaluminoso.

Por otra parte, el documento FR 2825698 describe una placa a base de ligante cementoso que comprende el cemento Portland, un clínker sulfoaluminoso y una fuente de sulfato de calcio, con una baja aportación de agua/ligante comprendida entre 0,2 y 0,5, y menciona que más allá de este valor, los rendimientos mecánicos caen de manera vertiginosa.

- 5 La patente EP 1306356 del mismo solicitante describe un ligante cementoso que comprende un cemento Portland, un clínker sulfoaluminoso y sulfato de calcio, que no permite realizar una capa fluida autonivelante que presenta una manejabilidad suficiente, ni una baja retracción, ni una resistencia mecánica a la compresión a las 24 horas al menos igual a 1MPa.

10 Un primer objetivo de la invención es por lo tanto proponer una composición cementosa de capa fluida autonivelante que presenta una manejabilidad superior a aproximadamente 1h30, en particular para permitir su preparación en una central a hormigón, que presenta un endurecimiento rápido, que se traduce por una resistencia mecánica a la compresión a las 24h al menos igual a 1 MPa aproximadamente, a fin de autorizar el seguimiento de los trabajos en la obra a partir del día siguiente permitiendo, como mínimo una circulación peatonal.

15 Para luchar contra las variaciones dimensionales durante las fases de hidratación y de secado, se han desarrollado unos cementos denominados expansivos. Estos cementos, según el ACI (American Concrete Institute) Committee 223- *Standard practice for the use of Shrinkage-Compensating Concrete (ACI 223-98)* son unos cementos que, cuando se mezclan con agua, producen una pasta cementosa que, después del fraguado, en condiciones de curado húmedo, tiende a aumentar de volumen. El hinchamiento producido es capaz de contrabalancear una parte o la totalidad de la retracción observada durante una exposición de la pasta cementosa en un entorno de higrometría reducida, y por lo tanto obtener unas composiciones cementosas que tienen unas variaciones de dimensión reducidas. El cemento expansivo está así descrito como un cemento de retracción compensada en la medida en la que la expansión residual en el material queda limitada, incluso nula.

25 Se conocen por otra parte las composiciones cementosas de retracción compensada que son concebidas para aumentar de volumen después del fraguado y durante la fase de endurecimiento precoz. Esta expansión, cuando es restringida u obstaculizada (por unas armaduras o simplemente un soporte o un encofrado en el caso de una losa) provoca una tensión de compresión en el material. Durante el secado ulterior, la retracción, en lugar de provocar una tensión de tracción, que llevaría al agrietamiento, "libera" las deformaciones de hinchamiento causadas por la expansión inicial.

30 La cal viva o magnesia son conocidas como agentes expansivos que permiten compensar la retracción. Se encuentra también como ligantes expansivos, los cementos expansivos que llevan a la formación controlada de etringita en los primeros días después de la colocación del hormigón, que permiten obtener un efecto compensador de la retracción. Los tres tipos de cemento expansivos reconocidos por las normas ACI 223R6-93 y ASTM C 845-90 son las siguientes:

- tipo K: contiene $C_4A_3\$$, C\$ y cal no combinada (cal viva)

35 - tipo M: contiene aluminatos de calcio en forma CA y $C_{12}A_7$

- tipo S: contiene una cantidad más alta de C_3A que un cemento Portland

En un cemento expansivo de tipo K, el encontrado más frecuentemente, en particular en los Estados Unidos, la formación de etringita a partir de $C_4A_3\$$ está representada por la ecuación siguiente:



40 La expansión de la pasta de cemento que resulta de la formación de etringita empieza en el momento en que se añade el agua, pero sólo la expansión impedida es beneficiosa, lo que no es el caso cuando el hormigón o mortero está en estado plástico. Por otra parte, una expansión retardada en un hormigón puede ser dramática cuando, por ejemplo, este sufre un ataque exterior por los sulfatos. Por lo tanto, es importante que la formación de etringita cese después de varios días. Durante la utilización de este tipo de hormigón, es necesario asegurar una maduración con agua, después del vertido, condición imperativa para aprovechar totalmente los beneficios de la utilización de tal cemento. Esto limita la utilización de tales cementos a unas composiciones cementosas que presentan una cierta consistencia. Por lo tanto, hasta ahora, el caso de las composiciones cementosas fluidas autonivelantes no entraba en el campo de aplicación de las composiciones cementosas de retracción compensada.

50 Por otra parte, la maniobrabilidad, o manejabilidad, de una composición cementosa confeccionada con un cemento expansivo de tipo K es peor y la pérdida de hundimiento es superior a la observada con un cemento Portland tradicional. Debido a la presencia de cal viva en el cemento expansivo de tipo K, la cinética de formación de la etringita es rápida y lleva, desde los primeros instantes, a inmovilizar una parte del agua de mezclado. Esto se traduce por una pérdida significativa de manejabilidad a lo largo del tiempo.

55 Un segundo objetivo de la presente invención es proponer una composición cementosa de capa fluida autonivelante de retracción compensada, cuyo tiempo de manejabilidad pueda ser controlado en un tiempo suficiente para permitir

la utilización de dicha composición. Típicamente, este tiempo debe fácilmente alcanzar 3 horas en el caso de un suministro de la composición cementosa por camión mezclador desde la central de hormigón (lugar de fabricación) hasta su utilización (lugar de vertido de la composición cementosa fluida autonivelante).

- 5 Un tercer objetivo de la presente invención es también proponer una composición cementosa que no sufra pérdida de fluidez a lo largo del tiempo: es decir, que presente un carácter autonivelador desde el momento de su fabricación hasta el momento de su utilización en la obra para permitir el vertido de la capa.

Para ello, la composición cementosa de capa fluida autonivelante según la invención, formada de una mezcla de un ligante cementoso, de adyuvantes que comprenden al menos un adyuvante fluidizante, de granulados y de agua, se caracterizada por que dicho ligante cementoso comprende:

- 10 - del 70% al 85% en peso de cemento Portland,
 - del 7% al 18% en peso de clínker sulfoaluminoso que contiene un contenido en sulfoaluminato de calcio C₄A₃\$ comprendido entre el 50 y el 70% en peso,

- del 6% al 14% en peso de sulfato de calcio,

con una relación molar sulfato de calcio C\$/sulfoaluminato de calcio C₄A₃\$ comprendida entre 5 y 7,

- 15 y por que la relación ponderal agua/ligante está comprendida entre 0,60 y 0,90.

Preferentemente, la composición cementosa comprende:

- del 77% al 85% en peso de cemento Portland,

- del 7% al 18% en peso de clínker sulfoaluminoso,

- del 6% al 14% en peso de sulfato de calcio.

- 20 Los ensayos realizados han mostrado de manera sorprendente que la condición esencial para minimizar la retracción es respetar la relación molar antes mencionada entre el contenido total en sulfato de calcio, incluso el presente en el clínker sulfoaluminoso, y el contenido en sulfoaluminato de calcio presente en el clínker sulfoaluminoso.

- 25 Por cemento Portland, se debe de entender un cemento normalizado según la norma europea EN 197-1 (de tipo I y II). De manera preferida, el cemento Portland presenta una superficie específica (Blaine) comprendida entre 3000 y 6000 cm²/g.

- 30 Por clínker sulfoaluminoso, se debe de entender cualquier materia que resulta de la cocción a una temperatura comprendida entre 900°C y 1450°C (temperatura de clinkerización) de mezclas que contienen al menos una fuente de cal (por ejemplo las calizas que tienen un contenido en CaO que varía entre el 50% y el 60%), al menos una fuente de alúmina (por ejemplo las bauxitas, las alúminas calcinadas u otro subproducto de fabricación que contiene alúmina) y al menos una fuente de sulfato (yeso, yeso químico, anhidrita natural o sintética, escayola, cenizas sulfocálcicas). El clínker sulfoaluminoso que pertenece al ligante de la composición cementosa según la presente invención contiene una cantidad en sulfoaluminato de calcio 4CaO·Al₂O₃·SO₃ (también denominado C₄A₃\$) comprendida entre el 50 y el 70% en peso.

- 35 Ventajosamente, el clínker sulfoaluminoso utilizado en el ámbito de la invención contiene una cantidad en cal libre inferior o igual al 1% en peso, preferiblemente inferior al 0,6% en peso. Un contenido superior al 1% en cal libre puede ser el origen de problemas de pérdidas de manejabilidad rápida de la composición cementosa.

El sulfato de calcio se puede seleccionar entre la anhidrita, el yeso o el hemihidrato de calcio.

- 40 En esta composición, el ligante está adicionado de agua según una relación ponderal agua/ligante comprendida ventajosamente entre 0,60 y 0,80, preferentemente entre 0,70 y 0,80.

De manera preferida, el granulado es arena, ventajosamente de granulometría inferior o igual a 4 mm.

- 45 La composición cementosa según la invención puede contener uno o varios adyuvantes seleccionados entre: un retardador de fraguado, tal como ácido policarboxílico, un acelerador de endurecimiento, un agente de cohesión y de estabilidad, un agente antiespumante y un superplastificante. El acelerador de endurecimiento es ventajosamente una sal alcalina, preferentemente seleccionada entre el carbonato de litio, el carbonato de sodio, o una mezcla de estos últimos.

Dicha composición presenta preferiblemente un tiempo de manejabilidad (medido según la norma ASTM C230/C230 M-03) comprendido entre 1h30 y 3 horas, a una temperatura comprendida entre 5°C y 30°C.

La presente invención se refiere asimismo a la utilización de la composición cementosa descrita anteriormente para la realización de capa fluida autonivelante.

- 5 La capa autonivelante obtenida a partir de la composición descrita anteriormente presenta unos rendimientos superiores a las capas de la técnica anterior, y está en particular caracterizada por que presenta una resistencia mecánica a la compresión a las 24 horas al menos igual a 1 MPa, una retracción a los 7 días, medida bajo una higrometría relativa del 50%, inferior a 500 $\mu\text{m/m}$ y un valor de hinchamiento endógeno medido a los 7 días inferior a 1000 $\mu\text{m/m}$. El respeto de estos valores permite obtener una capa denominada "de buena estabilidad de dimensión" y por lo tanto de retracción limitada, en la medida en la que se ha observado que no aparecía ninguna grieta hasta 28 días después de su utilización.
- 10 La tabla 1 siguiente permite comparar y "cuantificar" los rendimientos observados para la capa fluida autonivelante según la invención con respecto a los rendimientos de las capas de la técnica anterior.

Tabla 1

PROPIEDAD	CAPA ANHIDRITA	CAPA DE CEMENTO PORTLAND	CAPA DE CEMENTO ALUMINOSO	CAPA DE CEMENTO SULFOALMINOSO	CAPA SEGÚN LA INVENCION
Resistencias mecánicas elevadas a 1d.	+	-	+	+	+
Largo tiempo de mantenimiento de la manejabilidad	+	+	-	-	+
Estabilidad de dimensión bajo higrometría reducida (H.R.=50%)	+	-	+	+	+
Estabilidad de dimensión en medio húmedo	-	+	-	-	+
Velocidad de secado elevada	-	+	+	+	+
Ausencia de pulido	-	+	+	+	+
NÚMERO DE "+"	3	4	4	4	6

- 15 Otras características y ventajas de la invención aparecerán con la descripción siguiente de diferentes modos de realización dados a título de ejemplos no limitativos y presentados en referencia a las figuras anexas, en las que:

Las figuras 1A, 1B y 1C esquematizan la medición de la expansión de la composición cementosa según la norma ASTM.

La figura 2 presenta el "curlingmetro", dispositivo para la medición de las variaciones dimensionales de una capa.

La figura 3 es un gráfico que muestra las variaciones de dimensión en el tiempo de una capa de la técnica anterior, y

- 20 Las figuras 4 y 5 son unos gráficos que muestran las variaciones dimensionales en el tiempo de capas conformes a la presente invención.

Ejemplos:

1/ Preparación de la composición cementosa en laboratorio

- 25 Se utilizan dos protocolos de mezclado en laboratorio según si que la composición cementosa está destinada a ser utilizada en forma de premezcla lista para usar o en forma de mortero a fabricar en una central de hormigón.

En el primer caso, la composición cementosa seca que comprende el ligante cementoso, los adyuvantes y la arena, es previamente homogeneizada en un mezclador de tipo Turbula durante 5 minutos antes de ser mezclada en una amasadora de laboratorio.

- 30 En el segundo caso, la composición cementosa sin arena está previamente homogeneizada en un mezclador de tipo Turbula durante 5 minutos. Es en el momento del amasado en el que se humidifica previamente la arena y en el que se añade el líquido superplastificante.

2/ Parámetros ensayados

Los parámetros de los morteros fluidos ensayados son los siguientes:

- 5 - Medición del extendido: el grado de fluidez del mortero ensayado se evalúa mediante la medición del extendido obtenido después de la sustentación manual de un cono lleno de la composición cementosa. Las dimensiones del cono 5 utilizado, esquematizado en la figura 1A, son $\text{Øsup.} \times h \times \text{Øinf.} = 7 \times 5 \times 10 \text{ cm}^3$ (cono ASTM). El cono 5 se llena de la composición cementosa a ensayar (figura 1B), después se levanta lo más verticalmente posible (figura 1C). El valor del extendido sobre la superficie 6, que corresponde a la media de tres mediciones de diámetro efectuadas con la ayuda de un pie de rey 7, debe estar comprendido entre 220 y 300 mm para que la composición cementosa sea considerada como fluida y autonivelante. En los ejemplos según la presente invención, se retendrá el valor mínimo de 230 mm, preferentemente 250 mm.
- 10 - Evolución del extendido a lo largo del tiempo: se efectúan unas mediciones del extendido sobre la composición cementosa autonivelante hasta un plazo de 3 horas después del comienzo del amasado. Entre cada plazo de medición, la composición cementosa ensayada se deja en reposo y se recubre de una toalla húmeda. Antes de cada medición del extendido, la composición cementosa se vuelve a amasar durante 15 segundos.
- 15 - Levantamiento de los bordes en desecación ("curling"): el levantamiento de los bordes o "curling" se mide con un dispositivo de laboratorio conforme a la figura 2. La composición cementosa se vierte según la flecha 3 en un molde 1 de forma cuadrada de 33 cm de lado y 3 cm de altura. Se mantienen unos insertos metálicos 2 mediante un gálibo durante las 24 primeras horas. Al final de 24 horas, se fijan sobre estos insertos dos sensores de desplazamiento que miden la retracción (S1 y S2) y cuatro sensores de desplazamiento (L1, L2, L3 y L4) que miden el levantamiento de los bordes. Una balanza de resorte 4 permite seguir también la evolución de la masa desde el momento en el que la composición cementosa se vierte en el molde. Todos los datos relativos a los valores de desplazamiento de los sensores, así como la masa, se registran continuamente a lo largo del tiempo con una frecuencia que es posible seleccionar (típicamente una medición cada hora). El dispositivo se coloca en una caja climática a 20°C y al 50% de humedad relativa (HR). Tal dispositivo permite reproducir a escala del laboratorio el comportamiento de una capa y medir el "curling", la retracción y la evolución de la masa en condiciones severas de secado.
- 20 - Mediciones de retracción/hinchamiento: las mediciones de retracción y de hinchamiento se efectúan sobre probetas de mortero endurecido. Después de la confección de la composición cementosa según el protocolo de mezclado descrito antes, esta se introduce en unos moldes metálicos de dimensiones $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$. Los moldes se conservan durante 24 horas en un recinto climático a 20°C en condiciones de humedad relativa (HR) superiores al 95%. Al final de 24 horas, las probetas son desmoldadas y colocadas en los diferentes entornos ensayados: a 20°C y con el 50% de humedad relativa, a 20°C en agua, a 20°C en condiciones endógenas (probetas envueltas en papel de aluminio). La primera medición de retracción tiene lugar a las 24h. La evolución de las dimensiones de las probetas se mide con la ayuda de un comparador hasta un plazo de al menos 28 días en los diferentes entornos ensayados. Los valores positivos de "retracción" corresponden a un hinchamiento, los valores negativos a una disminución de la dimensión de las probetas (retracción efectiva).
- 25 - Mediciones del tiempo de fraguado: las mediciones del tiempo de fraguado son efectuadas con la ayuda de la aguja de Vicat directamente sobre la composición cementosa estudiada, que comprende arena. A la diferencia de lo que se realiza sobre pasta pura según la norma EN 196-3, los tiempos del comienzo de fraguado son realizados aquí utilizando un peso de 700 g en lugar de 300 g (aplicado sobre el cabezal de medición de la cavidad). Por otra parte, teniendo en cuenta el carácter autonivelador de la composición cementosa, esta no es sumergida en agua en el momento de la medición. Además de estas dos modificaciones, los tiempos de comienzo y de final de fraguado se miden de la misma manera que en la norma EN 196-3 con la ayuda de la aguja de Vicat.
- 40 - Mediciones de los rendimientos mecánicos: los rendimientos mecánicos (resistencias en compresión Rc y en flexión Rf) se evalúan sobre probetas endurecidas de la composición cementosa estudiada en los plazos de 24 horas, 7 días y 28 días. Según el caso, se realizaron varios modos de conservación: a 20°C en agua, a 20°C en aire (humedad relativa del orden del 65%), en las condiciones ambientales de realización de ensayos industriales. En todos los casos, las probetas son desmoldadas al final de 24 horas antes del curado en el modo de conservación seleccionado.
- 45 - Constituyentes del ligante cementoso:
- 50 El cemento Portland utilizado es un cemento Portland de tipo CEM I o CEM II.
- El clínker sulfoaluminoso utilizado en los ejemplos siguientes presenta un contenido en $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}$ comprendido entre el 55 y el 65% en peso, un contenido en sulfato de calcio C\$ comprendido entre el 7 y el 11% en peso, un contenido en C_2S comprendido entre el 17 y el 22% en peso, y un contenido en cal libre próxima al 0,3% en peso.
- El sulfato de calcio añadido es aquí la anhidrita.
- 55 adyuvantes: las diferentes composiciones cementosas presentadas aquí pueden contener los adyuvantes o aditivos siguientes, utilizados clásicamente para los cementos aluminosos o sulfoaluminosos:

retardador del fraguado: ácidos policarboxílicos o sales de ácidos policarboxílicos, por ejemplo ácido cítrico en forma monohidratada,

acelerador de endurecimiento: sales de alcalinos, más particularmente las sales de litio, tal como el carbonato de litio Li_2CO_3 , o el carbonato de sodio Na_2CO_3 .

- 5 Cimfluid P2: superplastificante en polvo de tipo policarboxilato (comercializado por la compañía Axim),

Collaxim P5 (Axim): agente de cohesión y de estabilidad, que permite evitar los fenómenos de segregación y de resudado,

Desaerocim P1 (Axim): agente antiespumante que permite evitar arrastrar aire en la composición cementosa.

- 10 En todos los ejemplos siguientes, los contenidos de los diferentes constituyentes están expresados en partes en peso, y los porcentajes de los constituyentes del ligante se refieren al porcentaje en peso con respecto al peso total del ligante.

Ejemplo 1

- 15 Este ejemplo 1 muestra que si el contenido en cemento Portland es superior al 85% (capa comparativa 1 y capa comparativa 2) entonces los rendimientos mecánicos de la capa no permiten una circulación peatonal sobre dicha capa, ya que la resistencia a la compresión es demasiado baja R_c (1 día) < 1 MPa. Todas las formulaciones presentadas en la tabla 2 eran optimizadas para obtener un tiempo de mantenimiento de la manejabilidad de al menos 3 horas.

Tabla 2

	CAPA 1 Comparativa	CAPA 2 Comparativa	CAPA 3
CEM II/B-LL 32,5 R	427,5	415	380
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	11,25 (2,5%)	14,8 (3,3%)	41 (9,1%)
ANHIDRITA	11,25 (2,5%)	20,2 (4,5%)	29 (6,5%)
Li_2CO_3	0,3	0,3	0,3
Cimfluid P2	1,5	2,5	3
Arena 0 / 0,5 mm	828	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193	193
Ácido cítrico	3	2,5	3
Collaxim P5	0,08	0,2	0,2
Desaerocim P1	2	1	1
Agua (relación ponderal agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)	330 (0,73)
Extendido t 0	264	261	261
Extendido (t = 30 min)	267	258	264
Extendido (t = 60 min)	268	257	268
Extendido (t = 90 min)	261	252	257
Extendido (t = 120 min)	262	237	255
Extendido (t = 150 min)	254	252	256
Extendido (t = 180 min)	249	231	257
CONTENIDO EN CEMENTO PÓRTLAND	95%	92,2%	84,4%
$\text{C}\$/\text{C}_4\text{A}_3\ (molar)	7,30	9,67	5,40
Rf (1 j.) (MPa)	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Rc (1 j.) (MPa)	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	5,6 ± 0,1
Rf = resistencia a la flexión			
Rc = resistencia a la compresión			

Ejemplo 2

En este ejemplo 2, todas las formulaciones presentadas en la tabla 3 eran también optimizadas para obtener un tiempo de mantenimiento de la manejabilidad de al menos 3 horas.

5

Tabla 3

	CAPA 4 comparativa	CAPA 5 comparativa	CAPA 6 comparativa	CAPA 3
CEM II/B-LL 32,5 R	380	380	400	380
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	29 (6,5%)	35 (7,8%)	25 (5,55%)	41 (9,1%)
ANHIDRITA	41 (9,1%)	35 (7,8%)	25 (5,55%)	29 (6,5%)
Li ₂ CO ₃	0,3	0,3	0,3	0,3
Cimfluid P2	2,5	3	3	3
Arena 0 / 0,5 mm	828	828	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193	193	193
Ácido cítrico	2,5	3	2,5	3
Collaxim P5	0,2	0,2	0,2	0,2
Desaerocim P1	1	1	1	1
Agua (relación agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)	330 (0,73)	330 (0,73)
Extendido t 0	269	260	261	261
Extendido (t = 30 min)	265	264	256	264
Extendido (t = 60 min)	263	266	255	268
Extendido (t = 90 min)	263	270	246	257
Extendido (t = 120 min)	252	262	242	255
Extendido (t = 150 min)	252	252	245	256
Extendido (t = 180 min)	244	256	243	257
CONTENIDO EN CEMENTO PORTLAND	84,4%	84,4%	88,9%	84,4%
C\$/C₄A₃\$ (molar)	9,98	7,30	7,30	5,40
Rf (1 día) (MPa)	0,5 ± 0,1	1,9 ± 0,2	0,5 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Rc (1 día) (MPa)	1,2 ± 0,1	5,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	5,6 ± 0,1
Hinchamiento en agua (7 días) (G en µm/m)	+ 6277	+ 2267	+ 4713	+ 347
Retracción 50% H.R. (7 días) (R en µm/m)	-	-130	+ 630	- 413
Amplitud de dimensión (G - R en µm/m)	-	+ 2397	+ 4083	+ 760

Los resultados de esta tabla 3 demuestran la influencia de la relación molar C\$/C₄A₃\$ sobre la estabilidad del mortero, con un contenido en cemento Portland idéntico. Una relación igual a 5,4 permite optimizar la amplitud de dimensión, mientras que si esta relación es superior a 7,3 se observa un hinchamiento en el agua (es decir bajo HR = 100%) demasiado importante. En el caso de la capa 5, los valores de retracción son las medidas más bajas y podrían permitir concluir que esta formulación es la que tiene mejor rendimiento. Esto es así ya que durante el vertido de tal capa, es poco posible que sea sumergida en agua y por lo tanto susceptible de provocar un hinchamiento insalvable (+2267 µm/m). Sin embargo, la retracción endógena medida sobre tal capa corresponde en realidad a un fuerte hinchamiento como, lo muestra la tabla 4 siguiente. Si se admite que un comportamiento de tipo endógeno pueda producirse en el fondo de la capa, este valor elevado es insalvable.

10

15

Tabla 4

	CAPA 5 BIS comparativa	CAPA 3 BIS
CEM II/B-LL 32,5 R	380	380
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	35 (7,8%)	41 (9,1%)
ANHIDRITA	35 (7,8%)	29 (6,5%)

	CAPA 5 BIS comparativa	CAPA 3 BIS
Li ₂ CO ₃	0,3	0,3
Cimfluid P2	3	3
Arena 0 / 0,5 mm	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193
Ácido cítrico	3	3
Collaxim P5	0,2	0,2
Desaerocim P1	1	1
Agua (relación ponderal agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)
CONTENIDO EN CEMENTO PORTLAND	84,4%	84,4%
C\$/C₄A₃\$ (molar)	7,30	5,40
Retracción endógena (7 días) (RE en µm/m)	+ 3173	+ 430

- 5 Las capas 5 BIS y 3 BIS presentadas en la tabla 4 son unas capas de composiciones que corresponden respectivamente a las composiciones de las capas 5 y 3 realizadas en laboratorio, que se vertieron sobre un sitio industrial sobre una superficie de 15 m² y una altura comprendida entre 4 y 8 cm. A partir del día 7, se observan unas grietas sobre la capa 5 BIS que, sin embargo, no está sumergida en agua, mientras que la capa 3 BIS no presenta este tipo de defecto. Un valor límite de retracción endógena permite evitar cualquier problema de agrietamiento. Este valor límite de retracción, que es realmente un hinchamiento, se ha fijado a +1000 µm/m a los 7 días.

Ejemplo 3

- 10 En este ejemplo 3, las dos formaciones presentadas en la tabla 5 siguiente son igualmente optimizadas a fin de obtener un tiempo de mantenimiento de la manejabilidad de al menos 3 horas.

Tabla 5

	CAPA 7 comparativa	CAPA 8	CAPA 3
CEM II/B-LL 32,5 R (Vicat)	360	360	380
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	65,3 (14,5%)	46,5 (10,3%)	41 (9,1%)
ANHIDRITA	24,7 (5,5%)	43,5 (9,7%)	29 (6,5%)
Li ₂ CO ₃	0,3	0,3	0,3
Cimfluid P2	1,5	2,5	3
Arena 0 / 0,5 mm	828	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193	193
Ácido cítrico	3,5	3	3
Collaxim P5	0,08	0,2	0,2
Desaerocim P1	2	1	1
Agua (relación ponderal agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)	330 (0,73)
Extendido t 0	269	266	261
Extendido (t = 30 min)	273	272	264
Extendido (t = 60 min)	266	265	268
Extendido (t = 90 min)	262	257	257
Extendido (t = 120 min)	264	251	255
Extendido (t = 150 min)	256	248	256
Extendido (t = 180 min)	245	243	257
Rf (1 día) (MPa)	2,3 ± 0,2	2,4 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Rc (1 día) (MPa)	6,1 ± 0,1	7,6 ± 0,1	5,6 ± 0,1

	CAPA 7 comparativa	CAPA 8	CAPA 3
CONTENIDO EN CEMENTO PORTLAND	80%	80%	84,4%
C\$/ C₄A₃\$ (molar)	3,27	6,88	5,40
Hinchamiento (7 días) (G en µm/m)	+ 50	+ 1320	+ 347
Retracción (7 días) (R en µm/m)	-705	- 333	- 413
Amplitud de dimensión (7 días) (G - R en µm/m)	+ 755	+ 1653	+ 760

Siendo el parámetro primordial la retracción, las capas 8 y 3 son convenientes para la aplicación, al contrario que en la capa 7, que presenta una retracción demasiado importante. Los valores de retracción endógena (que corresponde en realidad a un hinchamiento) inferiores a 1000 µm/m permiten producir una capa fluida de cemento autonivelador durante 3 horas, que después está exenta de grietas en el tiempo (véase la tabla 6 siguiente). Las capas 8 BIS y 3 BIS corresponden a las composiciones cementosas de las capas 8 y 3 de la tabla 5, vertidas sobre un sitio industrial sobre una superficie de 15 m² con la ayuda de un mezclador/bomba.

5

Tabla 6

	CAPA 8 BIS	CAPA 3 BIS
CEM II/B-LL 32,5 R	360	380
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	46,5 (10,3%)	41 (9,1%)
ANHIDRITA	43,5 (9,7%)	29 (6,5%)
Li ₂ CO ₃	0,3	0,3
Cimfluid P2	2,5	3
Arena 0 / 0,5 mm	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193
Ácido cítrico	3	3
Collaxim P5	0,2	0,2
Desaerocim P1	1	1
Agua (relación ponderal agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)
CONTENIDO EN CEMENTO PORTLAND	80%	84,4%
C\$/C₄A₃\$ (molar)	6,88	5,40
Retracción endógena (7 días) (RE en µm/m)	+ 927	+ 430

10

Teniendo en cuenta el conjunto de los resultados anteriores, se demuestra que, de manera sorprendente, la relación molar C\$/C₄A₃\$ debe situarse entre 5 y 7 para permitir la producción de una capa fluida autonivelante durante 3 horas, exenta de grietas, consecuencia de una retracción y de un hinchamiento controlados.

Ejemplo 4

15 El ejemplo 4 muestra que, a contenidos en cemento Portland tan bajos como el 70% en peso en el ligante para cemento, es posible obtener una capa que tenga una buena estabilidad de dimensión.

Tabla 7

	CAPA 9	CAPA 10
CEM II/B-LL 32,5 R	315	315
CLÍNKER SULFOALUMINOSO	81 (18%)	72(16%)
ANHIDRITA	54 (12%)	63 (14%)
Li ₂ CO ₃	0,3	0,3
Cimfluid P2	2,5	2,5
Arena 0 / 0,5 mm	828	828
Arena 0,5 / 1,25 mm	359	359
Arena 1,25 / 4 mm	193	193

ES 2 468 791 T3

	CAPA 9	CAPA 10
Ácido cítrico	3,5	3,5
Collaxim P5	0,2	0,2
Desaerocim P1	1	1
Agua (relación ponderal agua/ligante)	330 (0,73)	330 (0,73)
CONTENIDO EN CEMENTO PORTLAND	70%	70%
C\$/C₄A₃\$ (molar)	5,14	6,49
Retracción (7 días) (R en µm/m)	- 320	- 210
Retracción endógena (7 días) (RE en µm/m)	+ 520	+ 982

Sin embargo, un contenido más bajo en cemento Portland conlleva la utilización de cantidades de cemento sulfoaluminosos más elevadas. Lo que conduce a un coste más elevado. Por otra parte, un aumento del contenido en clínker sulfoaluminoso hace más difícil el control del tiempo de mantenimiento de la manejabilidad de 3 horas durante el cual el mortero debe quedarse autonivelante.

5

Ejemplo 5

El ejemplo 5 muestra que el cemento Portland puede ser seleccionado indistintamente entre los cementos Portland de tipo CEM I y CEM II.

Tabla 8

MATERIALES	CAPA 11	CAPA 12	CAPA 13
CEM I 52,5 N	380 g	-	-
CEM II/A-LL 42,5 N	-	380 g	-
CEM II/B-M (S-LL) 32,5 R	-	-	380 g
Clínker sulfoaluminoso	41g	41 g	41 g
Anhidrita SMA	29 g	29 g	29 g
Li ₂ CO ₃	0,3 g	0,3 g	0,3 g
Ácido cítrico	2,5 g	3 g	2,5 g
Collaxim P5	0,2 g	0,2 g	0,2 g
Desaerocim P1	1 g	1 g	1 g
Arena 0/4 mm	1380 g	-	-
Arena 0/2 mm R	-	1380 g	-
Arena 0/0,5 mm	-	-	828 g
Arena 0,5/1,25 mm	-	-	359 g
Arena 1,25/4 mm	-	-	193 g
Cimfluid 2002	9,5 g	-	-
Optima 100	-	7,5 g	-
Cimfluid P2	-	-	2,5 g
Agua (relación agua/ligante)	354 g (0,79)	325 g (0,72)	330 g (0,73)
Contenido en cemento Portland	84,4%	84,4%	84,4%
C\$/C ₄ A ₃ \$ (molar)	5,40	5,40	5,40
Extendido t 0	268	267	263
Extendido (t = 30 min)	269	275	260
Extendido (t = 60 min)	266	272	259
Extendido (t = 90 min)	258	266	254
Extendido (t = 120 min)	255	258	-
Extendido (t = 1.50 min)	253	253	-
Extendido (t = 180 min)	249	249	-
Rc (1 día) (MPa)	4,1	3,8	3,9

MATERIALES	CAPA 11	CAPA 12	CAPA 13
Retracción endógena (7 días) (RE en $\mu\text{m/m}$)	- 2,0	+ 53,0	- 2,7
Retracción 50% H.R. (7 días) (R en $\mu\text{m/m}$)	- 39,7	- 126,7	- 45,0

Como muestran los resultados de la tabla 8 anterior, los valores de retracción (ya sea endógena o de secado bajo higrometría al 50%) medidas sobre las 3 capas son muy bajos.

Ejemplo 6

5 El ejemplo 6 reúne los resultados de medición de las variaciones de dimensión A y de levantamiento de bordes B en función del tiempo efectuados continuamente con la ayuda del "curlingmetro" sobre tres capas de composiciones diferentes: a saber, la capa comparativa 5 y las capas 8 y 12 que entran en el ámbito de la invención, presentadas respectivamente en las figuras anexas 3, 4 y 5.

10 Se observa en la figura 3 que la capa comparativa 5 presenta un hinchamiento demasiado importante y lleva a la aparición de grietas por hinchamiento.

Entre las dos capas según la invención, parece (véanse las figuras 4 y 5) que la capa 12 tiene particularmente un buen rendimiento: la compensación de la retracción se obtiene por un hinchamiento previo que compensa exactamente la retracción al final de 500 horas (aproximadamente 21 días). La capa sigue en hinchamiento, al contrario que la capa 8.

15

REIVINDICACIONES

1. Composición cementosa de capa fluida autonivelante formada de una mezcla de un ligante cementoso, de adyuvantes que comprende al menos un adyuvante fluidificante, de granulados y de agua, caracterizada por que el ligante cementoso comprende
- 5 - del 70% al 85% en peso de cemento Portland,
- del 7% al 18% en peso de clínker sulfoaluminoso que contiene un contenido en sulfoaluminato de calcio C₄A₃\$ comprendido entre el 50 y el 70% en peso,
- del 6% al 14% en peso de sulfato de calcio,
- 10 con una relación molar entre el contenido total en sulfato de calcio C\$ y el contenido en sulfoaluminato de calcio C₄A₃\$ presente en el clínker sulfoaluminoso comprendido entre 5 y 7,
- y por que la relación ponderal agua/ligante está comprendida entre 0,60 y 0,90.
2. Composición cementosa según la reivindicación 1, caracterizada por que el ligante cementoso comprende
- del 77% al 85% en peso de cemento Portland,
- del 7% al 18% en peso de clínker sulfoaluminoso,
- 15 - del 6% al 14% en peso de sulfato de calcio.
3. Composición cementosa según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada por que la relación ponderal agua/ligante está comprendida entre 0,60 y 0,80.
4. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el clínker sulfoaluminoso contiene una cantidad en cal libre inferior o igual al 1% en peso, preferentemente inferior al 0,6% en peso.
- 20
5. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el sulfato de calcio se selecciona entre la anhidrita, el yeso o el hemihidrato de calcio.
6. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el granulado es arena de granulometría inferior o igual a 4 mm.
- 25
7. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que contiene uno o varios adyuvantes seleccionados entre: un retardador del fraguado, tal como un ácido policarboxílico, un acelerador de endurecimiento, un agente de cohesión y de estabilidad, un agente antiespumante y un superplastificante.
- 30
8. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el acelerador de endurecimiento es una sal alcalina, preferentemente seleccionada entre el carbonato de litio, el carbonato de sodio, o una mezcla de estos últimos.
9. Composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que presenta un tiempo de manejabilidad (según la norma ASTM C230/C230 M-03) comprendido entre 1h30 y 3 horas, a una temperatura comprendida entre 5°C y 30°C.
- 35
10. Capa autonivelante obtenida a partir de la composición cementosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que presenta una resistencia mecánica a la compresión a las 24 horas al menos igual a 1 MPa, una retracción a los 7 días, medida bajo una higrometría relativa del 50%, inferior a 500 μm/m un valor de hinchamiento endógeno medido a los 7 días inferior a 1000 μm/m.

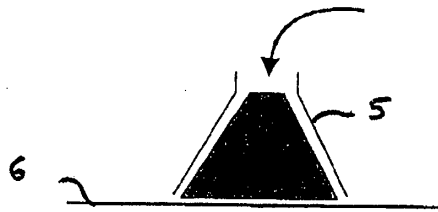
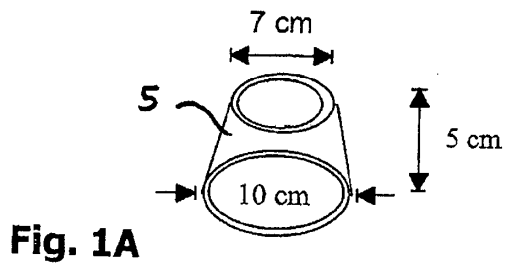


Fig. 1B

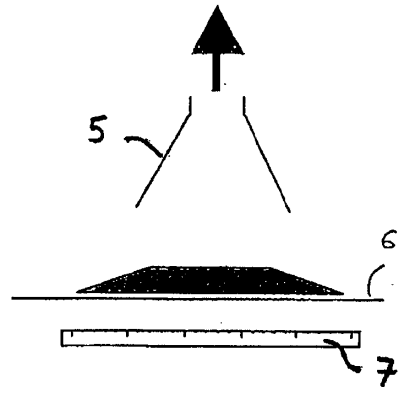
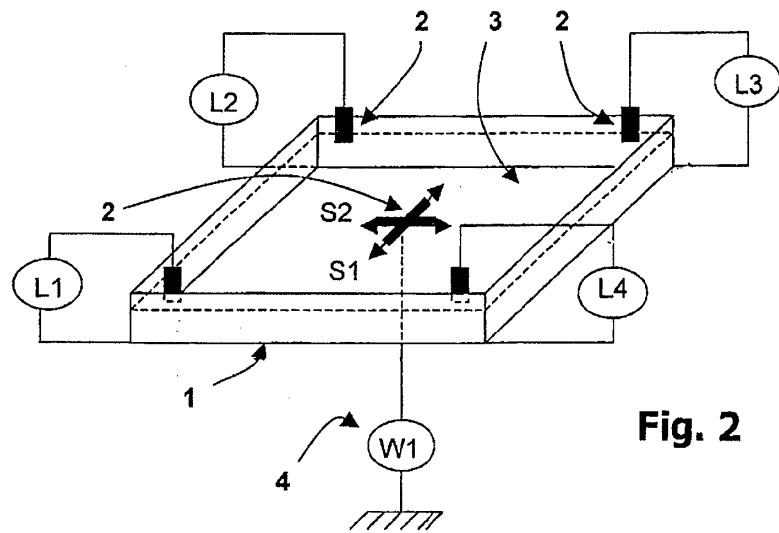


Fig. 1C



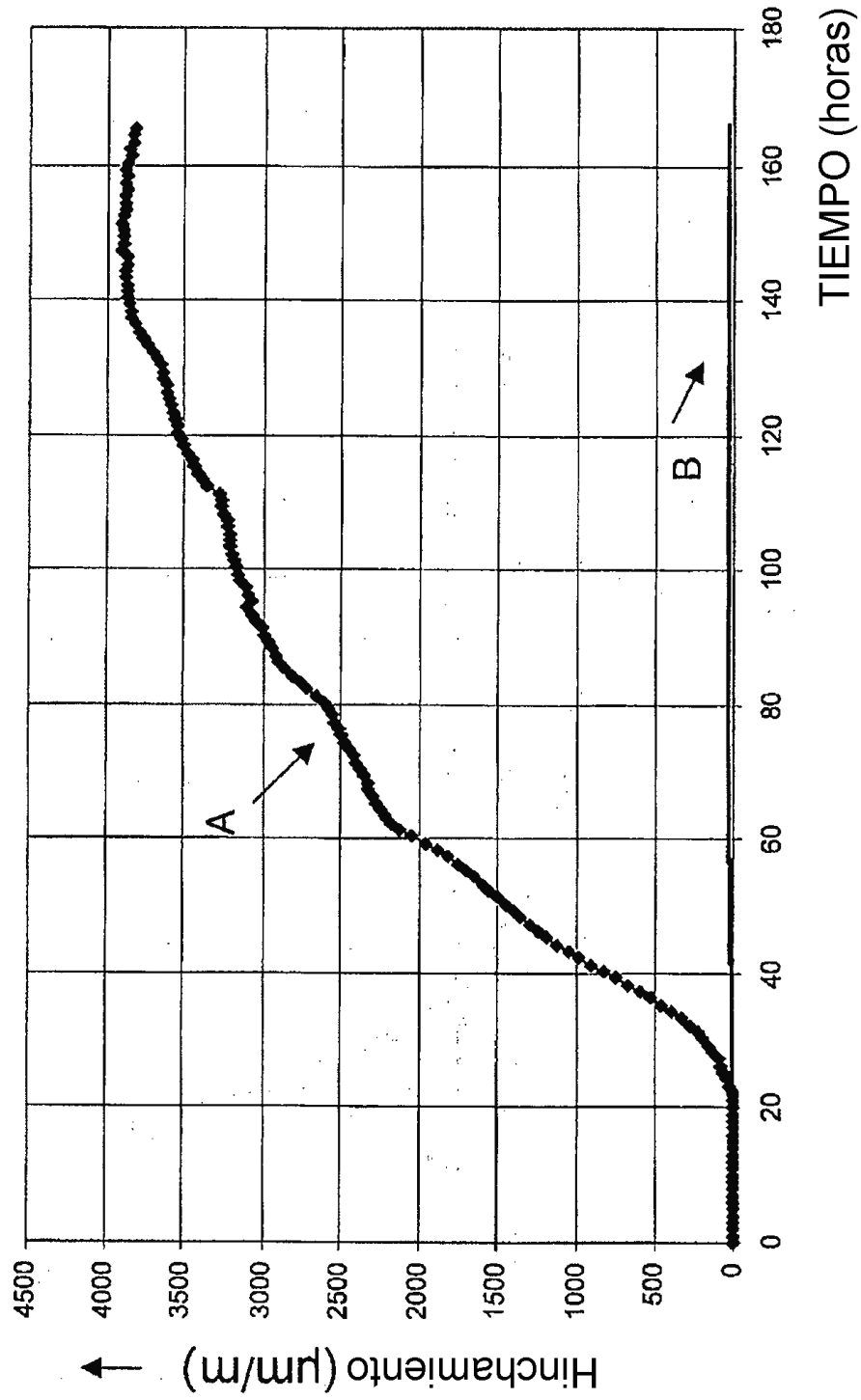


Fig. 3

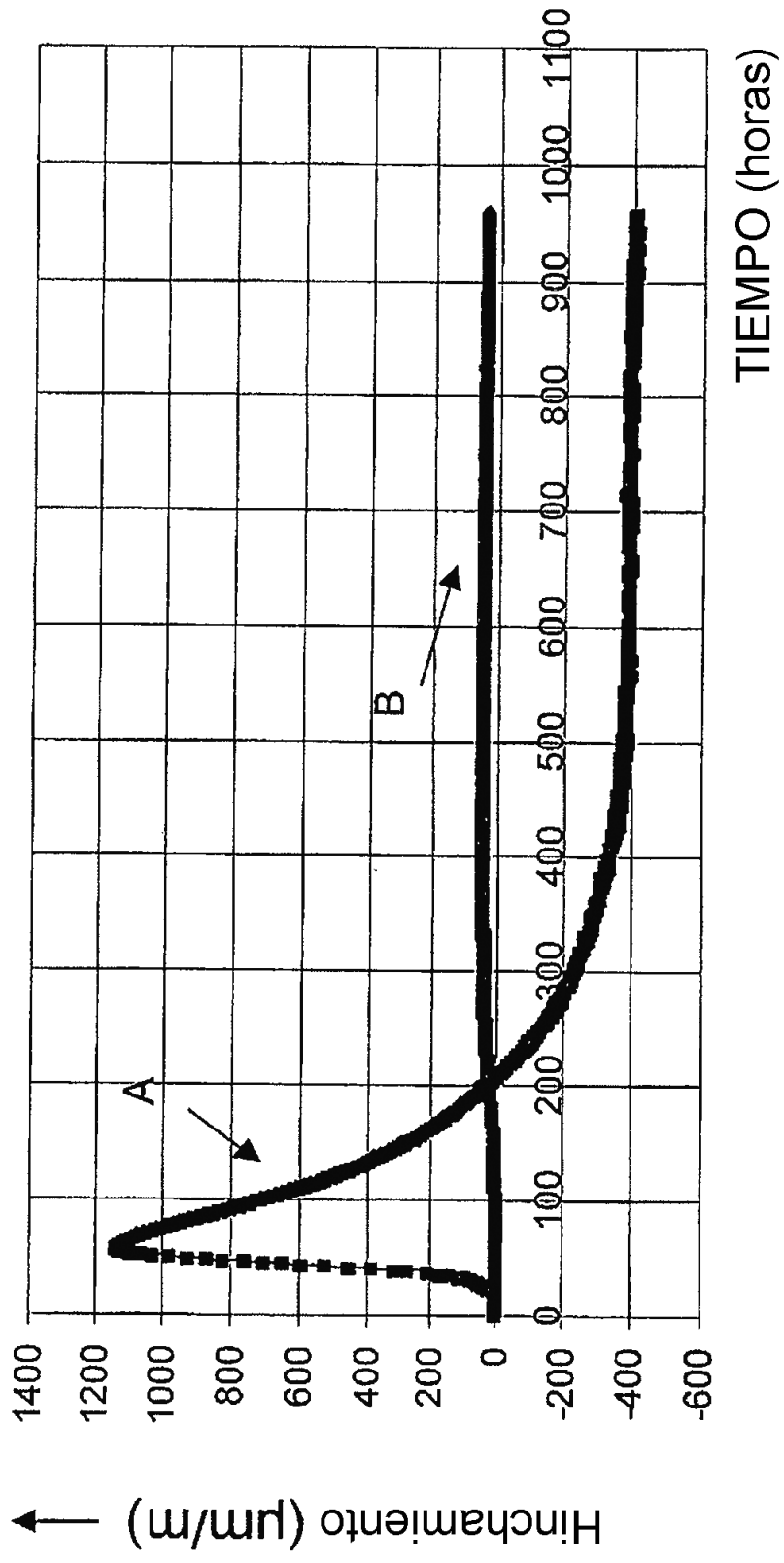


Fig. 4

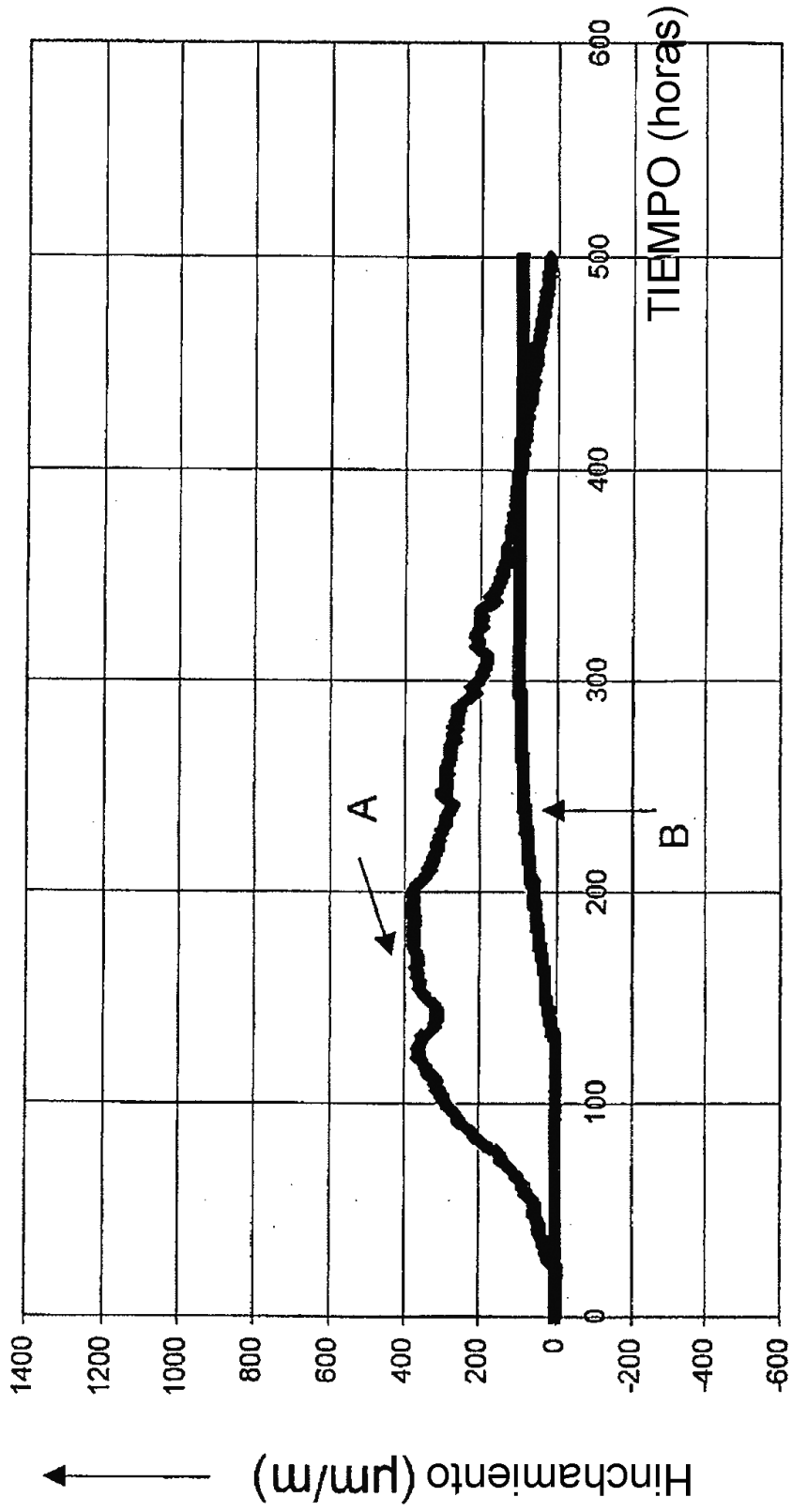


Fig. 5