

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 496 145**

51 Int. Cl.:

C04B 40/06 (2006.01)

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 28/06 (2006.01)

C04B 103/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2006 E 06831182 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014 EP 1960321**

54 Título: **Procedimiento de realización de piezas y construcciones de hormigón**

30 Prioridad:

28.11.2005 FR 0512011

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

18.09.2014

73 Titular/es:

**KERNEOS (100.0%)
8, RUE DES GRAVIERS
92200 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX, FR**

72 Inventor/es:

**TESTUT, MICHEL;
SABIO, SERGE y
FRYDA, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 496 145 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 realización de piezas y construcciones de hormigón.

5 **Campo técnico**

La invención tiene por objeto un procedimiento de realización de piezas y de construcciones de hormigón que utiliza unas composiciones de ligantes rápidos.

10 Por ligantes rápidos para mortero u hormigón, se entienden unos ligantes de fraguado y endurecimiento rápidos a base de cementos Portland, aluminatos de calcio y sulfatos de calcio. Los hormigones que utilizan tales ligantes en sus composiciones, una vez realizados, adquieren unas características mecánicas elevadas a corto plazo, después de la adición de un componente designado como activador; tienen preferentemente una resistencia a la compresión RC de al menos 1 MPa a las 2 horas después de la adición del activador a una primera composición. Cuando la adición del activador tiene lugar como muy tarde 2 horas después del final del amasado de la primera composición, la resistencia mecánica a la compresión Rc es de al menos 1 MPa en 4 horas, contadas a partir del final del amasado de la primera composición.

20 Estos hormigones son unos hormigones fluidos o autocompactantes, que tienen una duración de mantenimiento de trabajabilidad de al menos 1 hora antes de la adición del activador, y de al menos ½ después de la adición del activador.

25 La trabajabilidad de los hormigones fluidos se mide por la altura de la caída en el cono de Abrams -o valor de slump- (según la normativa francesa NF P 18-451, de diciembre de 1981) y se estima que un hormigón es fluido cuando esta caída es de al menos 15 cm, preferentemente de al menos 18 cm.

30 La trabajabilidad de los hormigones autocompactantes (designados también como autocolocantes) se mide generalmente a partir del "slumpflow", según el modo de realización descrito en "Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete, EFNARC, Febrero de 2002, p 19-23"; el valor del esparcimiento es, en general, como mínimo de 650 mm para los hormigones autocompactantes y como máximo de 800 mm.

35 En el caso de los morteros, la consistencia puede medirse a partir del "slumpflow" según el modo de realización descrito en "Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete, EFNARC, febrero de 2002, p 19-23", con la ayuda de un cono a escala 1/2. Los morteros se consideran como equivalentes a unos hormigones fluidos cuando el valor de esparcimiento es superior a 200 mm, autocolocantes a más de 300 mm.

40 La invención se refiere a los hormigones, y más particularmente a los hormigones fluidos o autocompactantes, destinados a la realización de piezas y construcciones, ya se trate de piezas prefabricadas en fábricas, o realizaciones a pie de obras, como por ejemplo paredes de hormigón, losas, etc.

Técnica anterior

45 El documento FR-A-2810314 describe un ligante rápido para hormigón autocompactante que comprende cemento Portland, aluminato de calcio, sulfato de calcio, un acelerador, un retardador y un agente superplastificante de tipo polifosfonato poliox. En este documento, se indica que este ligante permite obtener una duración de trabajabilidad superior a 1 hora, bombear el hormigón gracias a esta fórmula autocompactante, y que tiene al mismo tiempo unas resistencias mecánicas a la compresión elevadas a partir de 4 horas después del final del amasado, incluso a temperaturas comprendidas entre 5 y 35°C. Las aplicaciones descritas en este documento son la reparación urgente de construcciones, el sostenimiento provisional de túneles, galerías, u otras construcciones análogas.

50 Este documento FR-A-2810314 describe unas composiciones de ligante rápido para hormigones autocompactantes que son realizadas mediante mezcla en una sola etapa del conjunto de los componentes, llevando cada composición a un compromiso dado de duración de mantenimiento de trabajabilidad/adquisición rápida de la resistencia deseada. Cada modificación de este compromiso implica reformular una nueva composición.

55 El documento EP-A-0769482 describe unas composiciones de ligantes utilizadas para la aplicación de los hormigones proyectados; pero la adición a estas de un componente acelerador lleva a un endurecimiento ultrarrápido, sin periodo de mantenimiento de trabajabilidad después de la adición del acelerador. Esto hace imposible la utilización de tales composiciones en todas las aplicaciones en fábrica y en obras en las que el hormigón se coloca por vertido.

60 El documento US-4.455.171 describe un procedimiento para producir una composición de refuerzo a base de un cemento endurecido con alto contenido en alúmina. El procedimiento utiliza en particular un activador de fraguado, tal como el hidróxido de litio.

65 Existe sin embargo la necesidad de un procedimiento de realización de piezas y construcciones de hormigón que

utilizan unas composiciones de hormigones a base de ligantes rápidos, que permitirían disociar el periodo durante el cual es necesario mantener la trabajabilidad de la composición desde el final del amasado hasta el momento del vertido, por ejemplo cuando se trata de hormigón listo para usar, que necesita una cierta tiempo de transporte antes del vertido, del periodo en el que se desea iniciar un endurecimiento rápido a fin de obtener una resistencia mínima a corto plazo, suficiente, por ejemplo, para permitir el desencofrado.

Resumen de la invención

La invención proporciona por lo tanto un procedimiento de realización de piezas y construcciones de hormigón tal como se describe en el juego de reivindicaciones. En particular, el procedimiento comprende las etapas tales como se describen en la reivindicación 1.

Según un modo de realización, la etapa (i) es una etapa de amasado en la que se realiza la primera composición de hormigón y que comprende las etapas siguientes:

(a) realizar una composición de hormigón que comprende, en la base del ligante rápido:

- del 70 al 95% de cemento Portland;

- el sistema retardador; y

- un superplastificante que comprende un polímero de tipo polifosfonato poliox, o una mezcla de polímeros de tipo polifosfonato poliox y del tipo policarboxilato poliox; después

(b) añadir, en la base del ligante rápido:

- del 10 al 25% de un sistema acelerador a base de alúmina Al_2O_3 , de cal CaO y de sulfato SO_3 ; los sulfatos pueden ser, por ejemplo, unos sulfatos metálicos, alcalinos, alcalinotérreos, unos sulfatos orgánicos, o unas mezclas; preferentemente el sistema acelerador será a base de aluminato de calcio y de sulfato de calcio.

Según un modo de realización, el procedimiento comprende las etapas siguientes:

(i) realizar por amasado en una central de hormigón, una primera composición de hormigón que comprende un ligante rápido; después

(ii) añadir un sistema activador; y

(iii) verter inmediatamente el hormigón después de la etapa (ii) de adición del sistema activador.

La etapa (ii) puede realizarse en un camión hormigonera.

La etapa (iii) de vertido de la segunda composición de hormigón en el encofrado puede llevarse a cabo con una segunda composición de hormigón que presenta (a) un valor de caída en el ensayo "slump" de 15 a 24 cm, preferentemente de 18 a 22 cm, o (b) un valor de esparcimiento en "slumpflow" de 580 a 780 mm, preferentemente de 650 a 750 mm.

Según un modo de realización, la segunda composición de hormigón presenta una resistencia mecánica a la compresión R_c de al menos 1 MPa a las 2 horas después de la etapa (ii); cuando la adición del activador tiene lugar como muy tarde 2 horas después de la etapa (i), la resistencia mecánica a la compresión R_c es de al menos 1 MPa a las 4 horas después de la etapa (i).

Según un modo de realización, la primera composición de hormigón tiene una duración de mantenimiento de la trabajabilidad de como mínimo 1 hora después de la etapa (i) de amasado.

Según un modo de realización, la segunda composición de hormigón tiene una duración de mantenimiento de trabajabilidad de como mínimo 30 minutos después de la etapa (ii) de amasado.

La invención tiene también por objeto la utilización de un sistema activador por adición a una primera composición de hormigón rápido para un procedimiento de realización de objetos de hormigón, tal como se define en la presente invención.

La invención tiene también por objeto la preparación de una primera composición de hormigón rápido destinada a ser adicionada de un sistema activador por adición a esta primera composición para un procedimiento de realización de piezas y construcciones de hormigón, tal como se define en la presente invención.

La invención permite así realizar un hormigón de base que tiene un largo tiempo de mantenimiento de trabajabilidad

al que basta añadir en el momento deseado, por ejemplo justo antes del vertido, otro componente que activa un endurecimiento rápido y que permite la adquisición de una resistencia mecánica a corto plazo. Es así posible, a partir de una sola composición de hormigón de base, llegar a los diferentes compromisos deseados en términos de duración de mantenimiento de trabajabilidad/adquisición rápida de resistencias. La invención ofrece así una solución polivalente que se aplica a los cementos descritos en la normativa europea EN 197-1.

Descripción de modos de realización de la invención

La invención se describe ahora más en detalle en la descripción siguiente.

La invención se basa en la adición diferida de un sistema activador de una primera composición de hormigón, antes de su aplicación.

El ligante que entra en la composición del hormigón fresco es tal como el descrito en la reivindicación 1.

Preferentemente, el ligante comprende del 10 al 25% en peso de un sistema acelerador a base de aluminato de calcio y de sulfato de calcio.

El cemento Portland es clásico y conforme a las familias descritas en la normativa europea EN 197-1.

Ventajosamente, el cemento Portland es un cemento rápido (denominado de tipo R), preferentemente triturado con una finura de al menos 4000 cm²/g. El cemento puede ser del tipo HRI (de Alta Resistencia Inicial). Se podrá utilizar, por ejemplo, un cemento CEMI 52.5 N o R, CEM2 de tipo 32.5, 32.5 R, 42.5 o 42.5 R. El porcentaje de alcalinos solubles será preferentemente inferior al 1% en peso, expresado en equivalente Na₂O. La invención se aplica a los cementos descritos en la normativa europea EN 197-1.

La cantidad de cemento Portland es en general, con respecto al peso del ligante, típicamente de aproximadamente el 80%.

El sistema acelerador es a base de alúmina Al₂O₃, de cal CaO y de sulfato SO₃.

Su composición es en general la siguiente, en peso:

Alúmina Al ₂ O ₃ :	del 35 al 50%
Cal CaO:	del 10 al 50%
Sulfato (expresado en SO ₃):	del 5 al 30%

Preferentemente, el sistema acelerador será a base de aluminato de calcio y de sulfato de calcio.

El aluminato de calcio susceptible de ser utilizado en la invención comprende las fases mineralógicas CA y/o C3A y/o C12A7.

El sulfato de calcio puede estar bajo cualquier forma apropiada, a saber semihidrato, dihidrato, anhidrita (II o III), etc. Se utilizará por ejemplo el anhidrita.

La relación másica aluminato de calcio/sulfato de calcio está generalmente comprendida entre 1:4 y 4:1, preferentemente entre 1:2 a 2:1.

La cantidad del sistema acelerador depende de la temperatura de utilización del hormigón, del procedimiento exacto de aplicación, del nivel de resistencia a obtener, etc. Es generalmente del 5 al 40% y preferentemente del 15 al 25%, típicamente aproximadamente del 20% con respecto al peso del ligante rápido.

El sistema retardador es cualquier sistema clásico. En particular, puede ser de tipo carboxílico, en forma de ácido carboxílico, en particular cítrico, tártrico, glucónico u otro, o de tipo bórico, o en forma de sales correspondientes. Eventualmente, también puede ser utilizado otro aditivo mineral que aporta o que consume calcio; se pueden citar los carbonatos o fluoruros de sodio, potasio, litio, estroncio o bario, o también los complejantes del calcio como EDTA.

La cantidad del sistema retardador depende de la duración del mantenimiento de trabajabilidad deseada, de la temperatura de utilización del hormigón, del procedimiento exacto de aplicación, del nivel de resistencia a obtener, etc. Las cantidades son, en general, con respecto al peso acumulado del cemento Portland y del sistema acelerador, del 0,05 al 5% y preferentemente del 0,1 al 1%, típicamente aproximadamente del 0,3 al 0,45%.

El superplastificante comprende un polifosfonato poliox que corresponde al compuesto descrito en los documentos FR-A-2810314 y FR-A-2696736, así como el documento FR-A-2689895, documentos a los que se remite

explícitamente para una descripción detallada. Por ejemplo, el polifosfonato poliox puede estar constituido de un compuesto orgánico hidrosoluble o hidrodispersable, que comprende al menos un grupo amino-di (alquilenofosfónico) y al menos una cadena polioxialquilada o al menos una de sus sales.

5 Puede también comprender una mezcla de polímeros tipo polifosfonato poliox y en particular de tipo policarboxilato poliox. Son generalmente conocidos los superplastificantes del tipo policarboxilato poliox, y se puede hacer referencia, por ejemplo, a la descripción de las patentes US20030127026 (US-P-6858074) y US20040149174.

10 La cantidad de superplastificante es, en general, con respecto al peso acumulado del cemento Portland y del sistema acelerador, del 0,5 al 5% y preferentemente del 1 al 3%, típicamente aproximadamente del 2 al 2,5%.

El hormigón que comprende este superplastificante puede ser de consistencia fluida o autocompactante.

15 El activador se puede seleccionar del grupo que consiste en:

- suspensión acuosa que comprende (i) al menos un aluminato de calcio, (ii) del 0,5 al 4%, preferentemente del 0,6 al 2,3%, en peso con respecto al peso total del o de los aluminatos de calcio, de un inhibidor de fraguado de los cementos aluminosos, y (iii) al menos un agente anti-sedimentación; tal suspensión se describe en el documento FR-A-2849440, de Lafarge Aluminates, al que se remite para más detalles;
- 20 - una alúmina de transición; tal alúmina de transición está disponible, por ejemplo, bajo el nombre de RHOXIMAT SA 502 de la compañía Rhodia;
- un gel de hidróxido de alúmina; tal gel de hidróxido de alúmina está disponible, por ejemplo, bajo el nombre de GECEDRAL BZ 111 de la compañía Degussa;
- 25 - una mezcla de estos.

30 La cantidad del activador depende de la temperatura del hormigón, de la cantidad del sistema acelerador utilizada, del nivel de la resistencia precoz deseado. Se añade, con respecto al peso acumulado del cemento Portland y del sistema acelerador, en general en una cantidad del 1 al 10% y preferentemente del 2 al 5%, típicamente aproximadamente del 2,5 a 3,5%.

35 Los compuestos de la composición final de hormigón pueden ser introducidos por ejemplo en el orden siguiente:

- según un primer modo de realización, se amasan el cemento Portland y el sistema acelerador, el retardador y el superplastificante, después, tras un tiempo seleccionado, se añade el activador;
- 40 - según un segundo modo de realización, se amasan el cemento y el superplastificante, después, tras un tiempo seleccionado, se añade el sistema acelerador y el retardador, después, tras otro tiempo seleccionado, se añade el activador.

45 Se preferirá el primer modo de realización, ya que los diferentes constituyentes (cemento, superplastificante, acelerador, retardador) podrán entonces ser añadidos a nivel de la central de hormigón, mientras que el activador podrá ser añadido a nivel del camión-hormigonera, antes de partir, o durante el camino, o a nivel de la obra, justo antes de verter el hormigón.

50 Según el primer modo de realización, se puede añadir el activador a partir de 10 minutos después del amasado de los otros constituyentes, preferentemente a partir de 60 minutos después del amasado de los otros constituyentes (amasado de la etapa (i)), y como muy tarde 8 horas después.

55 Se puede añadir también el activador inmediatamente antes de la operación de vertido del hormigón (la etapa (ii) se aplica inmediatamente antes de la etapa (iii) de vertido del hormigón), sea cual sea el tiempo transcurrido desde el amasado en la central de hormigón, entendiéndose "inmediatamente" como comprendido entre 5 y 15 minutos antes del inicio de la operación de vertido.

60 Según el segundo modo de realización, se puede añadir el acelerador y el retardador de 10 a 90 minutos, preferentemente de 10 a 45 minutos después del amasado. Se puede añadir el activador a partir de 10 minutos después del amasado de los otros constituyentes.

65 Se puede también, como anteriormente, añadir el activador inmediatamente antes de la operación de vertido, sea cual sea el tiempo transcurrido desde la primera adición del acelerador y del retardador. Como anteriormente, es por lo tanto posible añadir el activador inmediatamente antes de la operación de vertido del hormigón, entendiéndose "inmediatamente" como comprendido entre 5 y 15 minutos antes del inicio de la operación de vertido.

Sea cual sea el modo de realización, la adición del activador no se hace, en general, más de 8 horas contadas a

partir del amasado del cemento Portland.

De manera general, la relación de peso de agua eficaz sobre el ligante seco está comprendida generalmente entre 0,35 y 0,50.

5 La composición final comprende, en general, unos granulados clásicos (arenas, gravas y/o cantos). Preferentemente, los constituyentes de la composición final tienen un tamaño inferior o igual a 20 mm. La composición puede así ser bombeada fácilmente.

10 La relación del peso seco de granulados con el del ligante está comprendida en general entre 4 y 5.

Las composiciones de hormigón según la invención son fáciles de aplicar. Tienen una reología adaptada, que implica preferentemente una duración de trabajabilidad (después del amasado) de una hora mínimo y de una hora y media a dos horas máximo, y un endurecimiento muy rápido.

15 El mantenimiento de la trabajabilidad se caracteriza en particular:

- 20 - bien por un mantenimiento del valor de caída del hormigón en el cono de Abrams, que corresponde al valor típico de un hormigón fluido de como mínimo 15 cm
- o bien, en el caso de un hormigón autocompactante, por un mantenimiento del valor de esparcimiento en "slumpflow" del hormigón, que corresponde al valor típico de un hormigón autocompactante de como mínimo 650 mm
- 25 - o bien, en el caso de un mortero, por un mantenimiento del valor de esparcimiento en "slumpflow" que corresponde a un valor de como mínimo 200 mm.

30 La invención proporciona por lo tanto una composición de hormigón que puede tener una resistencia a la compresión de al menos 1 MPa 2 horas después de la adición del activador a una primera composición. Cuando la adición del activador tiene lugar como muy tarde 2 horas después del final del amasado de la primera composición, la resistencia mecánica a la compresión R_c es de al menos 1 MPa a las 4 horas, contadas a partir del final del amasado de la primera composición. Se mide sobre probetas cilíndricas de dimensiones de 16 cm x 32 cm.

35 Estas dos propiedades de mantenimiento de trabajabilidad y de fuertes resistencias a corto plazo permiten en particular realizar una composición de hormigón precursor en la central de hormigón y por ejemplo transportarla después a una obra mediante un camión hormigonera, endureciendo la composición rápidamente una vez aplicada, después de la adición del activador. En este ejemplo, el sistema acelerador está preferentemente añadido en la central de hormigón. Estas cualidades del ligante permiten también bombearle mecánicamente gracias a su fluidez y verterlo o bombearlo en un encofrado, obteniendo un endurecimiento rápido.

40 La invención pretende muy particularmente un ligante rápido para hormigones fluidos o autocompactantes, fácilmente bombeables o vertibles, que se coloca en los encofrados sin vibración, en el caso de los hormigones autocompactantes. La invención es útil para la fabricación de piezas y construcciones de hormigón, ya se trate de piezas prefabricadas en fábrica o de realizaciones a pie de obra, como por ejemplo paredes de hormigón, losas, etc., a temperaturas exteriores comprendidas en particular entre -5°C y 30°C, en particular inferior a 10°C.

Ejemplos

50 Los ejemplos siguientes ilustran la invención sin limitarla.

Ejemplo 1

Se prepara una primera composición de mortero (en g para 1 litro de mortero):

Cemento CEM 1 52.5	517 g
Arena 0/4	1327 g
Filler BL 200	129 g
SECAR 51, de Lafarge Aluminates	54,8 g
Anhidrita	34,2 g

55

Superplastificante OPTIMA 175 de la compañía CHRYSO: en peso con respecto al peso del

ES 2 496 145 T3

Cemento CEM 1 + SECAR 51	1,2%
Ácido cítrico:	2,3 g
Agua total	267 g

(el superplastificante OPTIMA 175 tiene un extracto seco del 30%, medido según la norma EN 480-8).

Cuatro mezclas de morteros frescos son realizadas sucesivamente según esta primera composición.

5 Se realiza después una segunda composición añadiendo el activador a cada mezcla, en un tiempo dado, contado a partir del final del amasado, a razón de una cantidad de 14,7 g.

El activador es una suspensión acuosa que tiene la composición siguiente, en % en peso:

10	Agua	: 38,36 %
	Ácido bórico	: 2,13 %
	Plasticizer CP10	: 0,39 %
	Cemento aluminoso	: 58,81 %
	Goma Xantana	: 0,16 %
	Biocide K 35R	: 0,15%

El Plasticizer CP 10 es un producto comercializado por BASF. El Biocide K 35R es un producto comercializado por PROGIVEN.

15 Para cada mortero, se medirá el esparcimiento obtenido con el ensayo "flow" en mm al final de 15, 30, 60 y 90 minutos contados a partir del final del amasado de la primera composición.

20 Las probetas destinadas a la medición de las resistencias mecánicas a la compresión Rc son realizadas inmediatamente después de la adición del activador.

El plazo para la medición de la resistencia mecánica a las 4h y 5h30 está contado a partir del final del amasado de la primera composición.

25 La RC 2 se mide 2 horas después de la adición del activador.

La temperatura de los ensayos es de 15°C.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

30 Tabla 1

Plazo de adición del activador	Flow a 15 min	Flow a 30 min	Flow a 60 min	Flow a 90 min	Flow a 120 min	Rc 2h	Rc 4h	Rc 5h30
30 mn	300	330	315	210	N.M*	1,5	4	12
60 mn	300	300	285	250	150	1,3	2	11
90 mn	300	300	290	250	200	1,1	1,5	8,5

N.M*: mortero rígido; flow no medible.

35 Estos resultados ponen en evidencia que:

- sea cual sea el plazo al que se añade el activador, los morteros siguen fluidos/autocolocantes 30 minutos como mínimo después de la adición del activador.

40 - a pesar de este largo mantenimiento de trabajabilidad, se tiene una adquisición a corto plazo de resistencia mecánica de al menos 1MPa a las 2 horas después de la adición del activador, en todos los casos de al menos 1MPa a las 4 horas contadas a partir del final del amasado de la primera composición.

Ejemplo 2

45 Se realiza una primera composición de mortero (en g para 1 litro de mortero):

Cemento CEM 1 52.5 N	507 g
----------------------	-------

ES 2 496 145 T3

Arena 0/4	1327 g
Filler BL 200	129 g
SECAR 51, de Lafarge Aluminates	63,7 g
Anhidrita	39,8 g

Superplastificante OPTIMA 175 de la compañía CHRYSO: en peso con respecto al peso del cemento

CEM 1 + SECAR 51	1,2%
Ácido cítrico:	2,3 g
Agua total	267 g

5 Cuatro mezclas de morteros frescos son realizadas sucesivamente según esta composición.

Se realiza después una segunda composición añadiendo el activador, que es el del ejemplo 1, en un plazo de 60 minutos, contados a partir del final del amasado de la primera composición.

10 Los esparcimientos con el ensayo "flow" en mm se miden en los plazos de 15, 90 y 120 minutos contados a partir del final del amasado de la primera composición.

Las probetas destinadas a la medición de las resistencias mecánicas a la compresión Rc son realizadas desde el final del amasado con el activador.

15 El plazo para la medición de la resistencia mecánica a las 4h, 5h30 y 24h es contado a partir del final del amasado de la primera composición.

La RC 2 se mide 2h después de la adición del activador.

20 La temperatura de los ensayos es de 18°C.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

25 Tabla 2

Cantidad añadida de activador	Flow a 15 min	Flow a 90 min	Flow a 120 min	Rc 2 h	Rc Mpa 4 h	Rc MPa 5h30	Rc MPa 24h
0	220	140	60	0,3	1	10	15,5
8,2 g	220	165	60	1	2,5	11	15,5
16,3 g	220	200	75	1,7	5	11	15
22 g	220	220	90	1,5	4	10	14

30 Estos resultados ponen en evidencia la influencia de la cantidad de activador sobre el tiempo de mantenimiento de la trabajabilidad y sobre la cantidad mínima que permite satisfacer el compromiso duración de mantenimiento de trabajabilidad/resistencia mecánica.

Ejemplo 3

35 Una primera serie de ensayos se efectúa a 5°C.

Se realizan tres primeras composiciones B1, B2, B3, de hormigones fluidos que tienen las composiciones siguientes para 1 m³:

Cemento CEM 1, 52,5	294 kg
Arena 0/4 Le Vernet	750 kg
Granulado 4/14 mm	1050 kg
Filler	100 kg
SECAR 51:	60,3 kg
Anhidrita:	37,7 kg
Ácido cítrico:	1,36 kg
Optima 175	5,00 kg para B1 6,53 kg para B2

ES 2 496 145 T3

Agua total

5 83 kg para B3

175 litros

Estos hormigones son realizados cada uno con un cemento CEM 1 52,5 diferente, y tienen las características siguientes:

5

Tabla 3

Ref hormigón	Cemento CEM1	C3S %	C2S %	C3A %	C4AF %	K soluble %	Na soluble%
B1	Le Havre	61,4	12,1	10,2	5,2	0,21	0,11
B2	La Couronne	58,0	14,3	7,6	8,4	0,71	0,05
B3	Val d'Azergues	58,5	15,4	0,4	14,5	0,62	0,09

Se realizan después las segundas composiciones de hormigones añadiendo el activador, que es el del ejemplo 1; es introducido en el plazo de 1 hora después del final del amasado del conjunto de los constituyentes anteriores.

10

La cantidad para cada hormigón es de 9 kg/m³.

Para cada hormigón, se medirá después la caída obtenida en el cono de Abrams en cm al final de 15, 90 y 120 minutos contados a partir del final del amasado de la primera composición, y se realizará desde el final de la adición del activador las probetas destinadas a la medición de las resistencias mecánicas a la compresión Rc.

15

El plazo para la medición de la resistencia mecánica a 4h, 5h30 y 24h, es contado a partir del final del amasado de la primera composición.

20

La RC 2 se mide 2h después de la adición del activador.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

25

Tabla 4

Ref hormigón	Slump 15 min	Slump 90 min	Slump 120 min	Rc 2 h	Rc MPa 4 h	Rc MPa 5h30 min	Rc MPa 24 h
B1	24	23	21	1	2	12	17
B2	24	22	22	1,5	3,5	15,5	22
B3	24	22	22	1,1	2	14	23

Se efectúa una segunda serie de ensayo a 20°C.

30

Se realizan cuatro primeras composiciones B4, B5, B6, B7, de hormigones fluidos que tienen las composiciones siguientes para 1 m³.

Cemento CEM 1, 52,5	294 kg
Arena 0/4 Le Vernet	750 kg
Granulado 4/14 mm	1050 kg
Filler	100 kg
SECAR 51	27,44 kg
Anhidrita	17,18 kg
Ácido cítrico	1,46 kg
Optima 175	4,77 kg para B4
	5,70 kg para B5
	5,60 kg para B6
	7,24 kg para B7
Agua total	175 litros

Estos hormigones se realizan cada uno con un cemento CEM 1 52,5 diferente, y tienen las características siguientes (los tres primeros son los mencionados en la tabla 4):

Tabla 5

Ref hormigón	Cemento CEM1	C3S %	C2S %	C3A %	C4AF %	K soluble %	Na soluble%
B4	Le Havre	61,4	12,1	10,2	5,2	0,21	0,11
B5	La Couronne	58,0	14,3	7,6	8,4	0,71	0,05
B6	Val d'Azergues	58,5	15,4	0,4	14,5	0,62	0,09
B7	Saint Pierre LC	54,8	16,6	7,3	9,1	0,62	0,10

5 Después, se realizan las segundas composiciones de hormigones añadiendo el activador, que es el del ejemplo 1; es introducido en el plazo de 1 hora después del final del amasado del conjunto de los constituyentes anteriores.

La cantidad para cada hormigón es de 9 kg/m³.

10 Para cada hormigón, se medirá después la caída obtenida en el cono de Abrams en cm al final de 15, 90 y 120 minutos contados a partir del final del amasado de la primera composición, y se realizará desde el final de la adición del activador, las probetas destinadas a la medición de las resistencias mecánicas a la compresión Rc.

15 El plazo para la medición de la resistencia mecánica a 4h, 5h30 y 24h es contado a partir del final del amasado de la primera composición.

La RC 2 se mide 2h después de la adición del activador.

20 Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 6

Ref hormigón	Slump a 15 min	Slump a 90 min	Slump a 120 min	Rc 2 h	Rc MPa 4 h	Rc MPa 5h30 min	Rc MPa 24 h
B1	24	24	13	1,7	4	8	10
B2	23	24	12	4	7	11	12
B3	24	22	21	2,7	6	10	12
B4	19	20	20	2,5	5	9	12

25 Estas dos series de ensayos ponen en evidencia que:

- a 5°C y 20°C, los hormigones obtenidos siguen siendo fluidos como mínimo durante 30 minutos contados a partir del final del amasado con el activador;
- se adquiere una resistencia mecánica de por lo menos 1 MPa a las 2 horas después de la adición del activador, en todos los casos de al menos 1 MPa a las 4 horas contadas a partir del final del amasado de la primera composición;
- estas características son obtenidas con unos cementos que tienen unas composiciones mineralógicas y unos contenidos en alcalinos solubles muy diferentes; esto muestra la polivalencia del sistema.

35

Ejemplo 4

Se efectuaron unos ensayos con diferentes cementos CEM 2 de LAFARGE, es decir:

- 40 - Ref C1 - CEM 2/A-S 52,5 N La Malle
- Ref C2 - CEM 2/B-M (S-LL) 42,5 Le Teil
- Ref C3 - CEM 2/B-LL 32,5R Val d'Azergues
- 45 - Ref C4 - CEM 2/B-LL 42,5N Val d'Azergues
- Ref C5 - CEM 2/B-LL 32,5R Le Havre

50 Con cada cemento, se preparan diferentes primeras composiciones de morteros que contienen cada una (en g para

ES 2 496 145 T3

1 litro de mortero) los componentes siguientes:

Cemento CEM 2	512 g
Arena 0/4 St Bonnet	1327 g
Filler BL 200	129 g
Agua total	267 g

Se realizan dos series de ensayos a 20°C.

Para cada serie, se completan las primeras composiciones con los otros componentes tales como se definen en la tabla 7 (en g para 1 litro de mortero).

Tabla 7

Primera serie de ensayos				
Ref CEM 2	SECAR 51	Anhidrita	Ácido cítrico	Optima 175
C1	57,8	36,2	2,4	16,13
C2	57,8	36,2	2,4	14,23
C3	57,8	36,2	2,4	14,80
C4	57,8	36,2	2,4	15,20
Segunda serie de ensayos				
Ref CEM 2	SECAR 51	Anhidrita	Ácido cítrico	Optima 175
C2	35,7	22,3	2,11	10,43
C3	35,7	22,3	2,11	12,33
C5	35,7	22,3	2,11	12,33

Después, se realizan las segundas composiciones de morteros añadiendo el activador, que es el del ejemplo 1; se introduce en el plazo de 1 hora después del final del amasado del conjunto de los constituyentes de las primeras composiciones.

La cantidad para cada mortero es de 14,7 g.

Para cada mortero, se medirá después el esparcimiento obtenido en el ensayo "flow" en mm al final de 15, 60, 90 y 120 minutos contados a partir del final del amasado de la primera composición, y se realizará desde el final del amasado la de segunda composición, las probetas destinadas a la medición de las resistencias mecánicas a la compresión Rc.

El plazo para la medición de la resistencia mecánica a 4h y 5h30 es contado a partir del final del amasado de la primera composición.

La RC se mide 2h después de la adición del activador.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 8

	Ref CEM2	Flow mm a 15 min	Flow mm a 60 min	Flow mm a 90 min	Flow mm a 120 min	Rc 2 h	Rc MPa 4 h	RC MPa 5h30mn
1ª serie de ensayos	C1	330	320	295	260	1	2,4	10,4
	C2	365	285	285	215	2	3,5	3,8
	C3	330	300	135	NM	6	13,8	19,5
	C4	305	235	225	225	5	10,7	18,7
2ª serie de ensayos	C2	340	275	265	140	2,3	4,8	11,3
	C3	300	295	225	145	1,5	3,8	6,3
	C5	330	265	200	195	0,7	1,8	4,3

Estos resultados ponen en evidencia que se satisfacen las exigencias requeridas con los diferentes cementos CEM 2 utilizados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de realización de piezas y construcciones de hormigón, que comprende las etapas siguientes:

- 5 (i) proporcionar una primera composición de hormigón a base de un ligante rápido que comprende:
- del 70 al 85% en peso de cemento Portland;
 - del 10 al 25% en peso de un sistema acelerador a base de alúmina Al_2O_3 , de cal CaO y de sulfato SO_3 en
 - 10 forma de aluminato de calcio y de sulfato de calcio;
 - un sistema retardador; y
 - un superplastificante que comprende un polímero de tipo polifosfonato poliox, o una mezcla de polímeros de
 - 15 tipo polifosfonato poliox y de tipo policarboxilato poliox;

la relación de peso de agua eficaz sobre ligante seco está comprendida entre 0,35 y 0,50, después

20 (ii) añadir un sistema activador para formar una segunda composición de hormigón seleccionado de entre el grupo que consiste en:

- una suspensión acuosa que comprende:
 - 25 (i) al menos un aluminato de calcio,
 - (ii) del 0,5 al 4%, preferentemente del 0,6 al 2,3% en peso con respecto al peso total del o de los aluminatos de calcio de un inhibidor de fraguado de los cementos aluminosos, y
 - (iii) al menos un agente anti-sedimentación,
 - 30 - una alúmina de transición;
 - un gel de hidróxido de alúmina;
 - 35 - una mezcla de estos; y

(iii) verter esta segunda composición de hormigón en un encofrado.

40 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el sistema acelerador comprende, en peso:

Alúmina Al_2O_3 :	del 35 al 50%
Cal CaO:	del 10 al 50%
Sulfato (expresado en SO_3):	del 5 al 30%.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el sulfato se selecciona de entre los sulfatos metálicos, alcalinos, alcalinotérreos, los sulfatos orgánicos, o sus mezclas.

45 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa (i) es una etapa de amasado, en la que se realiza la primera composición de hormigón y que comprende las etapas siguientes:

- (a) realizar una composición de hormigón que comprende,
- 50 - cemento Portland;
 - el sistema retardador; y
 - el superplastificante; después

55 (b) añadir el sistema acelerador.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la etapa (ii) se realiza a partir de 10 minutos, preferentemente a partir de 60 minutos y como muy tarde 8 horas después del amasado de la etapa (i).

60 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la etapa (ii) se realiza inmediatamente antes de la etapa (iii) de vertido del hormigón.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende las etapas siguientes:
- 5 (i) realizar por amasado en una central de hormigón la primera composición de hormigón que comprende un ligante rápido; después
- (ii) añadir el sistema activador; y
- 10 (iii) verter inmediatamente el hormigón después de la etapa (ii) de adición del sistema activador.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, en el que la etapa (ii) se realiza en un camión hormigonera.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la etapa (iii) de vertido de la segunda composición de hormigón en el encofrado se realiza con una segunda composición de hormigón que presenta un valor de caída en el ensayo "slump" de 15 a 24 cm, preferentemente de 18 a 22 cm.
- 15 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la etapa (iii) de vertido de la segunda composición de hormigón en el encofrado se realiza con una segunda composición de hormigón que presenta un valor de esparcimiento en "slumpflow" de 580 a 750 mm, preferentemente de 650 a 750 mm.
- 20 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, para la realización de paredes de hormigón o de losa de hormigón.
- 25 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el cemento Portland es un cemento conforme a la norma EN 197-1, ventajosamente un cemento rápido (denominado de tipo R), preferentemente triturado con una finura de al menos 4000 cm²/g, de tipo HRI (de Alta Resistencia Inicial) por ejemplo, un cemento CEM1 52.5 N o R, CEM2 de tipo 32.5, 32.5 R, 42.5 o 42.5 R, con la relación de alcalinos solubles preferentemente inferior al 1% en peso expresado en equivalente Na₂O.
- 30 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el sistema acelerador comprende un cemento a base de aluminato de calcio y sulfato de calcio en forma semi-hidrato, dihidrato o anhídrita.
- 35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el aluminato de calcio utilizado comprende las fases CA y/o C3A y/o C12A7.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 12, en el que la relación másica entre el aluminato de calcio y el sulfato de calcio está comprendida entre 1:4 y 4:1, preferentemente entre 2:1 y 1:2.
- 40 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el sistema retardador es un ácido carboxílico o bórico, en particular el ácido cítrico o tártrico o gluónico, estando eventualmente el ácido en forma de una sal, en combinación con eventualmente otro aditivo mineral que aporta o que consume calcio, por ejemplo carbonatos o fluoruros de sodio, potasio, litio, estroncio o bario, o también los complejantes del calcio como EDTA.
- 45 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la cantidad del sistema retardador, en peso con respecto al peso acumulado del cemento Portland y del sistema acelerador, es del 0,05 al 5% y preferentemente del 0,1 al 1%.
- 50 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17, en el que la cantidad del superplastificante, en peso con respecto al peso acumulado de cemento Portland y del sistema acelerador, es del 0,5 al 5%, preferentemente del 1 al 3%.
19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, en el que la cantidad del activador, en peso con respecto al peso acumulado de cemento Portland y del sistema acelerador, es del 1 al 10%, preferentemente del 2 al 5%.
- 55 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, en el que la segunda composición de hormigón presenta una resistencia mecánica a la compresión RC de al menos 1MPa, 2h después de la etapa (ii).
- 60 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 20, en el que la segunda composición de hormigón presenta una resistencia mecánica a la compresión RC de al menos 1 MPa, 4h después de la etapa (i).
22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, en el que la primera composición de hormigón tiene una duración de mantenimiento de trabajabilidad de como mínimo 1 hora después de la etapa (i).
- 65 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 22, en el que la segunda composición de hormigón tiene una duración de mantenimiento de trabajabilidad de como mínimo 30 minutos después de la etapa (ii).