

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 835 226**

51 Int. Cl.:

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2013 PCT/EP2013/069700**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048870**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2013 E 13771091 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 2900619**

54 Título: **Proceso para producir hormigón duradero en condiciones de ambiente caliente**

30 Prioridad:

25.09.2012 NO 20121087

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

22.06.2021

73 Titular/es:

**YARA INTERNATIONAL ASA (100.0%)
Drammensveien 131, P.O. Box 343 Skøyen
0213 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

FRANKE, WOLFRAM

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 835 226 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

Proceso para producir hormigón duradero en condiciones de ambiente caliente

5 **Introducción**

10 La invención se refiere al uso de nitrato de calcio para producir una composición cementosa y/o un sólido cementoso a temperaturas ambiente altas. La invención está dirigida a asegurar suficiente hidratación por una limitación de la temperatura de hidratación máxima. Ya que el nitrato de calcio acelera el tiempo de fraguado de la composición cementosa, la presente invención es especialmente de interés para el hormigón profundido que utiliza hormigón fundido por calor o en sitio en condiciones de ambiente caliente o en regiones geográficas calientes.

Antecedentes de la invención

15 El hormigón fragua a medida que el cemento se hidrata. La hidratación es una reacción exotérmica, que significa que genera calor y que las reacciones proceden más rápido cuando el hormigón está caliente. Los cementos de reacción rápida, como CEM I 52.5 R, producen temperaturas rápidamente altas de manera comparativa, pero, ya que muchas reacciones suceden dentro de un corto tiempo, la producción de calor es alta, demasiado, y, como consecuencia de limitación de flujo de calor debido a la resistencia térmica de hormigón y la alta temperatura ambiente, el calor se acumula en el hormigón y la temperatura máxima puede exceder 60 °C. Esto puede llevar a fuertes deformaciones y, por lo tanto, inducir agrietamiento, así como formación de etringita después de eso.

20 También, cuando el cemento se hidrata, ocupa agua y deja crecer cristales alrededor de las partículas agregadas. En condiciones de ambiente caliente y cuando la reacción de hidratación procede rápidamente, los cristales crecen rápidamente, pero no tienen tiempo para crecer fuertes. La fuerza temprana del hormigón resultante será superior, pero la fuerza de 28 días sufrirá. Si el hormigón resultante es aproximadamente 10 °C más caliente que lo normal (por ejemplo, 31 °C en lugar de 21 °C), la fuerza compresiva final será aproximadamente el 10 % inferior.

30 Además, en condiciones de ambiente caliente, a medida que fragua el cemento, la caída disminuye rápidamente y es necesaria más agua de mezcla. Esto también puede contribuir a fuerzas inferiores (tanto como otro 10 %) y, en el hormigón integralmente a color, puede llevar a variaciones en el contenido de agua que puede resultar en diferencias significativas en el color de hormigón entre vertidos adyacentes.

35 Otro problema potencial en las condiciones de ambiente caliente es el secado de superficie o encogimiento plástico, que ocurre a medida que el hormigón fresco pierde su humedad demasiado rápido después de la colocación, pero antes de que haya ocurrido cualquier desarrollo de fuerza. Este tipo de encogimiento se ve afectado por los efectos ambientales de la temperatura (del hormigón y ambiente), el viento y la humedad relativa. Esto es un problema particular en el hormigón de ambiente caliente.

40 Por lo tanto, es vital mantener la temperatura del hormigón a un nivel satisfactorio durante la curación, que presenta desafíos considerables debido a las temperaturas ambiente amplias encontradas cuando se funde el hormigón. La Sociedad Americana de Contratistas de Hormigón (ASCC, por sus siglas en inglés) recomienda que la temperatura del hormigón se mantenga entre 10 y 21 °C, en particular, por debajo de 21 °C.

45 El problema ha sido abordado de diferentes formas, tales como el uso de cementos de reacción lenta, tales como cementos a base de ceniza volátil, el uso de agua fría o congelada, el uso de agregados enfriados, la agregación de hielo a la mezcla de hormigón, el uso de aparatos para enfriar el hormigón durante la curación (véase el documento US 2005/0223717, Bourgault y Dancey, 2005) y el uso de retardadores o mezclas retardadoras. Los retardadores indican que la liberación de calor está distribuida durante un tiempo más prolongado. Los retardadores pueden ser agregados en la planta o en el sitio de trabajo para retrasar el tiempo de fraguado del hormigón, que puede ser muy rápido cuando el hormigón está caliente. Los retardadores proporcionan tiempo extra, pero también proporcionan al hormigón más tiempo para secarse, así la curación es crítica. Usualmente, el uso de retardadores también tiene el precio del fraguado retrasado. En caso de temperaturas de ambiente caliente, por ejemplo, en la región del Medio Oriente, el retraso de la hidratación y el progreso de la construcción objetivo necesitan equilibrarse y esto puede presentar un desafío. En caso de producción de hormigón profundido, el problema de calor lleva a problemas de tensión, también. Y el riesgo de sobrecalentamiento por impulso de calor inducido por vapor también se proporciona. También, si se agrega demasiado retardador al hormigón, utilizado para una losa, esto puede llevar a un encostramiento, donde la superficie fragua, pero el hormigón por debajo aún está blando. Esto puede reducir la uniformidad e incluso llevar a la delaminación de la superficie.

60 Se conoce el uso del 2 % en peso de nitrato de calcio como un acelerador de fraguado en una mezcla hasta una temperatura de 23 °C, donde el fraguado es cambiado a una etapa anterior en el proceso de curación (Influence of setting accelerators on chemical shrinkage of portland cement, Clemmens y col., Instituto Norteamericano de Hormigón, SP (2001), SP-200-15 (Quinta Conferencia Internacional de CANMET/ACI sobre Avances Recientes en Tecnología de Hormigón, 2001), páginas 235-149).

65

También se conoce que el nitrato de calcio es capaz de cambiar la liberación de calor máxima a un punto de tiempo anterior en el proceso de curación. Por esto, la energía de hidratación se distribuye durante un periodo de tiempo donde sin esta habría sucedido una actividad justo por debajo. Por lo tanto, el fraguado inicia muy al principio, pero el calor se libera de manera más uniforme (Hardening retarders for massive concrete, Justnes y col., Instituto Norteamericano de Hormigón, SP (2008), SP-253, páginas 41-56, que utiliza el máximo del 1,5 % en peso de nitrato de calcio como acelerador de fraguado en combinación con una cantidad menor (0,1-0,3 %) de un retardador del fraguado fuerte como urea y ácidos orgánicos (tales como ácido cítrico y ácido tartárico). Se demostró (véase la Figura 3) que, a una temperatura de 40 °C, la velocidad de evolución de calor para una pasta de cemento de referencia (sin nitrato de calcio) y para una pasta que comprende el 1,5 % en peso de nitrato de calcio es similar y que la combinación de mezcla (nitrato de calcio y retardador de fraguado) a 40 °C puede no funcionar en el caso semiadiabático práctico de hormigón masivo.

Por lo tanto, hay una necesidad de una composición cementosa que pueda producirse y curarse a temperaturas ambiente calientes y en donde la liberación de calor se distribuya con el tiempo y en donde la temperatura máxima se disminuya con la curación.

Descripción detallada de la invención

La meta primaria de la presente invención es proporcionar una composición cementosa que pueda producirse y curarse a temperaturas ambiente calientes, así como un nuevo uso del nitrato de calcio, en particular, para producir una composición cementosa y/o un sólido cementoso a temperaturas ambientes calientes.

El hormigón es un material de construcción compuesto, principalmente compuesto de agregado, cemento y agua. Existen muchas formulaciones que proporcionan propiedades variadas. El agregado, generalmente, es una grava áspera o rocas trituradas, tales como piedra caliza, o granito, junto con un agregado fino, tal como arena. El cemento, comúnmente cemento Portland, y otros materiales cementosos, tales como ceniza volátil y cemento de escoria, sirven como un aglutinante para el aglomerado. Varias mezclas químicas también se agregan para lograr propiedades variadas. Se mezcla el agua con la mezcla de hormigón seco, que permite que se conforme (normalmente vertido o fundido) y, entonces, se solidifique y endurezca (cure, fragüe) en hormigón de fuerza de roca dura a través de un proceso químico llamado hidratación. El agua reacciona con el cemento, que enlaza los otros componentes juntos, crenado finalmente un material similar a la piedra resistente. El hormigón puede ser dañado por muchos procesos, tales como el congelamiento del agua atrapada en los poros de hormigón.

El hormigón es muy utilizado para elaborar estructuras arquitectónicas, cimientos, paredes de ladrillo/bloque, pavimentos, puentes/pasos elevados, autopistas/caminos, pistas de aterrizaje, estructuras de estacionamiento, presas, piscinas/depositos, tuberías, bases para puertas, cercas y postes e incluso barcos.

Dentro del alcance de esta solicitud, una composición cementosa debe interpretarse como que comprende una cualquiera de una composición de argamasa, una composición de hormigón y una composición de pasta de cemento, que no se ha fundido, curado, hidratado, fraguado y/o endurecido. Una composición de argamasa comprende al menos un agregado fino, tal como arena y cemento. Una composición de pasta de cemento comprende al menos cemento. Una composición cementosa no contiene agua agregada en tales cantidades que comience el fraguado. Con respecto a esto, uno también podría hablar de una composición cementosa en el estado seco. De acuerdo con una realización preferida, la composición cementosa es producida al agregar todos los ingredientes juntos y mezclar completamente los ingredientes hasta que se obtiene una composición homogénea.

Dentro del alcance de esta solicitud, un sólido cementoso debe interpretarse como la composición cementosa fundida, curada, hidratada, fraguada y/o endurecida, que comprende uno cualquiera de una argamasa, un hormigón y una pasta de cemento y agua.

Un sólido cementoso se obtiene usualmente al agregar agua a una composición cementosa, que inicia el proceso de curación. De acuerdo con una realización preferida, el sólido cementoso es producido al agregar agua a la composición cementosa.

Dentro del alcance de esta solicitud, se definen las condiciones de ambiente caliente como condiciones con una temperatura ambiente de 27 °C o más, tal como más de 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 o 44 °C.

Preferiblemente, se definen las condiciones de ambiente caliente como condiciones con una temperatura ambiente en el intervalo de 27 a 45 °C, más preferiblemente de 30 a 45 °C, muy preferiblemente de 35 a 45 °C.

Sorprendentemente, ahora se ha encontrado que al incorporar del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio (relativo al peso del cemento) a la composición cementosa, el nitrato de calcio no provoca sobrecalentamiento a condiciones de ambiente caliente, cuando la composición cementosa es curada en un sólido cementoso, en particular, a temperaturas de 27 °C o superiores. Al cambiar la hidratación en condiciones de ambiente caliente, la actividad inicial aumentada, mientras inicia el fraguado, lleva a un aumento inferior de temperatura, ya que el cemento se distribuiría sin esa

influencia posteriormente. Este efecto no se predice a partir de la técnica anterior, donde se describen concentraciones únicamente hasta el 1,5 % en peso a temperatura ambiente caliente (40 °C) para mezclas que comprenden nitrato de calcio (sin efecto) o en combinación con retardadores fuertes (efecto menor). La alta cantidad de nitrato de calcio en las composiciones de conformidad con la invención cambia parte de las reacciones a etapas incluso más tempranas que en la técnica anterior. El enfoque de Justnes y col. tiene como objetivo el fraguado temprano, pero la hidratación lenta y baja liberación de calor de hidratación. Por lo tanto, el efecto de retraso se origina de prevenir las reacciones (al utilizar el retardador de fraguado fuerte), mientras nuestra invención tiene como objetivo las aceleraciones de cambio a primeras etapas para evitar reacciones (y la liberación de calor) posteriormente en el proceso de fraguado y endurecimiento.

Por lo tanto, la invención se refiere al uso de nitrato de calcio para producir una composición cementosa y/o un sólido cementoso a altas temperaturas ambiente en el intervalo de 27 a 45 °C, preferiblemente en el intervalo de 30 a 45 °C, más preferiblemente en el intervalo de 35 a 45 °C, en donde la composición cementosa y/o el sólido cementoso comprende del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio, con relación al peso del cemento.

El proceso inventado tiene la capacidad de enfriarse para producir una composición cementosa y/o un sólido cementoso que se está curando con condiciones de ambiente caliente, en particular, a temperaturas de 27 °C o superiores. Por lo tanto, el proceso puede limitar la temperatura de ocurrencia máxima únicamente al nivel de la temperatura ambiente.

El nitrato de calcio es un compuesto inorgánico con la fórmula $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Esta sal incolora absorbe la humedad del aire y comúnmente se encuentra como un tetrahidrato. Principalmente, se utiliza como un componente en fertilizantes. Se conocen varias sales relacionadas, incluyendo decahidrato de nitrato de calcio amonio y decahidrato de nitrato de calcio potasio. Diferentes sales de nitrato de calcio están disponibles de Yara International ASA (Oslo, Noruega) con los nombres comerciales NitCal (un sólido con una concentración de aproximadamente el 78 % en peso de nitrato de calcio), NitCal/K (un sólido con una concentración de aproximadamente el 76 % en peso de nitrato de calcio) y NitCal Sol (un líquido acuoso con una concentración del 50 % en peso de nitrato de calcio), todos ellos comercializados como una mezcla de hormigón multifuncional libre de cloro. Puede utilizarse como un material seco (granulado o perlado) o como un líquido (por ejemplo, como un líquido acuoso en una concentración del 50 % en peso de nitrato de calcio). También puede utilizarse (y actúa) como un inhibidor de la corrosión, ya que el ion de nitrato lleva a la formación de hidróxido de hierro, cuya capa protectora reduce la corrosión del refuerzo de hormigón.

En una realización, la invención se refiere a un uso de conformidad con la invención, en donde la composición cementosa y/o el sólido cementoso comprende del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio, con relación al peso del cemento.

La invención es beneficiosa sobre las mezclas existentes para curar un sólido cementoso, en particular, un hormigón a temperaturas ambiente calientes, ya que el hormigón fragua antes, pero las temperaturas críticas aún pueden evitarse. Preferiblemente, los cementos mezclados de ceniza volátil, tales como cemento de ceniza volátil Portland (tipo CEM II), pueden utilizarse en condiciones de clima caliente para evitar picos de temperatura alta debido a que son cementos de reacción lenta, comparados con los cementos tipo I.

De conformidad con una realización, la composición cementosa y/o un sólido cementoso es libre, o al menos comprende menos del 0,1 % en peso, con relación al peso del cemento, de un compuesto seleccionado del grupo de urea, ácido cítrico y ácido tartárico.

Preferiblemente, un cemento Portland rápido de la clase CEM I 52.5 puede utilizarse para la producción de hormigón profundido para suministrar rápidamente fuerza.

Preferiblemente, la relación de agua a cemento está en el intervalo de 0,45 a 0,55. Esto se requiere para prevenir el secado del sólido cementoso durante la curación.

Preferiblemente, se agrega nitrato de calcio al agua para preparar la composición cementosa. Es importante que se incorpore nitrato de calcio dentro de la composición cementosa justo desde el inicio. Se debe agregar antes de cualquier plastificante para aumentar el impacto en el tiempo de fraguado.

Por lo tanto, la invención también se refiere a un método para curar una composición cementosa a temperaturas ambiente altas en el intervalo de 27 a 45 °C dentro de un sólido cementoso, en donde el método comprende las etapas de:

- proporcionar una composición cementosa en el estado seco,
- agregar y mezclar agua dentro de la composición cementosa en el estado seco para formar la composición cementosa que se va a curar, y
- conformar la composición cementosa que se va a curar y dejarla curar dentro del sólido cementoso, caracterizado

por que

- del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio, con relación al peso del cemento, se agrega al agua antes de mezclar el agua con la composición cementosa en el estado seco.

5 Debido a que el tiempo de operabilidad es corto, en muchos casos, también es demasiado corto para el transporte de la mezcla cementosa.

10 El listado o la discusión de un documento aparentemente publicado antes en esta memoria descriptiva no debe tomarse necesariamente como un reconocimiento de que el documento es parte del estado de la técnica o es de conocimiento general común.

15 La invención, además, se aclara por medio de los siguientes ejemplos y las figuras adjuntas. Los siguientes ejemplos no limitantes únicamente sirven para ilustrar la invención y no limitan su alcance de ninguna forma. En los ejemplos y a través de esta memoria descriptiva, todos los porcentajes, partes y relaciones son en peso, a menos que se indique de otra forma. Se apreciará que las varias cantidades de porcentaje de los diferentes componentes que están presentes en los productos de la invención, incluyendo cualquiera de los componentes opcionales, agregarán hasta el 100 %.

20 Experimental

Descripción de las figuras

25 **Figura 1:** perfil de temperatura sobre el tiempo para muestras de pasta de cemento de reacción lenta curadas a temperatura ambiente a 20 °C.

Figura 2: perfil de temperatura sobre el tiempo para muestras de pasta de cemento de reacción lenta curadas a temperatura ambiente a 45 °C.

30 **Figura 3:** perfil de temperatura sobre el tiempo para muestras de pasta de cemento de reacción rápida curadas a temperatura ambiente a 21 °C.

Figura 4: cambio de pico de temperatura máxima como función de la dosificación de nitrato de calcio y temperatura de curación para muestras de pasta de cemento de reacción lenta.

35 Ejemplo comparativo 1

Se prepararon muestras de pasta de cemento con un cemento de ceniza volátil CEM II/A 42.5 (cemento de reacción lenta). El tamaño de muestra fue 500 ml. La temperatura se midió en el núcleo de muestra. Se curaron las muestras a temperatura ambiente a 20 °C. Se agregó nitrato de calcio en cantidades de % en peso con relación al peso del cemento. El perfil de temperatura se muestra en la Figura 1. Como referencia, se preparó la muestra (1) sin nitrato de calcio. La adición del 1 % en peso de nitrato de calcio (muestra 2) aumentó la temperatura ligeramente y el fraguado también cambió ligeramente hacia un momento anterior en el tiempo. La adición del 4 % en peso de nitrato de calcio (muestra 3) aumentó la temperatura máxima significativamente, pero las reacciones de hidratación se llevaron a cabo mucho antes en el tiempo. Además, el período sin liberación de calor significativa (en las muestras (1) y (2) entre 1 y 4 horas del experimento) se excedió por la muestra tratada con nitrato de calcio de dosificación alta (3) y el fraguado inicia mucho antes.

50 Ejemplo 1

Se prepararon muestras de pasta de cemento con un cemento de ceniza volátil CEM II/A 42.5 (cemento de reacción lenta). El tamaño de muestra fue 500 ml. La temperatura se midió en el núcleo de muestra. Se curaron las muestras a temperatura ambiente a 45 °C en un baño de agua controlado. Se agregó nitrato de calcio en cantidades de % en peso con relación al peso del cemento. El perfil de temperatura se muestra en la Figura 2. La presencia del 4 % en peso de nitrato de calcio en la muestra (2) redujo la temperatura y se cambió el fraguado a una etapa anterior en el proceso, comparado con una muestra no tratada (1). En la muestra (3), se agregó el 0,5 % en peso de un plastificante (lignosulfonato modificado, MLS), además de nitrato de calcio, y el efecto retardador puede observarse claramente en la Figura 2.

60 Ejemplo 2 (no de conformidad con la invención reivindicada)

El nitrato de calcio también es capaz de enfriar el cemento (de reacción lenta). Se prepararon muestras de pasta de cemento con un cemento CDM I 52.5 (de reacción rápida). El tamaño de muestra es 500 ml. La temperatura se mide en el núcleo de muestra. Las temperaturas se curan a temperatura ambiente a 21 °C. La muestra (1) como referencia está cerca del nivel de temperatura crítico. Se agrega nitrato de calcio con relación al peso de cemento en %. Además, la adición del 1 % del nitrato de calcio en la muestra (2) reduce la temperatura de pico ligeramente. Las dosificaciones

aumentadas al 4 % (muestra (3)) y 5 % (muestra (4)) cambian el fraguado inicial a casi inmediato y se reduce la temperatura de hidratación significativamente en más de 10 °C.

Ejemplo 3

- 5 Se prepararon muestras de pasta de cemento con un cemento de ceniza volátil CEM II/A 42.5 (de reacción lenta). El tamaño de la muestra fue 500 ml. La temperatura se midió en el núcleo de muestra. Las muestras se curaron a diferentes temperaturas (20, 25, 30 y 40 °C) y se prepararon con diferentes cantidades de nitrato de calcio (0, 1, 2, 3, 4 %), en donde las muestras curadas a 20 y 25 °C no son de conformidad con la invención reivindicada. A partir de la
- 10 Figura 2, se puede observar que, para este tipo de cemento (de reacción lenta), el efecto de nitrato de calcio depende de la dosificación. El pico de la temperatura máxima cambia al momento anterior en el tiempo, dependiendo de la dosificación y temperatura ambiente. Sin embargo, se puede mencionar que la temperatura máxima siempre fue la misma, incluso aunque la temperatura ambiente cambió.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso de nitrato de calcio como acelerador de fraguado para acelerar la liberación de calor durante el proceso de fraguado y endurecimiento en la producción de una composición cementosa y/o un sólido cementoso a temperaturas ambiente altas en el intervalo de 27 a 45 °C, en donde la composición cementosa y/o el sólido cementoso comprende del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio, con relación al peso del cemento.
- 10 2. Uso de conformidad con la reivindicación 1, en donde las temperaturas ambiente calientes están en el intervalo de 30 a 45 °C.
- 15 3. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde las temperaturas ambiente calientes están en el intervalo de 35 a 45 °C.
- 20 4. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la composición cementosa y/o un sólido cementoso comprenden menos del 0,1 % en peso, con relación al peso del cemento, de un compuesto seleccionado del grupo de urea, ácido cítrico y ácido tartárico.
- 25 5. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la composición cementosa y/o el sólido cementoso se producen utilizando un cemento Portland rápido de la clase CEM I.
- 30 6. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la composición cementosa y/o el sólido cementoso se producen utilizando un cemento de ceniza volátil Portland lento de la clase CEM II.
- 35 7. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la relación de agua a cemento está en el intervalo de 0,45 a 0,55.
- 40 8. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la composición cementosa es una cualquiera de una composición de argamasa, una composición de hormigón y una composición de pasta de cemento.
- 45 9. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el sólido cementoso es uno cualquiera de una argamasa, un hormigón y una pasta de cemento.
10. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el nitrato de calcio se agrega al agua para preparar la composición cementosa o el sólido cementoso.
11. Método para curar una composición cementosa a temperaturas ambiente altas en el intervalo de 27 a 45 °C en un sólido cementoso, en donde el método comprende las etapas de:
- proporcionar una composición cementosa en el estado seco,
 - agregar y mezclar agua dentro de la composición cementosa en el estado seco para formar la composición cementosa que se va a curar, y
 - conformar la composición cementosa que se va a curar y dejarla curar dentro del sólido cementoso,
- caracterizado por que**
- del 3 al 5 % en peso de nitrato de calcio, con relación al peso del cemento, se agrega el agua antes de mezclar el agua con la composición cementosa en el estado seco.

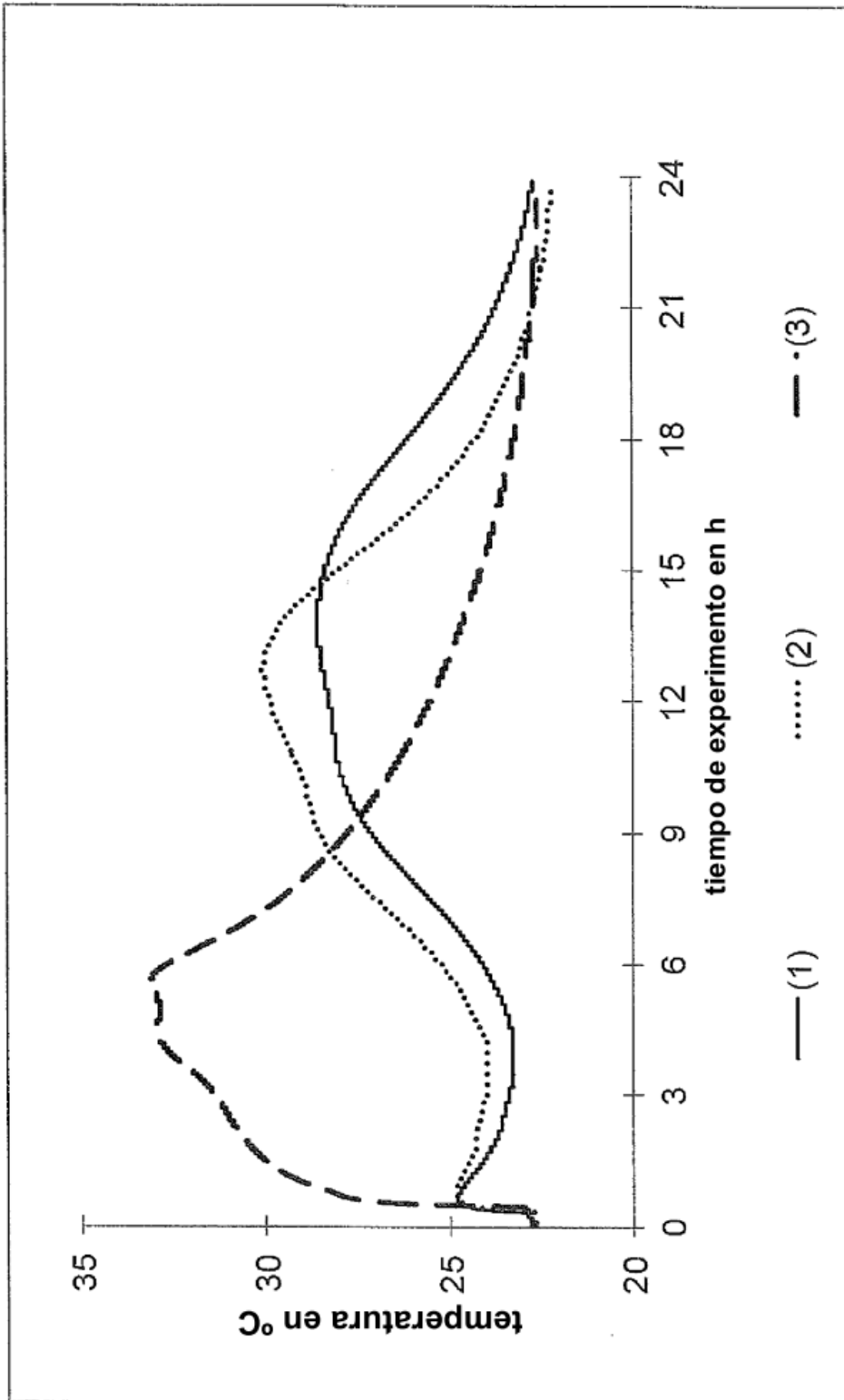


FIGURA 1

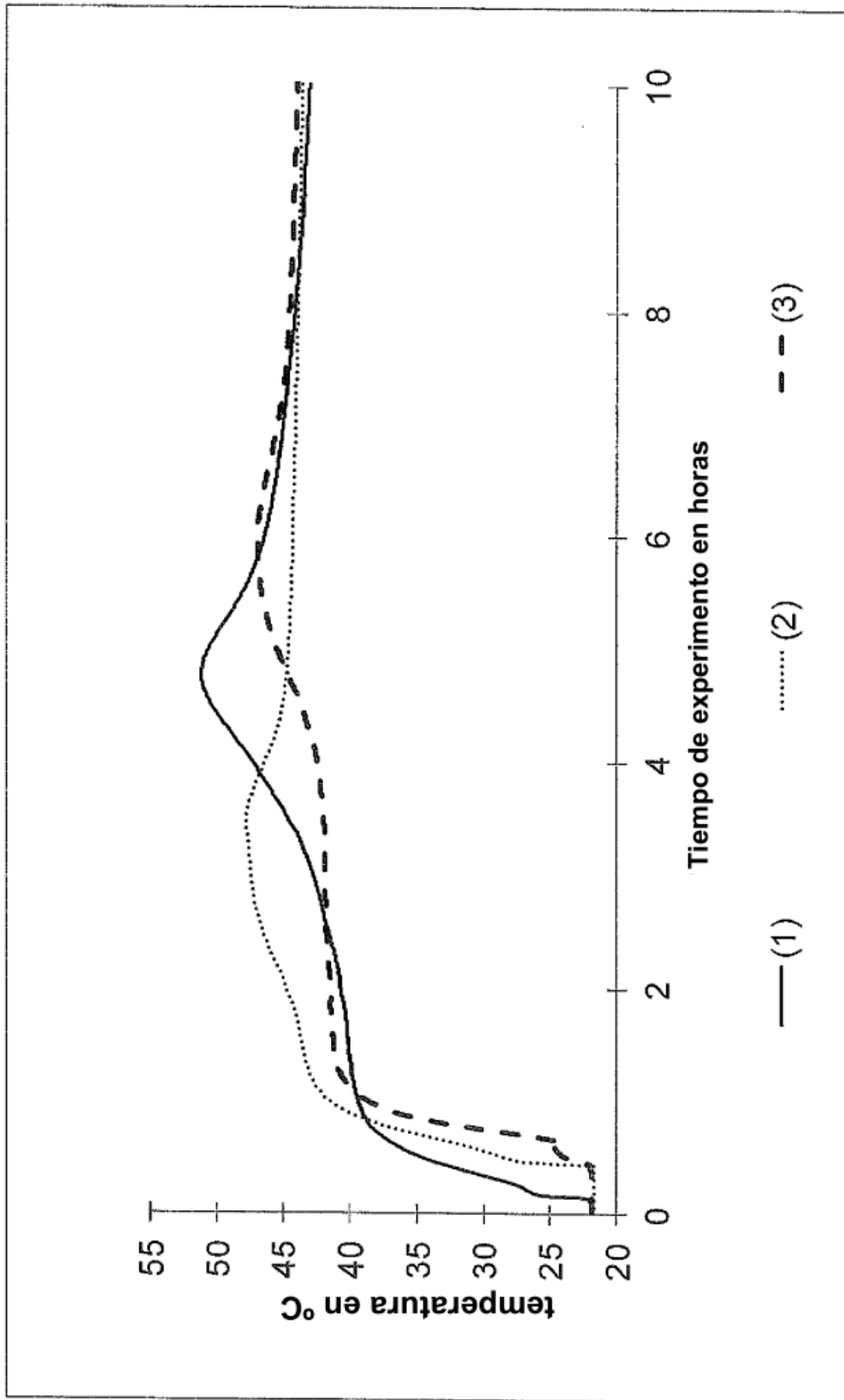


FIGURA 2

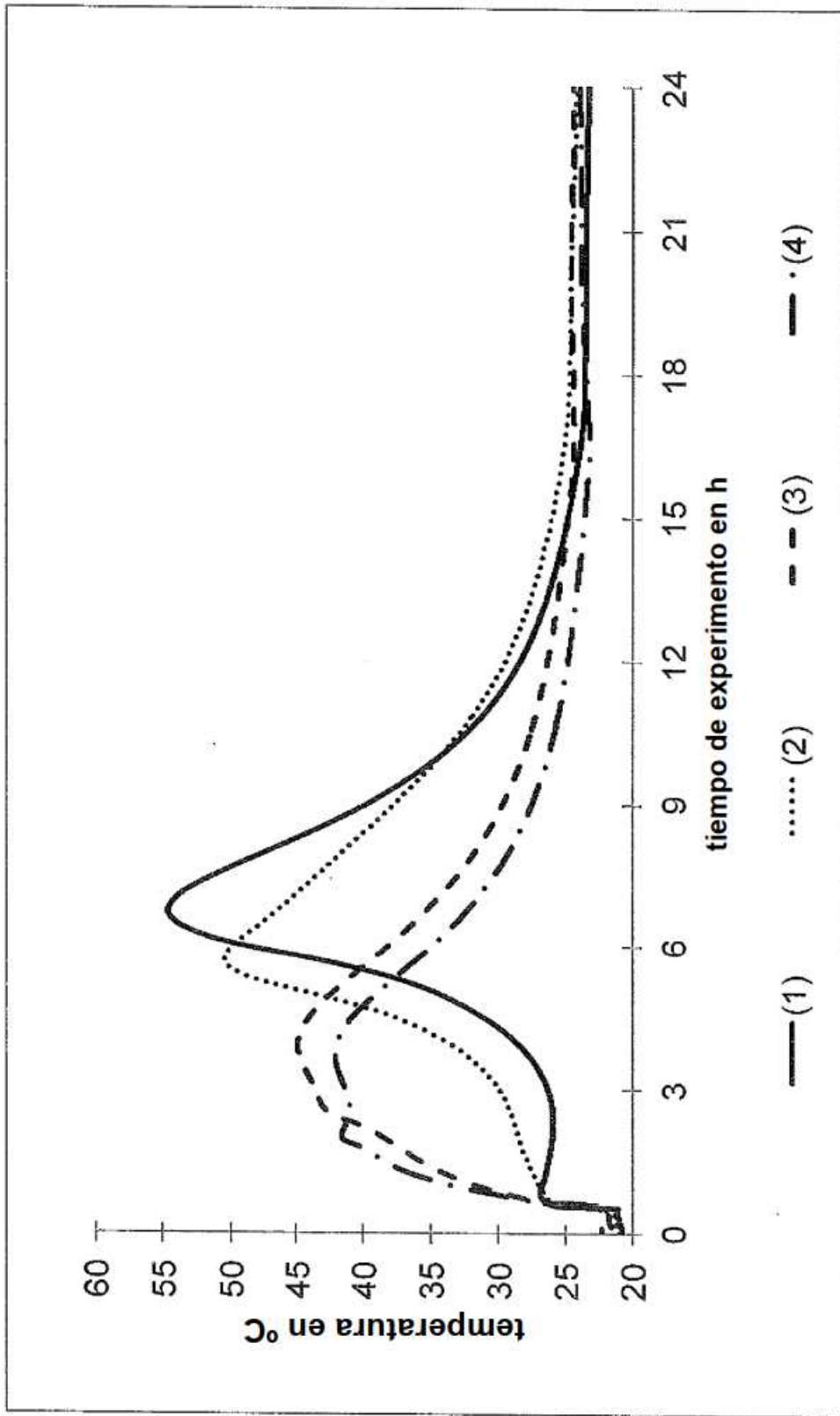


FIGURA 3

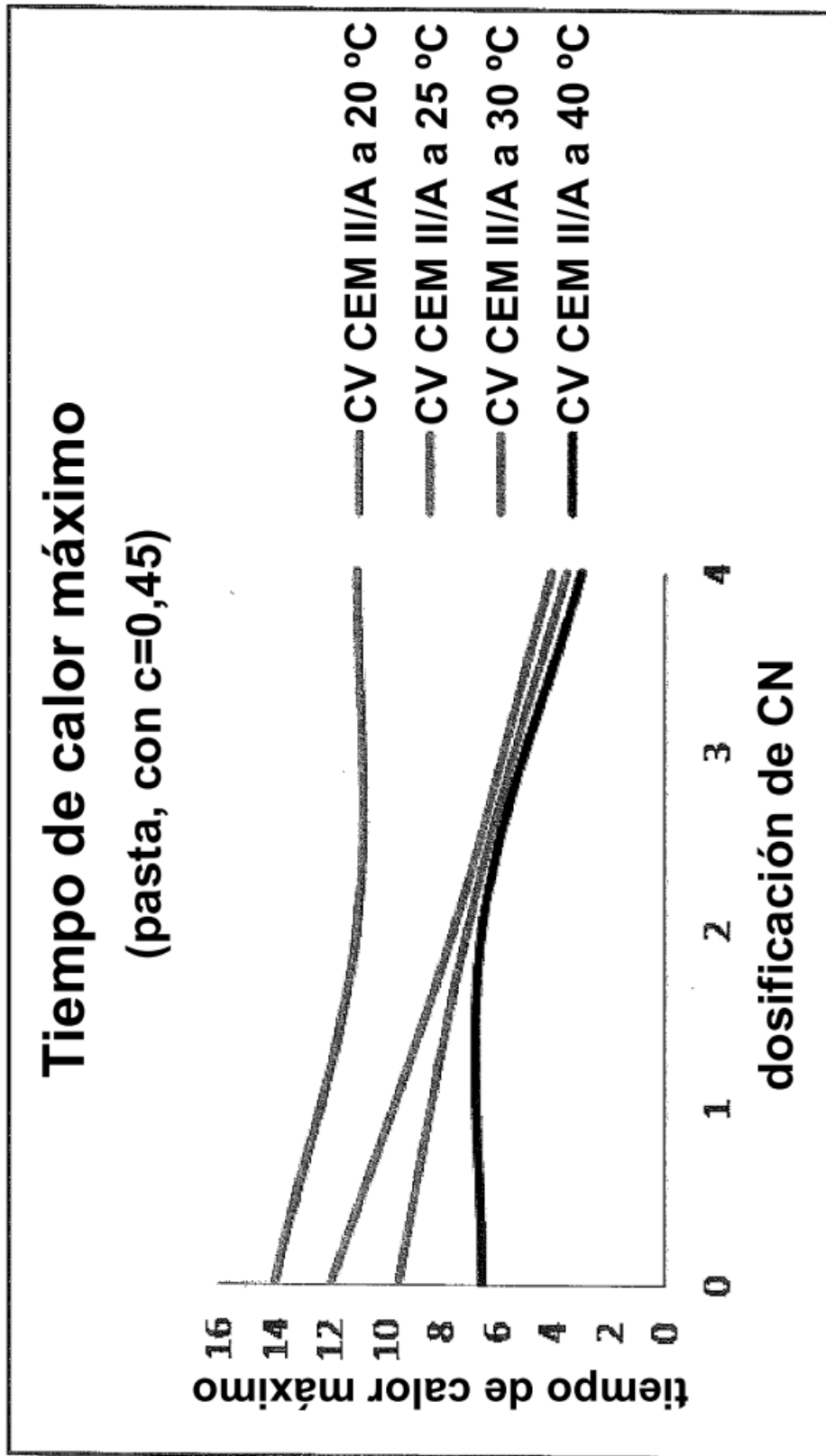


FIGURA 4