

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 141**

21 Número de solicitud: 201500204

51 Int. Cl.:

C04B 18/16 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

17.03.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.09.2016

Fecha de concesión:

06.09.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

13.09.2017

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO SOCIAL (100.0%)
C/ Pinar, Nº 5
28006 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**ROS PÉREZ, Rafael;
DE JULIÁN ORTIZ, José Vicente y
TARAZONA DíEZ, José Vicente**

54 Título: **Hormigón asfáltico autotemplado a partir de pavimento recuperado**

57 Resumen:

La presente invención muestra un hormigón asfáltico autotemplado fabricado a partir de pavimento recuperado mediante un aditivo inorgánico en seco formado por (AlCl_3 , CaCl_2 , P_2O_5 , CaO y Fe_2O_3), que eleva la temperatura del asfalto reciclado RAP sin aporte energético externo hasta temperaturas de entre 40 y 90°C mediante el siguiente proceso:

El recuperado RAP es mezclado con los diferentes productos que constituyen el aditivo y a continuación se añade el ligante hidrocarbonado (betún, emulsión asfáltica o ligante sintético). Mediante este proceso se consigue una mezcla homogénea, lista para aplicar y extender como un asfalto tradicional.

ES 2 583 141 B1

DESCRIPCIÓN**HORMIGÓN ASFÁLTICO AUTOTEMPLADO A PARTIR DE
PAVIMENTO RECUPERADO**

La presente invención se refiere al proceso de incorporación y formulación de un aditivo que permite utilizar pavimento
5 asfáltico recuperado y ligantes hidrocarbonados (generalmente betún y emulsión bituminosa) en la fabricación de hormigón asfáltico templado (mezclas con temperatura entre 40 °C y 90 °C), de modo que el incremento de temperatura se produce espontáneamente sin la intervención
10 de ninguna fuente de calor externa, a diferencia de las mezclas bituminosas en caliente, debido a que la aportación de calor se produce por el aditivo. El presente procedimiento debemos encuadrarlo dentro del concepto de desarrollo económico sostenible e inteligente, y de ayuda al medio
15 ambiente ya que el desarrollo económico de los países donde pudiera implantarse el proceso que planteamos, se vería beneficiado por el ahorro tanto en la aplicación sobre el terreno de las mezclas "Autotempladas", como en el coste energético que ello implica.

20 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La búsqueda de procesos y aditivos que permitan poder utilizar las mezclas bituminosas sin necesidad de consumo de energía, como por ejemplo el asfalto en frío, es una de las líneas de investigación principales en el mundo de los
25 pavimentos rodados. Debido, primero al ahorro energético y segundo porque se aumenta la capacidad de pavimentado

en zonas donde el acceso es difícil o imposible por el excesivo tiempo de transporte del asfalto en caliente, que ya no se puede aplicar en las condiciones requeridas. Basta pensar en regiones montañosas de difícil acceso o países de los Andes, cuyas necesidades de comunicación por carretera son más que necesarias.

Tradicionalmente la técnica sin aporte de energía calorífica más utilizada, es la de fabricación y extendido de mezclas asfálticas en frío, basada en la mezcla de un conjunto de agregados minerales y un ligante bituminoso, generalmente una emulsión asfáltica que es una dispersión de pequeñas gotas de un ligante hidrocarbonado (normalmente betún asfáltico) que actúa como fase dispersa o discontinua, en una solución de agua -H₂O- y un agente emulsionante (fase continua o dispersante) de carácter aniónico o catiónico.

Estas mezclas se fabrican en central (Planta de frío), y son susceptibles de ser almacenadas y envasadas por periodos largos de tiempo, puesto que al contrario de las mezclas en caliente no son productos perecederos por efecto de la temperatura. Las emulsiones que los forman están fabricadas normalmente con betunes de penetración alta, fluxados con algún tipo de nafta. Esta nafta aumenta sustancialmente la ductilidad de las mezclas y es la responsable de que las mezclas puedan ser extendidas y compactadas en obra a temperatura ambiente. Con el tiempo, este producto va evaporándose, en lo que se conoce

como proceso de curado del aglomerado, efecto que sumado a la propia oxidación del betún, acaba convirtiendo al aglomerado en frío en una superficie resistente a tráficos de baja sollicitación.

5 Este proceso de evaporación suele ser lento y depende, en gran parte, de la temperatura de la superficie. Por esta razón, estos aglomerados presentan en muchas ocasiones problemas de deformaciones plásticas importantes (roderas), debidas a su baja consistencia inicial que provocan que el
10 aglomerado no cumpla las sollicitaciones a las que se ve sometido. Esto es común sobre todo en pavimentos con un paso elevado de tráfico o sometidos a giros bruscos, que acaban desgranándose y produciendo deterioros importantes.

15 Un efecto parecido es el que se produce con las técnicas actuales para el reciclado *in situ* con emulsión, donde la baja consistencia inicial del material obliga retrasar considerablemente los tiempos de puesta en servicio de las obras, y es el principal responsable del poco éxito que este
20 tipo de técnicas han alcanzado en el mercado.

Actualmente existen muchas técnicas emergentes que tratan de dar solución a esta problemática y se han desarrollado mezclas Templadas y Semicalientes, en las que se consigue disminuir la temperatura de puesta en obra, con el
25 consiguiente ahorro energético y beneficio medioambiental. Sin embargo, dichas mezclas siguen necesitando de una

central de fabricación con aporte energético exterior y presentan los mismos problemas de caducidad, por temperatura, que las mezclas convencionales en caliente.

Los estudios técnicos realizados demuestran que existe una
5 influencia muy significativa de la temperatura en las propiedades mecánicas de los aglomerados y reciclados en frío con emulsión, existiendo una temperatura umbral a partir de los 40°C, en que las propiedades mecánicas alcanzadas son considerablemente superiores a la de las técnicas en frío
10 y empiezan a ser comparables con las técnicas en caliente.

El objeto de la presente invención es exponer un procedimiento que permita recuperar pavimento asfáltico incrementando la temperatura de trabajo *in situ* mediante la incorporación de diferentes productos que, al reaccionar,
15 producen calor que se transmite a la mezcla.

Este proceso permite también eliminar más rápidamente el agua, alcanzando las características mecánicas en menor período de tiempo. El incremento de temperatura alcanzado es controlable y depende de la dosificación inicial de cada
20 uno de los productos.

Esta tecnología también puede ser aplicada para aglomerados en frío, reciclados *in situ*, reciclados en central, áridos y en general cualquier proceso en el que sea necesario un calentamiento previo y sea viable la
25 incorporación del agua necesaria para la reacción.

ESTADO DE LA TECNICA:

Se han encontrado las siguientes referencias relacionadas con la utilización de aditivos, y procesos que han contribuido al desarrollo de las Mezclas Autotempladas para producir Hormigones Asfálticos:

- 5 US 5512093 A (CHEMICAL LIME LTD) 30.04.1996
- US 4272212 A (BAUER JR ANDREW J) 09.06.1981
- US 4272212 A (DOWNARD JAMES S) 03.09.1929
- WO 9902620 A1 (CHEMICAL LIME LTD) 21.01.1999
- ES2343774 B (FUNDACION INVESTIGACION INNOVACION
- 10 PARA EL DESARROLLO SOCIAL) 5.11.2008
- EP 0666886 B (AKTIEBOLSGET NYNAS PETROLEUM)
- 2.11.1992
- US 7517401 B (W.R.BAYLEY) 8.11.1998
- US 4561901 A (WESTVACO CORPORATION) 31.12.1985
- 15 US 5743934 A (MAGIC GREEN CORPORATION) 5.7.1996
- US 6514334 B (BROUGHSHIRE LIMITED) 4.2.2003
- US 7303626 B (W.R.BAILEY) 4.12.2007
- US 2011/0174195 A (D. LESUEUR, F. DELFOSSE, J.V. MARTIN) 21.7.2011

20 La última merece especial atención, puesto que expone el uso de mezclas exotérmicas y contempla muchas de las reacciones que existen entre ácidos y bases que reaccionan liberando calor en sistemas acuosos. A diferencia del proceso que se presenta en la presente patente, no se hace

25 uso allí de material reciclado como esqueleto mineral. Contrariamente, en nuestra patente se incluye residuos

reciclados de áridos, y mezclas complejas de los aditivos cloruro de calcio $-CaCl_2-$, pentóxido de fósforo $-P_2O_5-$ y cloruro de aluminio $-AlCl_3-$ con óxido de calcio $-CaO-$. El concepto de calentamiento debido a la disolución del $CaCl_2$,
5 que contribuye a elevar la temperatura de la mezcla bituminosa de hormigón asfáltico, no aparece reflejado en la antedicha referencia. Por lo tanto, aunque existen algunos compuestos comunes, la presente patente añade componentes que no se contemplaban anteriormente.

10 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención supone la búsqueda de un aditivo que elimine todos los inconvenientes expuestos en antecedentes de la invención y permita desarrollar un proceso de pavimentación basado en material reciclado donde la mezcla
15 bituminosa "Autotemplada" de hormigón asfáltico se realice en el lugar donde se proyecte el pavimento. Los materiales constituyentes de la mezcla "Autotemplada" son los siguientes:

20 1- Un *esqueleto mineral*, compuesto por material reciclado (RAP; *Reclaimed Asphalt Pavement*) que constituye entre el 50 y el 90 % de la mezcla bituminosa, con una cierta humedad (entre 0.5 % y 5 %).

25 2- Un *ligante hidrocarbonado*, que actúa de aglomerante (betún, emulsión bituminosa, conglomerantes sintéticos) dosificado entre de 2 % a 15% sobre la mezcla.

3- Y el *aditivo*, que consiste en una mezcla de diferentes productos que al reaccionar proporcionan la energía calorífica al conjunto (se dosifica entre un 1% y un 10% sobre la mezcla).

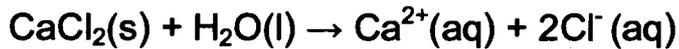
5 La ventaja de incorporar material reciclado RAP, es poder reciclar los áridos y asfaltos envejecidos produciendo un ahorro medioambiental en estos dos recursos naturales.

Dentro del aditivo cabe distinguir diferentes compuestos, un primer grupo que lo constituyen los aditivos fuertemente reactivos con el agua como son Cloruro Cálcico (CaCl_2), el Pentóxido de Fósforo (P_2O_5) y el cloruro de Aluminio (AlCl_3) (la dosificación para cada uno de estos compuestos oscila entre un 0% a un 25% sobre el aditivo global, y sus proporciones sobre el total serán: Tricloruro de Aluminio Anhidro 0 – 2,5%, Cloruro de Calcio Anhidro 0 – 2,5%, Pentóxido de Fósforo Anhidro 0 – 2,5%), y un segundo reactivo que potencia el efecto de los anteriores, constituido por Óxido Cálcico (CaO) (cuya dosificación es la restante hasta el 100% del global del aditivo, es decir entre 2 y 10%).

20 Existe un tercer compuesto opcional constituido por un pigmento tipo Óxido de hierro (Fe_2O_3), cuya misión es puramente estética (dosificación que está comprendida entre 0-1%).

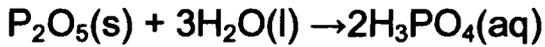
En presencia de agua, las reacciones que tienen lugar serían las siguientes:

Reacción de disolución del CaCl_2 :



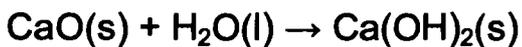
$$\Delta H = -19.4 \text{ kcal/mol de CaCl}_2$$

Hidratación del Pentóxido de Fósforo:



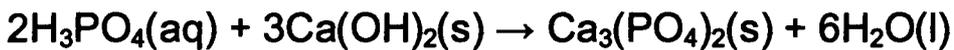
5
$$\Delta H = -55.7 \text{ kcal/mol de P}_2\text{O}_5$$

Hidratación del Óxido de Calcio:

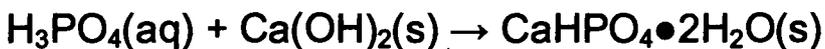


$$\Delta H = -15.6 \text{ kcal/mol de CaO}$$

También son posibles las reacciones de neutralización
10 siguientes; aunque en menor medida ya que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no se encuentra sólido sino en disolución:



$$\Delta H = -77.1 \text{ cal/mol de Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$



15
$$\Delta H = -32.8 \text{ kcal/mol de CaHPO}_4 \bullet 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$$

Por lo tanto las reacciones globales que son posibles con el
Pentóxido de fósforo serían las siguientes:

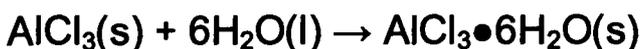


$$\Delta H = -179.6 \text{ kcal/mol de Ca}_3\text{PO}_4$$



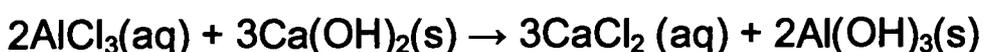
$$\Delta H = -152.4 \text{ kcal/2 moles de CaHPO}_4 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$$

Hidratación del Cloruro de aluminio:



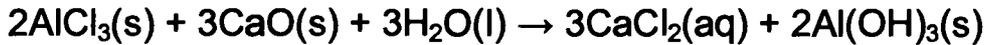
$$\Delta H = -78.4 \text{ kcal/mol de AlCl}_3$$

25 Reacción de neutralización:



$$\Delta H = -42.4 \text{ kcal/3 moles de CaCl}_2$$

En definitiva, la reacción global del Cloruro de Aluminio será:



$$\Delta H = -245.8 \text{ kcal/3 moles de CaCl}_2$$

- 5 La reacción exotérmica del aditivo (AlCl_3 , CaCl_2 , P_2O_5 y CaO) junto con el agua $-\text{H}_2\text{O}-$ en la mezcla que contiene los áridos, el RAP, la emulsión o el ligante hidrocarbonado, produce un aumento de la temperatura del conjunto que depende de la cantidad de aditivo dosificado, pudiendo alcanzarse
- 10 temperaturas de entre 40°C y 90°C . Dicha temperatura es suficiente para conseguir una envuelta homogénea, ayudar a eliminar el agua de la mezcla y facilitar el extendido y compactación óptimos de la mezcla en el lugar de aplicación, acelerando el proceso de curado y mejorando
- 15 considerablemente las características mecánicas con respecto a una mezcla fría. También se consigue una buena consistencia inicial, así como rápida puesta en servicio, semejantes a las que ofrece el hormigón asfáltico en caliente. Con la adición de emulsiones más técnicas (basadas en
- 20 betunes duros), se obtienen las mejores características mecánicas, consiguiendo resultados de módulos de rigidez cercanos a los de una mezcla en caliente en tan solo 14 días de curado.

Las reacciones descritas permiten la realización de

25 reciclados *in situ* con emulsión mediante la incorporación del aditivo (AlCl_3 , CaCl_2 , P_2O_5 y CaO) en el tambor de fresado y

mezclado, que actualmente poseen la máquinas
pavimentadoras. Con el consiguiente aumento de
temperatura y mejora de las propiedades mecánicas finales,
se desarrollarán mezclas recicladas autotempladas in situ
5 con emulsión, técnica que ofrece un gran abanico de
beneficios económicos y medioambientales derivados de la
reutilización de productos presentes en el lugar de la
aplicación. La utilización de esta técnica permite la obtención
de una mezcla exotérmica para la obtención de hormigón
10 asfáltico a partir de RAP que presenta mejores
características técnicas que la ejecutada a temperatura
ambiente.

DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA.

15 El proceso de fabricación de hormigón asfáltico a partir de la
mezcla "Autotemplada", es similar tanto si partimos de un
aglomerado reciclado (RAP) en frío previamente fabricado en
una central de fabricación convencional y trasladado después
a la obra, como si partimos del RAP fresado *in situ* de la
20 propia obra.

(1). En el lugar de aplicación, a los materiales antes
descritos, se les añade la dosificación del aditivo (AlCl_3 , P_2O_5 ,
 CaCl_2 , Fe_2O_3 , junto con el CaO). Para el caso del material
incorporado a la obra (aglomerado en frío prefabricado) se
25 realiza en la mezcladora requerida para su amasado. Para el

caso del reciclado *in situ*, se introduce al tambor del proceso de fresado.

(2). Tras unos segundos de mezcla previa, se añade el ligante hidrocarbonado (betún o emulsión) mediante el dispositivo de dosificación instalado en la amasadora o
5 tambor de fresado.

(3). Durante el mezclado, los reactivos que contiene el aditivo reaccionan con la humedad presente en el RAP, (el contenido en agua puede ser incrementado si fuere
10 necesario por incorporación directa o por su adición conjunta con el ligante bituminoso en forma de emulsión), produciendo un aumento de la temperatura que depende de la dosificación utilizada, pero que superará los 40°C para el buen funcionamiento de la técnica.

15 Con las reacciones de disolución e hidratación exotérmica que se producen en el seno de la mezcla durante el proceso de mezclado, tanto en la amasadora como en el tambor de fresado, no solo se consigue aumentar la temperatura, sino además, se facilita la eliminación del agua de la mezcla, lo
20 que permite un mejor comportamiento frente al proceso posterior de compactación y una mejora en las propiedades mecánicas de la mezcla. Esto confiere al hormigón asfáltico una cohesión y módulo inicial que acortan considerablemente los tiempos necesarios para la puesta en servicio de las vías
25 tratadas, sin el aporte de una fuente energía calorífica externa.

Serán independientes del objeto de la invención, los materiales empleados en los depósitos de reacción y en los componentes necesarios para el transporte de fluidos entre ellos, así como las formas y dimensiones y detalles
5 accesorios, siempre y cuando no afecten a la esencialidad.

10

15

20

25

REIVINDICACIONES

1.- Composición de la mezcla para la fabricación de **HORMIGÓN ASFÁLTICO AUTOTEMPLADO A PARTIR DE PAVIMENTO RECUPERADO** que consiste en los siguientes

5 componentes:

- Óxido Cálcico 2 – 10 %
- Tricloruro de Aluminio (Anhidro) 0 – 2,5 %
- Cloruro de Calcio (Anhidro) 0 – 2,5 %
- Pentóxido de Fósforo (Anhidro) 0 – 2,5 %
- 10 - Óxido de Hierro (III) 0 – 1 %
- Ligante hidrocarbonado (betún, emulsión o ligante sintético) 2 – 15 %
- Asfalto reciclado (RAP) 50 – 90 %
- Agua 0.5 – 5 %

15 La homogeneización de esta composición de la mezcla bituminosa en los porcentajes descritos produce un incremento de temperatura que le confiere propiedades análogas a las mezclas bituminosas en caliente, sin aporte de energía externo.

20

25



- ②① N.º solicitud: 201500204
②② Fecha de presentación de la solicitud: 17.03.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C04B18/16** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2011-B22699, KR 101006235 B1 (DAESUNG ASCON CO LTD) 07.01.2011, resumen.	1
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2006-645250, KR 20050114572 A (HUH J D) 06.12.2005, resumen.	1
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2014-U06504, CN 103979844 A (ANHUI XINRUN NEW MATERIALS CO LTD) 13.08.2014, resumen.	1
A	GB 2460707 A (ACO TECHNOLOGIES PLC) 09.12.2009, reivindicaciones 9,12,13; página 4, líneas 23-25.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
13.05.2016

Examinador
J. García Cernuda Gallardo

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.05.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KR 101006235 B1 (DAESUNG ASCON CO LTD)	07.01.2011
D02	KR 20050114572 A (HUH JUNG DO)	06.12.2005
D03	CN 103979844 A (ANHUI XINRUN NEW MATERIALS CO LTD)	13.08.2014
D04	GB 2460707 A (ACO TECHNOLOGIES PLC)	09.12.2009

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud se refiere a un hormigón asfáltico autotemplado a partir de pavimento recuperado, cuya composición incluye óxido cálcico (2-10%), tricloruro de aluminio anhidro (0-2,5%), cloruro de calcio (anhidro) 0-2,5%, pentóxido de fósforo anhidro (0-2,5%), óxido de hierro (III) (0-1%), ligante hidrocarbonado (2-5%), asfalto reciclado (50-90% y agua (0,5-5%) (reiv. 1).

El documento D01 se refiere a un hormigón preparado mezclando un árido obtenido tratando en calor carburo y asfalto. El árido contiene óxido de silicio, aluminio, calcio, hierro, sodio y magnesio. No hay contenido de tricloruro de aluminio ni de compuestos de fósforo.

El documento D02 se refiere a una composición para pavimento semi-rígido que comprende hormigón de asfalto reciclado. En su composición incluye asfalto residual, bentonita de calcio, un endurecedor que comprende cloruro de aluminio y cloruro de calcio. No incluye óxido de hierro ni ligante hidrocarbonado.

El documento D03 se refiere a un hormigón de elevada resistencia que comprende 8-14 partes de asfalto, 0,01-0,03 partes en peso de polvo de aluminio, 1% de cloruro férrico y 0,5% de cloruro de calcio. No se mencionan compuestos de fósforo.

El documento D04 se refiere a un árido para hormigón de polímero. Comprende materiales reciclados (reiv. 12) que puede incluir asfalto recuperado (reiv. 13), así como carbonato de calcio (reiv. 9) y residuos de aluminio o férricos (pág. 4 lín. 23-25). No incluye óxido cálcico, tricloruro de aluminio ni compuestos de fósforo.

Se considera que la solicitud cumple con los requisitos de novedad y actividad inventiva en la reivindicación 1, según los art. 6.1 y 8.1 de la L.P.