

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 770**

51 Int. Cl.:

<b>C08L 95/00</b>	(2006.01)
<b>C08K 5/521</b>	(2006.01)
<b>C09D 195/00</b>	(2006.01)
<b>E01C 7/22</b>	(2006.01)
<b>E01C 19/10</b>	(2006.01)
<b>E04B 1/66</b>	(2006.01)
<b>E01C 7/18</b>	(2006.01)
<b>E01C 7/26</b>	(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2008 PCT/FR2008/050764**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008 WO08148974**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2008 E 08805718 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2139951**

54 Título: **Procedimiento de preparación de aglomerados a base de productos bituminosos y su utilización**

30 Prioridad:

**26.04.2007 FR 0754724**

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

**06.06.2019**

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)  
420 rue d'Estienne d'Orves  
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**BARRETO, GILLES y  
GRAMPRE, LIONEL**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 715 770 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 preparación de aglomerados a base de productos bituminosos y su utilización

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere al campo de la estanqueidad, la construcción y el mantenimiento de revestimientos de carreteras, de aceras y de pistas de aviación donde se utilizan mezclas de granulados y de productos bituminosos.

10 En el marco de la presente invención, se entiende por productos o aglomerantes bituminosos, el betún natural y los betunes procedentes de un aceite mineral y las mezclas que resultan de ello. Los betunes obtenidos por craqueo y los alquitranes también se consideran aquí como productos bituminosos en el sentido de la presente invención, así como las mezclas que pueden resultar de ellos. Los residuos de destilación a vacío, de destilación, de precipitación (como por ejemplo el propano), los betunes soplados son ejemplos considerados en el marco de esta invención.

Aquí también se consideran los betunes diluidos por medio de disolventes de petróleo, los betunes diluidos por medio de aceites vegetales y los betunes poliméricos. Los productos bituminosos listados anteriormente son anhidros, en la medida de lo posible en la escala de producción industrial correspondiente.

15 En el sentido de la presente invención por granulados se entiende los materiales minerales divididos producidos en canteras, los agregados de aglomerados, fresados, clínker, escorias y escorias fundidas, reciclados de demolición del hormigón, así como las mezclas que resultan de ellos. Según la presente invención, se pueden integrar fibras orgánicas o inorgánicas a la mezcla de granulados y productos bituminosos. A modo de ejemplo, estas fibras pueden ser fibras de vidrio, de carbono, de celulosa, de algodón, de polipropileno, de poliéster, de poli(alcohol vinílico), de poli(acetato de vinilo), de poliamida y fibras metálicas.

20 En adelante, la mezcla de granulados y productos bituminosos también se denominará "aglomerado".

25 Actualmente, se utilizan numerosos procedimientos de producción de mezclas de granulados y productos bituminosos. Se pueden clasificar en tres diferentes clases: los procedimientos de producción a temperatura ambiente, los procedimientos a una temperatura superior a 100°C y los procedimientos a temperaturas intermedias entre temperatura ambiente y 100°C, es decir para las que es necesario un aporte de energía térmica a la producción del aglomerado permitiendo al mismo tiempo la presencia de agua líquida en el aglomerado.

30 Los procedimientos de producción de aglomerados a temperatura ambiente son aquellos para los cuales la producción de la mezcla entre el aglomerante bituminoso y los granulados se hace sin aporte de energía térmica. Se puede citar el revestimiento de granulados por medio de betún aditivado con un disolvente volátil de forma que se le haga suficientemente fluido a temperatura ambiente para permitir un buen revestimiento de los granulados. A continuación se utiliza el aglomerado por medio del material adaptado que permite el transporte, el depósito y la compactación. Esta técnica tiende a desaparecer ya que consume disolventes en cantidades importantes, disolventes que al ser evaporados en la atmósfera producen una contaminación que se puede evitar por otras técnicas.

35 Igualmente se pueden citar las técnicas de producción que utilizan como vector del betún las emulsiones o dispersiones de betún en un disolvente acuoso. La emulsión o dispersión del betún se mezcla con granulados de forma que se asegure un buen revestimiento. A continuación se utiliza la mezcla obtenida por medio del material adaptado que permite el transporte, el depósito y la compactación eventual. Estas técnicas tienen la ventaja de concentrar la fase en la que se utilizan temperaturas elevadas en una fábrica en la que se realiza la fabricación de la emulsión. Los granulados utilizados a temperatura ambiente pueden contener agua. Estas técnicas no necesitan, por lo tanto, tratamiento térmico de los granulados lo que limita el consumo de energía durante la producción del aglomerado y la producción de polvos. Además, como la mezcla está a temperatura ambiente, es decir entre aproximadamente 5°C y 30°C, las emisiones de compuestos orgánicos volátiles son muy pequeñas. Sin embargo, las prestaciones mecánicas obtenidas con estas mezclas están en general por detrás con respecto a las obtenidas con otras técnicas descritas a continuación, principalmente cuando es reciente. Esta técnica encuentra su espacio en el mantenimiento de las carreteras en calzadas de poco o medio tráfico, por ejemplo carreteras de la red secundaria, 40 aparcamientos de viviendas individuales o colectivas, de inmuebles, pistas ciclistas, etc.

45 Los procedimientos a temperatura superior a 100°C utilizan el betún en forma anhidra, en un estado de fluidez suficiente para asegurar un buen revestimiento de los granulados. De forma que se asegure un buen revestimiento y buenas prestaciones mecánicas finales, es habitual secar los granulados y llevarlos a una temperatura próxima a la del betún. Existen dos tipos principales de procedimientos: los procedimientos continuos y los procedimientos discontinuos.

50 En un procedimiento continuo, los granulados entran de forma continua en un cilindro que tiene un quemador que permite el calentamiento de los granulados por radiación de llama. En una zona del cilindro no expuesta a la radiación, los granulados que vienen de la zona de secado son revestidos con el betún líquido antes de salir y ser dirigidos hacia una tolva de almacenamiento intermedio.

5 En un procedimiento discontinuo, se dispone de un mezclador mantenido a temperatura elevada en el que se vierten de forma discontinua las diferentes fracciones granulométricas de granulados. Estas se homogenizan por mezclamiento y después se añade el betún por vertimiento. A continuación del mezclamiento, la mezcla entre los granulados y el producto bituminoso obtenida se puede almacenar en tolva. A continuación, la mezcla obtenida se utiliza por medio del material adaptado que permite el transporte, el esparcimiento y la compactación eventual.

10 La mezcla obtenida se transporta y se deposita suficientemente caliente de forma que se asegure un buen esparcimiento, un buen alisado y una buena compactación eventual. La elección de las temperaturas del procedimiento depende del tipo de betún (por lo tanto de su penetración o penetrabilidad) y está generalmente regulada. La inhomogeneidad de las temperaturas en los granulados y sus mezclas con los productos bituminosos da lugar a una disparidad en las temperaturas que se promedian con una imprecisión de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

En los Estados Unidos de América, para los aglomerados en caliente (*Hot Mix Asphalt*), la referencia es la norma AASHTO PP28. Indica, en función de la viscosidad del producto bituminoso, el intervalo de temperatura entre los granulados y el producto bituminoso para la mezcla, para la compactación.

15 Para los betunes bituminosos y las gravas-betún en Francia, por ejemplo, las temperaturas de las mezclas entre los granulados y los productos bituminosos a la salida de la central, con un betún puro de penetración 35/50, son generalmente de  $150^{\circ}\text{C}$  a  $170^{\circ}\text{C}$ , incluso de  $160^{\circ}\text{C}$  a  $180^{\circ}\text{C}$  cuando las condiciones meteorológicas son más duras; para el esparcimiento, la temperatura de las mezclas entre los granulados y los productos bituminosos es superior a  $130^{\circ}\text{C}$ .

20 La norma francesa NF P 98-150 de enero de 2008 constituye la referencia para la ejecución de las capas inferiores del firme, capas de unión y capa de rodadura de aglomerados hidrocarbonados, la norma francesa NF P 98-130 de noviembre de 1999 constituye la referencia para los hormigones bituminosos semigranulosos y la norma francesa NF P 98-138 de noviembre de 1999 constituye la referencia para las gravas-betún.

25 Imponen una temperatura a la salida de la central de  $150^{\circ}\text{C}$  a  $170^{\circ}\text{C}$  y una temperatura de esparcimiento de  $130^{\circ}\text{C}$  como mínimo para un betún puro de penetración 35/50, y para un betún puro de penetración 70/100 a la salida de la central de  $140^{\circ}\text{C}$  a  $160^{\circ}\text{C}$  y una temperatura de esparcimiento de  $120^{\circ}\text{C}$  como mínimo. Sobre la temperatura de compactación no existen restricciones, pero ésta se realiza inmediatamente después del esparcimiento de la mezcla de forma que se tenga una temperatura al inicio de la compactación lo más próxima posible a la temperatura de la mezcla durante el esparcimiento. En efecto, el mantenimiento del betún en un estado suficientemente líquido y, por lo tanto, suficientemente caliente es lo que permite conservar una fluidez suficiente del aglomerado para realizar correctamente estas operaciones.

30 Estos dos procedimientos de revestimiento en caliente, utilizando centrales continuas o discontinuas, son los más empleados si se considera el tonelaje de betún consumido a escala mundial, ya sea en la construcción de carreteras, en el mantenimiento de las carreteras o en el campo de la estanqueidad. Hacen referencia al estado actual de la técnica. En efecto, son los dos procedimientos más robustos a escala industrial.

35 Como para todas las técnicas presentadas aquí, es necesario controlar de forma precisa la granulometría de los granulados, la calidad del betún que debe respetar normas determinadas para cada país y la calidad del procedimiento representada, entre otras, por la calidad del mezclamiento determinada por la geometría de la zona de mezclamiento, por la energía del mezclamiento, por las velocidades de las partes móviles, así como por los diferentes tiempos de procedimiento.

40 Pocos parámetros específicos deben ser controlados además para asegurar el buen desarrollo de las operaciones, y se constata que el comportamiento del aglomerado permanece bastante estable en presencia de fluctuaciones. El simple control suplementario de la temperatura de los granulados y del betún en el momento de la producción y del aglomerado durante el esparcimiento permite asegurar un buen desarrollo de las operaciones. Si se quiere hacer la comparación, las técnicas a temperatura ambiente descritas anteriormente precisan del control suplementario de parámetros tales como el pH, el contenido en agua, el contenido y la naturaleza química de los aditivos, la posición de adición de estos aditivos, la naturaleza química del granulado y su edad en algunas ocasiones.

45 Sin embargo, los dos procedimientos de fabricación de mezclas bituminosas a temperatura superior a  $100^{\circ}\text{C}$  descritos anteriormente, no están libres de defectos:

- 50 • todos los betunes no dan las mismas prestaciones a los aglomerados producidos: se distinguen los dos grandes tipos de betún naftalénico y no naftalénico, con una ventaja para el betún naftalénico. Este último da, para temperaturas de granulados y de betún idénticas o próximas, una mejor fluidez a la mezcla con los granulados. En la práctica, esto se traduce igualmente por una mejor facultad de compactación y una mejor cohesión. Se constata igualmente que se puede disminuir la temperatura de la mezcla de los granulados y del betún naftalénico de 5 a  $15^{\circ}\text{C}$  con respecto al caso en el que se utiliza betún no naftalénico, conservando a la vez una fluidez idéntica a la de la mezcla entre el betún no naftalénico y los granulados. En este caso también hay una necesidad no satisfecha de mejorar las prestaciones de las mezclas de betún no naftalénico y granulados;

- 5 • el calentamiento y el secado de los granulados llevan a un consumo importante de combustible de origen fósil y, por lo tanto, no renovable. Cuando se analiza el procedimiento desde el punto de vista térmico, se aprecia que únicamente el betún está caliente inicialmente a la entrada de la central de revestimiento, los granulados, que constituyen en general 90 a 96% de la masa del aglomerado, están a temperatura ambiente. Se pasa por la fase de calentamiento temporal de los granulados, de forma que se asegure un revestimiento de buena calidad con el betún y de forma que se permita igualmente una buena utilización. Por el contrario, el producto una vez colocado sólo adquiere sus prestaciones interesantes una vez enfriado. Toda la energía gastada se libera finalmente en la atmósfera;
- 10 • de forma concomitante, se generan grandes cantidades de gas de efecto invernadero (GEI) y de polvos parcialmente recogidos y reinyectados en el circuito de revestimiento. La utilización lleva por sí misma a la emisión de compuestos orgánicos volátiles en el sitio de esparcimiento que tienen una acción sobre el efecto invernadero. Es posible asociar dispositivos de captación en la asphaltadora, pero esto hace necesario el re-equipamiento de los talleres de utilización actuales y no elimina las emisiones que proceden del pavimento colocado posteriormente a la asphaltadora y aumenta el precio del producto final;
- 15 • las condiciones de trabajo son difíciles debido a la radiación térmica y las emisiones gaseosas;
- 20 • cuando, por razones que no se pueden controlar, como una degradación de las condiciones meteorológicas, la llegada de la noche, el alargamiento de la duración del transporte desde la central hasta la obra, por ejemplo, la temperatura de la mezcla bituminosa fabricada previamente disminuye por debajo de un cierto límite, esta no puede ser colocada correctamente lo que lleva a defectos de porosidad y de prestaciones mecánicas. La robustez del procedimiento es limitada. Para evitar esto, es habitual producir el aglomerado a temperaturas superiores a las recomendadas en los textos oficiales (normas), lo que viene a reforzar los tres primeros defectos citados.

25 Con el fin de disminuir la amplitud de los cuatro últimos defectos citados anteriormente (temperatura elevada por el secado de los granulados, GEI, importancia de la radiación térmica y de las emisiones gaseosas, condiciones de utilización poco controlables), el experto en la técnica podría tener que considerar la disminución de la temperatura de fabricación de la mezcla bituminosa con respecto a las temperaturas límite reglamentadas, es decir calentando los granulados a una temperatura menos elevada, intentando al mismo tiempo modificar lo menos posible el procedimiento de fabricación del aglomerado con respecto a los procedimientos de temperatura superior a 100°C y esto principalmente con el objetivo de minimizar los costes. De ello resultaría entonces una disminución de la temperatura de utilización con respecto a las temperaturas límite reglamentadas.

35 Ahora bien, una temperatura de la mezcla entre el producto bituminoso y los granulados inferior a las normas o reglamentos en vigor, y sobre todo inferior a las temperaturas utilizadas habitualmente, traería consigo, sin ninguna otra modificación, un defecto de revestimiento de los granulados menos calientes por el producto bituminoso y, durante la utilización, un problema de fluidez de la mezcla, es decir, una falta de facultad de deformación de la masa de la mezcla. Esto llevaría a un defecto de alimentación de la asphaltadora, a un defecto de unión y de compactibilidad. La compactibilidad se mide generalmente por el porcentaje de vacío por medio de una sonda radioactiva, por ejemplo según la norma NF P98-241-1 de agosto de 1993.

**Técnica anterior**

40 La patente US 5.820.663 reivindica una composición que contiene betún y un activador de adherencia que es el éster fosfórico de un tensioactivo alcohol graso monohídrico de HLB comprendido entre 8 y 18. La presencia de este activador de adherencia permite limitar la separación entre el betún y los granulados en presencia de agua con respecto al caso sin aditivo en el betún. Los ejemplos son ensayos de laboratorio usados para demostrar la eficacia del aditivo que consisten en un ensayo de olor del betún aditivado y un ensayo de separación entre el betún aditivado y los granulados en presencia de agua después de haber mezclado los granulados y el betún aditivado a temperaturas superiores a 135°C para un betún de penetrabilidad 85/100. Estas temperaturas cumplen con las normas en vigor.

50 La patente US 6.024.788 reivindica una composición que contiene betún y un activador de adherencia que es el éster fosfórico de un tensioactivo alcohol graso etoxilado y/o propoxilado, teniendo la cadena grasa algunas características de estructura y los restos etoxi y propoxi repetidos un cierto número de veces. Se indica que esta composición presenta una adherencia mejorada sobre los granulados, es decir que reduce la separación entre el betún aditivado y los granulados con respecto a los aditivos de la técnica anterior. El ensayo de laboratorio ilustrativo para demostrar la eficacia del aditivo es un ensayo de separación entre el betún, aditivado o no, y los granulados en presencia de agua, después de haber mezclado los granulados y el betún a una temperatura de 150°C. La penetración del betún no se conoce. Sea cual sea la penetración del betún entre 35/50 y 160/220, la temperatura de los granulados de 150°C utilizada para el revestimiento cumple las normas. Para un betún de penetración superior a 220, el experto en la técnica sabe que esto corresponde a una temperatura de revestimiento muy elevada; para una penetración inferior a 35, sabe que esto corresponde a una temperatura demasiado baja para asegurar un buen revestimiento cuando el betún no está aditivado, lo que no permite evaluar el efecto del agua sobre la separación granulados-betún puro. Además este ensayo no permite medir el efecto del activador de adherencia cuando la penetración del betún es inferior a 35. No hay ensayos para estudiar el impacto del aditivo sobre la fluidez del aglomerado.

5 La patente US 6.261.356 reivindica la mezcla de betún, de un alcohol graso de C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> oxipropilado y/u oxietilado y fosfatado, y de al menos un componente elegido entre los aceites minerales, los alcoholes grasos de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>, los ácidos grasos de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub> y los triglicéridos de ácidos grasos de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>. Esta composición presenta una adherencia mejorada sobre los granulados, es decir que reduce la separación entre el betún aditivado y los granulados con respecto a los aditivos de la técnica anterior. Los inventores piensan que el último componente de la mezcla facilita la orientación del producto fosfatado en la interfaz betún-granulados. El ensayo de laboratorio utilizado para demostrar la eficacia del aditivo es un ensayo de separación entre el betún aditivado y los granulados en presencia de agua, después de haber mezclado los granulados y el betún aditivado a una temperatura de 150°C para un betún de penetrabilidad 60/80, es decir una temperatura según las normas. No hay ensayos para estudiar el impacto del aditivo sobre la fluidez del aglomerado.

10 La patente US 2.693.425 propone la utilización de productos fosfatados en el betún para mejorar la adhesión betún-granulados. Los ensayos de adhesión en el laboratorio se realizan con una mezcla entre los granulados y el betún a 135°C, lo que es según las normas para un betún de penetración 70/80. No hay ensayos para estudiar el impacto del aditivo sobre la fluidez del aglomerado.

15 La patente EP-B1-0792918 propone la utilización de una mezcla de modificador a base de caucho o de resina y de un éster fosfatado de alcohol graso etoxilado en el betún para mejorar, entre otros, la adhesión betún-granulados. Los ensayos de laboratorio para evaluar la adhesión del betún sobre los granulados se realizan con una mezcla entre los granulados y el betún producido a 180°C, que es una temperatura según la práctica. No hay ensayo para estudiar el impacto del aditivo sobre la fluidez del aglomerado.

20 El documento EP 0157210 propone la utilización de un aditivo organofosforado ácido que presenta una función OH en el betún para mejorar la adhesión betún-granulados. Los ensayos de laboratorio para evaluar la adhesión del betún sobre los granulados se realizan con una mezcla entre granulados y betún realizado entre 150°C y 180°C para betunes de penetración 60/80 a 80/100, que es un intervalo de temperatura según las normas. No hay ensayos para estudiar el impacto del aditivo sobre la fluidez del aglomerado.

25 Los documentos de la técnica anterior citados anteriormente utilizan temperaturas de procedimiento según las normas en vigor. El experto en la técnica sabe que a estas temperaturas el producto bituminoso ve disminuir su penetración debido a su esparcimiento en forma de películas delgadas durante la fase de revestimiento. Así, el aglomerado se puede caracterizar por la penetración del producto bituminoso que contiene, después de realizar la producción y que el aglomerado es transportado, colocado, compactado y enfriado. Para ello se realiza una extracción del producto bituminoso presente en el aglomerado en los 6 meses siguientes a la realización de la obra, según la norma NF EN 12697-3 de enero de 2005. La penetración del producto bituminoso obtenido después de la extracción, medida según la norma NF EN 1426, se expresa en décimas de milímetros. Esta penetración puede compararse entonces con la penetración inicial medida sobre el producto bituminoso almacenado antes de la mezcla con los granulados. Se constatan disminuciones de penetraciones generalmente comprendidas entre:

- 35
- 5 y 20 para un betún de penetración inicial comprendida entre 20 y 30,
  - 15 y 25 para un betún de penetración inicial comprendida entre 35 y 50,
  - 20 y 35 para un betún de penetración inicial comprendida entre 50 y 70,
  - 25 y 55 para un betún de penetración inicial comprendida entre 70 y 100,
  - 50 y 140 para un betún de penetración inicial comprendida entre 160 y 220.

40 En la bibliografía se han propuesto soluciones para reducir los cuatro últimos defectos citados anteriormente de los procedimientos de revestimiento a temperatura superior a 100°C.

Algunas de estas soluciones se refieren a procedimientos cuyas temperaturas de producción permanecen superiores a 100°C, pero se encuentran soluciones técnicas que consisten en disminuir la temperatura de fabricación del aglomerado por debajo de 100°C, como se indica a continuación.

45 En el documento US 6.588.974 se añaden parafinas al betún de forma que se obtenga una viscosidad del betún aceptable para el revestimiento a menor temperatura, siendo la disminución de la temperatura anunciada del orden de 30°C. Las parafinas usadas tienen el papel de fluidificante del betún. A temperatura constante esto permite mejorar la compactación. Al mismo tiempo, permiten una mejora de algunas propiedades mecánicas de la mezcla entre los granulados y el producto bituminoso, como la resistencia a la formación de roderas. Sin embargo, la adición de parafinas lleva a un cambio de clase del betún y puede llevar a la superación del umbral normalizado del contenido de parafinas de los betunes. De forma concomitante, existe un riesgo importante de degradación del comportamiento en frío del aglomerado por aumento de su fragilidad, es decir por disminución de la energía de fractura durante una contracción impedida y por aumento de la temperatura de fractura. Además, si la temperatura de compactación es inferior a la temperatura de cristalización de las parafinas en el seno del betún, la compactación es mucho menos eficaz.

55 La patente US 4.371.400 describe la utilización de una zeolita para mejorar la fluidez en caliente de un aglomerado bituminoso con un contenido de vacío muy pequeño, mejorando a la vez la resistencia al hundimiento a 22°C y 40°C.

En las solicitudes US 2004/0033308 y US2005/0076810, se describe la utilización de zeolita, en particular una zeolita A, en la producción de aglomerado en caliente, lo que permite reducir las temperaturas en al menos 30°C, conservando a la vez un comportamiento normal posteriormente a la etapa de mezclado en la central. Sin embargo, este procedimiento no está exento de defectos: dicho procedimiento necesita la presencia de un silo de almacenamiento así como de un sistema de adición de la zeolita. Además, la utilización de zeolita con una dosis de al menos 0,2% con respecto a los granulados tal como se recomienda en estas dos solicitudes de patente representa un coste suplementario no despreciable.

En la solicitud internacional WO 2005/100480 se describe la utilización combinada de zeolita y de ceras en la producción de asfaltos fundidos a baja temperatura. El procedimiento descrito no sólo presenta el inconveniente de la manipulación y del sobre coste debido a la utilización de la zeolita, sino también de las ceras.

La solicitud internacional WO 97/20890 describe un procedimiento de fabricación de aglomerados bituminosos en el que la mezcla se realiza en dos tiempos. En un primer tiempo, los granulados se revisten con un betún muy blando anhidro, estando comprendida la temperatura de la mezcla obtenida entre 80°C y 115°C; en un segundo tiempo, se añade polvo de betún duro a una temperatura inferior a 50°C. Además de las modificaciones que es necesario aportar a las instalaciones industriales existentes para poder manipular y añadir el polvo de betún, este procedimiento tiene el inconveniente de necesitar de tiempo para obtener una buena cohesión.

En la patente EP-B1-1.263.885, en un primer tiempo, los granulados a 130°C se revisten con un aglomerante blando anhidro a 120°C y después se añade, en forma de espuma, betún duro y vapor de agua en la mezcladora. El aglomerado obtenido se utiliza a continuación entre 70°C y 100°C. Este procedimiento necesita igualmente de tiempo para obtener una buena cohesión. Además, la penetración residual obtenida después de la mezcla entre los dos betunes hace que este procedimiento no sea adecuado para los países templados o cálidos.

En la solicitud de patente EP-A1-1.469.038, las temperaturas de las diferentes fracciones granulares inyectadas en la mezcladora pueden ser diferentes: en un primer tiempo, los granulados gruesos se revisten con la totalidad del betún a una temperatura superior a 130°C y después se inyecta arena húmeda no calentada en la central de mezclado, lo que tiene la ventaja de limitar el consumo de energía. En el transcurso de la vaporización del agua, se asegura el revestimiento de los elementos finos y hay presente agua en el seno del aglomerado. El aglomerado se sitúa a la salida de la central de mezclado a una temperatura comprendida entre 60°C y 100°C. Una variante propuesta consiste en calentar a 200°C los granulados gruesos y después revestirlos con la totalidad del betún e inyectar la arena húmeda no calentada. En este caso, el agua se elimina completamente y el revestimiento de la arena está asegurado por su vaporización. En la primera variante se busca controlar el revestimiento de la arena por la vaporización de su agua inicialmente en estado líquido, lo que tiene el inconveniente de ser un fenómeno muy dependiente del contenido de agua. Además, la fluidez del aglomerado así producido es peor que la de un aglomerado en caliente de referencia. En la segunda variante, no se calienta la arena sino que se la seca en el seno de la central de mezclado, por transferencia del calor presente previamente en los granulados gruesos. A temperatura constante del aglomerado a la salida de la central, la cantidad de calor necesaria para la obtención de un aglomerado anhidro según esta solicitud de patente es, por lo tanto, muy próxima a la necesaria para la obtención de un aglomerado de referencia.

La solicitud EP-A-1.712.680 describe un procedimiento que consiste en revestir una primera parte del granulado secado y que presenta partículas finas con el aglomerante y añadir después la segunda parte del granulado que tiene su humedad inicial. La fluidez del aglomerado producido no está al nivel de la del aglomerado en caliente y es necesario una modificación de la central de producción.

En el documento EP 1.323.867 se facilita el revestimiento de los granulados fríos por el betún caliente pretratando los granulados con una emulsión acuosa de fluidificante y de aditivo de adhesión y fluidificando el betún. La utilización de un fluidificante presenta el problema de la cinética del aumento de la cohesión que es más lenta que la obtenida por enfriamiento en el marco de una fabricación según los procedimientos de referencia.

Se constata así que las soluciones propuestas anteriormente para reducir la temperatura de fabricación en los procedimientos de fabricación en caliente presentan al menos uno de los inconvenientes siguientes para poder funcionar eficazmente:

- necesidad de adaptar y modificar de forma importante la unidad industrial de producción,
- y/o pérdida de algunas de las propiedades finales del aglomerado, tales como la robustez, la fluidez, la cohesión o el aumento de la fragilidad en frío.

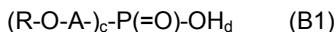
### Exposición de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de preparación de aglomerados obtenidos a partir de una mezcla de producto bituminoso con granulados; estos aglomerados se pueden utilizar principalmente para la realización de materiales en el campo de la estanqueidad, de la construcción y del mantenimiento de pavimento de carreteras, aceras, pistas ciclistas, áreas de estacionamiento, pistas de aviación, etc.

## ES 2 715 770 T3

El aglomerado bituminoso comprende al menos granulado, al menos un producto bituminoso y al menos un aditivo B y se caracteriza por que:

- el aditivo B contiene al menos un compuesto (B1) de fórmula:



5 donde P es el átomo de fósforo, c está comprendido entre 1 y 2, c+d es igual a 3, A representa un enlace o un grupo divalente que comprende al menos un resto propilenoxi (PO) y/o al menos un resto etilenoxi (EO); y

R representa una cadena hidrocarbonada que tiene de 1 a 30 átomos de carbono, pudiendo la cadena ser lineal, ramificada, saturada o insaturada, pudiendo la cadena contener al menos un ciclo aromático o no, y

10 estando comprendida la dosis de aditivo(s) B1, para una tonelada de producto bituminoso, entre 0,3 kg y 20 kg;

- el aditivo B contiene eventualmente, pero lo más a menudo, ácido fosfórico, siendo la dosis de ácido fosfórico para una tonelada de producto bituminoso inferior a 2 kg;

15 ➤ el aditivo B contiene eventualmente, pero lo más a menudo, al menos un pirofosfato del compuesto B1, a una dosis para una tonelada de producto bituminoso inferior a 20 kg; y

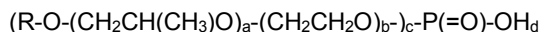
20 ➤ el producto bituminoso presenta una diferencia entre la penetración antes del contacto con los granulados y la penetración después de la extracción del aglomerado inferior a 5 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 20 y 30 décimas de milímetro, inferior a 15 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 35 y 50 décimas de milímetro, inferior a 20 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 50 y 70 décimas de milímetro, inferior a 25 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 70 décimas de milímetro y 100 décimas de milímetro, inferior a 50 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 160 y 220 décimas de milímetro.

25 Según un modo de realización preferido, A representa un grupo divalente que comprende restos propilenoxi (PO) y/o restos etilenoxi (EO), estando dichos restos PO/EO repartidos generalmente de forma aleatoria o por bloques, preferentemente por bloques.

30 Según otro modo de realización preferido, A representa un grupo divalente que comprende restos propilenoxi (PO) y/o restos etilenoxi (EO), estando dichos restos PO y/o EO unidos al átomo de fósforo por un enlace sencillo, o por una cadena hidrocarbonada que comprende de preferencia uno, dos o tres átomos de carbono, en cadena lineal o ramificada.

Según todavía otro modo de realización preferido, los restos PO y/o EO están unidos directamente al átomo de fósforo (enlace sencillo), estando unido el átomo de oxígeno de un resto PO o EO al átomo de fósforo.

35 Preferentemente, A representa el resto  $-(CH_2CH(CH_3)O)_a-(CH_2CH_2O)_b-$  en el que b está comprendido entre 0 y 10 (extremos incluidos), y a está comprendido entre 0 y 80, preferentemente entre 8 y 80, preferentemente todavía entre 20 y 60. En este caso, el compuesto B1 se puede escribir:



donde R, a, b, c y d son tales como se han definido anteriormente.

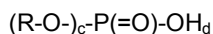
Como variante, cuando los grupos PO y/o EO están unidos al átomo de fósforo por una cadena hidrocarbonada, el compuesto B1 puede responder ventajosamente a la fórmula siguiente:

40  $(R-(O-CH(CH_3)CH_2)_a-(OCH_2CH_2)_b)_c-P(=O)-OH_d$

donde R, a, b, c y d son como se han definido anteriormente.

En otro modo de realización preferido, a representa 0 cuando R contiene al menos 10 átomos de carbono y a está comprendido entre 8 y 80, preferentemente todavía entre 20 y 60, cuando R contiene menos de 10 átomos de carbono.

45 Según otro modo de realización, A en el compuesto de fórmula B1 representa un enlace sencillo. El compuesto B1 se puede escribir entonces:



donde R, c y d son tales como se han definido anteriormente.

Los compuestos de fórmula B1 bien están disponibles comercialmente o bien se preparan según modos de operación conocidos o también adaptando modos de operación conocidos, estando dichos modos de operación disponibles en la bibliografía y en los artículos científicos, la bibliografía de patentes, los "Chemical Abstracts", las bases de datos informáticas o también en internet.

5 Como ejemplo, y de forma no limitativa, un procedimiento de preparación de un compuesto B1, tal como se ha definido precedentemente, consiste en la polimerización por adición de óxido de propileno y/o de de óxido de etileno sobre un alcohol de fórmula R-OH, donde R es tal como se ha definido anteriormente, seguido de reacción con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La estructura de las partes de polipropilenglicol y polietilenglicol puede ser aleatoria o de bloques, en este último caso el orden de los bloques no está limitado.

10 Algunos de los compuestos de fórmula B1 son conocidos y están disponibles comercialmente con las denominaciones BeycoStat® (comercializadas por la sociedad CECA S.A.).

La presente invención se refiere igualmente a los compuestos de la fórmula B1 descrita anteriormente preparados a partir de materias primas de origen renovable, es decir a partir de materias primas de origen no fósil.

15 Más precisamente, por materias primas de origen renovable se entiende las materias primas que comprenden al menos un átomo de carbono, preferentemente varios, preferentemente todavía todos los átomos de carbono de origen renovable.

20 A diferencia de los materiales procedentes de materias fósiles, los materiales compuestos de materias primas de origen renovable contienen el isótopo 14 del carbono (<sup>14</sup>C). Todas las muestras de carbono obtenidas de organismos vivos (animales o vegetales) son de hecho una mezcla de 3 isótopos: <sup>12</sup>C (que representa aproximadamente 98,892%), <sup>13</sup>C (aproximadamente 1,108%) y <sup>14</sup>C (trazas: aproximadamente 1,2·10<sup>-12</sup>%). La relación <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C en los tejidos vivos es idéntica a la de la atmósfera. En el medio ambiente, el <sup>14</sup>C existe en dos formas predominantes: en forma mineral, es decir de gas carbónico (CO<sub>2</sub>), y en forma orgánica, es decir el carbono integrado en moléculas orgánicas.

25 En un organismo vivo, la relación <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C se mantiene constante por el metabolismo, ya que se intercambia carbono continuamente con el medio ambiente. Como la proporción de <sup>14</sup>C en la atmósfera es constante, lo es también en el organismo mientras está vivo, ya que absorbe este <sup>14</sup>C como absorbe el <sup>12</sup>C. La proporción de <sup>14</sup>C y de <sup>12</sup>C no ha cambiado de forma significativa en el transcurso de los últimos millares de años y la relación media <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C es igual a aproximadamente 1,2·10<sup>-12</sup>.

30 El <sup>12</sup>C es estable, es decir el número de átomos de <sup>12</sup>C en una muestra dada es constante a lo largo del tiempo. En cuanto al <sup>14</sup>C, es radiactivo (cada gramo de carbono de un ser vivo contiene suficiente isótopo <sup>14</sup>C para dar 13,6 desintegraciones por minuto) y el número de dichos átomos en una muestra decrece a lo largo del tiempo (t) según la ley:

$$n = n_0 e^{-at}$$

en la que:

- 35
- n<sub>0</sub> es el número de átomos de <sup>14</sup>C en el origen (a la muerte de la criatura, animal o planta),
  - n es el número de átomos de <sup>14</sup>C que quedan a lo largo del tiempo t,
  - a es la constante de desintegración (o constante radiactiva); está relacionada con la semivida.

La semivida (o periodo) es la duración al cabo de la cual un número cualquiera de núcleos radiactivos o de partículas inestables de una especie dada se reduce a la mitad por semidesintegración; la semivida T<sub>1/2</sub> está relacionada con la constante de desintegración a por la fórmula  $aT_{1/2} = \ln 2$ . La semivida del <sup>14</sup>C es aproximadamente 5.730 años.

40 Teniendo en cuenta la semivida (T<sub>1/2</sub>) del <sup>14</sup>C, se considera que el contenido de <sup>14</sup>C es constante desde la extracción de las materias primas de origen renovable hasta la síntesis del compuesto de fórmula B1 e incluso hasta el final de su utilización.

45 En el marco de la presente invención, los compuestos de fórmula B1 pueden obtenerse fácilmente a partir de materias primas de origen renovable. Más precisamente, el grupo A puede prepararse, por ejemplo, a partir de epóxido de etileno y/o de propileno que proveniente de etileno y/o de propileno de origen vegetal o animal (por fermentación, deshidratación de alcoholes vegetales y otros). El grupo R puede provenir de alcoholes procedentes del dominio vegetal o animal por fermentación, reducción de los ácidos grasos presentes en los vegetales o de las grasas animales y otros.

50 Así, los compuestos de fórmula B1 según la presente invención, cuando se preparan en su totalidad o en parte a partir de materias primas de origen renovable, se caracterizan por que contienen una cantidad de isótopo 14 del carbono superior a la de los mismos compuestos de fórmula B1 preparados exclusivamente a partir de materias primas de origen fósil.

Actualmente, existen al menos dos técnicas diferentes para la medida del contenido de <sup>14</sup>C de una muestra:



- 5 - por espectrometría líquida de centelleo: este método consiste en contar las partículas 'beta' ( $\beta$ ) procedentes de la desintegración del  $^{14}\text{C}$ ; se mide la radiación 'beta' procedente de una muestra de masa conocida (número de átomos de  $^{12}\text{C}$  conocido) durante un cierto tiempo; esta 'radiactividad' es proporcional al número de átomos de  $^{14}\text{C}$  que se puede determinar de este modo; el  $^{14}\text{C}$  presente en la muestra emite radiación  $\beta$ -que, en contacto con un líquido centelleante (centelleador) da lugar a fotones; estos fotones tienen energías diferentes (comprendidas entre 0 keV y 156 keV) y forman lo que se denomina el espectro del  $^{14}\text{C}$ ; según dos variantes de este método, el análisis se basa bien en el dióxido de carbono previamente producido por la muestra carbonada en una disolución absorbente apropiada o bien en el benceno después de la conversión previa de la muestra carbonada en benceno;
- 10 - por espectrometría de masas: la muestra se reduce a grafito o a dióxido de carbono gaseoso y se analiza en un espectrómetro de masas; esta técnica utiliza un acelerador y un espectrómetro de masas para separar los iones  $^{14}\text{C}$  de los  $^{12}\text{C}$  y determinar de este modo la relación entre los dos isótopos.

15 Todos los métodos de medida del contenido de  $^{14}\text{C}$  de los compuestos se describen de forma precisa en la norma ASTM D 6866 (principalmente ASTM D 6866-06 de enero de 2006) y en la norma ASTM D 7026 (principalmente ASTM D 7026-04). El método de medida utilizado preferentemente en el caso de los compuestos de fórmula B1 de la invención es la espectrometría de masas descrita en la norma ASTM D 6866-06 (*"Radiocarbon and Isotope Ratio Mass Spectroscopy Analysis"*).

20 Los compuestos de fórmula B1 preparados a partir de al menos una materia prima de origen renovable son nuevos y por este motivo forman parte igualmente de la presente invención. Estos compuestos se caracterizan por un contenido en  $^{14}\text{C}$  no nulo, más precisamente por una relación  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  estrictamente superior a 0 e inferior o igual a aproximadamente  $1,2 \times 10^{-12}$ , indicando el valor de 0 un compuesto B1 obtenido exclusivamente a partir de carbono de origen renovable, indicando el valor de  $1,2 \times 10^{-12}$  un compuesto B1 preparado exclusivamente a partir de carbono de origen renovable.

25 La presente invención se refiere igualmente al procedimiento de preparación de un aglomerado bituminoso de la presente invención que comprende la mezcla física de granulados con al menos un producto bituminoso y al menos un aditivo B tal como se ha definido anteriormente.

30 Según una variante del procedimiento de la invención, una posibilidad consiste en mezclar el producto bituminoso que comprende al menos un aditivo B con los granulados. Según otra variante, es posible mezclar el producto bituminoso con los granulados después de mezclar al menos un aditivo B con la pre-mezcla (granulados/producto bituminoso). Según una tercera variante, es posible mezclar, preferentemente pulverizar, al menos un aditivo B sobre los granulados y después mezclarlos con al menos un producto bituminoso.

En cada una de las variantes, las mezclas de los diversos ingredientes entre ellos se pueden realizar según cualquier procedimiento conocido por el experto en la técnica, por ejemplo, homogeneización, mezclamiento, pulverización y otras.

35 El procedimiento de preparación según la invención se caracteriza principalmente por el hecho de que los aglomerados que contienen al menos un aditivo B se pueden obtener a temperaturas inferiores a las necesarias para la preparación de aglomerados convencionales, y en particular:

- 40 ➤ la mezcla entre los granulados y el producto bituminoso se realiza a temperaturas de las fracciones granulares que pueden ser diferentes o idénticas, que permiten la producción de un aglomerado a una temperatura comprendida entre 60°C y 200°C, y preferentemente entre 100°C y 200°C; con respecto al estado de la técnica, a la salida de la central de producción, la temperatura de las mezclas de granulados-producto bituminoso puede ser disminuida (reducida) de forma sorprendente en una amplitud que va hasta 50°C, preferentemente de 20°C a 50°C;
- 45 ➤ la temperatura de la mezcla entre los granulados y el producto bituminoso durante el esparcimiento se reduce de forma sorprendente en una amplitud de 5°C a 50°C; y
- la temperatura de la mezcla entre los granulados y el producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuanto se produce, se reduce de forma sorprendente en una amplitud de 10°C a 50°C,

50 sin degradar las propiedades normalizadas del producto bituminoso y de la mezcla entre el producto bituminoso y los granulados, conservando al mismo tiempo un comportamiento del procedimiento, desde el transporte hasta la compactación eventual según el estado de la técnica, fuera de las consideraciones sobre las temperaturas descritas anteriormente; en los EEUU, para los aglomerados en caliente (*Hot Mix Asphalt*), la referencia es la norma AASHTO PP28. Indica, en función de la viscosidad del producto bituminoso, el intervalo de temperatura de la mezcla entre el granulado y el producto bituminoso; la norma AASHTO PP28 indica, en función de la viscosidad del producto bituminoso, el intervalo de temperatura de las mezclas entre el granulado y el producto bituminoso para la compactación; en Francia, la norma francesa NF P 98-150 de diciembre de 1992 constituye la referencia para la ejecución de las capas inferiores del firme, capas de unión y capa de rodadura de aglomerados hidrocarbonados, la

norma francesa NF P 98-130 de noviembre de 1999 constituye la referencia para los hormigones bituminosos semigranulosos y la norma francesa NF P 98-138 de noviembre de 1999 constituye la referencia para las gravas-betún; como ejemplo para un betún de penetración 35/50, estas normas indican que las temperaturas límite aceptables son de 150°C a 170°C para el revestimiento y que, para el esparcimiento, la temperatura mínima del aglomerado es de 130°C.

5

Como se ha indicado anteriormente, el o los aditivos B se pueden añadir en el producto bituminoso antes de la zona de mezcla entre granulados y producto bituminoso o pueden ser pulverizados sobre los granulados calentados, antes y/o durante la adición del producto bituminoso. Esta pulverización se realiza de forma que se asegure un buen reparto del o de los aditivos sobre los granulados.

10 Durante la mezcla de producto bituminoso-granulados, la temperatura del producto bituminoso está comprendida entre 100°C y 250°C. Estas temperaturas dependen por una parte de la clase de penetración del producto bituminoso: cuanto menor sea ésta, más calientes deben estar el producto bituminoso y los granulados. Estas temperaturas dependen, por otra parte, de la temperatura de reblandecimiento bola-anillo del producto bituminoso: cuanto mayor sea ésta más calientes deben estar el producto bituminoso y los granulados. El producto bituminoso utilizado en el  
15 procedimiento objeto de la presente invención se utiliza a una temperatura según el estado de la técnica.

En el marco de la presente invención, los aditivos B citados anteriormente, se pueden usar puros o diluidos por medio de disolventes carbonados como los disolventes petrolíferos y/o los aceites vegetales durante su mezcla con los productos bituminosos.

20 En el marco de la presente invención, el producto bituminoso puede contener, además del betún, uno o varios polímeros o copolímeros tales como, por ejemplo, los poli(estireno-butadieno), poli(estireno-isopreno), polibutadieno, policloropreno, poliisopreno, poli(etileno-acetato de vinilo), poli(olefina-acrilato de alquilo) como por ejemplo los poli(etileno-acrilato de alquilo), poli(olefina-metacrilato de alquilo) como por ejemplo los poli(etileno-metacrilato de alquilo), poli(etileno-ácido acrílico), poliolefinas, poliésteres, polvos de caucho, así como uno o varios agentes de reticulación que permitan aumentar la estabilidad durante el almacenamiento de la mezcla entre el betún y el polímero,  
25 tales como por ejemplo el azufre.

El o los polímeros, cuando están presentes, se añaden en general a razón de 1% a 10% en peso con respecto al peso del betún.

30 De forma preferida, el procedimiento de preparación de los aglomerados según la invención se utiliza según las condiciones de operación detalladas anteriormente, entendiéndose que los intervalos de temperatura se entienden en el sentido amplio (extremos incluidos):

- para un betún puro (es decir, sin adición de polímero(s)) de penetración comprendida entre 10 y 20:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclamiento con el betún es superior a 130°C, preferentemente comprendida entre 130°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;
- para un betún puro de penetración comprendida entre 20 y 35:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclamiento con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- para un betún puro de penetración comprendida entre 35 y 50:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclamiento con el betún es superior a 110°C, preferentemente comprendida entre 110°C y 140°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 95°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 95°C y 125°C;
- para un betún puro de penetración comprendida entre 50 y 70:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclamiento con el betún es superior a 105°C, preferentemente comprendida entre 105°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 90°C y 120°C,

55

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 120°C;
- 5 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 70 y 100:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C, preferentemente comprendida entre 100°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 85°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 115°C;
- 10 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 100 y 160:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C, preferentemente comprendida entre 100°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 80°C y 105°C,
  - 15 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 80°C y 105°C;
- 20 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C, preferentemente comprendida entre 100°C y 120°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 75°C y 100°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 75°C y 100°C;
- 25 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 150°C, preferentemente comprendida entre 150°C y 180°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 175°C,
  - 30 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 175°C;
- 35 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 140°C, preferentemente comprendida entre 140°C y 165°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 130°C y 160°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 160°C;
- 40 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 130°C, preferentemente comprendida entre 130°C y 155°C,
  - 45 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;
- 50 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 140°C,
  - 55 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 140°C,

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 5
- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 130°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C;
- 10
- para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 100°C y 125°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 100°C y 125°C;
- 15
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 155°C, preferentemente comprendida entre 155°C y 185°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 150°C y 180°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 150°C y 180°C;
- 20
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 145°C, preferentemente comprendida entre 145°C y 170°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 135°C y 165°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 135°C y 165°C;
- 25
- para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 135°C, preferentemente comprendida entre 135°C y 160°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 155°C;
- 30
- para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 130°C, preferentemente comprendida entre 130°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 145°C;
- 35
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C, preferentemente comprendida entre 125°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

## ES 2 715 770 T3

- 5 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C, preferentemente comprendida entre 125°C y 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 10 ➤ para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C, preferentemente comprendida entre 125°C y 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 130°C,
  - 15 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C.

20 Los intervalos de temperatura indicados anteriormente se superponen cuando se cambia la penetración del betún: generalmente el experto en la técnica elige las temperaturas basándose en la clase de betún utilizado y no en la penetración exacta del betún utilizado. Sin embargo, el experto en la técnica puede tener que preguntarse qué temperatura elige para la producción, el esparcimiento o la compactación durante la utilización de un betún cuya penetración es exactamente la frontera entre dos clases. La invención permite entonces elegir el intervalo de temperatura más bajo. Por ejemplo, para un betún puro de penetración 35, los dos intervalos de temperatura son los siguientes: 120-150°C y 110-140°C en la producción a la salida de la central. La invención permite elegir el intervalo de temperatura más bajo: 110-140°C. La elección más precisa de la temperatura en el interior de este intervalo depende de las prestaciones de la central, de la temperatura y de la naturaleza y de la dosis del betún utilizado, de la naturaleza y la distribución granulométrica de los granulados, de las condiciones meteorológicas durante el transporte y de la obra, del tiempo de transporte, de las prestaciones de los equipos de esparcimiento y de compactación y del nivel previsto para las propiedades del aglomerado. Las prestaciones del aglomerado son entonces según las normas, conservando a la vez un comportamiento del procedimiento, desde el transporte hasta la compactación eventual según el estado de la técnica, fuera de las consideraciones sobre las temperaturas anteriormente descritas. Trabajar en el intervalo de temperatura superior de 120-150°C facilitará las operaciones permaneciendo en el marco de la invención.

De forma aún más preferida, las condiciones de operación del procedimiento según la invención son las siguientes:

- 35 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 10 y 20:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 135°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 145°C;
- 40 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 20 y 35:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 125°C,
  - 45 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 125°C;
- 50 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 35 y 50:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 115°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 95°C y 105°C;
- 55 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 50 y 70:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 95°C y 105°C,
  - 60 ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 95°C;



## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 120°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 5     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - 10     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 110°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 15     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 100°C y 105°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 20     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 165°C y 185°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 155°C y 180°C,
  - 25     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 155°C y 180°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 30     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 155°C y 165°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 155°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 155°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 35     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 145°C y 155°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 135°C y 145°C,
  - 40     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 145°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 45     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 135°C y 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 135°C,
  - 50     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 130°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 55     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 125°C;

- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 120°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 120°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 115°C.

Las ventajas de la invención con respecto al estado de la técnica se recogen en la lista siguiente e incluyen principalmente la limitación de los cuatro defectos citados anteriormente durante la utilización de los procedimientos de fabricación de aglomerados a temperaturas superiores a 100°C:

- disminución del consumo de combustible fósil cuando hay una disminución de la temperatura de producción de la mezcla de granulados y de producto bituminoso, por el calentamiento de los granulados a una temperatura menor,
- disminución de la emisión de GEI y de polvos,
- disminución de la penosidad de los trabajos durante las operaciones de esparcimiento y de compactación,
- aseguramiento de las operaciones de esparcimiento y de compactación del aglomerado frente a las condiciones meteorológicas, siendo este aseguramiento posible en particular para mezclas de granulados y de productos bituminosos cuya temperatura a la salida de la central de producción es según las normas y cuyas temperaturas de esparcimiento y de compactación se disminuyen con respecto a las normas,
- alargamiento de tiempo durante el que se puede utilizar el aglomerado después de su preparación,
- en el caso en el que se depositen dos bandas de aglomerado sucesivamente y una junto a la otra, la junta que los separa es más resistente y está mejor cerrada,
- la contracción térmica está más limitada, así como el riesgo de fisuración,
- la oxidación del producto bituminoso está más limitada, esto lleva a una diferencia de penetración menor entre la penetración medida en el betún inicial y la penetración medida en el betún extraído del aglomerado, con respecto a la diferencia de penetración medida en un aglomerado en caliente,
- la menor diferencia de penetración aumenta la duración de vida de la mezcla de producto bituminoso/granulados,
- la oxidación más limitada del producto bituminoso expuesta anteriormente tiene como otra ventaja el facilitar el reciclado de dicho producto bituminoso,
- disminución de las temperaturas de producción del aglomerado por el calentamiento de los granulados a menor temperatura sin ninguna inversión necesaria en la unidad de producción,
- duración entre el inicio del esparcimiento del aglomerado y la reapertura al tráfico reducido,
- ningún impacto sobre las propiedades mecánicas finales del material de construcción bituminoso en el sentido que estas propiedades siguen siendo según las normas en vigor.

La presente invención se refiere igualmente a la utilización de aglomerados preparados según el procedimiento definido anteriormente, para la realización de materiales en el campo de la estanqueidad, la construcción y el mantenimiento de pavimentos de carretera, aceras, pistas ciclistas, áreas de juegos, áreas de estacionamiento y pistas de aviación.

Por último, la invención tiene como otro objetivo las superficies, pavimentos de carretera, aceras, pistas cíclicas, áreas de juegos, áreas de estacionamiento y pistas de aviación, revestidas en su totalidad o parcialmente por al menos un aglomerado tal como se ha definido en la presente memoria descriptiva.

La invención se ilustra ahora por medio de los ejemplos de realización siguientes, que no tienen como objetivo limitar el alcance definido por las reivindicaciones anexas a la presente invención.

### EJEMPLOS

En el ejemplo 1, la aditivación del betún de penetración 35/50 se realiza a 160°C, en placa calefactora con agitación a 1 vuelta/s durante 15 minutos.

Las medidas de penetración (o penetrabilidad) y del punto de reblandecimiento bola-anillo de los aglomerados son según las normas NF EN 1426 y NF EN 1427, respectivamente.



**Ejemplo 1**

Se aditiva un betún denominado TOTAL Azalt de penetración 35/50 procedente de la refinería de Feyzin (Rhône, Francia) por medio de los aditivos siguientes;

- 5 \* Aditivo 1: mezcla de 93% en peso del producto B1<sub>A</sub> de fórmula química (R-O-(CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)O)<sub>a</sub>-(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>b</sub>)<sub>c</sub>-P(=O)-OH<sub>d</sub>, siendo P el átomo de fósforo, estando comprendido c entre 1 y 2, siendo c+d igual a 3, a igual a 0, b igual a 4 y representando R una cadena hidrocarbonada lineal que tiene entre 12 y 14 átomos de carbono, de 3% en peso de alcohol ROH, de 2% en peso de ácido fosfórico y de 2% en peso de derivados pirofosfóricos del producto B1<sub>A</sub> anterior, comercializado con el nombre de Beycostat® A244;
- 10 \* Aditivo 2: mezcla de 94% en peso del producto B1<sub>B</sub> de fórmula química (R-O-(CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)O)<sub>a</sub>-(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>b</sub>)<sub>c</sub>-P(=O)-OH<sub>d</sub>, siendo P el átomo de fósforo, estando comprendido c entre 1 y 2, siendo c+d igual a 3, a igual a 0, b igual a 4 y representando R una cadena hidrocarbonada lineal que tiene entre 16 y 18 átomos de carbono, de 3% en peso de alcohol ROH, de 2% en peso de ácido fosfórico y de 1% en peso de derivados pirofosfóricos del producto B1<sub>B</sub> anterior, comercializado con el nombre de Beycostat® A684;
- 15 \* Aditivo 3: mezcla de 97% en masa del producto B1<sub>C</sub> de fórmula química (R-O-(CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)O)<sub>a</sub>-(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>b</sub>)<sub>c</sub>-P(=O)-OH<sub>d</sub>, siendo P el átomo de fósforo, estando comprendido c entre 1 y 2, siendo c+d igual a 3, a igual a 4, b igual a 2 y representando R la cadena hidrocarbonada nonilfenol, estando comprendidas las proporciones en peso del producto en monoéster de fosfato y diéster de fosfato entre 50 a 65% y entre 30 a 40%, respectivamente, y de 3% en peso de ácido fosfórico;
- 20 \* Aditivo 4: mezcla de 98% en masa del producto B1<sub>D</sub> de fórmula química (R-O-(CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)O)<sub>a</sub>-(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>b</sub>)<sub>c</sub>-P(=O)-OH<sub>d</sub>, siendo P el átomo de fósforo, estando comprendido c entre 1 y 2, siendo c+d igual a 3, a igual a 0, b igual a 0 y representando R la cadena hidrocarbonada nonilfenol, estando comprendidas las proporciones en peso del producto en monoéster de fosfato y diéster de fosfato entre 50 a 65% y entre 30 a 40%, respectivamente, y de 3% en peso de ácido fosfórico.

Las medidas de penetrabilidad y del punto de reblandecimiento bola-anillo se recogen en la tabla siguiente:

Nº	Naturaleza de la muestra	Penetración (x0,1 mm) a 25°C	Límites de penetración (x0,1 mm)	Punto de reblandecimiento (°C)	Límites del punto de reblandecimiento (°C)
1	Betún puro	37	35-50	55	50-58
2	Betún + Aditivo 1 (5kg/t)	37		54	
3	Betún + Aditivo 2 (5kg/t)	36		55	
4	Betún + Aditivo 3 (5kg/t)	39		53	
5	Betún + Aditivo 4 (5kg/t)	41		55	

25 No se modifica la clase de betún añadiendo los aditivos.

**Ejemplo 2**

Se ha aditivado un betún comercializado por REPSOL de penetración 60/70 con el aditivo 2 (según el ejemplo 1). La penetración de este betún se ha medido antes y después de su utilización en la fabricación de un aglomerado BBSG. La extracción del betún se ha realizado según la norma NF EN 12697-3. Se han comparado los betunes procedentes de un aglomerado en caliente fabricado según la norma NF P 98-130 y de un aglomerado templado. Las fabricaciones de los aglomerados han sido realizadas en las condiciones descritas en la tabla siguiente:

N	Naturaleza de la muestra	Temperatura de los granulados en la producción (°C)	Temperatura en la compactación (°C)	Penetración (x0,1 mm) a 25°C	Penetración después de la extracción (x0,1 mm) a 25°C	Diferencia de penetración (x0,1 mm) a 25°C
1	Betún 60/70	150	140	61	40	21
2	Betún 60/70 + Aditivo 2	120	110	61	50	11

35 Se puede observar la reducción de la diferencia de penetración de los betunes procedentes de los aglomerados N° 1 y N° 2. En efecto, la penetración ha cambiado de 61 a 50, es decir una diferencia de 11 para el aglomerado templado gracias a la utilización del aditivo 2, mientras que la penetración ha cambiado de 61 a 40, es decir una diferencia de 21, para el aglomerado en caliente.

**Ejemplo 3**

En una central fija discontinua se fabrica un hormigón bituminoso semigranuloso (BBSG) 0/10 de clase 3 en cuatro planchas diferentes, teniendo todas ellas la fórmula granular siguiente:

- Relleno calizo                      Caliza                      3%
- Arena 0/4                              Granito                      44%
- Granulados 4/6                      Granito                      12%
- Grandulados 6/10                      Granito                      41%

5 El betún utilizado es el mismo que el del ejemplo 1 (TOTAL Azalt, penetración 35/50). El contenido en producto bituminoso es de 5,7 g por 100 g de granulados. Para las dos primeras planchas el betún se utiliza puro. Para las otras cuatro planchas el betún se aditiva con siguientes aditivos en la dosis de 4 kg por tonelada de betún.

Los aditivos 1 a 4 ensayados son los mismos que los descritos en el ejemplo 1.

10 Cada activación se realiza por el orificio de acceso de la cuba de almacenamiento del betún especializada. El betún aditivado de esta forma con los aditivos 1 y 2 se utiliza después de 30 minutos de recirculación en la cuba de almacenamiento. El betún aditivado de esta forma con los aditivos 3 y 4 se utiliza después de 2 horas y 30 minutos de recirculación en la cuba de almacenamiento.

Durante la producción del aglomerado se respetan las temperaturas medias siguientes:

- el granulado se calienta a 160°C para la primera plancha y a 120°C para las cinco planchas siguientes,
- el betún se utiliza, en cualquier caso, a 160°C.

15 El esparcimiento se realiza por medio de una asphaltadora Voegele 1900 cuya velocidad de avance es de 5 m/min y de una compactadora Dynapac CC422 cuya velocidad de avance es de 3 km/h, siendo la dosis de aglomerado de 140 kg/m<sup>2</sup>. El número de pasos realizados es de 8, con vibración de baja amplitud y 50 Hz de frecuencia. Durante la compactación se respetan las siguientes temperaturas del BBSG:

- 20
- en el betún puro, a 140°C de media para la primera plancha,
  - en el betún puro o aditivado, a 100°C para las otras cinco planchas.

Por lo tanto, la primera plancha se ha fabricado a temperaturas según la norma francesa NF P 98-138 y las otras cinco planchas a temperaturas reducidas en 40°C con respecto a la primera plancha. Se trata, por lo tanto, de aglomerados templados.

25 Se miden, a continuación de la obra, las densidades aparentes por densimetría gamma según la norma NF P 98-241-1. Las porosidades se calculan a partir de las densidades gamma. Las temperaturas (T) del BBSG se miden en el interior. Los valores medios se recogen en la tabla siguiente:

Naturaleza del betún	T de los granulados en la producción (°C)	T del BBSG al depositarlo (°C)	T del BBSG a la compactación (°C)	Porosidad media (%)
Betún puro	160	160	140	4,2
Betún puro	120	120	100	8,5
Betún + Aditivo 1 (4 kg/t)	120	120	100	4,8
Betún + Aditivo 2 (4 kg/t)	120	120	100	5,9
Betún + Aditivo 3 (4 kg/t)	120	120	100	5,7
Betún + Aditivo 4 (4 kg/t)	120	120	100	5,6

Con respecto a los límites de porosidad de la norma NF P 98-130 para los BBSG 0/10 de clase 3 que son de 4% y 8%, el BBSG de referencia según la norma francesa NF P 98-138 así como los BBSG producidos según la presente solicitud por medio de los aditivos 1 a 4 cumplen la norma NF P 98-130.

30 El BBSG producido con el betún puro a 120°C está mal recubierto, apareciendo granulados parcialmente no recubiertos por el betún y la porosidad es demasiado elevada. La fluidez de los aglomerados templados, medida por la inversa de la porosidad, es mejorada por lo tanto mediante los aditivos 1 a 4 y esta fluidez es aceptable según la norma.

**REIVINDICACIONES**

1.- Procedimiento de preparación de un aglomerado bituminoso que comprende al menos granulados, al menos un producto bituminoso y al menos un aditivo B, caracterizado por que:

- el aditivo B contiene al menos un compuesto (B1) de fórmula:



donde P es el átomo de fósforo, c está comprendido entre 1 y 2, c+d es igual a 3, A representa un enlace o un grupo divalente que comprende al menos un resto propilenoxi (PO) y/o al menos un resto etilenoxi (EO); y

10 R representa una cadena hidrocarbonada que tiene de 1 a 30 átomos de carbono, pudiendo la cadena ser lineal, ramificada, saturada o insaturada, pudiendo la cadena contener al menos un ciclo aromático o no, y estando comprendida la dosis de aditivo(s) B1, para una tonelada de producto bituminoso, entre 0,3 kg y 20 kg;

- el aditivo B contiene eventualmente, pero lo más a menudo, ácido fosfórico, siendo la dosis de ácido fosfórico para una tonelada de producto bituminoso inferior a 2 kg;

15 ➤ el aditivo B contiene eventualmente, pero lo más a menudo, al menos un pirofosfato del compuesto B1, a una dosis para una tonelada de producto bituminoso inferior a 20 kg; y

20 ➤ el producto bituminoso presenta una diferencia entre la penetración antes del contacto con los granulados y la penetración después de la extracción del aglomerado inferior a 5 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 20 y 30 décimas de milímetro, inferior a 15 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 35 y 50 décimas de milímetro, inferior a 20 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 50 y 70 décimas de milímetro, inferior a 25 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 70 décimas de milímetro y 100 décimas de milímetro, inferior a 50 décimas de milímetro para un betún de penetración inicial comprendida entre 160 y 220 décimas de milímetro,

25 comprendiendo dicho procedimiento la mezcla física de dichos granulados con dicho al menos un producto bituminoso y dicho al menos un aditivo B, en el que:

- para un betún puro de penetración comprendida entre 10 y 20:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;

30 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 20 y 35:
 

- la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;

35 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 35 y 50:
 

- la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 110°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 95°C y 125°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 95°C y 125°C;

40 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 50 y 70:
 

- la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 105°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 90°C y 120°C,
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 120°C;

45 ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 70 y 100:
 

- la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C,

50

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 85°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 115°C;
- 5
- para un betún puro de penetración comprendida entre 100 y 160:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 80°C y 105°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 80°C y 105°C;
- 10
- para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 100°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 75°C y 100°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 75°C y 100°C;
- 15
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 175°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 175°C;
- 20
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 140°C, preferentemente comprendida entre 140°C y 165°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 130°C y 160°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 160°C;
- 25
- para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 130°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;
- 30
- para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- 35
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C, preferentemente comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 40
- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 130°C,
- 45
- 50
- 55

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C;
- para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 5     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 120°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 100°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 100°C y 125°C;
- 10    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 155°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 150°C y 180°C,
  - 15     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 150°C y 180°C;
- 20    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 135°C y 165°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 135°C y 165°C;
- 25    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 155°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 155°C;
  - 30     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 155°C;
- 35    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 145°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 145°C;
- 40    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 140°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- 45    ➤ para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 135°C,
  - 50     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 55    ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún es superior a 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que:

- 5           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 10 y 20:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 130°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
  - 10       ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;
- 15           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 20 y 35:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 150°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 20           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 35 y 50:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 110°C y 140°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 95°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 95°C y 125°C;
- 25           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 50 y 70:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 105°C y 135°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 90°C y 120°C,
  - 30       ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 120°C;
- 35           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 70 y 100:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 85°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 115°C;
- 40           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 100 y 160:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 125°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 80°C y 105°C,
  - 45       ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 80°C y 105°C;
- 50           ➤ para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250:
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 120°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 75°C y 100°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 75°C y 100°C;
- 55           ➤ para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 150°C y 180°C,

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 175°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 175°C;
- 5
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 140°C y 165°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 130°C y 160°C,
- 10
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 160°C;
- 15
- para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 130°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 150°C;
- 20
- 25
- para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- 30
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 35
- 40
- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 130°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C;
- 45
- 50
- para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 100°C y 125°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 100°C y 125°C;
- 55
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 155°C y 185°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 150°C y 180°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 150°C y 180°C;
- 60

- 5
  - para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 145°C y 170°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 135°C y 165°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 135°C y 165°C;
- 10
  - para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 135°C y 160°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 155°C;
- 15
  - para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 130°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 145°C;
- 20
  - para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 140°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 140°C;
- 25
  - para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 135°C;
- 30
  - para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 130°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 130°C.

3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que:

- 55
  - para un betún puro de penetración comprendida entre 10 y 20:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 135°C y 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 145°C;



## ES 2 715 770 T3

- 5
- para un betún puro de penetración comprendida entre 20 y 35:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 125°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 125°C;
- 10
- para un betún puro de penetración comprendida entre 35 y 50:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 115°C y 125°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
- 15
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 95°C y 105°C;
- 20
- para un betún puro de penetración comprendida entre 50 y 70:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 105°C y 115°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 95°C y 105°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 95°C;
- 25
- para un betún puro de penetración comprendida entre 70 y 100:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 105°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 85°C y 95°C,
- 30
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 95°C;
- 35
- para un betún puro de penetración comprendida entre 100 y 160:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 105°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 85°C y 95°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 85°C y 95°C;
- 40
- para un betún puro de penetración comprendida entre 160 y 250:
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 100°C y 105°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 80°C y 85°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 80°C y 85°C;
- 45
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 150°C y 180°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 175°C,
- 50
- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 175°C;
- 55
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 140°C y 150°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 130°C y 145°C,

## ES 2 715 770 T3

- la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 145°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 5     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 130°C y 140°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - 10     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 130°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 15     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 120°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 120°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 20     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 120°C,
  - 25     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 120°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 30     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 105°C y 110°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 1 y 4% de polímero(s):
  - 35     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 120°C y 130°C,
  - 40     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 105°C y 115°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 100°C y 105°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 10 y 20 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 45     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 165°C y 185°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 155°C y 180°C,
  - 50     ▪ la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 155°C y 180°C;
- para un betún de penetración comprendida entre 20 y 35 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
  - 55     ▪ la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 155°C y 165°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 145°C y 155°C,
  - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 145°C y 155°C;

- 5
  - para un betún de penetración comprendida entre 35 y 50 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 145°C y 155°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 135°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 130°C y 145°C;
- 10
  - para un betún de penetración comprendida entre 50 y 70 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 135°C y 145°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 125°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 125°C y 130°C;
- 15
  - para un betún de penetración comprendida entre 70 y 100 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 120°C y 125°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 120°C y 125°C;
- 20
  - para un betún de penetración comprendida entre 100 y 160 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 115°C y 120°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 115°C y 120°C;
- 25
  - para un betún de penetración comprendida entre 160 y 250 antes de la adición de polímero(s) y que contiene entre 4 y 8% de polímero(s):
    - la temperatura de los granulados durante el mezclado con el betún está comprendida entre 125°C y 135°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso durante el esparcimiento está comprendida entre 110°C y 115°C,
    - la temperatura de la mezcla entre granulados y producto bituminoso en el interior del pavimento al principio de la compactación, cuando tiene lugar, está comprendida entre 110°C y 115°C.

4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el o los aditivos B se pulverizan sobre los granulados calientes, antes y/o durante la adición del producto bituminoso.

5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el o los aditivos B se añaden al producto bituminoso antes de la zona de mezcla entre los granulados y el producto bituminoso.

- 45 6.- Utilización de los aglomerados preparados según el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, para la realización de materiales en el campo de la estanqueidad, la construcción y el mantenimiento de pavimentos de carreteras, aceras, pistas ciclistas, áreas de juegos, áreas de estacionamiento y pistas de aviación.

- 50 7.- Superficie, pavimento de carretera, acera, pista ciclista, área de juegos, área de estacionamiento o pista de aviación, revestido en su totalidad o en parte por al menos un aglomerado obtenido según el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.