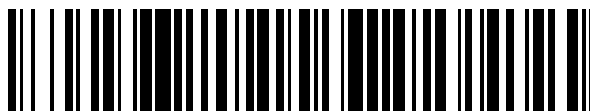


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 545**

51 Int. Cl.:

**C08L 95/00** (2006.01)

**E01C 7/18** (2006.01)

**B28C 5/00** (2006.01)

**E01C 19/22** (2006.01)

**E01C 7/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2006 PCT/US2006/033907**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2007 WO07032915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2006 E 06790099 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 1924650**

54 Título: **Composición para pavimentación bituminosa y procedimiento de pavimentación bituminosa**

30 Prioridad:

**12.09.2005 US 716204 P**

**14.03.2006 US 374747**

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

**03.08.2017**

73 Titular/es:

**ALM HOLDING CO. (100.0%)**

**920 10TH AVENUE NORTH,**

**ONALASKA WI 54650, US**

72 Inventor/es:

**REINKE, GERALD H.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU SLP, .**

**Observaciones :**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 628 545 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Composición para pavimentación bituminosa y procedimiento de pavimentación bituminosa

## 5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

El campo de la presente invención se refiere en general a una composición para pavimentación bituminosa y a un procedimiento de pavimentación bituminosa, y más particularmente a una composición para pavimentación bituminosa que comprende una combinación de una sustancia lubricante espumada, un ligante asfáltico y un árido.

## 10 ANTECEDENTES

La pavimentación de carreteras, calzadas, estacionamientos y similares, con un material de mezcla de árido bituminoso es bien conocida. Típicamente, se calienta a una temperatura elevada de aproximadamente 132-188° C (270-370° F) una mezcla de un árido adecuado que comprende piedras, grava, arena y similares, y se mezcla con un ligante bituminoso similarmente caliente, tal como un ligante a base de asfalto (por ejemplo, asfalto o asfalto más polímero) hasta que las partículas de árido quedan revestidas con el ligante. A las mezclas para pavimentación preparadas en este intervalo de temperatura se las denomina a menudo "mezcla en caliente". La mezcladura se realiza normalmente lejos del lugar de pavimentación, y después se transporta la mezcla al lugar y se carga en una máquina pavimentadora. Habitualmente, la mezcla de asfalto y árido aplicada por la máquina pavimentadora sobre una superficie es compactada después con rodillos mediante equipos adicionales, mientras se encuentra todavía a una temperatura elevada. El material de árido y asfalto compactado se endurece finalmente al enfriarse. Debido a la gran masa de material necesario para pavimentar una carretera o un estacionamiento comercial, el coste de la energía térmica requerida para conseguir una mezcladura y pavimentación adecuadas es considerable. En el caso de ligantes comunes, las características de termoviscosidad del ligante afectan a la temperatura requerida para proporcionar un revestimiento completo del árido y a la consideración de las condiciones ambientales adecuadas para la pavimentación. En consecuencia, se han ideado numerosos procedimientos para optimizar el revestimiento del árido y la ligazón del pavimento, y al mismo tiempo minimizar el coste de los materiales y/o del proceso.

Como alternativas a los procedimientos de mezcla en caliente, existen procedimientos de mezcla en frío, en donde se mezcla el árido, frío y húmedo, con un ligante caliente o frío, que puede ser una emulsión de asfalto dispersado en agua mediante un tensioactivo adecuado o bien una mezcla de asfalto y un disolvente hidrocarbonado adecuado, tal como nafta, aceite n.º 1 o aceite n.º 2, por citar algunos (lo que se denomina generalmente "asfalto rebajado"). Las partículas de asfalto emulsionadas revisten y ligan el árido, y quedan después de que se ha evaporado el agua. Cuando se utiliza un asfalto rebajado, el disolvente hidrocarbonado se evapora a distintas velocidades, dependiendo de la volatilidad del disolvente. Con independencia de la volatilidad del disolvente, lo que queda después es un material de pavimentación en el cual el componente de asfalto se endurece o se hace rígido gradualmente con el tiempo, a medida que se elimina el disolvente. Como alternativa, se puede espumar el ligante y mezclarlo con el árido para mejorar la eficacia de revestimiento. Aunque son más baratas que las mezclas en caliente, las mezclas en frío tienen por lo general peor calidad que las mezclas en caliente, y pueden presentar un peor revestimiento con ligante, lo que da como resultado una compactación menos cohesiva y menor durabilidad. Además, las mezclas de asfalto rebajado tienen un mayor impacto ambiental debido al uso de disolventes hidrocarbonados volátiles. Algunas emulsiones utilizan también disolventes hidrocarbonados, además de agua, para producir materiales adecuados para aplicaciones específicas.

Recientemente, en un intento para combinar las ventajas de los procedimientos de mezcla en caliente y de mezcla en frío, se han descrito procedimientos de "mezcla tibia". En un ejemplo de procedimiento de mezcla tibia, se utilizan componentes "blandos" (un componente con una viscosidad menor que la de un componente "duro" a una temperatura dada) y componentes "duros" (un componente con una viscosidad mayor que la de un componente "blando" a una temperatura dada) de un ligante bituminoso. Se funde el componente blando y se mezcla con árido a una temperatura de aproximadamente 43-129° C (110-265° F), dependiendo del componente blando particular. Después se mezcla con agua caliente el componente duro calentado, para producir una espuma que se mezcla con la mezcla calentada de componente blando y árido, a fin de lograr un material para pavimentación revestido final. Aunque un material para pavimentación de "mezcla tibia" puede ser aplicado como pavimento a temperaturas más bajas que los materiales de mezcla en caliente, requiere un proceso más prolongado y complejo para producir la mezcla tibia, en comparación con una mezcla en caliente.

Sea cual sea la manera como se ha revestido el árido, si el ligante no se adhiere bien al árido, el ligante se puede separar o "despegarse" del árido, haciendo que el material no permanezca bien compactado y reduciendo con ello la resistencia global del pavimento. Para incrementar la adherencia del ligante al árido, se puede tratar el árido, o más generalmente el ligante asfáltico, con un compuesto o material contra la despegadura (por ejemplo, tensioactivos) para reducir sustancialmente la despegadura del ligante, al actuar como agente de unión entre los gránulos de árido y el ligante bituminoso.

Con independencia del procedimiento de mezcladura árido/ligante utilizado, es esencial que el material para pavimentación revestido no se endurezca en masa durante el transporte o mientras esté en la máquina pavimentadora, o que carezca de la capacidad de ser compactado hasta la densidad adecuada. Un material árido incorrectamente revestido, aunque sea fácil de mezclar y manipular, puede hacer que el material pavimentado no

permanezca compactado, ni soporte adecuadamente el tráfico, el desgaste o las inclemencias meteorológicas.

#### COMPENDIO DE LA INVENCION

La presente invención es como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

5 La presente invención proporciona un procedimiento de pavimentación bituminosa adecuado para la construcción primaria que presenta temperaturas de mezclado, pavimentación y compactación significativamente menores (temperaturas que son 17-44° C (30-80° F) más bajas) que en el caso de la pavimentación con mezcla caliente convencional, al tiempo que conserva suficientes características de endurecimiento, densidad y durabilidad de la  
10 pavimentación con mezcla caliente convencional. En general, el procedimiento de la invención comprende inyectar una disolución lubricante espumable en un ligante asfáltico calentado, para crear una mezcla a base de asfalto, que contenga espuma; añadir la mezcla a un árido calentado; mezclar adicionalmente la mezcla de ligante asfáltico, que contiene espuma, y árido utilizando, por ejemplo, un mezclador estático, con el fin de revestir el árido para formar un material para pavimentación; aplicar el material para pavimentación sobre una superficie preparada; y después  
15 compactar el material para pavimentación aplicado, a fin de formar una superficie pavimentada.

La presente invención también proporciona una composición para pavimentación bituminosa que comprende un ligante asfáltico espumado que comprende una disolución acuosa que contiene 0,01-3% en peso, con respecto al peso del ligante asfáltico, de una sustancia lubricante dispersable en agua; 3-9% en peso de ligante asfáltico; y  
20 91-97% en peso de árido, en donde la sustancia lubricante es un jabón o un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico. Típicamente, la sustancia lubricante es 10% en peso tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico, por ejemplo sólidos de jabón, y 90-95% en peso agua. Sustancias lubricantes alternativas pueden tener una concentración de sólidos de jabón tan baja como 1% en peso y, en general, 30-40% en peso es un límite superior práctico para la bombeabilidad de la disolución de jabón.

25 La composición puede comprender además un material antidespegadura tal como una amina primaria, una amina secundaria, una amina terciaria, una imidoamina, una imidazolina o un éster de fosfato, en donde el número de átomos de carbono en el material antidespegadura está en el intervalo de 7 a 20. Como alternativa, también son adecuados otros materiales antidespegadura conocidos en la técnica. Cuando se utiliza en la composición, la cantidad de material antidespegadura está en el intervalo de 0,1-10% en peso de la sustancia lubricante.  
30

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

En una realización, la presente invención proporciona un procedimiento de pavimentación bituminosa que comprende los pasos de combinar una disolución acuosa que comprende agua y una sustancia lubricante con un  
35 ligante asfáltico calentado a una temperatura de 82-171° C (180-340° F) para proporcionar un ligante asfáltico espumado calentado y sustancia lubricante; mezclar el ligante asfáltico espumado calentado y sustancia lubricante con árido calentado, para revestir el árido calentado con el ligante asfáltico y sustancia lubricante y formar un material para pavimentación de mezcla tibia que contiene ligante asfáltico, sustancia lubricante y árido; transferir el material para pavimentación de mezcla tibia a una máquina pavimentadora; aplicar el material para pavimentación de mezcla tibia desde la máquina pavimentadora a una superficie a pavimentar; y compactar el material para  
40 pavimentación de mezcla tibia para formar una superficie pavimentada, en donde la sustancia lubricante es un jabón o un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico; la composición para pavimentación de mezcla tibia comprende 91-97% en peso de árido y 3-9% en peso de ligante asfáltico; y la cantidad de sustancia lubricante es 0,01-3% en peso con respecto al peso del ligante asfáltico.  
45

Una característica del empleo de una disolución lubricante espumable, tal como una espuma acuosa, es que su lubricidad impartida permite que la temperatura del material para pavimentación durante la pavimentación sea significativamente más baja (por ejemplo, alrededor de 17-44° C (30-80° F) más baja) que la temperatura requerida para reblandecer el ligante a fin de proporcionar una facilidad de construcción similar. Otra característica es que una  
50 espuma acuosa que comprenda una sustancia o material lubricante requiere mucha menos agua para dispersar de manera similar el material lubricante que lo que requeriría una emulsión o disolución normales de agua. Por lo tanto, se tiene que aportar, manipular y, finalmente, evaporar de la mezcla para pavimentación un volumen menor de agua. Un material lubricante adecuado es un jabón. Los ejemplos no limitantes de jabones adecuados incluyen jabones sódicos de ácidos grasos, jabones sódicos de ácidos sulfónicos, nonilfenoles etoxilados, cloruros de amina cuaternaria, y jabones sódicos o potásicos de aceites de resina (en inglés, "tall oils") y aceites de resina refinados. También se pueden utilizar como materiales lubricantes adecuados otros tensioactivos catiónicos, aniónicos o no iónicos.  
55

La temperatura de pavimentación sustancialmente inferior proporcionada por la invención puede (1) reducir el coste de la energía térmica utilizada, sin afectar adversamente al proceso de pavimentación o al pavimento resultante; (2) reducir la emisión de componentes volátiles, reduciendo así la contaminación del aire; o (2) permitir el uso de un tipo de asfalto "más rígido" en el material para pavimentación. Por ejemplo, se puede utilizar un ligante PG 64-22 más fácilmente disponible, mezclado con una espuma lubricante, en lugar de un ligante PG 58-28, menos rígido, a las mismas temperaturas de proceso de mezcla tibia, dando como resultado un pavimento que tiene prestaciones  
60 similares al pavimento de mezcla en caliente producido con el ligante PG 58-28.  
65

5 Los ligantes a base de asfalto incluyen ligantes a base de petróleo. Los ligantes asfálticos pueden incluir aditivos, por ejemplo, tales como materiales poliméricos. Los ligantes a base de asfalto o asfálticos adecuados incluyen los ligantes que cumplen las normas ASTM D-6373, D-3387 o D-946. Sin embargo, se pueden utilizar algunos ligantes asfálticos que cumplan sustancialmente, aunque no por entero, las normas ASTM D-6373, D-3387 o D-946. El árido puede comprender pavimento asfáltico recuperado (RAP, por sus siglas en inglés).

10 En una realización del presente procedimiento inventivo, la disolución espumable es una disolución acuosa que comprende una sustancia lubricante preparada a partir de un jabón. El material para pavimentación comprende 91-97% en peso de árido y 3-9% en peso de ligante a base de asfalto. La cantidad de sólidos de jabón utilizados para una cantidad dada de árido se sitúa en 0,01-3% en peso con respecto al peso de ligante a base de asfalto utilizado.

15 Se calienta la mezcla de ligante asfáltico, espumada y calentada, a una temperatura que es menor que la temperatura empleada para formar una mezcla en caliente convencional. Dependiendo del ligante asfáltico particular que se utilice, las temperaturas adecuadas se sitúan en el intervalo de 82-171° C (180-340° F). De manera análoga, se calienta el árido adecuado a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F), y se calienta y se mezcla el material para pavimentación calentado, a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F). Se aplica el material para pavimentación a una temperatura en el intervalo de 77-143° C (170-290° F), y se compacta a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 66-132° C (150-270° F). La disolución de jabón espumable puede estar a cualquier temperatura que no se congele, haga hervir el líquido, o afecte de manera adversa a la formación de espuma, pero es preferible que su temperatura esté en el intervalo de 27-66° C (80-150° F).

20 Esta realización se puede llevar a cabo inyectando la disolución espumable en un ligante asfáltico calentado; añadiendo a un árido adecuado la mezcla calentada y espumada, y mezclando para formar el material para pavimentación calentado, *in situ* o cerca del lugar de trabajo. Una ventaja de la invención consiste en que el significativamente menor volumen de líquido que se utiliza para mezclar el ligante asfáltico con el árido aumenta la conveniencia de la elaboración *in situ* y reduce la necesidad de transportar grandes volúmenes de agua.

25 En otra realización del procedimiento de la invención, la disolución acuosa comprende 30% en peso de sólidos de jabón y 70% en peso de agua; el ligante asfáltico comprende asfalto PG 58-28; el material para pavimentación comprende 94,5% en peso de árido y 5,5% en peso de ligante asfáltico PG 58-28; y la cantidad de sólidos de jabón utilizados es inferior a 1% en peso con respecto al peso de ligante asfáltico utilizado. Para este ligante particular, se calienta a una temperatura de 116-171° C (240-340° F) la mezcla de ligante asfáltico espumado y calentado; se calienta el árido adecuado a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F); y se calienta y se mezcla el material para pavimentación, calentado, a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F).

30 El material para pavimentación se aplica como pavimento a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 77-143° C (170-290° F), y se compacta a una temperatura en el intervalo de 66-132° C (150-270° F).

35 En otra realización, la disolución acuosa comprende 30% en peso de sólidos de jabón y 70% en peso de agua; el ligante asfáltico comprende asfalto PG 64-22; el material para pavimentación comprende 94,5% en peso de árido y 5,5% en peso de ligante asfáltico PG 64-22; y la cantidad de sólidos de jabón utilizados es inferior a 1% en peso con respecto al peso de ligante asfáltico utilizado. Para este ligante asfáltico particular, se calienta la mezcla de ligante asfáltico, espumada y calentada, a una temperatura de 116-171° C (240-340° F); se calienta el árido adecuado a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F); y se calienta y se mezcla el material para pavimentación, calentado, a una temperatura en el intervalo de 82-149° C (180-300° F). El material para pavimentación se aplica como pavimento a una temperatura en el intervalo de 77-143° C (170-290° F), y se compacta a una temperatura en el intervalo de 66-132° C (150-270° F). Las personas con pericia ordinaria en la técnica apreciarán que se pueden calentar y mezclar a temperaturas más altas la mezcla de ligante asfáltico, espumada y calentada, y el árido adecuado, y también se puede aplicar como pavimento el material para pavimentación, y compactarlo, a temperaturas más altas, sin afectar negativamente las prestaciones del material aplicado como pavimento, pero hacerlo sería más costoso en el gasto de energía de calefacción.

40 Típicamente, la temperatura del asfalto tiene que ser mayor que la temperatura del árido. Dependiendo del tipo de asfalto, podría ser necesario calentar el asfalto hasta una temperatura de 163° C (325° F) o mayor, de forma que se pueda bombear y formar espuma. La temperatura del árido controla esencialmente la temperatura de la mezcla, ya que constituye aproximadamente el 90% en peso de la mezcla. La temperatura del árido debe controlarse en el intervalo de la "mezcla tibia" de 82-149° C (180-300° F).

45 Cuando se mezcla árido con ligantes rígidos o ligantes que contienen un polímero, la temperatura normal del árido y la temperatura de mezclado pueden ser de hasta 177° C (350° F), lo que corresponde a una "mezcla en caliente", pero utilizando la presente invención con el mismo árido y ligante, se podrían reducir la temperatura del árido y la de mezclado a 149° C (300° F), que se considera una mezcla tibia, sin afectar adversamente a las prestaciones del pavimento resultante.

50 En otra realización del procedimiento de la invención, la disolución espumable comprende además un material

antidespegadura. Son ejemplos no limitantes de material antidespegadura adecuado una amina primaria, una amina secundaria, una amina terciaria, una imidoamina, una imidazolina o un éster de fosfato, en donde el número de átomos de carbono en estos materiales está en el intervalo de 7 a 20.

- 5 En otra realización más del procedimiento de la invención, la disolución acuosa comprende además un material antidespegadura de manera tal que la disolución espumable comprende 30% en peso de sólidos de jabón, 5% en peso de material antidespegadura y 65% en peso de agua.

#### EJEMPLOS

- 10 Los siguientes ejemplos proporcionan datos de elaboración y de ensayos para una serie de ligantes asfálticos y áridos, con y sin sustancias o agentes lubricantes, que se elaboran en condiciones de mezcla en caliente convencionales y también con el procedimiento de la presente invención.

- 15 En estos ejemplos, la mezcla E-1 es un tipo específico de mezcla conforme a los requisitos del State of Wisconsin Department of Transportation (WIDOT) para pavimentos diseñados para soportar hasta 1 millón de cargas equivalentes a eje sencillo (ESAL, por sus siglas en inglés) durante una vida útil de 20 años. Lo mismo rige para la E-10, salvo que el valor de ESAL es de hasta 10 millones. El término ESAL es bien conocido para los que trabajan en la industria de pavimentación bituminosa.

- 20 El jabón de aceite de resina y el jabón de aceite de resina refinado se pueden preparar haciendo reaccionar el aceite de resina o el aceite de resina refinado típicamente con hidróxido de sodio o de potasio mediante cualquiera de los métodos bien conocidos para producir jabón. Están disponibles aceite de resina y aceite de resina refinado de Arizona Chemical, Jacksonville, FL; Georgia Pacific, Atlanta, GA; y MeadWestvaco, Stamford, CT. El material antidespegadura Molex es una mezcla de aminas policicloalifáticas, disponible de Air Products, Allentown, PA. Está disponible sulfonato de alfa-olefina de Stepan Chemical, Winder, GA. La elección del tipo de asfalto depende de variables específicas del lugar, tales como la ubicación geográfica particular, el clima local, las cargas de tráfico, etc.

- 30 Una de las pruebas de prestaciones de un material aplicado como pavimento consiste en simular la carga de tráfico de vehículos mediante el número de pasadas repetidas de un rodillo que soporta una carga de peso específica, que hay que efectuar para formar una rodada de una profundidad específica en el material. Estas pruebas sobre material compactado producido mediante el procedimiento de la invención se realizaron utilizando una máquina de ensayo denominada Hamburg Wheel Tracking ("HWT") Tester, también denominada PMW Wheel Tracker, disponible de Precision Machine and Welding, Salina, KS. Se utilizó para la evaluación comparativa el número de pasadas Hamburg necesarias para alcanzar una profundidad de rodada de 10 mm, ensayando en estado seco el material compactado. Las condiciones del ensayo fueron: carga de la rueda 71,6 kg (158 libras), 52 pasadas por minuto a la temperatura de ensayo, utilizando aire calentado para alcanzar la temperatura de ensayo de la muestra. En general, si todas las demás variables son esencialmente iguales, cuanto mayor es el número de pasadas, mejores serán las prestaciones esperadas de la mezcla para pavimentación. Las personas con pericia ordinaria en la técnica y familiarizadas con el HWT reconocerán materiales para pavimentación que sean adecuados para una aplicación particular, basándose en los resultados que se obtienen cuando se someten muestras a estas condiciones de ensayo.

- 45 En la Tabla 1, los ejemplos en donde la temperatura de mezclado está en el intervalo de 132-138° C (270-280° F) y la temperatura de compactación es 135° C (275° F) o superior se consideran mezclas en caliente convencionales para los ligantes particulares que se elaboran y ensayan; los ejemplos en donde la temperatura de mezclado se sitúa en el intervalo de 110-113° C (230-235° F) y la temperatura de compactación se sitúa en el intervalo de 102-104° C (215-220° F) se consideran mezclas tibias. Así, los ejemplos 1, 4, 6, 7 y 10 son mezclas en caliente y los otros ejemplos son mezclas tibias para estos ligantes.

Tabla 1

N.º de ejemplo y formulación de mezcla	Ligante asfáltico	Temperatura y condiciones de mezcla de árido	Combinación de disolución de tensioactivo y/o material antidespegadura	% de tensioactivo, sólidos de jabón o antidespegadura con respecto a peso de ligante	Temperatura de compactación	Pasadas Hamburg para una profundidad de rodada de 10 mm, en seco
n.º 1: E-1, mezcla testigo a 138° C (280° F), mezclada en laboratorio	PG 58-28	138° C (280° F) envejecida durante 2 horas a 135° C (275° F)	ninguno	ninguno	135° C (275° F)	2.361 pasadas a 50° C
n.º 2: E-1, misma mezcla que el n.º 1, mezclada en laboratorio	PG 58-28	110° C (230° F) envejecida durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina + antidespegadura Molex	1%	102-104° C (215-220° F)	1.031 pasadas a 50° C
n.º 3: E-1, misma mezcla que el n.º 1	PG 58-28	110° C (230° F) envejecida durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina	1%	102-104° C (215-220° F)	791 pasadas a 50° C
n.º 4: mezcla E-10	PG 58-28	138° C (280° F) envejecida durante 2 horas a 135° C (275° F)	antidespegadura añadido a ligante, mezcladura realizada a temperatura convencional	ninguno	135° C (275° F)	1.975 pasadas a 58,3° C
n.º 5: mezcla E-10, la misma que el n.º 4	PG 58-28	110° C (230° F) envejecida durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado + antidespegadura añadido a jabón	1%	102-104° C (215-220° F)	1.625 pasadas a 57,8° C
n.º 6: mezcla E-1, ensayo testigo	PG 58-28	mezclada en laboratorio a 138° C (280° F), curada durante 2 horas a 135° C (275° F)	sin aditivo	ninguno	135° C (275° F)	3.351 pasadas a 58,5° C
n.º 7: mezcla E-1, la misma que el n.º 6	PG 58-28	mezclada a 138° C (280° F), curada durante 4 horas a 135° C (275° F)	sin aditivo	ninguno	135° C (275° F)	5.376 pasadas a 58,4° C
n.º 8: mezcla E-1, la misma que la mezcla de ensayo tibia n.º 6	PG 58-28	PG 58-28 + jabón mezclados a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	1%	102-104° C (215-220° F)	981 pasadas a 58° C

ES 2 628 545 T3

N.º de ejemplo y formulación de mezcla	Ligante asfáltico	Temperatura y condiciones de mezcla de árido	Combinación de disolución de tensioactivo y/o material antidespegadura	% de tensioactivo, sólidos de jabón o antidespegadura con respecto a peso de ligante	Temperatura de compactación	Pasadas Hamburg para una profundidad de rodada de 10 mm, en seco
n.º 9: mezcla E-1, la misma que la mezcla de ensayo tibia n.º 6	PG 64-22	PG 64-22 + jabón mezclados a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	1%	102-104° C (215-220° F)	1.875 pasadas a 58,3° C
n.º 10: mezcla E-1, la misma que el n.º 6	PG 58-28	mezclada a 138° C (280° F), curada durante 2 horas a 135° C (275° F)	ninguno	ninguno	135° C (275° F)	1.601 pasadas a 58,6° C
n.º 11: mezcla E-1, la misma que la mezcla de ensayo tibia n.º 6	PG 64-22	PG 64-22 + tensioactivo + antidespegadura, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	sulfonato de alfa-olefina + antidespegadura de éster de fosfato	1% de sólidos de tensioactivo	102-104° C (215-220° F)	1.226 pasadas a 58,3° C
n.º 12: mezcla E-1, la misma que la mezcla de ensayo tibia n.º 6	PG 64-22	PG 64-22 + jabón + antidespegadura, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina + antidespegadura de amina	1% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	3.351 pasadas a 58,4° C
n.º 13: prueba de mezcla en campo, mezcla E-1	PG 64-22	PG 64-22 AC+ jabón, mezclados en planta a 110-113° C (230-235° F)	la disolución de jabón de aceite de resina refinado estaba a ~10° C (50° F) en el momento de la producción	0,9-1% de sólidos de jabón	99-104° C (210-220° F)	1.626 pasadas a 58,3° C sobre la mezcla de campo compactada en laboratorio
n.º 14: mezcla E-10 + 15% de RAP + jabón	PG 64-22	mezcla E-10 + 15% de RAP + jabón, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	0,046% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	6.601 pasadas a 58,5° C
n.º 15: mezcla E-10 + 15% de RAP + jabón	PG 64-22	mezcla E-10 + 15% de RAP + jabón, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	0,069% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	5.101 pasadas a 58,5° C

N.º de ejemplo y formulación de mezcla	Ligante asfáltico	Temperatura y condiciones de mezcla de árido	Combinación de disolución de tensioactivo y/o material antidespegadura	% de tensioactivo, sólidos de jabón o antidespegadura con respecto a peso de ligante	Temperatura de compactación	Pasadas Hamburg para una profundidad de rodada de 10 mm, en seco
n.º 16: mezcla E-1 + jabón	PG 64-22	mezcla E-1 + jabón, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	0,75% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	1.451 pasadas a 58,2° C
n.º 17: mezcla E-1 + jabón	PG 64-22	mezcla E-1 + jabón, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	0,075% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	2.225 pasadas a 58,2° C
n.º 18: mezcla E-1 + jabón	PG 64-22	mezcla E-1 + jabón, mezclados en laboratorio a 110° C (230° F), curados durante 30 minutos a 110° C (230° F)	jabón de aceite de resina refinado	0,15% de sólidos de jabón	102-104° C (215-220° F)	1.826 pasadas a 58,0° C
n.º 19: prueba de mezcla en campo, mezcla E-1 que contiene 10% de RAP, PG 64-22 AC + jabón	PG 64-22	mezcla E-1 que contiene 10% de RAP, PG 64-22 AC + jabón, mezclados en planta a 110-116° C (230-240° F)	jabón de aceite de resina refinado, la temperatura de la disolución de jabón en el campo era ~2° C (35° F)	0,97% de sólidos de jabón	aplicación y compactación a 99-107° C (210-225° F)	1.976 pasadas a 58,3° C

5 En general, como indican los datos, el empleo del mismo ligante para la "mezcla tibia" que para la "mezcla en caliente" no produce los mismos resultados, pero proporciona un material para pavimentación aceptable. La mezcla tibia presenta un número inferior de pasadas Hamburg. Este número inferior es debido, probablemente, al hecho de que el ligante no envejece o cura tanto durante el proceso de mezclado tibia, a causa de la temperatura más baja de la mezcla y el menor tiempo de curado, como se demuestra al comparar los ejemplos 1, 2 y 3. Los ejemplos 1, 6, 7 y 17 muestran que el curado mejora en gran medida las prestaciones de una mezcla en caliente, y los ejemplos 16, 17 y 18 también muestra unas prestaciones mejoradas con el curado, incluso con un nivel de jabón reducido. Los ejemplos 1 y 4 muestran que la adición de solamente un agente antidespegadura a una mezcla en caliente no mejora el pavimento. El ejemplo 4 se ensayó a una temperatura ligeramente superior e indica que un material antidespegadura mejora las prestaciones. Siendo igual todo lo demás, se puede producir una disminución de hasta 10 50% en el número de pasadas requeridas para llegar a una profundidad de rodada de 10 mm si se incrementa la temperatura de ensayo en 8° C. Los ejemplos 8 y 9 muestran que el uso de la invención con PG 64-22, un ligante más rígido que el PG 58-28, da como resultado unas prestaciones mejoradas. Los ejemplos 14 y 15 muestran que el uso de la invención con PG 64-22, 15% de RAP y un curado de 30 minutos proporciona el pavimento con las mejores prestaciones. Estos datos indican que se puede utilizar un ligante con mayor rigidez inicial para producir la mezcla tibia, a fin de proporcionar prestaciones aproximadamente iguales a las del ligante menos rígido utilizado para preparar la mezcla en caliente. Un ligante PG 58-28 es menos rígido que un ligante PG 64-22 pero, como muestran los datos, el uso de un ligante PG 64-22 en la mezcla tibia produce resultados Hamburg aproximadamente iguales a los resultados de PG 58-28 con la mezcla en caliente. Por lo tanto, el poder reemplazar PG 58-28, 15 utilizando en su lugar PG 64-22, mediante el uso de la invención, da como resultado un pavimento adecuado.



**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para preparar una composición para pavimentación bituminosa que comprende los pasos de
- 5 a) inyectar una disolución acuosa que comprende agua y una sustancia lubricante en un ligante asfáltico calentado a una temperatura de 82-171° C (180-340° F), para proporcionar un ligante asfáltico espumado calentado;
- b) mezclar el ligante asfáltico espumado, calentado, con el árido calentado, para revestir el árido y formar una
- 10 composición para pavimentación de mezcla tibia que contiene ligante asfáltico, sustancia lubricante y árido,
- en donde la sustancia lubricante es un jabón o un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico; la composición para pavimentación de mezcla tibia comprende 91-97% en peso de árido y 3-9% en peso de ligante asfáltico; y la cantidad de sustancia lubricante es 0,01-3% en peso con respecto al peso de ligante asfáltico.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en donde la disolución acuosa comprende 5-10% en peso de sólidos de jabón disueltos en 90-95% en peso de agua.
3. El procedimiento según la reivindicación 1 que comprende además el paso de añadir un material antidespegadura a la composición para pavimentación de mezcla tibia.
- 20 4. Un procedimiento de pavimentación bituminosa que comprende los pasos de
- a) combinar una disolución acuosa que comprende agua y una sustancia lubricante con un ligante asfáltico calentado a una temperatura de 82-171° C (180-340° F) a fin de proporcionar un ligante asfáltico espumado
- 25 calentado y sustancia lubricante;
- b) mezclar el ligante asfáltico espumado calentado y sustancia lubricante con el árido calentado, para revestir el árido calentado con el ligante asfáltico y sustancia lubricante y formar un material para pavimentación de mezcla tibia que contiene ligante asfáltico, sustancia lubricante y árido;
- c) transferir el material para pavimentación de mezcla tibia a una máquina pavimentadora;
- 30 d) aplicar el material para pavimentación de mezcla tibia desde la máquina pavimentadora a una superficie a pavimentar; y
- e) compactar el material para pavimentación de mezcla tibia para formar una superficie pavimentada,
- en donde la sustancia lubricante es un jabón o un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico; la composición para
- 35 pavimentación de mezcla tibia comprende 91-97% en peso de árido y 3-9% en peso de ligante asfáltico; y la cantidad de sustancia lubricante es 0,01-3% en peso con respecto al peso de ligante asfáltico.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en donde el ligante asfáltico calentado está a una temperatura de 110-171° C (230-340° F) en el paso a).
- 40 6. El procedimiento según la reivindicación 4, en donde el ligante asfáltico calentado está a una temperatura inferior a 110° C (230° F) en el paso a).
7. El procedimiento según la reivindicación 4, en donde la disolución acuosa comprende además un material antidespegadura.
- 45 8. El procedimiento según la reivindicación 4, en donde el árido comprende material de pavimento asfáltico recuperado.
9. Una composición para pavimento bituminoso que comprende un ligante asfáltico espumado que comprende una disolución acuosa que contiene 0,01-3% en peso, con respecto al peso del ligante asfáltico, de una sustancia lubricante dispersable en agua; 3-9% en peso de ligante asfáltico; y 91-97% en peso de árido, en donde la sustancia lubricante es un jabón o un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico.
- 50 10. La composición según la reivindicación 9, en donde la disolución acuosa tiene 5-10% en peso de sólidos de jabón disueltos en 90-95% en peso de agua.
11. La composición según la reivindicación 10, en donde los sólidos de jabón son jabones sódicos de ácidos grasos, jabones sódicos de ácidos sulfónicos, nonilfenoles etoxilados, cloruros de amina cuaternaria o jabones sódicos o potásicos de aceites de resina y aceites de resina refinados.
- 60 12. La composición según la reivindicación 9, en donde la sustancia lubricante es un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico.
- 65 13. La composición según la reivindicación 9, que comprende además un material antidespegadura.

14. La composición según la reivindicación 10, en donde el material antidespegadura es una amina primaria, una amina secundaria, una amina terciaria, una imidoamina, una imidazolina o un éster de fosfato en donde el número de átomos de carbono en el material antidespegadura está en el intervalo de 7 a 20.

- 5 15. La composición según la reivindicación 14, en donde la cantidad de material antidespegadura está en el intervalo de 0,1%-10% en peso de la sustancia lubricante.