

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 874**

51 Int. Cl.:

C08L 95/00 (2006.01)

C08L 91/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2017** **PCT/IB2017/052102**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2018** **WO18189570**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2017** **E 17722158 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022** **EP 3609959**

54 Título: **Composiciones de asfalto de mezcla en caliente como tratamiento de la superficie de pavimento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2022

73 Titular/es:

QUIMIKAO, S.A. DE C.V. (100.0%)
Km 22.5 Carretera Guadalajara - El Salto
C.P. 45680 El Salto, Jalisco, MX

72 Inventor/es:

GUTIÉRREZ MUÑIZ, ÁLVARO;
TERÁN OROZCO, RAÚL;
RAMIREZ SOTO, LUIS ENRIQUE y
ORTIZ CARDENAS, LUIS FELIPE

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 923 874 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

Composiciones de asfalto de mezcla en caliente como tratamiento de la superficie de pavimento

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a composiciones de asfalto de mezcla en caliente que se usan como tratamiento de la superficie de pavimento que se aplica sobre una superficie ya existente o pavimento de capa de base para prolongar su vida de servicio, corregir problemas de formación de surcos, incrementar la rugosidad (incrementar el coeficiente de fricción) e incrementar la regularidad (reducir el "Índice de Rugosidad Internacional" (IRI) según la Norma Europea NLT-330). Estas composiciones comprenden un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que se incorpora en el asfalto antes de mezclarlo con cualquier material o compuesto de piedra. Los aditivos de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación se diseñan específicamente para modificar las propiedades reológicas del asfalto de modo que tiene viscosidad reducida, fragilidad reducida, y envejecimiento y problemas de adhesión reducidos. Las presentes composiciones de asfalto de mezcla en caliente son resistentes a la deformación permanente, al agrietamiento provocado por fatiga o temperatura, a la oxidación y al daño provocado por humedad.

Antecedentes de la invención

La capa de superficie o capa de base del pavimento de carreteras se basa en la aplicación de una capa de mezcla de asfalto que comprende asfalto, es decir, productos bituminosos obtenidos de petróleo, y diferentes tipos de materiales de piedra (agregados), tales como un agregado grueso, por ejemplo, material de piedra triturado, y agregado fino tal como arena y producto de relleno (polvo), u otros productos de relleno inorgánicos. Una composición de mezcla de pavimento de asfalto típica contiene aproximadamente el 54% de agregado grueso, aproximadamente el 35% de agregado fino, aproximadamente el 5% de producto de relleno, y aproximadamente el 6% de asfalto (betún), que actúa como agente aglutinante.

Más frecuentemente, el pavimento, cuando se considera la cantidad de betún consumido en el mundo, aplica a las así denominadas tecnologías de asfalto de mezcla caliente. Estas tecnologías se caracterizan al mezclar los productos bituminosos con los agregados a altas temperaturas, de entre 130 y 180°C, seguido por procedimientos de colocación y compactación, también llevados a cabo bajo condiciones calientes.

Se han desarrollado las así denominadas tecnologías de asfalto de mezcla en caliente con el fin de reducir las temperaturas del pavimento, es decir, las temperaturas usadas en la preparación y aplicación de mezclas de asfalto. Las bases para estas tecnologías consisten en reducir la viscosidad de asfalto con el fin de facilitar la mezcla del mismo con agregado, de tal manera que la compactación de la mezcla es eficaz a temperaturas entre 20 y 55°C menores que aquellas usadas en los métodos tradicionales. La ventaja más obvia de reducir la temperatura del pavimento de carretera es ahorrar energía. Otro beneficio claro de estas técnicas es que facilitan la pavimentación en lugares donde el equipo de calentamiento no está disponible en el sitio. En estos lugares, el enfriamiento que puede tomar lugar en el transporte del asfalto conduciría a problemas cuando se usan mezclas de asfalto convencionales. Por otra parte, las técnicas de asfalto de mezcla en caliente permiten una reducción considerable en la emisión de humos tóxicos, tales como monóxido de carbono, y óxidos nitrosos y sulfurosos.

Las tecnologías de asfalto de mezcla en caliente requieren básicamente la presencia de aditivos que reducen la viscosidad de los compuestos bituminosos. Sin embargo, estos aditivos se consideran que son completamente eficaces si también tienen un efecto en el resto de los problemas técnicos que los aditivos de asfalto deben resolver en relación con la aplicación y la durabilidad del asfalto. Un aditivo adecuado para la preparación de mezclas de asfalto caliente debe proporcionar una solución a los siguientes problemas técnicos:

- a) el asfalto a temperaturas entre 100 y 160°C muestra altas viscosidades, lo cual hace difícil el manejo;
- b) el asfalto a temperaturas entre 58 y 82°C tienen la consistencia de un líquido viscoso, lo cual también hace difícil el manejo;
- c) el asfalto a bajas temperaturas puede ser muy frágil;
- d) el asfalto reacciona con oxígeno en la atmósfera, lo cual provoca envejecimiento;
- e) se genera una tensión de superficie de contacto alta entre el asfalto y los agregados, lo cual provoca problemas de adhesión.

Las tecnologías de asfalto de mezcla en caliente usadas tradicionalmente en la superficie o una pavimentación de capa de base pueden usarse en la pavimentación del tratamiento de la superficie. Cuando se usa en la pavimentación de tratamiento de la superficie, los problemas asociados con las tecnologías de asfalto de mezcla en caliente que necesitan ser superadas, son las mismas, y por tanto, las composiciones de asfalto de mezcla en caliente requieren aditivos que sean capaces de reducir la viscosidad del asfalto, reducir la fragilidad del asfalto, y adicionalmente reducir

el envejecimiento y problemas de adhesión comunes al asfalto.

Las tecnologías que comúnmente se usan actualmente para la pavimentación de tratamiento de las superficies son micropavimentación y lechada bituminosa, pero su aplicación se limita debido a las desventajas asociadas con las emulsiones que emplean. Estas emulsiones (generalmente las catiónicas) se usan para cubrir el agregado. Las emulsiones entonces se descomponen y el agua que contienen se elimina. Estas composiciones de asfalto presentan adhesión y consistencia máxima. No obstante, el uso de emulsiones provoca las siguientes desventajas:

1. Sólo pueden usarse tipos limitados de agregados, tales como agregados que tienen carga eléctrica alta que no pueden cubrirse fácilmente con la emulsión.

2. El tiempo de apertura al tráfico, definido como el tiempo entre la colocación de la mezcla de asfalto al momento cuando la carretera pavimentada se abre para el flujo de tráfico, es de al menos una hora, dependiendo de las condiciones climáticas, y la aplicación durante la noche. Esto es especialmente cierto cuando la temperatura ambiental está por debajo de 20°C, ya que el agua se evapora lentamente dando como resultado un incremento en el tiempo de apertura al tráfico de hasta 4 horas.

3. El asfalto usado sólo puede modificarse en una forma muy limitada en vista del hecho de que su punto de ablandamiento se incrementa, no puede emulsionarse.

4. El reciclaje de las emulsiones de asfalto generadas es prácticamente imposible.

5. Se requiere personal técnicamente capacitado para aplicar el pavimento (especialmente cuando se trabaja con micropavimentos).

Con el fin de resolver los problemas técnicos mencionados en lo anterior asociados con aplicación de asfalto de mezcla en caliente como una superficie o un pavimento de capa de base, o un tratamiento de la superficie de pavimento, se han desarrollado una gran variedad de composiciones de asfalto.

El documento US8722771 B2 divulga mezclas de hormigón de asfalto modificadas con azufre para el uso en aplicaciones de asfalto de mezcla en caliente, que pueden usarse para proporcionar cubiertas superficiales (pavimentación de carreteras). Estas mezclas de hormigón de asfalto tienen un coste de materia prima total reducido y al mismo tiempo proporcionan un desempeño equivalente o mejorado cuando se comparan con composiciones de asfalto tradicionales. Las mezclas de hormigón de asfalto comprenden composiciones de aglutinante y agregados, en donde las composiciones de aglutinante comprenden un ácido polifosfórico, un polímero macromolecular que tiene una cadena principal saturada con modificaciones macromoleculares, azufre, aditivos no tensoactivos basados en química de cera, y betún. El ácido polifosfórico puede estar presente en una cantidad efectiva para proporcionar rigidez incrementada a temperaturas de mezclado más bajas. El polímero macromolecular puede estar presente en una cantidad efectiva en incrementar la viscosidad de la composición de modo que puede usarse en aplicaciones de mezcla en caliente. El azufre puede estar presente en una cantidad efectiva para al menos emulsionar parcialmente la composición. Los aditivos no tensoactivos basados en la química de cera pueden estar presentes en una cantidad efectiva para proporcionar un efecto de lubricación en la composición.

El documento US9394652 B2 divulga composiciones de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente funcionalmente secas (o de contenido de agua reducido), composiciones de aglutinante de asfalto modificadas con polímero y composiciones de aglutinante de asfalto modificadas con polímero/ácido que se han modificado con agentes tensoactivos no acuosos lubricantes, aditivos o ácidos no tensoactivos o combinaciones de los mismos (colectivamente, agentes o aditivos lubricantes). Los tensoactivos no acuosos lubricantes mencionados (tales como diamina de sebo etoxilada), aditivos no tensoactivos (tales como las ceras de Montana, ceras de petróleo y ceras de amida) o ácidos (tales como aditivos de ácido fosfórico) proporcionan composiciones de aglutinante de asfalto que pueden mezclarse adecuadamente con agregados a temperaturas de -1,11-10°C (30-50°F) más bajas, aún más de 10°C (50°F) más bajas, o tanto como 37,80°C (100°F) más bajas que un aglutinante de asfalto o cemento sustancialmente similar que no contiene estos aditivos lubricantes o combinaciones de los mismos. Además, estas mezclas de asfalto/agregado pueden compactarse a temperaturas de -1,11-10°C (30-50°F) más bajas, aún a temperaturas de más de 10°C (50°F) más bajas, o tanto como 37,80°C (100°F) más bajas que una mezcla de asfalto/agregado sustancialmente similar que no contiene un aditivo lubricante o combinaciones de los mismos. Las composiciones de aglutinante de asfalto y mezclas de agregados que contienen agentes o aditivos lubricantes divulgados en la presente solicitud también pueden incluir aditivos antideslizantes líquidos usados en las mezclas de asfalto/agregado convencionales. Estas composiciones de aglutinante de asfalto y mezclas de agregados pueden usarse para formar superficies pavimentadas en general, y por tanto, también pueden usarse como tratamiento de la superficie.

El documento US8382890 B2 divulga mezclas de asfalto obtenidas al mezclar producto(s) bituminoso(s) con agregado(s). Estas mezclas de asfalto pueden usarse especialmente para producir materiales en el campo de sellado, construcción y reparación de recubrimientos de carretera, pavimentos, caminos de bicicletas, áreas de estacionamiento, pistas de aterrizaje de aviones, etcétera. Las mezclas de asfalto comprenden al menos un agregado,

al menos un producto bituminoso y al menos un aditivo caracterizado porque contiene al menos un compuesto de alquilo fosforoso propoxilado y/o etoxilado, el aditivo contiene opcionalmente pirofosfato de compuesto de alquilo fosforoso propoxilado y/o etoxilado y ácido fosfórico. La presencia de un aditivo significa que las temperaturas de operación para mezclar, colocar y/o compactar las mezclas de asfalto pueden reducirse hasta 50°C.

El documento WO2012059810 divulga un aditivo que modifica las propiedades reológicas del asfalto de mezcla en caliente, y hace posible mezclar y compactar las mezclas de asfalto a una temperatura reducida hasta 35°C. El aditivo se constituye por cera, un aditivo mejorador de adhesión, un agente de flujo, y opcionalmente un aceite mineral. El agente de flujo comprende al menos un compuesto seleccionado de un nitrilo de alquilo graso, un nitrilo de dímero o un aminonitrilo. Las ventajas de la adición de aditivo radican en reducir la oxidación del asfalto, provocando que se envejezca menos y sea más resistente a la fatiga, reduciendo la tensión de superficie de contacto entre el agregado y el asfalto, incrementar la adhesión entre ellos, hacer que la mezcla sea resistente a los daños provocados por humedad, incrementar la resistencia a la deformación permanente, provocar que las emisiones de gas se reduzcan y conducir a ahorros en el consumo de combustible.

El documento US 2014/366774 A1 divulga composiciones bituminosas que presentan una viscosidad de moderada a baja a temperaturas moderadas a altas. La composición bituminosa comprende al menos un betún industrial y al menos un agente tensioactivo. El agente tensioactivo puede ser una amida grasa o un éster de ácido fosfórico.

El documento EP 0 926 191 A2 divulga un aditivo de asfalto que comprende un éster fosfórico de fórmula (I), (II) o (III).

El documento US 2013/239850 A1 divulga un paquete de aditivos para formulaciones de asfalto de mezcla en caliente que comprenden aminas, por ejemplo, aminas grasas como aminas de sebo y ceras de amidas grasas, por ejemplo, estearilamida.

El documento CN 104 559 226 A divulga una composición de aditivo de mezcla de asfalto en caliente que contiene un compuesto de amida preparado haciendo reaccionar un ácido graso con etilendiamina.

El documento US 2014/199122 A1 divulga la posibilidad de incorporar aditivos no tensioactivos basados en la química de la cera en un aglutinante de asfalto para producir mezclas de pavimentación de mezcla en caliente. Las ceras de amida se mencionan en una lista de posibles aditivos no tensioactivos.

A partir del estado de la técnica descrito en lo anterior, puede observarse que existe aún una necesidad de composiciones de asfalto de mezcla en caliente para el uso como tratamiento de la superficie de pavimento, y que sean adecuadas para la aplicación a una superficie o pavimento de capa de base ya existente para prolongar su vida de servicio, corregir los problemas de surcos, incrementar la rugosidad (incrementar el coeficiente de fricción) e incrementar la regularidad (reducción del "Índice de Rugosidad Internacional" IRI según la Norma Europea NLT-330). Además, las composiciones de asfalto de mezcla en caliente deben tener propiedades mecánicas similares a las composiciones de asfalto de mezcla en caliente, y deben mostrar comportamiento satisfactorio en cuanto a grado de compactación, adhesión y resistencia a la oxidación y fatiga. Además, existe una necesidad de un método mejorado y más eficiente para obtener estas composiciones de asfalto de mezcla en caliente que comprenda menos etapas.

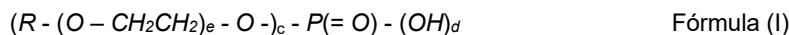
Sumario de la invención

Un primer aspecto de la presente divulgación es un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

- (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;
- (b) un éster fosfórico; y
- (c) una amina grasa.

Preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico derivado de alcoholes alquílicos lineales o ramificados que contienen 14, 16 ó 18 átomos de carbono o de alcoholes alquílicos etoxilados lineales o ramificados que contienen 12 ó 14 átomos de carbono. Más preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico de alquilo C16-18, lo más preferiblemente un éster fosfórico de monoalquilo C16-18.

En una realización, el componente (b) es un éster fosfórico de alquilo según la fórmula (I):



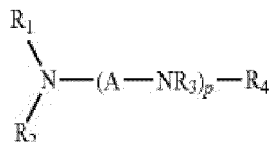
en la que

P es un átomo fosforoso, c es un número desde 1 hasta 3, d es un número desde 0 hasta 2, c+d es igual a 3, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 8 hasta 20 átomos de carbono y e es un número desde 0 hasta 5. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 10 hasta 18 átomos

de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 12 hasta 18 átomos de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 14 hasta 18 átomos de carbono. Lo más preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 16 hasta 18 átomos de carbono.

Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa. Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa alifática. Las aminas grasas alifáticas adecuadas incluyen aminas primarias, aminas terciarias de dialquilo, poliaminas, cianoaminas, y mezclas de las mismas. Lo más preferiblemente, el componente (c) es una amina de sebo primaria o una poliamina de sebo o una mezcla de las mismas.

Más preferiblemente, el componente (c) es un compuesto según la fórmula (II):



Fórmula (II)

en la que

R₁ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono,

R₂ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono, un átomo de hidrógeno, o un grupo representado por la fórmula: (R—O)_m-H, donde R—O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y m es un número desde 1 hasta 30;

R₃ y R₄ son, independientemente, un átomo de hidrógeno o un grupo representado por la fórmula: (R'O)_q-H, donde R'O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y q es un número desde 1 hasta 30.

A es un grupo etileno o propileno, y p es un número entero desde 1 hasta 5.

Una realización del primer aspecto de la presente divulgación es un aditivo de asfalto de mezcla en caliente, que comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

(b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y

(c) una amina grasa.

Un segundo aspecto de la presente divulgación es una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende asfalto y un aditivo de asfalto de mezcla en caliente. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a) a (c) tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas y sus realizaciones mucho más preferidas. Preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico; y (c) una amina grasa. Más preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y (c) una amina grasa.

Un tercer aspecto de la presente divulgación es una composición de asfalto de mezcla en caliente que comprende un aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación y agregado. Preferiblemente, la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente comprende asfalto y un aditivo de asfalto de mezcla en caliente. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a) a (c) tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas. Preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico; y (c) una amina grasa. Más preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y (c) una amina grasa.

Un cuarto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente descrita en el presente documento, que comprende las etapas de:

1) calentar el asfalto a una temperatura en el intervalo de 150 a 160°C;

2) añadir el componente (a);

3) mantener la temperatura en el intervalo de 150 a 160°C y añadir el componente (c); y

4) añadir el componente (b).

En una realización preferida, el componente (a) es una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; el componente (b) es un éster fosfórico, preferiblemente un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y el componente (c) es una amina grasa.

Un quinto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar la composición de asfalto de mezcla en caliente descrita en el presente documento, que comprende mezclar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en el presente documento con agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C.

Un sexto aspecto de la presente divulgación es el uso de la composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se describe en el presente documento como tratamiento de la superficie de pavimento.

Un séptimo aspecto de la presente divulgación es un método de pavimentación de tratamiento de la superficie que comprende las etapas de:

A. Preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

i) asfalto; y

ii) un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

(b) un éster fosfórico, preferiblemente un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y

(c) al menos una amina grasa.

B. Combinar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en A con agregado para formar una composición de asfalto de mezcla en caliente.

C. Aplicar la composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en B sobre una capa de superficie o capa de base de un pavimento, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 110 a 140°C.

D. Compactar la composición de asfalto de mezcla en caliente, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 90 a 120°C.

Preferiblemente, en la etapa B del método de pavimentación de tratamiento de la superficie, la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente se combina con el agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C.

Un octavo aspecto de la presente divulgación es un kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende el aditivo de asfalto de mezcla en caliente tal como se describe en el presente documento, en el que cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido en un contenedor separado. Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

En una realización del octavo aspecto de la presente divulgación, el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

(b) un éster fosfórico; y

(c) una amina grasa;

en el que, cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido en un contenedor separado.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un gráfico que muestra la viscosidad del asfalto a altas temperaturas usando diferentes tipos de ceras. A partir del gráfico es evidente que el producto comercial Kaoamin KW provoca que el asfalto tenga una menor viscosidad a temperaturas en el intervalo de 130 a 150°C que las otras ceras comerciales.

La figura 2 es un gráfico que muestra la viscosidad de los asfaltos másticos que usan asfalto modificados con agentes lubricantes. Se encontró que Gripper 67 provoca la reducción más grande en la viscosidad.

La figura 3 es un gráfico que muestra la viscosidad del asfalto modificado con aditivos rejuvenecedores. A partir de esta figura puede observarse que casi todos los aditivos rejuvenecedores sometidos a prueba reducen la viscosidad del asfalto a temperaturas en el intervalo de 100 a 150°C.

La figura 4 es un gráfico de barras que muestra el punto de fusión del asfalto modificado con aditivos rejuvenecedores después de PAV. La figura 4 muestra que la adición de o bien Danox AP o bien Kaoamin 20 al asfalto provoca la reducción más grande en el punto de fusión.

La figura 5 es un gráfico que muestra el efecto de la adición de aditivos en la viscosidad del asfalto.

La figura 6 es un gráfico que muestra la reducción de viscosidad de los asfaltos másticos debido a la adición de los aditivos.

La figura 7 es un gráfico que compara los resultados de la Prueba de Abrasión de Vía Húmeda (WTAT) para la mezcla de asfalto emulsionada y la composición de asfalto de mezcla en caliente de la invención.

La figura 8 es una fotografía que muestra la apariencia de una composición de asfalto compactada según la presente divulgación.

La figura 9 es un gráfico que muestra el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de una carretera antes y después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación.

La figura 10 es un gráfico que muestra el coeficiente de fricción de una carretera antes y después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación.

La figura 11 es un gráfico que muestra la deformación permanente (formación de surcos) de una carretera antes y después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

El término “éster fosfórico” tal como se usa en el presente documento se refiere al éster de un ácido fosfórico.

El término “asfalto de mezcla en caliente” tal como se usa en el presente documento se refiere a composiciones de asfalto que tienen una temperatura de mezcla total en el intervalo de 130 a 150°C, una temperatura de colocación en el intervalo de 110 a 140°C, y una temperatura de compactación en el intervalo de 90 a 120°C.

Aditivo de asfalto de mezcla en caliente

Un primer aspecto de la presente divulgación es un aditivo de asfalto de mezcla en caliente. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende un componente (a), un componente (b), y un componente (c). Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas. El objetivo del aditivo es modificar las propiedades reológicas del asfalto de modo que tenga viscosidad reducida, fragilidad reducida, y opcionalmente presente envejecimiento y problemas de adhesión reducidos.

Componente (a)

Cuando se fabrica una composición de asfalto, el asfalto debe cubrir de manera eficaz la superficie del agregado usado. Por tanto, el asfalto debe tener una viscosidad en el intervalo de 0,1 a 0,5 Pa s, preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,3 Pa s. Esto puede lograrse mediante la adición de un aditivo de agente de flujo. Sin embargo, los agentes de flujo reducen frecuentemente la viscosidad del asfalto a temperaturas ambientales altas y pueden provocar la deformación con el paso de los vehículos. Una solución a este problema es usar un aditivo con un punto de fusión alto (más alto que la temperatura ambiental máxima en la ubicación donde la mezcla de asfalto se aplica) y baja viscosidad una vez que se funde para reducir la viscosidad del asfalto en las temperaturas de mezclado, colocación y compactación. Las ceras de amida o una cera Fischer-Tropsch, entre otras, pueden usarse para este propósito.

El aditivo de asfalto de mezcla en caliente de la presente invención comprende, por tanto, un componente (a) que puede usarse para ajustar la viscosidad del asfalto.

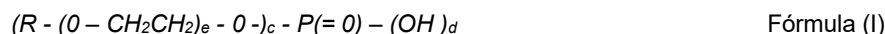
El componente (a) es una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y una dietilenamina. En una realización de la presente invención, el componente (a) es una cera de amida grasa saturada que puede obtenerse de la reacción entre un ácido graso saturado, preferiblemente que contiene de 16 a 18 átomos de carbono, y una etilendiamina. Lo más preferiblemente, el componente (a) es una cera de amida grasa de sebo saturado.

Componente (b)

En la fabricación de las composiciones de asfalto de tratamiento de la superficie, debe usarse el agregado que tiene un tamaño más pequeño que el agregado usualmente empleado para las composiciones de capa de base. El agregado de tamaño más pequeño tendrá un área superficial específica mayor y por consiguiente, tendrá que ser añadido una mayor cantidad de asfalto. Por tanto debe optimizarse la afinidad del asfalto para el agregado. Para lograr esto, es necesaria la adición de un aditivo de agente lubricante (reductor de tensión superficial).

El aditivo del asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación por tanto comprende un componente (b) que incrementa la capacidad del asfalto para cubrir la superficie de agregado sin disminuir su punto de ablandamiento. Preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico derivado de alcoholes alquílicos lineales o ramificados que contienen 14, 16 ó 18 átomos de carbono de alcoholes alquílicos etoxilados lineales o ramificados que contienen 12 ó 14 átomos de carbono. Más preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico de alquilo C16-18, lo más preferiblemente un éster fosfórico de monoalquilo C16-18,

En una realización, el componente (b) es un éster fosfórico de alquilo según la fórmula (I):



en la que

P es un átomo de fósforo, c es un número desde 1 hasta 3, d es un número desde 0 hasta 2, c+d es igual a 3, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 8 hasta 20 átomos de carbono y es un número desde 0 hasta 5. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 10 hasta 18 átomos de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 12 hasta 18 átomos de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 14 hasta 18 átomos de carbono. Lo más preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 16 hasta 18 átomos de carbono.

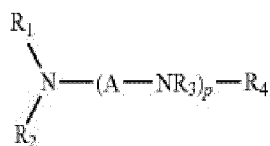
El componente (b) también puede seleccionarse de un compuesto que es capaz de incrementar la capacidad del asfalto de cubrir la superficie del agregado sin disminuir su punto de ablandamiento, tal como una amidoamina o un silano.

Componente (c)

Al añadir una cera (componente (a)) para incrementar la viscosidad de una composición de asfalto, puede incrementarse la rigidez de la composición de asfalto a temperaturas ambientales más bajas. Con el fin de contrarrestar este efecto, puede añadirse un agente de flujo a la composición que debe reducir la viscosidad del asfalto en las etapas de mezclado, colocación y compactación, incrementar el punto de ablandamiento del asfalto cuando se expone a temperaturas por encima de 75°C, de modo que la composición de asfalto no se deforme fácilmente, e incrementa la penetración del asfalto a 25°C hasta al menos 65 decenas de mm para impedir que la composición del asfalto muestre evidencia de fatiga y agrietamiento. El agente de flujo debe también incrementar la adhesión de agregado-asfalto. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación, por tanto, comprende un componente (c) para mejorar la adhesión de agregado-asfalto.

Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa. Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa alifática. Las aminas grasas alifáticas adecuadas incluyen aminas primarias, aminas terciarias de dialquilo, poliaminas y cianoaminas. Lo más preferiblemente, el componente (c) es amina de sebo primaria o una poliamina de sebo o una mezcla de las mismas.

Más preferiblemente, el componente (c) es un componente según la fórmula (II):



Fórmula (II)

en la que

R₁ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono,

R₂ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono, un átomo de hidrógeno, o un grupo representado por la fórmula: (R—O)_m-H, donde

R—O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y m es un número desde 1 hasta 30;

R₃ y R₄ son, independientemente, un átomo de hidrógeno o un grupo representado por la fórmula: (R'O)_q-H, donde R'O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y q es un número desde 1 hasta 30.

A es un grupo etileno o propileno, y p es un número entero de 1 a 5.

Cada una de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas, y realizaciones mucho más preferidas del componente (a) tal como se definió anteriormente, pueden combinarse con cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (b) y cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (c).

Cada una de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas y realizaciones mucho más preferidas del componente (b) tal como se definió anteriormente, pueden combinarse con cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (a) y cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (c). Por ejemplo, una realización preferida del componente (b), un éster fosfórico derivado de alcoholes alquílicos lineales o ramificados que contienen 14, 16 ó 18 átomos de carbono, puede combinarse con una realización mucho más preferida del componente (a), una cera de amida grasa de sebo saturado, y una realización mucho más preferida del componente (c), una amina de sebo primaria.

Cada una de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas y realizaciones mucho más preferidas del componente (c) tal como se definió anteriormente, pueden combinarse con cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (a) y cualquiera de las realizaciones, realizaciones preferidas, realizaciones más preferidas o realizaciones mucho más preferidas del componente (b).

En otra realización del primer aspecto de la presente divulgación, el componente (a) del aditivo de asfalto de mezcla en caliente es N,N'-etilendi(estearamida) (Kaoamin KW); el componente (b) del aditivo de asfalto de mezcla en caliente es un éster de iso-fosfato C16-17 tal como Gripper 67; y el componente (c) del aditivo de asfalto de mezcla en caliente es una mezcla de aminas de sebo y disebo tal como Danox AP.

El componente (a) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en el aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 30 al 80% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 40 al 75% en peso, preferiblemente en el intervalo del 35 al 45% en peso, o en el intervalo del 65 al 75% en peso basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

El componente (b) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en el aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 1 al 15% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 3 al 12% en peso, lo más preferiblemente en el intervalo del 5 al 11% en peso basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

El componente (c) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en el aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 10 al 60% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 15 al 55% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

En una realización del primer aspecto de la presente divulgación, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a), (b) y (c) tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, en donde el componente (a) está presente en el intervalo del 35 al 45% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente; el componente (b) está presente en el intervalo del 1 al 10% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente; y el componente (c) está presente en el intervalo del 45 al 55% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Un aditivo de asfalto de mezcla en caliente según esta realización puede

ser adecuado para el uso en climas fríos, donde la temperatura ambiental está en el intervalo de -20 a 25°C.

En una realización del primer aspecto de la presente divulgación, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a), (b) y (c) tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, en donde el componente (a) está presente en el intervalo del 65 al 75% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente; el componente (b) está presente en el intervalo del 5 al 15% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente; y el componente (c) está presente en el intervalo del 15 al 25% en peso, basado en el peso total del aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Un aditivo de asfalto de mezcla en caliente según esta realización puede ser adecuado para el uso en climas calientes, donde la temperatura ambiental está en el intervalo de 0 a 45°C.

Composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente

Un segundo aspecto de la presente divulgación es una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende asfalto y un aditivo de asfalto de mezcla en caliente. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a) a (c) tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas. Preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico; y (c) una amina grasa. Más preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y (c) una amina grasa.

El componente (a) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 0,5 al 10% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 1 al 7% en peso, lo más preferiblemente en el 3,5% en peso, basado en el peso total del asfalto en la composición.

El componente (b) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 0,1 al 2,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 0,1 al 0,7% en peso, lo más preferiblemente en el 0,5% en peso basado en el peso total del asfalto en la composición.

El componente (c) del aditivo tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está presente en una cantidad efectiva en la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, está presente en el intervalo del 0,3 al 15,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 8,0% en peso, lo más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 4,5% en peso, basado en el peso total del asfalto en la composición.

Asfalto

La composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente de la presente invención comprende asfalto. Cuando se emplea en una composición de asfalto de mezcla en caliente, el asfalto funciona al unir conjuntamente el material agregado y limita de esta manera su movilidad cuando se aplica una carga.

En una realización del segundo aspecto de la invención, el asfalto en la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente es asfalto puro (producto bituminoso). Otros tipos de asfalto también pueden usarse en la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente. Se han obtenido datos experimentales con EKBE (nombre comercial del asfalto fabricado por PEMEX), y también con el asfalto PG 64-22 y asfalto AC-20.

El aditivo que comprende el componente (a), el componente (b), y el componente (c), tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, se combinan con asfalto para proporcionar una composición de aglutinante de asfalto que tiene las siguientes propiedades:

1. Viscosidad reducida cuando se trabaja a temperaturas en el intervalo de 100 a 150°C. Esto asegura que la capacidad del asfalto para cubrir la superficie del agregado se incremente y significa que la composición de asfalto resultante puede aplicarse usando la misma maquinaria usada cuando se trabaja con composiciones de asfalto de mezcla caliente (es decir, que no requiere equipo especial).

2. Punto de ablandamiento incrementado de modo que está en el intervalo de 70 a 115°C (según las normas ASTM D-36 y AASHTO T-53). Esto hace a la mezcla de asfalto aplicada resistente al daño (formación de surcos) favorecido por las altas temperaturas ambientales.

3. Penetración de asfalto incrementada en el intervalo de 40 a 80 decenas de mm a una temperatura de 25°C; por

tanto, la composición de asfalto aplicada es resistente al daño (fatiga y agrietamiento térmico) provocado por bajas temperaturas ambientales.

Composición de asfalto de mezcla en caliente

Un tercer aspecto de la presente divulgación es una composición de asfalto de mezcla en caliente que comprende una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente y agregado. La composición de asfalto de mezcla en caliente es resistente a la deformación permanente, al agrietamiento provocado por fatiga o temperatura, a la oxidación, y al daño provocado por humedad.

La composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente comprende asfalto y un aditivo de asfalto de mezcla en caliente. El aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a) a (c) tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas. Preferiblemente, el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico; y (c) una amina grasa. Más preferiblemente el aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende: (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina; (b) un éster fosfórico de alquilo C18-C18; y (c) una amina grasa.

Agregado

La composición de asfalto de mezcla en caliente de la presente invención comprende agregado. Según el tamaño de los materiales de piedra triturados o agregados, el agregado puede clasificarse como agregado grueso o agregado fino. La gradación se refiere a la determinación de la distribución del tamaño de partícula del agregado. Los límites de gradación y tamaño del agregado máximo se especifican debido a que estas propiedades afectan la cantidad de agregado y determinan qué propiedades del asfalto deben asegurar la maleabilidad, capacidad de manejo y la durabilidad de la mezcla de asfalto final.

El agregado grueso se refiere al agregado que es retenido en un tamiz IS de 4,75 mm y que sólo contiene tanto material más fino como es permitido por la especificación. El agregado grueso puede describirse como grava o piedra triturada o parcialmente triturada.

El agregado fino se refiere al agregado la mayoría del cual pasa a través de un tamiz IS de 4,75 mm y que sólo contiene tanto material mucho más grueso como es permitido por la especificación. El agregado fino puede describirse como arena natural, arena de piedra triturada, y arena de grava triturada. Según el tamaño, el agregado fino puede describirse como arena gruesa, arena media y arena fina.

En una realización preferida de la invención, el agregado usado es agregado fino. Esto corresponde a la gradación tipo II y tipo III según la norma ISSA A-143. Por tanto, la gradación de agregado objetivo (diseño de mezclas) (incluyendo el producto de relleno mineral) debe estar dentro de uno de las siguientes bandas:

Tabla 1. Gradación del agregado tipo II y III ISSA para micropavimentación (norma ISSA A-143, 2005)

<i>Tamaño de tamiz</i>	<i>Porcentaje de paso de especificación tipo II</i>	<i>Porcentaje de paso de especificación tipo III</i>	<i>Tolerancia de reserva</i>
1/2	100	100	-
0,952 cm (3/8")	100	100	-
#4	90 - 100	70-90	±5%
#8	65-90	45-70	±5%
#16	45-70	28-50	±5%
#30	30-50	19-34	±5%
#50	18-30	12-25	±4%
#100	10 - 21	7-18	±3%
#200	5-15	5-15	± 2%

Según el origen, los materiales de piedra triturados o agregados pueden dividirse en agregado natural o agregado de pavimento de asfalto recuperado (RAP).

En una realización preferida de la presente divulgación, el agregado en la composición de asfalto de mezcla en caliente es una mezcla de agregado natural y agregado de pavimento de asfalto recuperado (RAP).

En una realización del tercer aspecto de la presente divulgación, el agregado contiene del 2 al 30% en peso de agregado de pavimento de asfalto recuperado, basado en el peso total del agregado en la composición de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, el agregado contiene del 5 al 20% en peso de agregado de pavimento de asfalto recuperado, basado en el peso total del agregado en la composición de asfalto de mezcla en caliente.

En una realización adicional del tercer aspecto de la presente divulgación, el agregado está presente en el intervalo del 85 al 98% en peso, basado en el peso total de la composición de asfalto de mezcla en caliente. Preferiblemente, el agregado está presente en el intervalo del 90 al 95% en peso, basado en el peso total de la composición de asfalto de mezcla en caliente.

Método para preparar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente

Un cuarto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar una composición de aglutinante de mezcla en caliente que comprende asfalto y un aditivo que comprende un componente (a), un componente (b) y un componente (c). Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

Una realización del cuarto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende las etapas de:

- i) preparar un aditivo de asfalto que comprende un componente (a), un componente (b) y un componente (c);
- ii) mezclar el aditivo de asfalto de la etapa (i) con asfalto.

Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

Una realización adicional del cuarto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende las etapas de:

- i) calentar asfalto a una temperatura en el intervalo de 130 a 170°C, preferiblemente de 150 a 160°C;
- ii) añadir el componente (a);
- iii) mantener la temperatura en el intervalo de 130 a 170°C, preferiblemente de 150 a 160°C; y añadir el componente (c); y
- iv) añadir el componente (b).

Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

En la etapa ii), después de añadir el componente (a), la mezcla se agita preferiblemente hasta que se homogeniza. La mezcla puede agitarse durante de 0,5 a 1 hora.

En la etapa iii), después de añadir el componente (c), la mezcla se agita preferiblemente durante de 10 a 20 minutos antes del añadir el componente (b) en la etapa iv).

Después de la adición del componente (b) en la etapa iv), la mezcla se agita preferiblemente durante de 10 a 20 minutos para dar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente.

Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

Método para preparar una composición de asfalto de mezcla en caliente

Un quinto aspecto de la presente divulgación es un método para preparar una composición de asfalto de mezcla en caliente que comprende una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación y agregado.

El método comprende mezclar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente con agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C.

Estas composiciones de asfalto de mezcla en caliente se caracterizan por una temperatura de mezclado total en el intervalo de 130 a 150°C, una temperatura de colocación en el intervalo de 110 a 140°C, y una temperatura de compactación en el intervalo de 90 a 120°C.

Un sexto aspecto de la presente divulgación es el uso de una composición de asfalto de mezcla en caliente como se define en el presente documento como tratamiento de la superficie de pavimento.

La composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se describe en el presente documento puede aplicarse sobre

la capa de superficie o la capa de base de un pavimento. La aplicación de una composición de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación sobre la capa de superficie o la capa de base de un pavimento puede usarse para prolongar la vida del servicio, corregir los problemas de formación de surcos, incrementar la rigurosidad (incrementar el coeficiente de fricción) y la regularidad (reducción del "Índice de Rigurosidad Internacional" IRI según la Norma Europea NLT-330) de la superficie.

La composición de asfalto de mezcla en caliente puede aplicarse a una temperatura en el intervalo de 110 a 140°C.

Método de pavimentación de tratamiento de la superficie

Un séptimo aspecto de la presente divulgación es un método de pavimentación del tratamiento de la superficie que comprende las etapas de:

A. preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende

i) asfalto; y

ii) un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

(b) un éster fosfórico; y

(c) una amina grasa.

B. combinar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en A con agregado para formar una composición de asfalto de mezcla en caliente.

C. aplicar la composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en B sobre una capa de superficie o capa de base de un pavimento, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 110 a 140°C.

D. compactar la composición de asfalto de mezcla en caliente, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 90 a 120°C.

Preferiblemente, en la etapa B del método de la pavimentación de tratamiento de la superficie, la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente se combina con agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C.

Una realización del séptimo aspecto de la presente divulgación es un método de pavimentación de tratamiento de la superficie que comprende las etapas de:

A. preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende

i) asfalto; y

ii) un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

(b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y

(c) una amina grasa.

B. combinar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en A con agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C para formar una composición de asfalto de mezcla en caliente.

C. aplicar la composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en B sobre una capa de superficie o capa de base de un pavimento, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 110 a 140°C.

D. compactar la composición de asfalto de mezcla en caliente, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 90 a 120°C.

El agregado usado en la etapa B de los métodos puede ser la gradación tipo II y/o tipo III según la norma ISSA A-143 para micropavimentación.

En la etapa C la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente puede estar en el intervalo de 120 a 140°C. La composición de asfalto de mezcla en caliente puede aplicarse en cualquier momento del día o la noche.

- 5 Después de la etapa C la composición de asfalto de mezcla en caliente puede tener un grosor en el intervalo de 0,5 a 1,5 cm, preferiblemente de 0,8 a 1,2 cm.

Independientemente del tipo de pavimento antiguo usado, el pavimento puede recubrirse previamente con una emulsión de asfalto caracterizada porque tiene un contenido de asfalto de al menos el 35%. Esta mezcla de asfalto una vez compactada tiene un grosor en el intervalo de 0,8 a 1,2 cm.

Después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente según los métodos descritos anteriormente, la carretera puede abrirse al tráfico después de un período de 30 minutos o menos.

15 Kits

Un octavo aspecto de la presente divulgación es un kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende el aditivo de asfalto de mezcla en caliente como se describe en el presente documento, en donde cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido en un contenedor separado.

20 En una realización, el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende:

(a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

25 (b) un éster fosfórico; y

(c) una amina grasa;

en el que, cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido es un contenedor separado.

30 Una realización adicional del octavo aspecto de la presente divulgación es un kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

(a) una mezcla de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;

35 (b) un éster fosfórico de alquilo C16-C18; y

(c) una amina grasa

40 en el que cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido en un contenedor separado.

En una realización adicional del octavo aspecto de la presente divulgación, dos de los componentes (a), (b) y (c) se mezclan conjuntamente y están contenidos en un contenedor. El componente restante está contenido en un contenedor separado. Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

En una realización, los componentes (a) y (b) se mezclan conjuntamente y están contenidos en un contenedor. En una realización adicional, los componentes (a) y (c) se mezclan conjuntamente y están contenidos en un contenedor. En una realización adicional, los componentes (b) y (c) se mezclan conjuntamente y están contenidos en un contenedor. Los componentes (a), (b) y (c) son tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas.

Preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico derivado de un alcohol alquílico lineal o ramificado que contiene 14, 16 ó 18 átomos de carbono o de alcoholes alquílicos etoxilados lineales o ramificados que contienen 12 ó 14 átomos de carbono. Más preferiblemente, el componente (b) es un éster fosfórico de alquilo C16-18, lo más preferiblemente un éster fosfórico de monoalquilo C16-18.

En una realización, el componente (b) es un éter fosfórico de alquilo según la fórmula (I)

60 $(R - (O - CH_2CH_2)_e - O)_c - P(=O) - (OH)_d$ Fórmula (I):

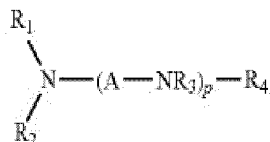
en la que

P es un átomo fosforoso, c es un número desde 1 hasta 3, d es número de 0 a 2, c+d es igual a 3, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 8 hasta 20 átomos de carbono y e es un número desde 0 hasta 5. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 10 hasta 18 átomos

de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 12 hasta 18 átomos de carbono. Preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 14 hasta 18 átomos de carbono. Lo más preferiblemente, R es independientemente un grupo hidrocarburo que contiene desde 16 hasta 18 átomos de carbono.

Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa. Preferiblemente, el componente (c) es una amina grasa alifática. Las aminas grasas alifáticas adecuadas incluyen aminas primarias, aminas terciarias de dialquilo, poliaminas, cianoaminas y mezclas de las mismas. Lo más preferiblemente, el componente (c) es una amina de sebo primaria o una poliamina de sebo o una mezcla de las mismas.

Más preferiblemente, el componente (c) es un compuesto según la fórmula (II):



Fórmula (II)

en la que

R₁ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono,

R₂ representa un grupo hidrocarburo, saturado o insaturado, que contiene desde 8 hasta 22 átomos de carbono, un átomo de hidrógeno, o un grupo representado por la fórmula: (R—O)_m-H, donde R—O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y m es un número desde 1 hasta 30;

R₃ y R₄ son, independientemente, un átomo de hidrógeno o un grupo representado por la fórmula: (R'O)_q-H, donde R'O representa un grupo óxido de alquileo que contiene 2 ó 3 átomos de carbono, preferiblemente 2 átomos de carbono, y q es un número desde 1 hasta 30.

A es un grupo etileno o propileno, y p es un número entero de 1 a 5.

En otra realización del octavo aspecto de la presente divulgación, el componente (a) del kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente es N,N'-etilendi(estearamida) (Kaoamin KW); el componente (b) del kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente es un éster de iso-fosfato C16-17 tal como Gripper 67; y el componente (c) del kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente es una mezcla de aminas de sebo y disebo tal como Danox AP.

El componente (a) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente, tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está preferiblemente presente en el intervalo del 30 al 80% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 40 al 75% en peso, preferiblemente en el intervalo del 35 al 45% en peso o en el intervalo del 65 al 75% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

El componente (b) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente, tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está preferiblemente presente en el intervalo del 1 al 15% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 3 al 12% en peso, lo más preferiblemente en el intervalo del 5 al 11% en peso basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

El componente (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente, tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, está preferiblemente presente en el intervalo del 10 al 60% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 15 al 55% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente.

En una realización del octavo aspecto de la presente divulgación, el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a), (b) y (c) tal como se definió anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, en el que el componente (a) está presente en el intervalo del 35 al 45% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente; el componente (b) está presente en el intervalo del 1 al 10% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente; y el componente (c) está presente en el intervalo del 45 al 55% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Un kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente según esta realización puede ser adecuado para el uso en climas fríos, donde la temperatura ambiental está en el intervalo de -20 a 25°C.

En una realización del octavo aspecto de la presente divulgación, el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente comprende los componentes (a), (b) y (c) tal como se definieron anteriormente, incluyendo sus realizaciones preferidas, sus realizaciones más preferidas, y sus realizaciones mucho más preferidas, en donde el componente (a) está presente en el intervalo del 65 al 75% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente; el componente (b) está presente en el intervalo del 5 al 15% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente; y el componente (c) está presente en el intervalo del 15 al 25% en peso, basado en el peso total de los componentes (a), (b), y (c) en el kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente. Un kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente según esta realización puede ser adecuado para el uso en climas calientes, donde la temperatura ambiental está en el intervalo de 0 a 45°C.

Los siguientes ejemplos se proponen para ilustrar la presente invención, pero no deben considerarse que limiten el alcance de la presente invención.

Ejemplos

Se midieron viscosidades según uno de los siguientes métodos:

Método 1: La viscosidad del asfalto se midió usando las siguientes condiciones:

Dispositivo: reómetro de esfuerzo cortante dinámico (DSR)

Geometría: placas paralelas de 25 mm de diámetro, espacio: 1000 micrómetros.

Temperatura Inicial: 80°C, elevación de temperatura desde 80 hasta 150°C y velocidad de elevación: 3,50°C/min

Velocidad de esfuerzo cortante: 37,50 s⁻¹

Método 2: La viscosidad de asfalto mástico se midió usando las siguientes condiciones:

Dispositivo: reómetro de esfuerzo cortante dinámico (DSR)

Geometría: placas paralelas de 25 mm de diámetro, espacio: 1000 micras.

Temperatura Inicial: 90°C, elevación de temperatura desde 90 hasta 150°C y velocidad de elevación: 3,50°C/min

Velocidad de esfuerzo cortante: 1,00 s⁻¹

I. Selección de los componentes de aditivo de asfalto de mezcla en caliente

Componente (a)

El producto comercial Kaoamin KW, que es N,N'-etilendi(estearamida), se ha designado como un representante adecuado del componente (a) para el propósito de la presente invención.

Las composiciones de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente de la invención deben contener un aditivo que es capaz de reducir la viscosidad del asfalto a temperaturas en el intervalo de 120 a 150°C y al mismo tiempo incrementar la viscosidad del asfalto a temperaturas en el intervalo de 50 a 80°C. Para lograr esto, se usaron ceras. Se estudiaron ceras comerciales diferentes. Estas ceras incluyeron: Sasobit que es una cera de parafina Fischer-Tropsch, Luwax que es una cera de polietileno oxidada de baja densidad, y AC-307A que es una cera de polietileno oxidada de alta densidad. Se encontró que el producto comercial Kaoamin KW dio como resultado la reducción más grande de la viscosidad del asfalto en las temperaturas en el intervalo de 130 a 150°C. Esto se muestra en la figura 1.

Con el fin de evaluar el incremento del punto de ablandamiento y la viscosidad del asfalto a temperaturas en el intervalo de 50 a 80°C, se evaluó el punto de ablandamiento del asfalto que contiene diferentes ceras comercialmente disponibles, tal como se describió anteriormente, o polímeros (SBS o EGA) (según la norma AASHTO T53). La tabla 2 muestra que la adición de Kaoamin KW da el punto de ablandamiento más alto del asfalto.

	Punto de ablandamiento
--	------------------------

EKBE + 4% de Kaoamin KW

98

Tabla 2. Punto de ablandamiento del asfalto con y sin ceras y polímeros.

Componente (b)

- 5 El producto comercial Gripper 67, un éster de iso-fosfato C16-17, se ha designado como un representante adecuado del componente (b) para el propósito de la presente invención.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la invención necesitan mezclarse, colocarse y compactarse a temperaturas reducidas. Para este propósito, se usaron agentes lubricantes. Los mejores agentes lubricantes comercialmente disponibles se seleccionaron para añadirse al asfalto para elaborar asfaltos másticos (mezclas especiales de producto de relleno mineral y asfalto) con el fin de evaluar su viscosidad a altas temperaturas, en el intervalo de 140 a 150°C. Entre estos agentes lubricantes está Evotherm, (una mezcla de amidoaminas grasas), Cecabase RT (una mezcla de ácidos grasos/tetraetilenpentamina-poliámidas), y Gripper X2 (un éster de fosfato C8). Los resultados se muestran en la figura 2. Puede observarse que el mejor desempeño se obtuvo cuando se usó Gripper 67.

Componente (c)

- 20 El producto comercial Danox AP, una mezcla de aminas de sebo y disebo, es un compuesto del componente (c) adecuado.

Tal como se explicó previamente, las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación necesitan mezclarse, colocarse y compactarse a temperaturas reducidas. Por tanto, pueden incluirse aditivos rejuvenecedores en la composición. Los mejores agentes rejuvenecedores comercialmente disponibles se añadieron al asfalto con el fin de evaluar su viscosidad a temperaturas en el intervalo de 100 a 150°C. Entre ellos está el nitrilo T (sebo-nitrilo), una amina terciaria (una amina terciaria di-alquilo C12-14), y Aereoflex (un aceite aromático). A partir de los resultados mostrados en la figura 3, puede observarse que casi todos los aditivos usados redujeron la viscosidad del asfalto a altas temperaturas.

- 30 No obstante, la reducción de la viscosidad del asfalto a altas temperaturas no es la única propiedad que los agentes rejuvenecedores deben impartir. Otra propiedad importante que la adición de los agentes rejuvenecedores debe impartir es la resistencia del asfalto a ser oxidado. Para evaluar la misma, se determinó el punto de fusión del asfalto, que contiene diferentes agentes rejuvenecedores comercialmente disponibles (la temperatura en la cual el ángulo de fase es de 45°), después de haber llevado a cabo las pruebas de oxidación RTFO (según la norma AAHSTO T240) y PAV (según la norma AASHTO R28). La figura 4 muestra que el Danox AP junto con Kaoamin 20 proporcionaron el punto de fusión más bajo, indicando lo mismo, una resistencia más alta del asfalto a la oxidación.

II. Características de las composiciones de asfalto de mezcla en caliente

- 40 Para reducir la viscosidad del asfalto, se prepararon diversas composiciones de asfalto que contienen los productos comerciales Kaomin KW y Danox AP, como componente (a) y componente (c), respectivamente. Se encontró que para facilitar el mezclado y compactación del asfalto, las composiciones, aparte de reducir la viscosidad del asfalto, debe reducirse la tensión de superficie de contacto entre el asfalto y el agregado. Esto puede lograrse al añadir el producto comercial Gripper 67, como componente (b).

45 La figura 5 muestra la reducción de la viscosidad del asfalto en las temperaturas en el intervalo de 120 a 150°C cuando se usa Kaomin KW y Danox AP como aditivos. Puede observarse que la adición de Gripper 67 adicional a los asfaltos no reduce adicionalmente la viscosidad del asfalto.

- 50 La evaluación de la reducción de tensión de superficie de contacto se llevó a cabo al medir la viscosidad del asfalto mástico. Esto se formó al mezclar el 70% del producto de relleno mineral, pasando el tamaño del tamiz ASTM #200, con 30% del componente que contiene asfalto (a) y componente (b) y componente (c) en las temperaturas en el intervalo de 110 a 150°C.

- 55 La figura 5 muestra que al añadir Gripper 67 al asfalto no da como resultado una reducción significativa en la viscosidad del asfalto en las temperaturas estudiadas. La figura 6 muestra que la adición de Gripper 67 tiene un gran efecto en la reducción de la viscosidad del asfalto mástico debido a la reducción de la tensión de superficie de contacto entre el asfalto y el agregado permitiendo un mejor manejo y compactación. Puede observarse que la formulación óptima para reducir la viscosidad del asfalto mástico se obtuvo cuando se añadieron al asfalto el 3% de Kaomin KW, el 4% de Danox AP y el 0,5% de Gripper 67.

- 60 El asfalto, que es parte de las composiciones de asfalto de mezcla en caliente, debe tener un punto de ablandamiento alto de modo que las composiciones de asfalto de aproximadamente 1 cm de grosor cuando se compactan sean resistentes al par de torsión ejercido por las llantas de los vehículos de combustión interna a temperaturas en el intervalo de 50 a 80°C. Cuando las mezclas de asfalto emulsionadas se aplican a un pavimento como tratamiento de

la superficie de grosor equivalente, muestran usualmente poca resistencia al par de torsión y se deforman. La tabla 3 muestra el punto de ablandamiento del asfalto puro, el residuo de la emulsión de asfalto y el asfalto en el cual Kaoamin KW y/o Gripper 67 y/o Danox AP están presentes como componentes (a), (b), y (c), respectivamente. Puede observarse que los puntos de ablandamiento más altos se obtuvieron para las formulaciones D y E. Ambas de estas formulaciones mostraron un buen desempeño en el campo, aunque la formulación D es adecuada para el uso en climas calientes y la formulación E es adecuada para el uso en climas fríos.

Formulación \ Aditivo	Kaoamin KW (%)	Danox AP (%)	Gripper 67 (%)	Punto de ablandamiento (°C)
Asfalto puro	0,0	0,0	0,0	55
Residuo de emulsión de asfalto para microsuperficie	-----	-----	-----	57
A	2,0	0,0	0,0	73
B	0,0	3,0	0,0	49
C	0,0	0,0	0,5	56
D	3,5	1,5	0,5	103
E	3,5	4,0	0,5	88

Tabla 3. Efecto de los aditivos según la invención en el punto de ablandamiento del asfalto.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación deben ser resistentes a la abrasión. Para evaluar la resistencia a la abrasión, se llevó a cabo la denominada Prueba de Abrasión de Pista Húmeda (WTAT), según la norma ISSA TB-100. Esta prueba evalúa el daño de un pavimento superficial provocado por humedad. Se usó en esta prueba el agregado tipo basáltico de la cantera "La Vega" caracterizado porque tiene un tamaño de partícula de tipo III (norma ISSA A-143). La figura 7 muestra que los mejores resultados se obtuvieron cuando se trabajó con la composición de asfalto que comprende el 3,5% de Kaoamin KW, el 4,0% de Danox AP y el 0,5% de Gripper 67 como componentes (a), (c) y (b), respectivamente.

La distribución de tamaño de partícula del agregado usado en las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación debe ser similar a aquellas usadas para micropavimentación según los requisitos de la norma ISSA Ha-143 (véase la tabla 1).

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación, una vez colocadas, deben ser capaces de manejarse a una temperatura mínima de 100°C de modo que puedan manipularse por trabajadores en el sitio.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación deben ser capaces de mezclarse en una máquina de colocación a una temperatura mínima de 120°C.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación deben ser capaces de compactarse a una temperatura mínima de 95°C.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación deben ser capaces de extenderse con cualquier máquina de colocación.

Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación deben ser resistentes a la acción del agua y deben pasar la prueba WTAT (según la norma ISSA TB-100).

Para evaluar el uso de RAP, se aplicaron mezclas de asfalto trituradas de la escarificación de aglutinantes de asfalto antiguo. El material de RAP que tiene un tamaño nominal máximo de 9,5 mm se mezcló con agregado triturado que tiene un tamaño de partícula de tipo III (norma ISSA A-143). La mezcla de agregado se añadió al asfalto modificado con el aditivo propuesto de este estudio.

Se trataron azulejos de prueba de tamaño 30 cm x 30 cm con una composición de asfalto según la presente invención, tal como se muestra en la tabla 4. La figura 8 muestra la apariencia de la composición de asfalto compactada.

Tabla 4. Formulación sometida a prueba de la composición de tratamiento de la superficie de pavimento de asfalto.

Formulación sometida a prueba	
Asfalto modificado	
Componente aditivo	% basado en el peso total del asfalto en la composición
Kaoamin KW	3,5
Danox AP	4,0
Gripper 67	0,5

Mezcla de agregado	
<i>Componente de agregado</i>	<i>% basado en el peso total del agregado en la composición</i>
Agregado triturado de tipo II	80
Material reciclado	20
Composición de tratamiento de la superficie de pavimento de asfalto	
<i>Componente de pavimento</i>	<i>% basado en el peso total de la composición</i>
Asfalto modificado	4,8
Mezcla de agregado	95,2

Se evaluaron la reducción de regularidad "IRI", el incremento de fricción, y la reducción de deformación permanente (formación de surcos) de la capa de asfalto existente, antes y después de la aplicación de las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la invención.

5 Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente según la presente invención deben mejorar la irregularidad del pavimento ya existente.

10 La irregularidad se expresa usando un Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que puede obtenerse al medir las propiedades de la carretera longitudinales. La figura 9 muestra que la IRI de la capa de asfalto existente estuvo en el intervalo de 1,4-5,3 m/km (la medición se realizó en una capa de asfalto antigua en enero). Después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente de la invención, el IRI se redujo hasta 0,9-1,8 m/km (la medición se llevó a cabo inmediatamente después de la colocación de la composición de asfalto en junio), que está por debajo del límite de idoneidad ofrecida por las tecnologías de asfalto comúnmente usadas que es de 3 m/km.

15 Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente de la presente divulgación una vez colocadas, deben incrementar la rugosidad (coeficiente de fricción) del pavimento ya existente.

20 Tal como puede observarse en la figura 10, el coeficiente de fricción (FC) de la capa de asfalto existente estuvo en el intervalo de 0,30-0,54 (la medición se realizó en la capa de asfalto antigua en enero). Después de la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente de la invención, la rugosidad se incrementó hasta el intervalo de 0,60-0,65 (la medición se llevó a cabo inmediatamente después de la colocación de la composición de asfalto en junio), el límite de idoneidad ofrecida por las tecnologías de asfalto comúnmente usadas es de 0,45.

25 Las composiciones de asfalto de mezcla en caliente según la presente divulgación, una vez colocadas, deben reducir la deformación permanente (formación de surcos) del pavimento ya existente. La figura 11 muestra la formación de surcos antes (la medición se realizó en la capa de asfalto antigua en enero) y después de (la medición se llevó a cabo inmediatamente después de la colocación de la composición de asfalto en junio) la aplicación de la composición de asfalto de mezcla en caliente de la invención. Comparando los resultados, puede observarse que la formación de

30 surcos se redujo ligeramente mientras que gana más uniformidad.

REIVINDICACIONES

1. Aditivo de asfalto de mezcla en caliente, que comprende:
 - 5 (a) una cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso y etilendiamina;
 - (b) un éster fosfórico; y
 - 10 (c) una amina grasa.
2. Aditivo de asfalto de mezcla en caliente según la reivindicación 1, en el que (b) es un éster fosfórico derivado de alcoholes alquílicos lineales o ramificados que contienen 14, 16 ó 18 átomos de carbono o de alcoholes alquílicos etoxilados lineales o ramificados que contienen 12 ó 14 átomos de carbono.
- 15 3. Aditivo de asfalto de mezcla en caliente según la reivindicación 1, en el que (b) es un éster fosfórico de alquilo C16-C18.
4. Aditivo de asfalto de mezcla en caliente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el componente (a) es cera de amida grasa obtenida de la reacción entre un ácido graso que contiene de 16 a 18 átomos de carbono, y etilendiamina.
 - 20 5. Aditivo de asfalto de mezcla en caliente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el componente (c) se selecciona del grupo que consiste en aminas primarias, aminas terciarias de dialquilo, poliaminas, cianoaminas y mezclas de las mismas.
 - 25 6. Composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende asfalto y el aditivo de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
 - 30 7. Composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según la reivindicación 6, en la que el componente (a) está presente en el intervalo del 0,5 al 10,0% en peso basado en el peso total del asfalto en la composición de aglutinante.
 8. Composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según las reivindicaciones 6 ó 7, en la que el componente (b) está presente en el intervalo del 0,1 al 2,0% en peso basado en el peso total del asfalto en la composición de aglutinante.
 - 35 9. Composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en la que el componente (c) está presente en el intervalo del 0,3 al 15,0% en peso basado en el peso total del asfalto en la composición de aglutinante.
 - 40 10. Composición de asfalto de mezcla en caliente que comprende la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 y un agregado.
 - 45 11. Composición de asfalto de mezcla en caliente según la reivindicación 10, en la que el agregado es un agregado fino de gradación tipo II y/o III según la norma ISSA A-143.
 12. Composición de asfalto de mezcla en caliente según las reivindicaciones 10 u 11, en la que el agregado es un agregado de pavimento de asfalto recuperado.
 - 50 13. Método para preparar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 que comprende las etapas de:
 - 1) calentar el asfalto a una temperatura en el intervalo de 150 a 160°C;
 - 55 2) añadir el componente (a);
 - 3) mantener la temperatura en el intervalo de 150 a 160°C y añadir el componente (c); y
 - 60 4) añadir el componente (b).
 14. Método para preparar una composición de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 que comprende mezclar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 con el agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C.
 - 65 15. Uso de la composición de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a

12, como tratamiento de la superficie de pavimento.

16. Uso según la reivindicación 15, en el que la composición de asfalto de mezcla en caliente se aplica sobre una capa de superficie o una capa de base de un pavimento.

17. Uso según la reivindicación 16, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 110 a 140°C.

18. Método de pavimentación de tratamiento de superficie, comprendiendo dicho método las etapas de:

A. preparar una composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente que comprende:

i) asfalto; y

ii) un aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende los componentes (a) a (c) según una o más de las reivindicaciones 1 a 5,

B. combinar la composición de aglutinante de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en A con el agregado a una temperatura en el intervalo de 130 a 150°C para formar una composición de asfalto de mezcla en caliente;

C. aplicar la composición de asfalto de mezcla en caliente tal como se define en B sobre una capa de superficie o una capa de base de un pavimento, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 110 a 140°C;

D. compactar la composición de asfalto de mezcla en caliente, en el que la temperatura de la composición de asfalto de mezcla en caliente está en el intervalo de 90 a 120°C.

19. Método según la reivindicación 18, en el que después de la etapa C la composición de asfalto de mezcla en caliente tiene un grosor en el intervalo de 0,8 a 1,2 cm.

20. Kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente que comprende el aditivo de asfalto de mezcla en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada uno de los componentes (a), (b) y (c) está contenido en un contenedor separado.

21. Kit de aditivo de asfalto de mezcla en caliente según la reivindicación 20, en el que dos de los componentes (a), (b) y (c) se mezclan conjuntamente y están contenidos en un contenedor.

FIG. 1

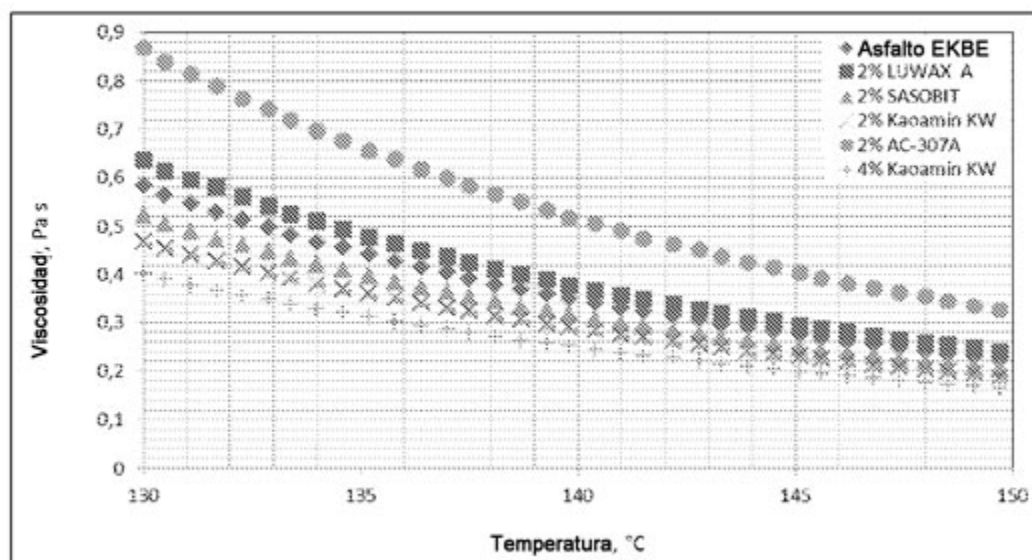


FIG. 2

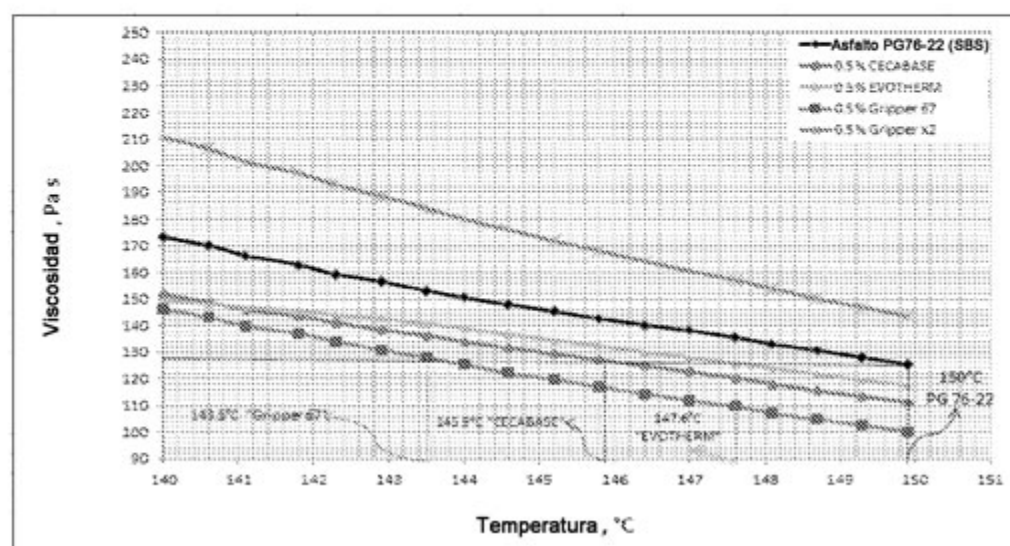


FIG. 3

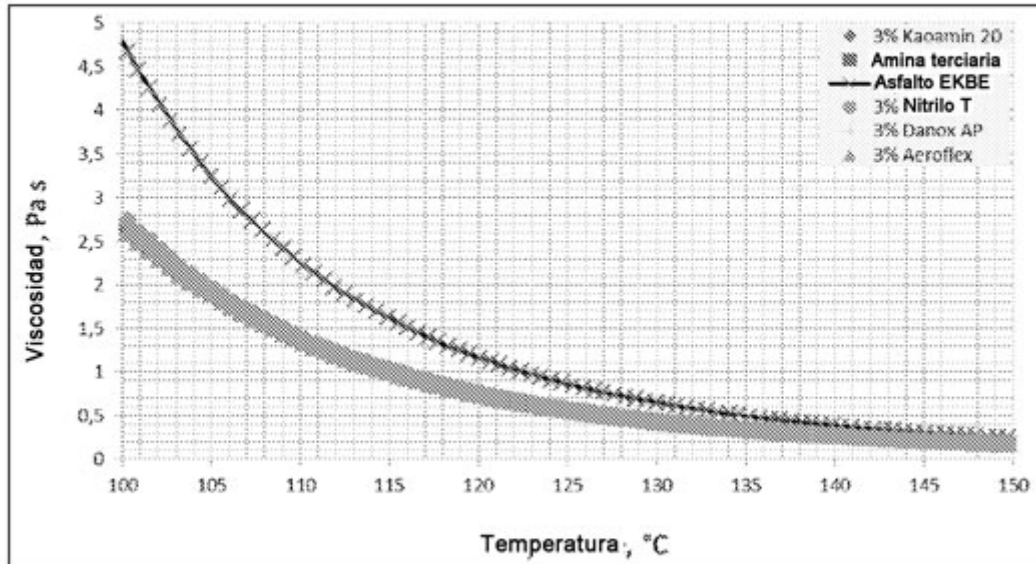


FIG. 4

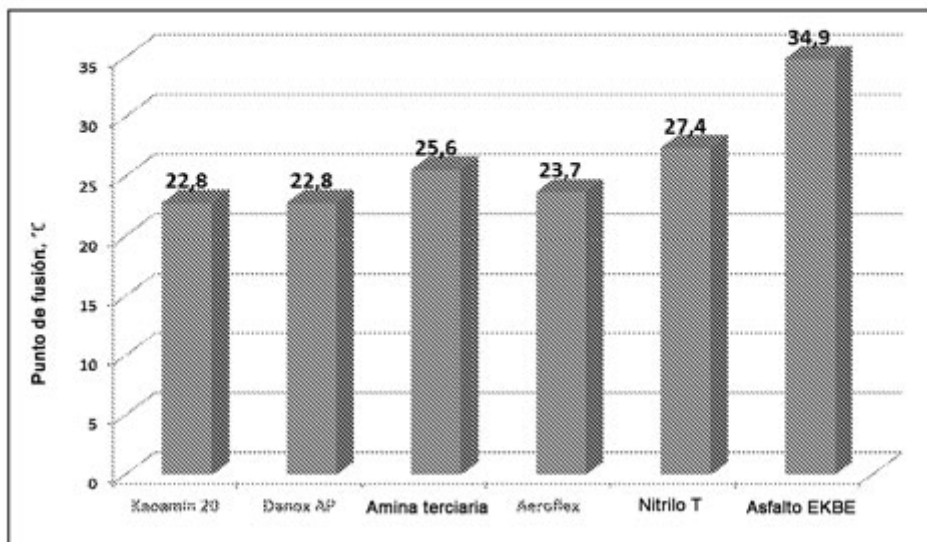


FIG. 5

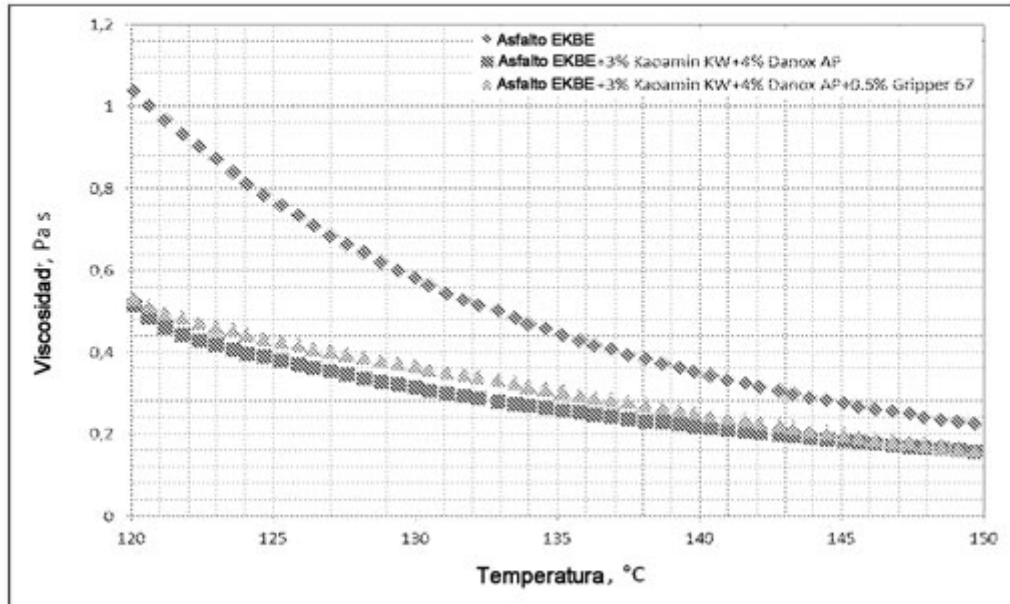


FIG. 6

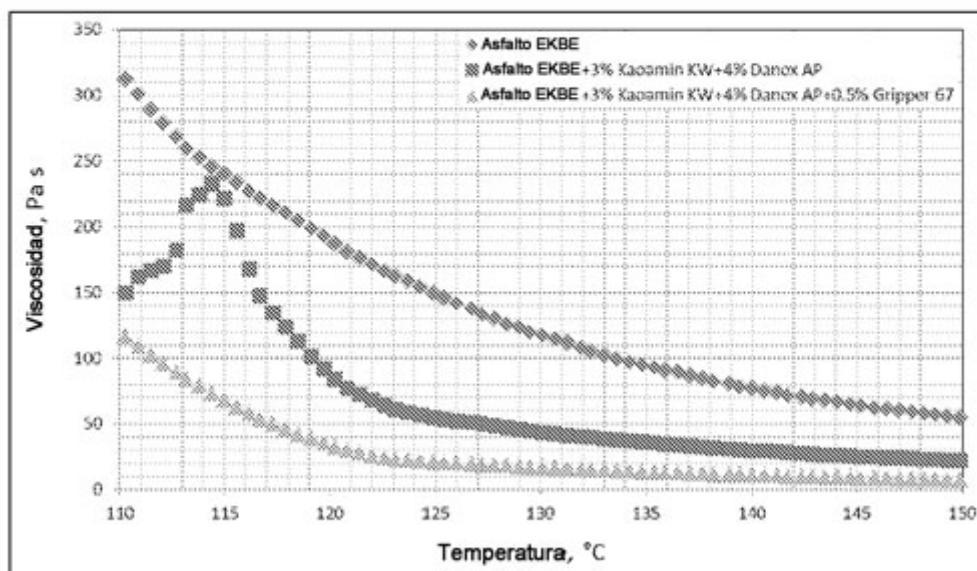


FIG. 7

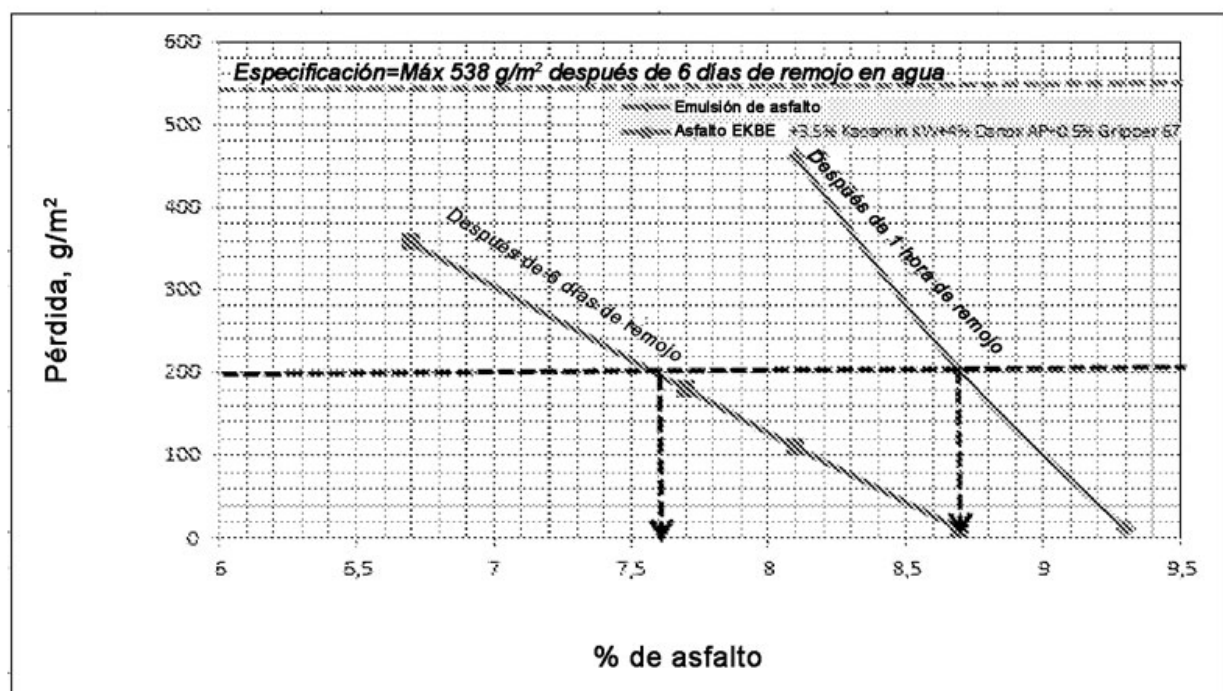


FIG. 8

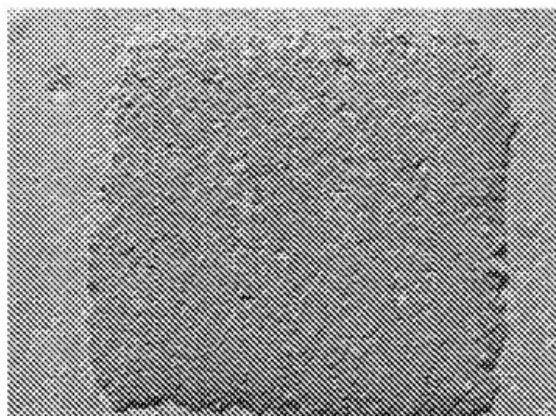


FIG. 9

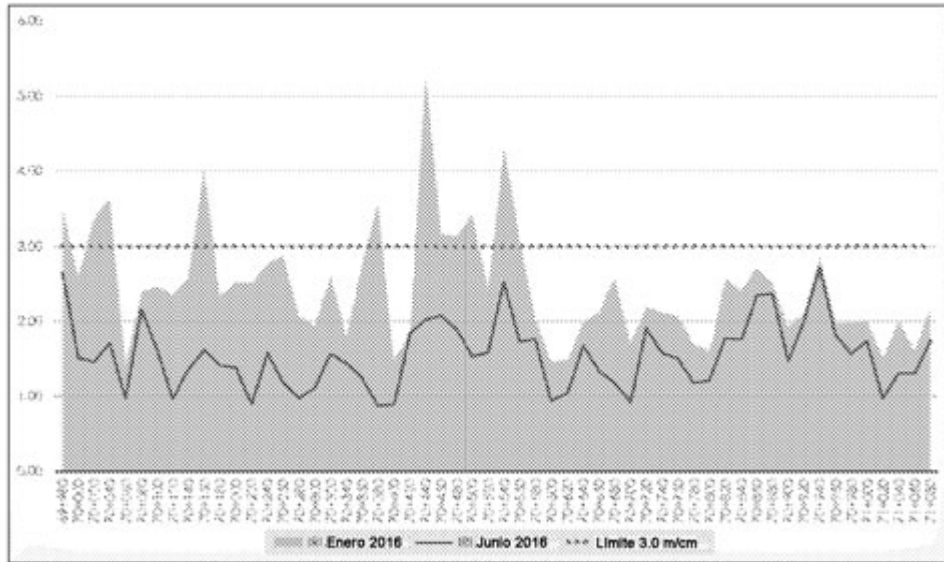


FIG. 10

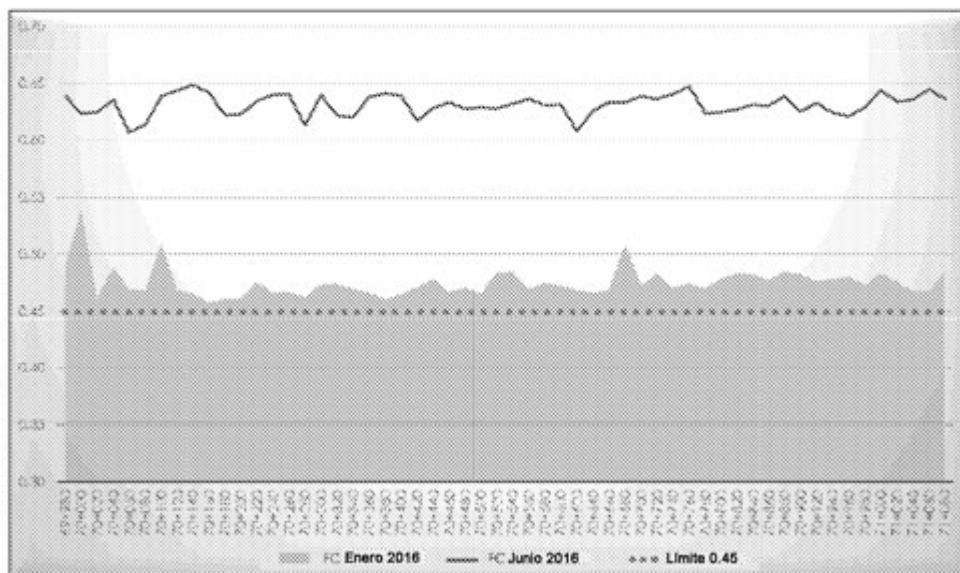


FIG. 11

