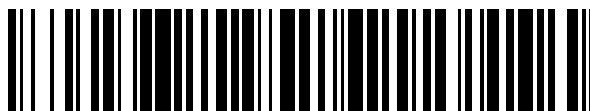


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 296**

51 Int. Cl.:  
**C08K 5/16** (2006.01) **E04B 1/66** (2006.01)  
**C08L 95/00** (2006.01)  
**C10C 3/02** (2006.01)  
**C08K 5/3445** (2006.01)  
**C08K 5/21** (2006.01)  
**C08K 5/205** (2006.01)  
**C08J 3/24** (2006.01)  
**C09D 195/00** (2006.01)  
**C04B 26/26** (2006.01)  
**E01C 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08872324 .2**  
96 Fecha de presentación: **25.11.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2217648**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Composición bituminosa elástica reticulada de modo termorreversible**

30 Prioridad:  
**27.11.2007 FR 0708275**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2012**

73 Titular/es:  
**TOTAL RAFFINAGE MARKETING**  
**24 COURS MICHELET**  
**92800 PUTEAUX, FR y**  
**UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS 6)**

72 Inventor/es:  
**CHAVEROT Pierre;**  
**DRESSEN Sylvia;**  
**BOUTELLER Laurent y**  
**BUGNET Emmanuelle**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 382 296 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 bituminosa elástica reticulada de modo termorreversible.

### Campo técnico

5 La presente invención pertenece al campo de los bitúmenes. Más específicamente, se refiere a composiciones bituminosas que contienen moléculas organogelificantes. Las composiciones bituminosas reticuladas de manera termorreversible son duras y elásticas a temperaturas de uso y presentan una viscosidad reducida a las temperaturas de aplicación.

10 La invención también se refiere a la utilización de estas composiciones bituminosas en el campo de las aplicaciones de carreteras, fundamentalmente en la fabricación de ligantes asfálticos, y en el campo de las aplicaciones industriales. La invención también se refiere al procedimiento de preparación de estas composiciones bituminosas.

### Contexto técnico

15 La utilización del bitumen en la fabricación de materiales de aplicación en carreteras o a nivel industrias se conoce desde hace mucho tiempo: el bitumen es el principal ligante hidrocarbonado que se utiliza en el ámbito de la construcción de carreteras o de la ingeniería civil. Para poder utilizarse como ligante en estas diferentes aplicaciones, el bitumen debe presentar algunas propiedades fisicoquímicas y mecánicas. Fundamentalmente, debe ser suficientemente duro a temperaturas de uso para evitar, por ejemplo, la formación de roderas provocada por el tráfico. El bitumen también debe ser elástico para resistir a las deformaciones impuestas por el tráfico y/o los cambios de temperatura, fenómenos que provocan fisuras en los materiales revestidos o la desintegración de los granulados superficiales. Por último, el bitumen debe ser suficientemente fluido, a temperaturas de aplicación lo menos elevadas posible, para permitir un buen recubrimiento de los granulados y la aplicación de la mezcla bituminosa en la carretera así como su compactación utilizando los medios técnicos actuales con los que cuenta la profesión vial. Por lo tanto, la aplicación de un ligante bituminoso necesita conjugar la dureza y la elasticidad del bitumen a temperaturas de uso con una baja viscosidad a temperaturas de aplicación. Como el bitumen solo no suele ser bastante elástico, se le agregan polímeros que, eventualmente, pueden estar reticulados. Estos polímeros reticulados aportan a las composiciones bituminosas propiedades elásticas claramente mejoradas. Sin embargo, la reticulación es irreversible; una vez realizada, no es posible volver al estado inicial, el que existía antes de la reacción de reticulación. Las composiciones bituminosas reticuladas tienen buenas propiedades elásticas, pero su viscosidad es muy alta. De hecho, no se puede obtener, a la vez, una buena elasticidad y una composición fluida con polímeros reticulados de modo irreversible. Las propiedades mecánicas como la elasticidad, pueden favorecerse mediante una reticulación de los polímeros, mientras que la fluidez puede favorecerse por una ausencia de reticulación o una baja reticulación de los polímeros. Según las aplicaciones consideradas, es necesario encontrar la relación correcta entre las propiedades mecánicas, como la elasticidad y la fluidez, adaptando el nivel de reticulación o la naturaleza de la misma.

### Técnica anterior

35 Las reticulaciones según la técnica anterior suelen ser reticulaciones irreversibles basadas en la formación de enlaces covalentes entre los polímeros. De este modo, una de las reticulaciones más utilizadas en el campo de los bitúmenes es la reticulación con azufre o vulcanización. En la reticulación con azufre, las cadenas más o menos cortas de azufre (en general, de 8 a 2 átomos de azufre) ligan los polímeros de modo covalente. Adaptando la naturaleza química del donante de azufre y/o del polímero, de la temperatura, la concentración del polímero y/o los donantes de azufre, la sociedad solicitante desarrolló y patentó un gran número de composiciones bituminosas reticuladas con propiedades claramente mejoradas respecto del bitumen sin polímeros y respecto de la mezcla física bitumen/polímero no reticulado. Entre las patentes de la empresa solicitante, podemos citar, fundamentalmente, las siguientes referencias: FR2376188, FR2429241, EP0799280, EP0690892.

45 Recientemente, la empresa solicitante, en dos solicitudes de patente no publicadas, desarrolló un nuevo modo de reticulación reversible de polímeros, basado en la utilización de polímeros de injerto que se asocian a temperaturas de uso a través de largos dominios parafínicos, asociación que desaparece a temperaturas de aplicación.

### Objetivos de la invención

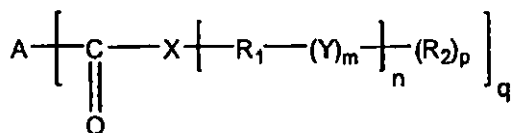
En estas circunstancias, el objetivo de la presente invención es proponer nuevas composiciones bituminosas reticuladas de modo termorreversible.

50 Otro objetivo de la invención es proponer composiciones bituminosas que presenten, a temperaturas de uso, las propiedades de las composiciones bituminosas reticuladas de modo irreversible a nivel de elasticidad y dureza, y que presenten una viscosidad reducida a temperaturas de aplicación.

Otro objetivo de la invención es proponer un procedimiento simple de preparación de composiciones bituminosas reticuladas de modo termorreversible.

**Breve descripción**

La invención se refiere a una composición bituminosa que comprende al menos un bitumen y al menos una molécula organogelificante sola o mezclada, dicha molécula organogelificante está representada por la siguiente fórmula general (I):



5

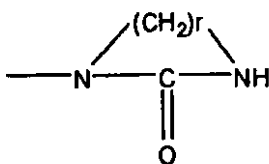
en la que:

- A representa un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado, saturado o insaturado, acíclico, cíclico o policíclico, de 3 a 92 átomos de carbono, procedente de la polimerización de las cadenas laterales de al menos un ácido graso insaturado,
- X representa un grupo NH o un átomo de oxígeno O,
- R<sub>1</sub> representa un grupo elegido entre: un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 2 a 40 átomos de carbono que incluye, eventualmente, uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,
- R<sub>2</sub> representa un grupo elegido entre: un átomo de hidrógeno, un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 1 a 40 átomos de carbono que comprende uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,
- m y n representan, independientemente uno del otro, un número entero que varía de 1 a 4,
- p representa un número entero que varía de 0 a 4,
- q representa un número entero que varía de 1 a 4 o una combinación de estos valores,
- Y representa un grupo que comprende un donante de enlace hidrógeno como el grupo NH y un aceptante de enlace hidrógeno como el grupo C=O.

15

20

De preferencia, Y representa un grupo elegido entre los grupos urea NHCONH-, amida -NHCO-, uretano -OCONH- o urea de fórmula general (II):



25

r es un número entero con un valor de 2 ó 3, p con un valor de 0 y n con un valor de 1.

De preferencia, los ácidos grasos insaturados son ácidos grasos insaturados de 4 a 24 átomos de carbono (C<sub>4</sub> a C<sub>24</sub>), de preferencia de 11 a 22 átomos de carbono (C<sub>11</sub> a C<sub>22</sub>), de preferencia de 16 a 18 átomos de carbono (C<sub>16</sub> a C<sub>18</sub>).

30

Más preferentemente, los ácidos grasos insaturados son ácidos grasos insaturados de 18 átomos de carbono en C<sub>18</sub>, en particular elegidos entre el ácido oleico, el ácido linoleico, el ácido linolénico solo o mezclado.

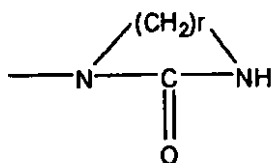
De preferencia, la molécula organogelificante de fórmula general (I) se presenta en forma de una mezcla de más del 70% de moléculas organogelificantes de fórmula general (I) donde q = 2 y/o q=3.

De preferencia, el agrupamiento R<sub>1</sub> y/o R<sub>2</sub> representa un grupo aromático sustituido por grupos alquilo y/o grupos alcoxi.

35

En un modo de realización preferente, Y representa un grupo urea -NHCONH-, en el que, de preferencia, n tiene un valor de 1, m y p un valor de 1 o m y p un valor de 2.

En otro modo de realización preferente, Y representa un grupo urea de fórmula general (II):



r es un número entero con un valor de 2 ó 3, p con un valor de 0 y n con un valor de 1, de preferencia m tiene un valor de 1, de preferencia X representa un grupo NH.

5 En otro modo de realización preferente, Y representa un grupo amida -CONH-, de preferencia m y p tienen un valor de 1, de preferencia X representa un grupo NH.

En otro modo de realización preferente, Y representa un grupo uretano -OCONH-, de preferencia m y p tienen un valor de 1, de preferencia X representa un grupo NH.

La composición bituminosa según la invención contiene del 0,1 al 30% en masa de molécula organogelificante de fórmula general (I), de preferencia del 0,5 al 20%, de preferencia del 1 al 10%, de preferencia del 2 al 5%.

10 De preferencia, la composición bituminosa contiene, además, al menos un polímero y/o un fluxante.

De preferencia, el bitumen se elige entre los bitúmenes de origen natural, entre los bitúmenes producto del refinado del petróleo crudo como los residuos de destilación atmosférica, los residuos de destilación al vacío, los residuos viscorreducidos, los residuos soplados, sus mezclas y sus combinaciones, o entre los bitúmenes sintéticos.

15 La invención se refiere, además, a la utilización de una composición bituminosa para fabricar un ligante bituminoso anhidro o en forma de emulsión, un bitumen polímero, o un bitumen fluxado.

[La invención también se refiere a la utilización de una composición bituminosa mezclada con áridos para fabricar un revestimiento superficial, una mezcla bituminosa en caliente, una mezcla bituminosa en frío, una lechada asfáltica, una emulsión de grava o una capa de rodadura.

20 La invención también se refiere a la utilización de una composición bituminosa para fabricar un revestimiento de estanqueidad, una membrana o una capa de impregnación.

Finalmente, la invención se refiere a la utilización de al menos una molécula organogelificante de fórmula general (I) sola o mezclada para preparar composiciones bituminosas elásticas reticuladas de manera temorreversible.

25 Por último, la invención propone un procedimiento para obtener una composición bituminosa en la que la molécula organogelificante de fórmula general (I), sola o mezclada, se introduce en caliente, a temperaturas entre 70 y 220°C, de preferencia entre 90 y 180°C, en el bitumen solo, en el bitumen polimérico, en el ligante bituminoso en forma anhidra o en forma de emulsión, o en la mezcla bituminosa.

La invención también propone un procedimiento de preparación de una composición bituminosa en el que:

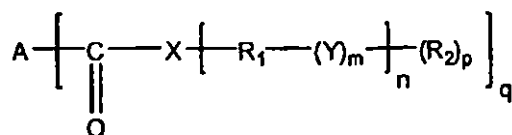
a) se introduce un bitumen en un recipiente equipado con medios de mezcla y se lleva el bitumen a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C,

30 b) se introduce del 0,1 al 30%, de preferencia del 0,5 al 5% en masa de molécula organogelificante de fórmula general (I), sola o mezclada, respecto de la masa de bitumen,

c) se calienta la composición bituminosa a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C, con agitación, hasta obtener una composición bituminosa homogénea.

#### Descripción detallada

35 Las moléculas organogelificantes según la invención están representadas por la siguiente fórmula general (I):



en la que:

- A representa un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado, saturado o insaturado, acíclico, cíclico o policíclico, de 3 a 92 átomos de carbono, derivado de la polimerización de las cadenas laterales de al menos un ácido graso insaturado,

- X representa un grupo NH o un átomo de oxígeno O,

5 - R<sub>1</sub> representa un grupo elegido entre: un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 2 a 40 átomos de carbono, que incluye, eventualmente, uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,

10 - R<sub>2</sub> representa un grupo elegido entre: un átomo de hidrógeno, un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 1 a 40 átomos de carbono que incluye uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,

- m y n representan, independientemente uno del otro, un número entero que varía de 1 a 4,

- p representa un número entero que varía de 0 a 4,

- q representa un número entero que varía de 1 a 4 o una combinación de estos valores,

15 - Y representa un grupo que incluye un donante de enlace hidrógeno como el agrupamiento NH y un aceptante de enlace hidrógeno como el agrupamiento C=O.

20 El grupo A según la invención deriva de la polimerización de las cadenas laterales de al menos un ácido graso insaturado. Los ácidos grasos insaturados utilizados son ácidos grasos insaturados de 4 a 24 átomos de carbono (C<sub>4</sub> a C<sub>24</sub>), de preferencia de 11 a 22 átomos de carbono (C<sub>11</sub> a C<sub>22</sub>), de preferencia de 16 a 18 átomos de carbono (C<sub>16</sub> a C<sub>18</sub>). Entre los ácidos grasos insaturados utilizados, podemos mencionar, por ejemplo, el ácido crotonico (C<sub>4</sub>), el ácido iso-crotonico (C<sub>4</sub>), el ácido undecilénico (C<sub>11</sub>), el ácido hipogeico (C<sub>16</sub>), el ácido palmitoleico (C<sub>16</sub>), el ácido oleico (C<sub>18</sub>), el ácido elaídico (C<sub>18</sub>), el ácido vaccénico (C<sub>18</sub>), el ácido petroselinico (C<sub>18</sub>), el ácido gadoleico (C<sub>20</sub>), el ácido gondoico (C<sub>20</sub>), el ácido cetoleico (C<sub>22</sub>), el ácido erucídico (C<sub>22</sub>), el ácido brasídico (C<sub>22</sub>), el ácido nervónico (C<sub>24</sub>), el ácido tíglico (C<sub>5</sub>), el ácido sórbico (C<sub>6</sub>), el ácido linoleico (C<sub>18</sub>), el ácido hiragónico (C<sub>16</sub>), el ácido linolénico (C<sub>18</sub>), el ácido  $\gamma$ -linolénico (C<sub>18</sub>), el ácido eleosteárico (C<sub>18</sub>), el ácido parinarico (C<sub>18</sub>), homo- $\gamma$ -linolénico (C<sub>20</sub>), el ácido araquidónico (C<sub>20</sub>), el ácido clupanodónico (C<sub>22</sub>) solos o mezclados.

De preferencia, los ácidos grasos insaturados son ácidos grasos insaturados de 18 átomos de carbono en C<sub>18</sub>, en particular, elegidos entre el ácido oleico, el ácido linoleico, el ácido linolénico solos o mezclados.

También pueden polimerizarse los ácidos que provienen del TOFA o Tall Oil Fatty Acid (rico en ácidos oleicos y ácidos linoleicos) y polimerizar los ácidos grasos que contiene.

30 Se puede polimerizar una mezcla que contenga el mismo ácido graso o una mezcla que contenga varios ácidos grasos diferentes.

La reacción que permite polimerizar las cadenas de los ácidos grasos es una reacción de Diels-Alder (para más información, ver Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 7, p. 768 o "The dimer acids", Humko Sheffield, 1975).

35 La reacción de polimerización es una reacción de dimerización, trimerización o tetramerización en las que se obtienen, respectivamente, dímeros de ácidos grasos (o dímeros diácidos), trímeros de ácidos grasos (o trímeros triácidos) o tetrámeros de ácidos grasos (o tetrámeros tetrácidos). También puede haber restos de ácidos grasos que no hayan reaccionado.

40 Según las condiciones experimentales utilizadas, se obtiene una mezcla que contiene ácidos grasos que no reaccionaron (A-(COOH)<sub>q</sub> con q = 1), o dímeros de ácidos grasos (A-(COOH)<sub>q</sub> con q = 2), o trímeros de ácidos grasos (A-(COOH)<sub>q</sub> con q = 3), o tetrámeros de ácidos grasos (A-(COOH)<sub>q</sub> con q = 4) en concentraciones diferentes; A tiene el significado que se le dio anteriormente. Las moléculas organogelificantes de fórmula general (I) obtenidas por esta reacción de polimerización, se presentan en forma de una mezcla en la que coexisten moléculas organogelificantes de fórmula general (I) en la que el entero q tiene un valor de 1, 2, 3 y/o 4. El producto de reacción contiene, en su mayoría, dímeros de ácidos grasos (q = 2) y trímeros de ácidos grasos (q = 3). En menor cantidad, los ácidos grasos que no reaccionaron (q = 1) o los tetrámeros de ácidos grasos (q = 4). Según un modo de realización preferente, las moléculas organogelificantes de fórmula general (I) se presentan en forma de una mezcla de más del 70% de moléculas organogelificantes de fórmula general (I) con q = 2 y/o q = 3, es decir que la reacción de polimerización conduce a más del 70% de una mezcla de dímero de ácidos grasos y/o trímero de ácidos grasos.

50 Más preferentemente, las moléculas organogelificantes de fórmula general (I) se presentan en forma de una mezcla de más del 80% de moléculas organogelificantes de fórmula general (I) con q = 2 y/o q = 3.

Los productos se presentan en forma de compuestos acíclicos (lineales o ramificados), de compuestos cíclicos o de compuestos policíclicos (en particular, bicíclicos).

Cuando quedan ácidos grasos que no reaccionaron ( $A-(COOH)_q$  con  $q = 1$ ), el grupo A es un grupo hidrocarbonado acíclico lineal, de 3 a 23 átomos de carbono (ácidos grasos en  $C_4$  a  $C_{24}$ ), de preferencia de 15 a 21 átomos de carbono (ácidos grasos en  $C_{16}$  a  $C_{22}$ ), de preferencia de 17 a 19 átomos de carbono (ácidos grasos en  $C_{18}$  a  $C_{20}$ ).

5 En cuanto a los dímeros de ácidos grasos, los trímeros de ácidos grasos y los tetrámeros de ácidos grasos, el grupo A es un grupo hidrocarbonado acíclico ramificado o cíclico o policíclico.

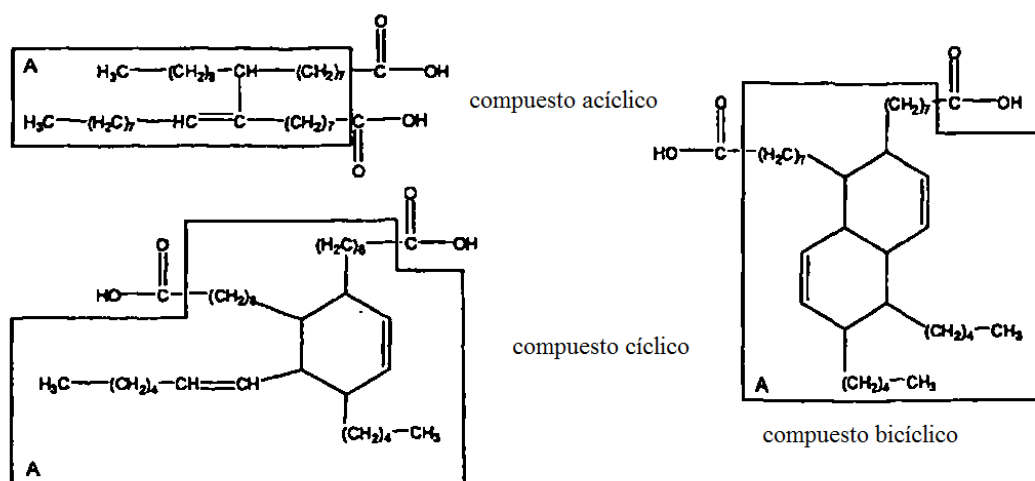
En cuanto a los dímeros de ácidos grasos, el grupo A es un grupo hidrocarbonado acíclico ramificado o cíclico o policíclico de 6 a 46 átomos de carbono (dímeros de ácidos grasos en  $C_4$  a  $C_{24}$ ), de preferencia, de 30 a 42 átomos de carbono (dímeros de ácidos grasos en  $C_{16}$  a  $C_{22}$ ), de preferencia, de 34 a 38 átomos de carbono (dímeros de ácidos grasos en  $C_{18}$  a  $C_{20}$ ).

10 En cuanto a los trímeros de ácidos grasos, el grupo A es un grupo hidrocarbonado acíclico ramificado o cíclico o policíclico de 9 a 69 átomos de carbono (trímeros de ácidos grasos en  $C_4$  a  $C_{24}$ ), de preferencia, de 45 a 63 átomos de carbono (trímeros de ácidos grasos en  $C_{16}$  a  $C_{22}$ ), de preferencia, de 51 a 57 átomos de carbono (trímeros de ácidos grasos en  $C_{18}$  a  $C_{20}$ ).

15 En cuanto a los tetrámeros de ácidos grasos, el grupo A es un grupo hidrocarbonado acíclico ramificado o cíclico o policíclico de 12 a 92 átomos de carbono (tetrámeros de ácidos grasos en  $C_4$  a  $C_{24}$ ), de preferencia, de 60 a 84 átomos de carbono (tetrámeros de ácidos grasos en  $C_{16}$  a  $C_{22}$ ), de preferencia, de 68 a 76 átomos de carbono (tetrámeros de ácidos grasos en  $C_{18}$  a  $C_{20}$ ).

El grupo A es un grupo saturado cuando la reacción de polimerización precede a una reacción de hidrogenación selectiva de los dobles enlaces.

20 A modo de ejemplo, a partir de ácido linoleico, o de ácido oleico o de Tall Oil Fatty Acid, que contienen mayoritariamente ácidos grasos de 18 átomos de carbono en  $C_{18}$ , se puede obtener una mezcla que contiene los siguientes dímeros de ácidos ( $A-(COOH)_q$  con  $q = 2$ ):



Los tres compuestos  $A-(COOH)_2$  anteriores poseen dos funciones ácidas y el grupo A según la invención.

25 En el ejemplo anterior, el grupo A puede presentarse en tres formas:

- en el compuesto acíclico, A es un grupo hidrocarbonado, ramificado, insaturado, de 34 átomos de carbono,
- en el compuesto cíclico, A es un grupo hidrocarbonado, cíclico, insaturado, de 34 átomos de carbono,
- en el compuesto bicíclico, A es un grupo hidrocarbonado, policíclico, insaturado, de 34 átomos de carbono.

30 La molécula organogelificante se presenta en forma de una mezcla a nivel del entero q (mezcla de dímeros de ácidos grasos y/o de trímeros de ácidos grasos, por ejemplo) y también las diferentes formas químicas que puede tomar un dímero de ácido graso (mezcla de compuestos cíclicos o bicíclicos, por ejemplo).

Entre los ácidos grasos polimerizados disponibles en el comercio, podemos mencionar los PRIPOL<sup>®</sup> comercializados por Unichema, los POLYMERGIN<sup>®</sup> comercializados por HARBURGER BRINCKMAN & MERGELL GmbH, los DIMER<sup>®</sup> comercializados por Westvaco, los EMPOL<sup>®</sup> comercializados por Cognis.

Por ejemplo, el EMPOL 1008® contiene el 3,5% de ácido graso en C<sub>18</sub> sin reacción (q = 1), el 92,3% de dímero de ácido graso en C<sub>36</sub> (q = 2) y el 3,5% de trímero de ácido graso en C<sub>54</sub> (q = 3). Además, en el EMPOL 1008®, los enlaces dobles están completamente hidrogenados.

5 Por ejemplo, el EMPOL 1018® contiene el 4% de ácido graso sin reacción (q = 1), el 79% de dímero de ácido graso (q = 2) y el 17% de trímero de ácido graso (q = 3).

Por ejemplo, el EMPOL 1040® contiene el 20% de dímero de ácido graso (q = 2) en C<sub>36</sub> y el 80% de trímero de ácido graso (q = 3) en C<sub>54</sub>.

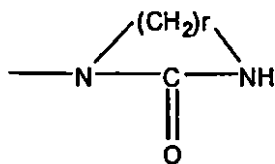
Por ejemplo, el EMPOL 1041® contiene el 10% de dímero de ácido graso (q = 2) en C<sub>36</sub> y el 90% de trímero de ácido graso (q = 3) en C<sub>54</sub>.

10 Por ejemplo, el EMPOL 1054® contiene el 4% de ácido graso en C<sub>18</sub> sin reacción (q = 1), el 55% de dímero de ácido graso en C<sub>36</sub> (q = 2) y el 35% de trímero de ácido graso en C<sub>54</sub> (q = 3).

Por ejemplo, el PRIPOL 1045® contiene el 10% de dímero de ácido graso (q = 2) en C<sub>36</sub> y el 90% de trímero de ácido graso (q = 3) en C<sub>54</sub>.

15 Los grupos A, por su disimetría y su irregularidad de estructura presentan una baja o incluso nula cristalinidad. Además, debido a la presencia de numerosas cadenas alquilo, poseen una temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub> baja (cerca o inferior a los 20°C). Esta baja temperatura de transición vítrea confiere a las moléculas (I) una cierta flexibilidad, son capaces de deformarse sin romperse. La combinación de las unidades A y de los enlaces hidrógeno aportados por las unidades Y, permite que las moléculas (I) se deformen, pero vuelvan a su estado inicial (elasticidad) después de la elongación.

20 El grupo Y de las moléculas de fórmula general (I) contiene al menos un agrupamiento donante de enlace hidrógeno y al menos un agrupamiento aceptante de enlace hidrógeno que pueden formar enlaces hidrógeno. El donante de enlace hidrógeno es, por ejemplo, un agrupamiento NH y el aceptante de enlace hidrógeno es, por ejemplo, el agrupamiento carbonilo C=O. Las funciones NH y C=O se encuentran, fundamentalmente, en los grupos ureas, amidas o uretanos. El grupo Y se elige entre los grupos urea -NHCONH-, amida -NHCO-, uretano -OCNH- o urea de  
25 fórmula general (II):



r es un número entero con un valor de 2 ó 3 y p con un valor de 0.

30 Los grupos urea -NHCONH-, amida -NHCO-, uretano -OCNH- o urea de fórmula general (II) del grupo Y permiten que las moléculas organogelificantes (I) se asocien entre ellas a través de una red de enlaces hidrógeno. A temperaturas de uso (entre -20°C y +60°C) la asociación de las moléculas organogelificantes (I) confiere al bitumen propiedades mejoradas a nivel de dureza y elasticidad.

Cuando la composición bituminosa se calienta a temperaturas de aplicación (entre +90°C y +180°C) las interacciones entre moléculas organogelificantes (I) desaparecen y el bitumen recupera las propiedades de un bitumen no reticulado, la viscosidad de la composición bituminosa en caliente vuelve a ser la del bitumen de partida.

35 En consecuencia, si se aditiva un bitumen con las moléculas organogelificantes (I) según la invención, se obtienen composiciones bituminosas reticuladas de modo reversible y, más particularmente, de modo termorreversible.

Llamamos reticulación termorreversible de las composiciones bituminosas según la invención a una reticulación que se traduce en los siguientes fenómenos:

40 - a baja temperatura, por ejemplo, a temperaturas de uso, las moléculas organogelificantes (I) se asocian entre ellas a través de una red de enlaces hidrógenos obtenida gracias a las unidades Y. La red supramolecular formada confiere buenas propiedades mecánicas a la composición bituminosa, especialmente a nivel de dureza y elasticidad.

45 - en caliente, por ejemplo, a temperaturas de aplicación, un aumento de temperatura provoca la ruptura de la red de enlaces hidrógenos y, en consecuencia, la disociación de la red supramolecular. La aproximación de las moléculas organogelificantes (I) desaparece y la composición bituminosa recupera una viscosidad baja y, por lo tanto, una buena fluidez.

- una disminución de temperatura, y un regreso a las temperaturas de uso, permite que vuelva a formarse la red de enlaces hidrógenos. El fenómeno es termorreversible.

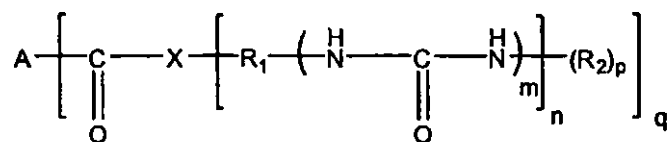
5 Los grupos  $R_1$  y  $R_2$  representan, independientemente uno del otro, un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado, respectivamente de 1 ó 2 átomos de carbono a 40 átomos de carbono, que incluye, eventualmente, uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no. Si el grupo  $R_2$  está en el extremo de la cadena puede representar, además, un átomo de hidrógeno, lo que no sucede con el  $R_1$ .

De preferencia, los grupos  $R_1$  y/o  $R_2$  son grupos lineales, no saturados, de preferencia, de 2 a 24 átomos de carbono, de preferencia, de 5 a 18 átomos de carbono, más preferentemente de 6 a 12 átomos de carbono.

10 De preferencia, los grupos  $R_1$  y/o  $R_2$  son grupos aromáticos no sustituidos. Cuando  $R_1$  y/o  $R_2$  representan un grupo aromático sustituido, el grupo aromático es sustituido por grupos alquilo, de preferencia, de los grupos metilo, etilo, propilo, butilo y/o sustituido por grupos alcoxi, de preferencia, grupos metoxi, etoxi, propoxi, butoxi.

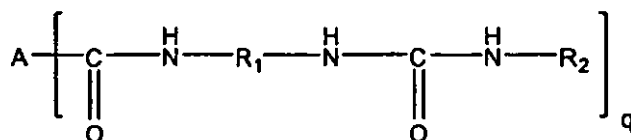
Cuando  $R_1$  y/o  $R_2$  incluyen uno o varios heteroátomos, los heteroátomos son, de preferencia, átomos de nitrógeno, más preferentemente  $R_1$  y/o  $R_2$  incluyen un solo átomo de nitrógeno.

15 En un modo particular de realización, el grupo Y representa un grupo urea  $\text{NHCONH-}$ , la fórmula general (I) se escribe del siguiente modo (Ia):



en la que los grupos A,  $R_1$ ,  $R_2$  y los números enteros m, n, p y q tienen el mismo significado que antes.

De preferencia, los números enteros m, n y p tienen un valor de 1, de preferencia X representa un grupo NH, se utilizan las moléculas que responden a la siguiente fórmula (Ia<sub>1</sub>):



20

en la que los grupos A,  $R_1$ ,  $R_2$  y el número entero q tienen el mismo significado que antes.

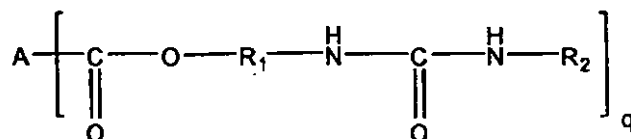
En particular, se utilizan las moléculas (Ia<sub>1</sub>) del siguiente cuadro:

Molécula (Ia <sub>1</sub> )	$R_1$	$R_2$
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>	fenilo
	fenilo	(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> -CH <sub>3</sub>
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>



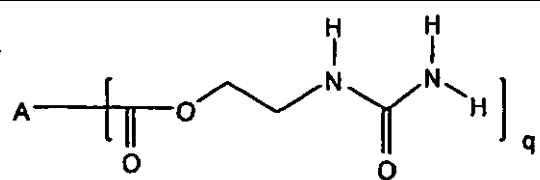
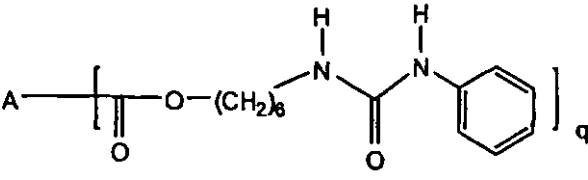
Las moléculas (Ia<sub>1</sub>) se sintetizan a partir de una mezcla comercial que proviene de la polimerización de ácidos grasos de fórmula general (III) A-[COOH]<sub>q</sub>, el grupo A y el número entero q tienen el mismo significado que antes. La o las funciones ácidas del compuesto de fórmula general (III) reaccionan primero con una diamina de fórmula (IV) H<sub>2</sub>N-R<sub>1</sub>-NH<sub>2</sub>. Posteriormente, las funciones aminas restantes reaccionan con un isocianato de fórmula general (V) O=C=N-R<sub>2</sub>, los grupos R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> tienen el mismo significado de antes.

- 5 De preferencia, los números enteros m, n y p tienen un valor de 1, de preferencia X representa un átomo de oxígeno O, se utilizan las moléculas que responden a la siguiente fórmula (Ia<sub>2</sub>):



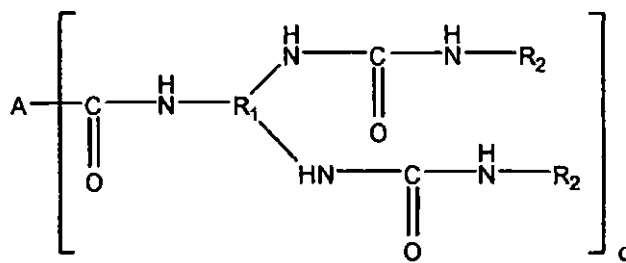
en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y el número entero q tienen el mismo significado que antes.

- 10 En particular, se utilizan las moléculas (Ia<sub>2</sub>) del siguiente cuadro:

Molécula (Ia <sub>2</sub> )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>	fenilo

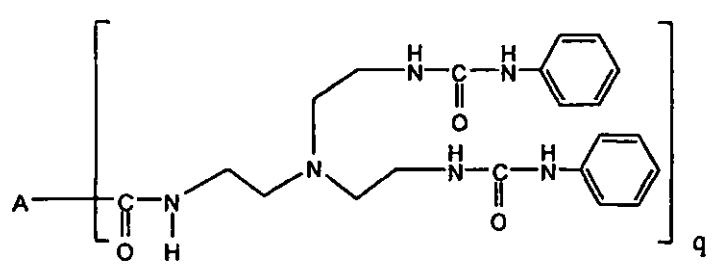
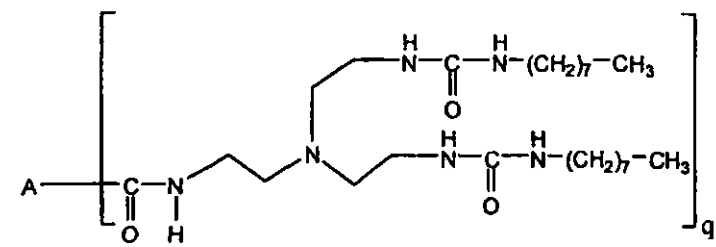
Las moléculas (Ia<sub>2</sub>) se sintetizan a partir de una mezcla comercial que proviene de la polimerización de ácidos grasos de fórmula general (III) A-[COOH]<sub>q</sub>, el grupo A y el número entero q tienen el mismo significado que antes. La o las funciones ácidas del compuesto de fórmula general (III) se activan primero en cloruro de acilo para formar A-[COCl]<sub>q</sub> que posteriormente reacciona con un compuesto de fórmula (VI) HO-R<sub>1</sub>-NHCONH-R<sub>2</sub>, los grupos R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> tienen el mismo significado que antes.

- 15 De preferencia, el entero n tiene un valor de 1, de preferencia, los enteros m y p tienen un valor de 2, de preferencia, X representa un grupo NH, se utilizan las moléculas que responden a la siguiente fórmula (Ia<sub>3</sub>):



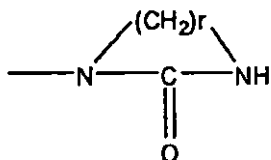
- 20 en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y el número entero q tienen el mismo significado que antes.

En particular, se utilizan las moléculas (Ia<sub>3</sub>) del siguiente cuadro:

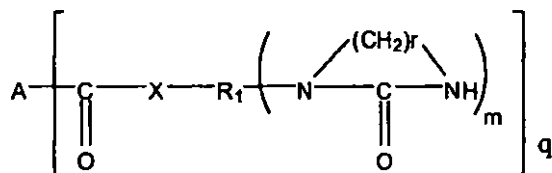
Molécula (Ia <sub>3</sub> )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
	((CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -N	fenilo
	((CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -N	(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>

- 5 Las moléculas (Ia<sub>3</sub>) se sintetizan a partir de una mezcla comercial que proviene de la polimerización de ácidos grasos de fórmula general (III) A-[COOH]<sub>q</sub>, el grupo A y el número entero q tienen el mismo significado que antes. La o las funciones ácidas del compuesto de fórmula general (III) reaccionan primero con una triamina de fórmula (VII) (H<sub>2</sub>N)<sub>3</sub>-R<sub>1</sub>. Las funciones aminas restantes reaccionan posteriormente con un isocianato de fórmula general (V) O=C=N-R<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> tienen el mismo significado que antes.

En un segundo modo particular de realización, el grupo Y representa un grupo urea de fórmula general (II):

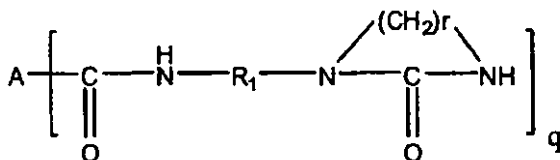


- 10 en la que r es un número entero con un valor de 2 ó 3. En este modo de realización, p tiene un valor de 0 y n un valor de 1, la fórmula general (I) se escribe de la siguiente manera (Ib):



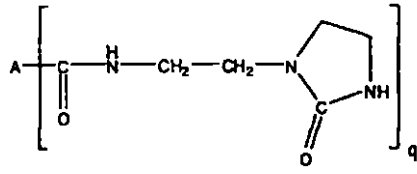
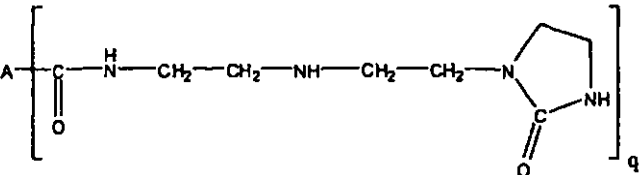
en la que los grupos A y R<sub>1</sub> y los números enteros m y q tienen el mismo significado que antes.

- 15 De preferencia, el entero m tiene un valor de 1, de preferencia, X representa un grupo NH, la fórmula general (Ib) se escribe del siguiente modo (Ib<sub>1</sub>):

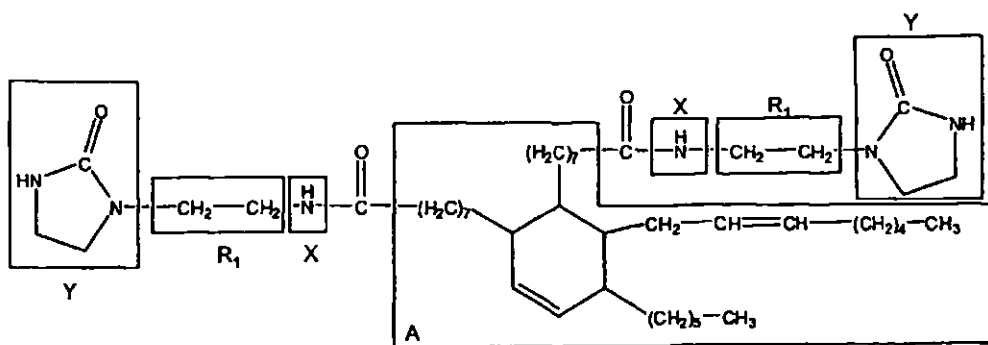


en la que los grupos A y R<sub>1</sub> y el número entero q tienen el mismo significado que antes.

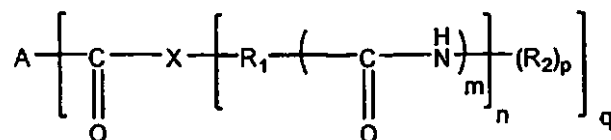
En particular, se utilizan las moléculas (Ib<sub>1</sub>) del siguiente cuadro:

Molécula (Ib <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	r
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	2
	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , NH- (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	2

- 5 La preparación de las moléculas (Ib<sub>1</sub>) se describe en la solicitud W02006087475. Entre las moléculas preferidas de la subfamilia (Ib<sub>1</sub>), se puede mencionar la siguiente molécula (Ib<sub>1-1</sub>), en la que A es un grupo hidrocarbonado cíclico saturado de 32 átomos de carbono que proviene de la dimerización de ácidos grasos ricos en ácido linoleico:

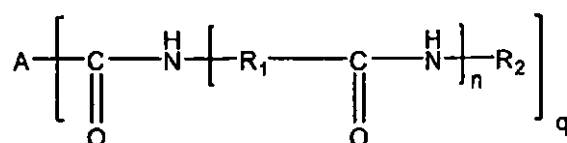


- 10 En un tercer modo particular de realización, el grupo Y representa un grupo amida -CONH-, la fórmula general (I) se escribe del siguiente modo (Ic):



en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y los números enteros m, n, p y q tienen el mismo significado que antes.

De preferencia, los enteros m y p tiene un valor de 1, de preferencia, X representa un grupo NH, la fórmula general (Ic) se escribe del siguiente modo (Ic<sub>1</sub>):



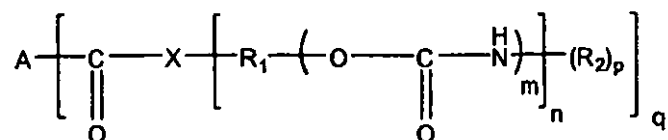
- 15 en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y los números enteros n y q tienen el mismo significado que antes.

En particular, se utilizan las moléculas (Ic<sub>1</sub>) del siguiente cuadro:

Molécula (Ic <sub>1</sub> )	n	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
$A - \left[ \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} \left( (\text{CH}_2)_5 - \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} \right)_2 (\text{CH}_2)_{11} - \text{CH}_3 \right]_q$	2	(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> -(CH <sub>3</sub> )
$A - \left[ \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} \left( (\text{CH}_2)_{10} - \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} \right)_4 \text{C}_6\text{H}_5 \right]_q$	4	(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub>	fenilo

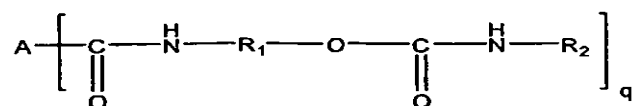
- 5 Las moléculas (Ic<sub>1</sub>) se sintetizan a partir de una mezcla comercial que proviene de la polimerización de ácidos grasos de fórmula general (III) A-[COOH]<sub>q</sub>, el grupo A y el número entero q tienen el mismo significado que antes. La o las funciones ácidas del compuesto de fórmula general (III) reaccionan con un compuesto de fórmula (VIII) H<sub>2</sub>N-(R<sub>1</sub>-CONH)<sub>n</sub>-R<sub>2</sub>, los grupos R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> y el número entero n tienen el mismo significado que antes.

En un último modo particular de realización, el grupo Y representa un grupo uretano -OCONH-, la fórmula general (I) se escribe del siguiente modo (Id):



- 10 en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y los números enteros m, n, p y q tienen el mismo significado que antes.

De preferencia, los enteros m, n y p tienen un valor de 1, de preferencia X representa un grupo NH, se utilizan las moléculas que responden a la siguiente fórmula (Id<sub>1</sub>):



en la que los grupos A, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y el número entero q tienen el mismo significado que antes.

- 15 En particular, se utilizan las moléculas (Id<sub>1</sub>) del siguiente cuadro:

Molécula (Id <sub>1</sub> )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
$A - \left[ \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - (\text{CH}_2)_6 - \text{O} - \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - \text{C}_6\text{H}_5 \right]_q$	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>	fenilo
$A - \left[ \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - (\text{CH}_2)_5 - \text{O} - \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - \text{C}_6\text{H}_5 \right]_q$	(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>	fenilo
$A - \left[ \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - (\text{CH}_2)_2 - \text{O} - \begin{array}{c} \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{N} \begin{array}{c} \text{H} \\   \end{array} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3 \right]_q$	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>

- Las moléculas (Id1) se sintetizan a partir de una mezcla comercial que proviene de la polimerización de ácidos grasos de fórmula general (III) A-[COOH]<sub>q</sub>, el grupo A y el número entero q tienen el mismo significado que antes. La o las funciones ácidas del compuesto de fórmula general (III) reaccionan primero con un compuesto de fórmula (IX) H<sub>2</sub>N-R<sub>1</sub>-OH. Posteriormente, las funciones alcoholes restantes reaccionan con un isocianato de fórmula general (V) O=C=N-R<sub>2</sub>, los grupos R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> tienen el mismo significado que antes.
- Según la invención, pueden combinarse los diferentes modos de realización preferentes y tener, por ejemplo, moléculas de fórmula (Ia) mezcladas con moléculas de fórmula (Ib), o mezcladas con moléculas de fórmula (Ic), o mezcladas con moléculas de fórmula (Id).
- Siempre según la invención, la síntesis química de las moléculas de fórmula general (I), se acompaña en ocasiones de productos secundarios pero no es necesario separar los productos de fórmula general (I) de los productos de reacción secundaria, productos que son minoritarios.
- Las composiciones bituminosas según la invención incluyen al menos un bitumen y al menos una molécula organogelificante de fórmula general (I) sola o mezclada. Las composiciones bituminosas según la invención contienen del 0,1 al 30% en masa de molécula organogelificante de fórmula general (I), sola o mezclada, de preferencia del 0,5 al 20%, de preferencia del 1 al 10%, de preferencia del 2 al 5%.
- Las composiciones bituminosas según la invención pueden contener bitúmenes de diferentes orígenes. Se pueden mencionar, en primer lugar, los bitúmenes de origen natural, los que están contenidos en yacimientos de bitumen natural, asfalto natural o arenas bituminosas.
- Los bitúmenes según la invención también son los bitúmenes que provienen del refinado del petróleo bruto. Los bitúmenes provienen de la destilación atmosférica y/o al vacío del petróleo. Eventualmente, estos bitúmenes pueden ser soplados, viscorreducidos y/o desasfaltados. Los bitúmenes pueden ser bitúmenes de grado duro o de grado blando. Los diferentes bitúmenes obtenidos mediante los procedimientos de refinado pueden combinarse entre ellos para obtener la mejor relación técnica.
- Los bitúmenes utilizados también pueden ser bitúmenes fluxados por adición de disolventes volátiles, de fluxantes de origen petrolífero, de fluxantes carboquímicos y/o de fluxantes de origen vegetal.
- Asimismo, pueden utilizarse bitúmenes sintéticos, también llamados bitúmenes claros, pigmentables o coloreables. Estos bitúmenes contienen poco o nada de asfaltenos y, en consecuencia, pueden colorearse. Estos bitúmenes sintéticos son a base de resina de petróleo y/o de resina derivada de la petroquímica como las ceras de polietileno o las resinas indeno-cumarona y de aceite lubricante, como se describe, por ejemplo, en la patente EP179510.
- También pueden utilizarse bitúmenes poliméricos. Los polímeros utilizados pueden ser, por ejemplo, polietilenos, copolímeros de etileno y de acetato de vinilo, copolímeros de estireno y de butadieno.
- Se prevén diversas utilidades de las composiciones bituminosas obtenidas según la invención, fundamentalmente para la preparación de un ligante bituminoso que, a su vez, puede utilizarse para preparar una asociación con áridos, fundamentalmente para carreteras. Otro aspecto de la invención es la utilización de una composición bituminosa en diversas aplicaciones industriales, fundamentalmente para preparar un revestimiento de estanqueidad, una membrana o una capa de impregnación.
- Al tratarse de aplicaciones en carreteras, la invención propone, fundamentalmente, mezclas bituminosas como materiales para la construcción y el mantenimiento de las capas inferiores del firme y de su revestimiento, así como para la realización de todo tipo de trabajo de redes viales. De este modo, la invención se refiere, por ejemplo, a los revestimientos superficiales, las mezclas bituminosas en caliente, mezclas bituminosas en frío, lechadas asfálticas, emulsiones de grava, capas de bases, capas de unión, capas de adherencia y capas de rodadura y otras asociaciones de un ligante bituminoso y del árido para carreteras, que poseen propiedades particulares, como las capas anti-roderas, las mezclas drenantes o los asfaltos (mezcla entre un ligante bituminoso y áridos de tipo arena).
- Si se trata de aplicaciones industriales de las composiciones bituminosas, se puede mencionar la fabricación de membranas de estanqueidad, de membranas supresoras de ruidos, de membranas de aislamiento, revestimientos superficiales, losetas de moqueta, capas de impregnación, etc.
- La invención también se refiere a un procedimiento para obtener una composición bituminosa dura y elástica a temperaturas de uso sin aumentar su viscosidad en caliente.
- El procedimiento de preparación de las composiciones bituminosas según la invención incluye las siguientes etapas esenciales:
- a) se introduce un bitumen en un recipiente equipado con medios de mezcla y se lleva el bitumen a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C,
  - b) se introduce del 0,1 al 30%, de preferencia del 0,5 al 5% en peso de molécula organogelificante de fórmula general (I),

c) se calienta la composición a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C, con agitación, hasta obtener una composición bituminosa homogénea.

- 5 La molécula organogelificante de fórmula general (I) puede introducirse, indistintamente, en el bitumen solo o en proceso de fabricación, en el bitumen polimérico, en el ligante bituminoso en forma anhidra o en forma de emulsión, en la mezcla bituminosa, pero siempre en caliente, a temperaturas entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C. Las mezclas pueden agitarse a estas temperaturas hasta la solubilización de la molécula organogelificante de fórmula general (I) en el bitumen, el bitumen polimérico, el ligante bituminoso en forma anhidra o de emulsión, en la mezcla bituminosa.

### Ejemplos

10 Composición bituminosa T<sub>1</sub> (testigo)

Se elige un bitumen de destilación directa de penetrabilidad 50 1/10 mm según la norma NF EN 1426.

Composición bituminosa T<sub>2</sub> (testigo)

También se prepara una composición bituminosa testigo en la que el polímero está reticulado de manera irreversible.

- 15 Se introduce en un reactor con agitación y a 195°C:

- el 95% en masa de un bitumen de destilación directa de penetrabilidad 50 1/10 mm y
- el 5% en masa de un copolímero secuenciado estireno/butadieno, al 25% en peso de estireno y al 75% en peso de butadieno con una masa molecular en peso, Mw de 128 000 Dalton.

La mezcla se agita y se calienta a 195°C durante aproximadamente 3 horas.

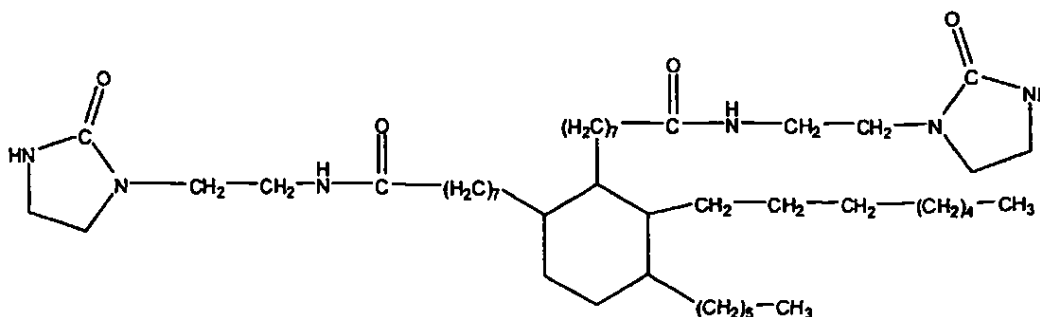
- 20 A continuación, se agrega el 0,1% en masa de azufre.

La mezcla se agita y se calienta a 195°C durante una hora.

Composiciones bituminosas según la invención C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>

Se preparan 5 composiciones bituminosas según la invención con 3 moléculas de fórmula general (I).

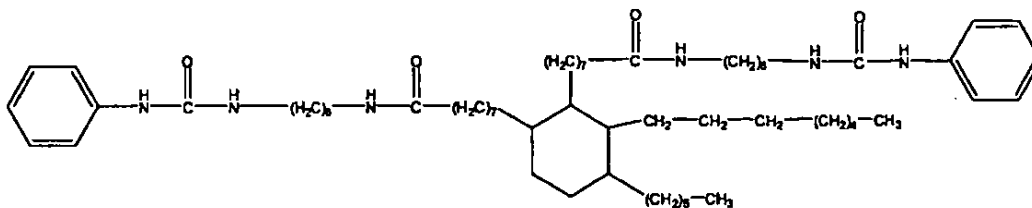
- 25 1) Para la composición C<sub>1</sub>, se utiliza la molécula (Ib<sub>1-2</sub>) cuya fórmula es la siguiente:



Se prepara la molécula (Ib<sub>1-2</sub>) como se describe en la solicitud WO2006087475 (páginas 12 a 14).

La concentración en molécula (Ib<sub>1-2</sub>) en la composición C<sub>1</sub> es del 0,5% en masa.

- 2) Para la composición C<sub>2</sub>, se utiliza la misma molécula (Ib<sub>1-2</sub>) a una concentración del 2% en masa.
- 30 3) Para la composición C<sub>3</sub>, se utiliza la misma molécula (Ib<sub>1-2</sub>) a una concentración del 5% en masa.
- 4) Para la composición C<sub>4</sub>, se utiliza la molécula (Ia<sub>1-1</sub>) cuya fórmula es la siguiente:



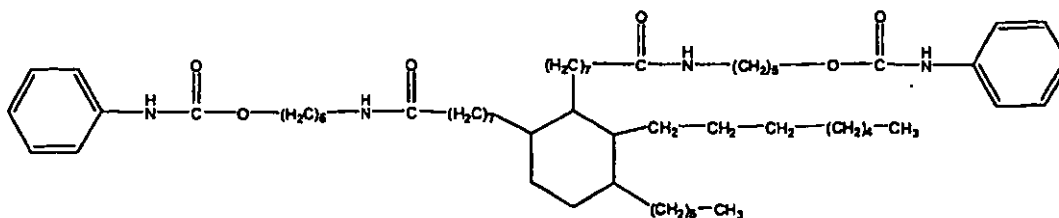
Se prepara la molécula (Ia<sub>1</sub>-1) de la siguiente manera:

En un reactor, se mezclan 51,5 g de EMPOL 1008® (92.3% de dímero de ácido graso en C<sub>36</sub>, q = 2, totalmente hidrogenado) y 21,4 g de hexametileno diamina. Se calienta a 160°C durante 24 horas.

- 5 Después de enfriar a temperatura ambiente, se agregan 70 ml de cloroformo, y 20 ml de fenilisocianato. Se agita durante 24 horas a temperatura ambiente y se evapora el disolvente.

La concentración en molécula (Ia<sub>1</sub>-1) en la composición C<sub>4</sub> es del 5% en masa.

5) Para la composición C<sub>5</sub>, se utiliza la molécula (Id<sub>1</sub>-1) cuya fórmula es la siguiente:



- 10 Se prepara la molécula (Id<sub>1</sub>-1) de la siguiente manera:

En un reactor, se mezclan 51,5 g de EMPOL 1008® (92.3% de dímero de ácido graso en C<sub>36</sub>, q = 2, totalmente hidrogenado) y 19 g de 5-amino-1-pentanol. Se calienta a 160°C durante 24 horas.

Después de enfriar a 50°C, se agregan 70 ml de cloroformo, 1 ml de trietilamina, y 20 ml de fenilisocianato. Se somete a reflujo con agitación durante 24 horas y se evapora el disolvente.

- 15 La concentración en molécula (Id<sub>1</sub>-1) en la composición C<sub>5</sub> es del 5% en masa.

Las composiciones bituminosas según la invención C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub> se preparan del siguiente modo:

Se introduce en un reactor con agitación y a 170°C:

- un bitumen de destilación directa de penetrabilidad 50 1/10 mm y
- la molécula de fórmula general (I).

- 20 La mezcla se agita y se calienta a 170°C durante aproximadamente 2 horas.

El siguiente cuadro presenta las características físicas de las composiciones bituminosas según la invención y de las composiciones bituminosas testigo.

## ES 2 382 296 T3

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Penetrabilidad (0,1 mm) <sup>(1)</sup>	46	43	46	45	41	39	42
TBA (*C) <sup>(2)</sup>	50,2	61,6	51,4	53,7	65,0	62	59
Viscosidad a 80°C (Pas.s)	28,4	59,0	29,3	31,5	55,0	57,0	39,9
Viscosidad a 100°C (Pas.s)	5,3	14,9	5,8	7,6	8,3	10,0	8,0
Viscosidad a 120°C (Pas.s)	1,3	4,3	1,5	1,8	2,1	2,5	1,9
Viscosidad a 140°C (Pas.s)	0,5	1,5	0,5	1,6	0,9	1,0	0,8
Viscosidad a 160°C (Pas.s)	0,2	0,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3
Viscosidad a 180°C (Pas.s)	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Viscosidad a 200°C (Pas.s)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Elongación máx. a 5°C (%) <sup>(3)</sup>	38	697	75	100	589	>700	322
Energía convencional a 400% de elongación (D/cm <sup>2</sup> ) <sup>(3)</sup>	0	17,5	0	0	12,7	13,8	3,7
<p>(1) Según la norma NF EN 1426</p> <p>(2) Temperatura Anillo y Bola, según la norma NF EN 1427</p> <p>(3) Test de tracción a 5°C, según la norma NF EN 13587, con una velocidad de estiramiento de 500 mm/min.</p>							

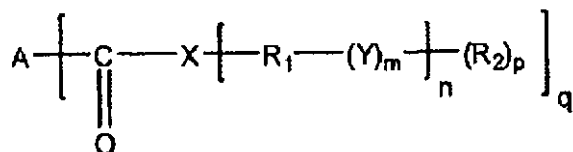
El bitumen solo T<sub>1</sub> no es para nada elástico. Cuando el bitumen se aditiva con un polímero reticulado con azufre (reticulación irreversible), la composición T<sub>2</sub> presenta una muy buena capacidad de elongación y una cohesión, medida por la energía convencional, muy superior a la del bitumen solo T<sub>1</sub>; la composición T<sub>2</sub> es elástica. No obstante, la composición T<sub>2</sub> presenta valores de viscosidad mucho más altos que los del bitumen solo; esto se debe a la reticulación irreversible del polímero.

Las composiciones según la invención y, en particular, las composiciones C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> presentan propiedades elásticas significativas a 5°C, propiedades similares e incluso superiores a las de la composición T<sub>2</sub>. Además, las composiciones según la invención presentan viscosidades relativamente reducidas, bastante similares a las del bitumen puro T<sub>1</sub>, en cuanto la temperatura supera los 100°C. Las viscosidades de las composiciones según la invención son claramente mucho más bajas que las de la composición T<sub>2</sub> en la que la reticulación es irreversible. Por lo tanto, las composiciones según la invención son lo suficientemente fluidas a temperaturas de aplicación, permitiendo un buen recubrimiento de los áridos y una colocación más sencilla de las mezclas bituminosas en la carretera con los elementos técnicos que existen actualmente en la profesión vial. Además, las composiciones según la invención, a temperaturas de uso, son suficientemente elásticas para resistir a las deformaciones que imponen el tráfico y/o los cambios de temperatura.



REIVINDICACIONES

1.- Composición bituminosa que comprende al menos un bitumen y al menos una molécula organogelificante sola o mezclada, dicha molécula organogelificante está representada por la siguiente fórmula general (I):



5 en la que:

- A representa un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado, saturado o insaturado, acíclico, cíclico o policíclico, de 3 a 92 átomos de carbono, procedente de la polimerización de las cadenas laterales de al menos un ácido graso insaturado,

- X representa un grupo NH o un átomo de oxígeno O,

10 - R<sub>1</sub> representa un grupo elegido entre: un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 2 a 40 átomos de carbono que comprende, eventualmente, uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,

- R<sub>2</sub> representa un grupo elegido entre: un átomo de hidrógeno, un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 1 a 40 átomos de carbono que incluye uno o varios heteroátomos y, eventualmente, una o varias insaturaciones, o un grupo aromático sustituido o no,

15

- m y n representan, independientemente uno del otro, un número entero que varía de 1 a 4,

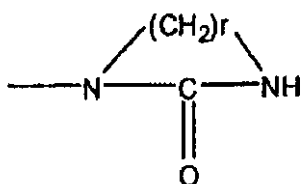
- p representa un número entero que varía de 0 a 4,

- q representa un número entero que varía de 1 a 4 o una combinación de estos valores,

20

-Y representa un grupo que comprende un donante de enlace hidrógeno como el grupo NH y un aceptante de enlace hidrógeno como el grupo C=O.

2.- Composición bituminosa según la reivindicación 1 en la que Y representa un grupo elegido entre los grupos urea -NHCONH-, amida -NHCO-, uretano -OCONH- o urea de fórmula general (II):



con r un número entero con un valor de 2 ó 3 y, p con un valor de 0 y n con un valor de 1.

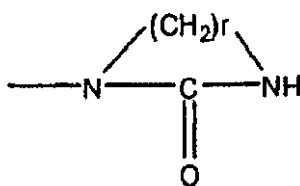
25 3.- Composición bituminosa según la reivindicación 1 ó 2, en la que los ácidos grasos insaturados utilizados son ácidos grasos insaturados de 4 a 24 átomos de carbono (C<sub>4</sub> a C<sub>24</sub>), de preferencia de 11 a 22 átomos de carbono (C<sub>11</sub> a C<sub>22</sub>), de preferencia de 16 a 18 átomos de carbono (C<sub>16</sub> a C<sub>18</sub>).

30 4.- Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la molécula organogelificante de fórmula general (I) se presenta en forma de una mezcla de más del 70% de moléculas organogelificantes de fórmula general (I) con q = 2 y/o q=3.

5.- Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el grupo R<sub>1</sub> y/o R<sub>2</sub> representa un grupo aromático sustituido por grupos alquilo y/o grupos alcoxi.

6.- Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que Y representa un grupo urea -NHCONH-, de preferencia con n con un valor de 1, m y p con un valor de 1 o m y p con un valor de 2.

35 7.- Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en la que Y representa un grupo urea de fórmula general (II):



con r un número entero con un valor de 2 ó 3, p con un valor de 0 y n con un valor de 1, de preferencia con m con un valor de 1, de preferencia con X representando un grupo NH.

- 5 **8.-** Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que Y representa un grupo amida -CONH-, de preferencia con m y p con un valor de 1, de preferencia con X representando un grupo NH.
- 9.-** Composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que Y representa un grupo uretano -OCONH-, de preferencia con m, n y p con un valor de 1, de preferencia con X representando un grupo NH.
- 10 **10.-** Composición bituminosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 que contiene del 0,1 al 30% en masa de molécula organogelificante de fórmula general (I), de preferencia del 0,5 al 20%, de preferencia del 1 al 10%, de preferencia del 2 al 5%.
- 11.-** Composición bituminosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el bitumen incluye, además, al menos un polímero y/o un fluxante.
- 12.-** Uso de una composición bituminosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para fabricar un ligante bituminoso anhidro o en forma de emulsión, un bitumen polimérico o un bitumen fluxado.
- 15 **13.-** Uso de al menos una molécula organogelificante de fórmula general (I) sola o mezclada, como se define en las reivindicaciones 1 a 9, para preparar composiciones bituminosas elásticas reticuladas de modo termorreversible.
- 20 **14.-** Procedimiento para obtener una composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la molécula organogelificante de fórmula general (I) sola o mezclada, se introduce en caliente, a temperaturas entre 70 y 220°C, de preferencia entre 90 y 180°C, en el bitumen solo, en el bitumen polimérico, en el ligante bituminoso en forma anhidra o en forma de emulsión, o en la mezcla bituminosa.
- 15.-** Procedimiento de preparación de una composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que:
- a) se introduce un bitumen en un recipiente equipado con medios de mezcla y se lleva el bitumen a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C,
- 25 b) se introduce del 0,1 al 30%, de preferencia del 0,5 al 5% en masa de molécula organogelificante de fórmula general (I) sola o mezclada, respecto de la masa de bitumen,
- c) se calienta la composición bituminosa a una temperatura comprendida entre 70 y 220°C, de preferencia, entre 90 y 180°C, con agitación, hasta obtener una composición bituminosa homogénea.