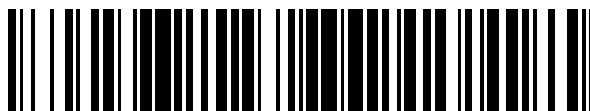


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 993**

51 Int. Cl.:  
**C08L 95/00** (2006.01)  
**C08K 5/39** (2006.01)  
**C08K 9/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01982442 .4**  
96 Fecha de presentación: **24.10.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1345991**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

54 Título: **COMPOSICIÓN VULCANIZANTE DE ASFALTO.**

30 Prioridad:  
**24.10.2000 EP 00309342**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.11.2011**

73 Titular/es:  
**TOTAL RAFFINAGE MARKETING  
24 COURS MICHELET  
92800 PUTEAUX, FR**

72 Inventor/es:  
**ANDRIOLO, Patrizio**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 368 993 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 vulcanizante de asfalto

La presente invención trata de una composición para vulcanizar asfalto. De este modo el asfalto es útil como sustancia de revestimiento, por ejemplo para la pavimentación. La invención aporta una composición vulcanizante que cuando se mezcla con el asfalto y un elastómero da lugar a una composición que tiene una mayor estabilidad y capacidad de envejecimiento. La invención también se refiere a métodos para elaborar la composición vulcanizante y la composición para pavimentación así como la propia composición de revestimiento.

Es sabido desde hace cierto tiempo que la incorporación de polímeros elastoméricos al asfalto permite crear una composición útil para la pavimentación. El elastómero confiere a la composición la capacidad de deformarse por efecto de la presión (ej.: cuando un vehículo circula sobre ella) y luego volver a su estado original. Ello aumenta la vida útil del pavimento. También es sabido que la adición de azufre o compuestos que contienen azufre a estas composiciones aumenta su resistencia debido a la formación de enlaces cruzados. Esta formación de enlaces cruzados se denomina vulcanización. Generalmente la elaboración de estas composiciones se lleva a cabo en dos pasos: se añade el elastómero al asfalto y se dispersa completamente y después se añade el agente vulcanizante y se deja que se formen los enlaces cruzados. Varias solicitudes de patentes publicadas describen dichos procesos, como WO 98/47966, WO 92/11321, WO 90/02776, WO 93/18092 y WO 96/15193.

Un proceso de este tipo se describe en la patente europea publicada EP 424 420. Este documento revela la formación de una composición de asfalto en dos pasos. Un polímero elastomérico (SBS) se dispersa en el asfalto a una temperatura entorno a los 140-180 °C. Cuando el SBS está totalmente dispersado en el asfalto, se añaden los agentes vulcanizantes, que incluyen azufre, una sustancia donadora de azufre y otros aditivos. La mezcla se agita durante 100-150 minutos a una temperatura de 140-180 °C para formar la composición final.

En la solicitud de patente francesa publicada FR2737216, más reciente, se desarrolla un procedimiento alternativo de un solo paso para elaborar una composición de revestimiento a partir de asfalto. Este método usa una mezcla preliminar lista para ser usada, la cual incluye una forma de SBS en polvo y agentes para formar enlaces cruzados también en polvo, de manera que la mezcla preliminar es igualmente en forma de polvo.

US6025418 describe la adición de un agente específico que contiene azufre a una composición consistente en una mezcla de asfalto y un polímero elastomérico. No hace referencia a un agente vulcanizante que incluya un agente sulfúrico y un aglutinante y que sea en forma de gránulos.

EP384254 y GB2270318 describen la adición de azufre en forma de polvo o de un agente donador de azufre a una mezcla de asfalto precalentado que contiene látex o un polímero. Ninguno de estos documentos habla de un agente vulcanizante que incluya un agente sulfúrico y un aglutinante y que sea en forma de gránulos.

EP350866 se refiere a una solución madre que contiene un aceite hidrocarbonado y azufre en forma cristalizada y en polvo. La solución resultante se añade a continuación al asfalto precalentado. No se refiere a un agente vulcanizante que incluya un agente sulfúrico y un aglutinante y que sea en forma de gránulos.

Todos los métodos anteriores tienen varias desventajas. Los procedimientos en dos pasos necesitan más tiempo y requieren el almacenamiento por separado de un mayor número de componentes distintos. Además, el elastómero y el agente formador de enlaces cruzados son en polvo y deben añadirse por separado, por lo que sus proporciones se deben determinar a la hora de elaborar la composición de revestimiento. Este procedimiento induce a errores que hacen que se desperdicie materia y que aumente el coste. El procedimiento en un solo paso solventa algunos de estos problemas, pero conlleva otros. La mezcla preliminar es en polvo y tiene que mezclarse ya que está compuesta por más de un ingrediente. Los polvos tienen problemas de seguridad, ya que conllevan riesgo de incendio y de explosión. Esto es particularmente problemático para el azufre y los compuestos que lo contienen. Además los polvos son difíciles de almacenar y son susceptibles de formar grumos y de endurecerse, lo que hace que sean difíciles de procesar.

Un objetivo de la presente invención es solventar los problemas asociados con la técnica anterior. Otro objetivo adicional es proporcionar una composición vulcanizante que sea más segura, más fácil de usar, que dé lugar a una composición de revestimiento final con mejores características de estabilidad, almacenamiento y envejecimiento y que permita un mejor control de la cantidad de producto empleado en las composiciones.

Por consiguiente, la presente invención aporta un agente vulcanizante para el asfalto, que consiste en un agente sulfúrico y un aglutinante y es en forma de gránulos. Generalmente el agente sulfúrico se dispersa en el aglutinante. Por gránulos se entiende un producto consistente en partículas aglomeradas para formar otras de mayor tamaño. Estos aglomerados no tienen una limitación especial de forma o tamaño, siempre que no formen un polvo peligroso, y pueden incluir un extruido o pastilla elaborada por extrusión o compresión del agente vulcanizante.

La presente invención aporta un agente vulcanizante granulado que evita los riesgos asociados con los polvos y que puede emplearse en un proceso de un solo paso para formar un agente de pavimentación con un elastómero y asfalto. Por proceso de un solo paso se entiende un proceso en el que el elastómero y el agente vulcanizante se pueden añadir juntos al asfalto si así se desea. Un proceso en dos pasos requiere que el elastómero y el asfalto se dispersen

completamente antes de añadir el agente vulcanizante. Sorprendentemente, además de las anteriores ventajas, el presente agente vulcanizante mejora las características de envejecimiento y estabilidad de la composición de revestimiento.

A continuación abordaremos en detalle los distintos aspectos de la presente invención.

5 El agente vulcanizante incluye un aglutinante y un agente sulfúrico en proporciones no especialmente limitadas, siempre que el aglutinante se encuentre en suficiente cantidad como para permitir que se formen gránulos. En una realización preferente, el agente vulcanizante incluye un 20% o más del peso de aglutinante. Más preferentemente el agente vulcanizante incluye del 20% al 90% del peso de aglutinante y del 10% al 80% del peso de agente sulfúrico. El agente vulcanizante puede también incluir del 0% al 30% de aditivos adicionales. Preferiblemente el agente sulfúrico contiene del 10% al 100% de azufre elemental y del 0% al 90% de un compuesto de azufre. De este modo, agente sulfúrico puede contener un donador de azufre, tal como el dibutil ditiocarbamato de zinc (ZDBC) o el mercaptobenzotiazolato de zinc (ZMBT) o una sulfinamida. Los compuestos de azufre y donadores de azufre preferidos pueden encontrarse en el *Rubber Handbook* publicado por la *Swedish Institution of Rubber Technology*.

15 El aglutinante no está especialmente limitado, siempre que sea capaz de aglomerar el agente sulfúrico en gránulos. Sin embargo, preferentemente el aglutinante tiene un punto de fusión (y/o punto de reblandecimiento) inferior al punto de fusión del azufre, para un procesado más fácil. En realizaciones preferentes, el aglutinante incluye una cera, una resina hidrocarbonada, un copolímero de etileno y un éster acrílico. Los aglutinantes preferibles incluyen polietileno (PE), monoestearato de glicerina (GMS) y copolímeros de etileno y ésteres de acrilato.

20 Un agente vulcanizante particularmente preferido es el azufre elemental y un aglutinante particularmente preferido es EVA.

El agente vulcanizante preferiblemente incluye otros aditivos. Estos aditivos no están especialmente limitados y se pueden añadir para mejorar la mezcla y/o facilitar el procesado. También se pueden elegir para mejorar la calidad de las superficies, especialmente la calidad de las carreteras. Tales aditivos adicionales pueden incluir adhesivos, elastómeros, asfaltos, óxido de zinc y/o ácido esteárico.

25 La presente invención también aporta un proceso para la producción del agente vulcanizante que incluye:

(a) extrusión de un agente sulfúrico con un aglutinante; o

(b) compresión de un agente sulfúrico con un aglutinante a una temperatura inferior al punto de fusión del agente sulfúrico para formar gránulos de agente vulcanizante.

30 El proceso es una compresión o extrusión estándar, conocidas en este campo. Se pueden emplear técnicas de procesamiento y dispositivos estándar. Preferentemente se emplea en el proceso una temperatura de 110°C o inferior, ya que el azufre se funde entorno a los 119 °C. Sin embargo, si el punto de fusión del agente sulfúrico es superior, se pueden emplear temperaturas más elevadas.

35 La presente invención aporta además un proceso para producir una composición de revestimiento, el cual consiste en poner en contacto asfalto con un elastómero y un agente vulcanizante como se definió anteriormente. En una realización preferida, el proceso se lleva a cabo a una temperatura de 100 °C o superior. Más preferentemente el proceso se lleva a cabo a una temperatura de 120-200 °C. Como ya se mencionó anteriormente, se trata de un proceso de un solo paso en el que el elastómero y el agente vulcanizante se añaden al asfalto esencialmente de manera simultánea.

40 Generalmente se emplean entre 1 y 15 partes por peso de elastómero y entre 85 y 99 partes por peso de asfalto. Preferentemente se emplea entre 0,01% y 10% del peso, más preferentemente entre 0,1 y 5 % del peso de agente vulcanizante, con respecto al peso total de asfalto y elastómero.

45 El elastómero no está especialmente limitado, siempre que tenga las cualidades requeridas para las composiciones de revestimiento. Dichos elastómeros son bien conocidos en este campo y generalmente se trata de polímeros de caucho. En una realización preferente, el elastómero incluye estireno-butadieno-estireno (SBS), SBS hidrogenado, estireno-isopreno-estireno (SIS), estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS) y / o poliisobutadieno (PIB).

La composición de revestimiento de la presente invención contiene propiedades mejoradas en cuanto a envejecimiento y estabilidad y se usa preferentemente para producir y/o reparar carreteras, pavimentos, pistas u otras superficies para vehículos.

50 Típicamente tales composiciones de revestimiento se elaboran antes de transportarse al lugar donde se usarán. Una vez elaboradas, se almacenan durante un máximo de tres días a temperaturas entorno a los 180 °C, para evitar que el asfalto se solidifique. Por consiguiente, es importante que estas composiciones sean estables a altas temperaturas y que se sometan a una pequeña fase de separación si es posible. Las presentes composiciones de revestimiento son especialmente estables, como se muestra en los análisis del punto de reblandecimiento con el método del anillo y la bola (descrito más adelante), en comparación con las composiciones de métodos anteriores.

A continuación se describirá la presente invención, con referencias a las siguientes realizaciones específicas, que se presentan solo a modo de ejemplo y que no pretenden limitar la invención.

### **Ejemplos**

- 5 En los siguientes ejemplos, los asfaltos empleados fueron un asfalto venezolano (asfalto A), con una penetración de 87 a 25 °C, y un asfalto de Oriente Medio (asfalto B) con una penetración de 74 a 25 °C. Además se han analizado cinco asfaltos chinos con valores de penetración a 25 °C de 75, 58, 78 y 83 para SH1, SH2, SH3 y SH4 respectivamente. El test de penetración es un test estándar bien conocido en el sector, en el que se mide la profundidad a la que penetra una aguja en el asfalto. Aquí se midió según los métodos del test estándar ASTM D-5-73 revisado 95. Todos estos asfaltos se usaron en las pruebas de laboratorio.
- 10 El elastómero empleado en las pruebas de laboratorio fue Finaprene® 503 (SBS – un polímero de estireno/butadieno de 31/69% en peso). Los elastómeros utilizados en las composiciones de pavimentación industriales fueron Finaprene® 503 (SBA- un polímero lineal de estireno/butadieno de 31/69% en peso), Finaprene® 401 (un polímero radial de bajo peso molecular de estireno/butadieno de 20/80% en peso) y Finaprene® 411X (un polímero radial de alto peso molecular de estireno/butadieno de 30/70% en peso).
- 15 El agente vulcanizante contenía alguno de los siguientes:
- (a) polvo de azufre;
  - (b) 70/30% en peso de azufre / EVA en gránulos, preparado mediante extrusión; o
  - (c) 70/30% en peso de (80/20% en peso de /ZDBC) / EVA en gránulos, preparado mediante compresión.
  - (d) 30/62/3/3/2% en peso de EVA/azufre/ZDBC/ZMBT/PIB en gránulos, preparado mediante extrusión.

### **Ejemplo 1**

Este es un ejemplo de la presente invención.

- Se calentó el asfalto A a 180 °C y se añadió 3% en peso de Finaprene® 503 en gránulos simultáneamente junto con 0,1% en peso de agente vulcanizante© en gránulos, con respecto al peso total de asfalto y elastómero. Transcurridos 120 minutos, la mezcla era homogénea. La estabilidad de almacenamiento era buena (no había separación de fases) y confirmaba la eficacia de la vulcanización.

### **Ejemplo 2**

Este es un ejemplo de la presente invención.

- Se calentó el asfalto B a 180 °C y se añadió 5% en peso de Finaprene® 503 en gránulos simultáneamente junto con 0,1% en peso de agente vulcanizante (b) en gránulos, con respecto al peso total de asfalto y elastómero. Transcurridos 120 minutos, la mezcla era homogénea. La estabilidad de almacenamiento era buena (no había separación de fases) y se confirmaba la eficacia de la vulcanización.

### **Ejemplo 3**

Este es un ejemplo de comparación que emplea un método de FR 2737216

- Se calentó el asfalto B a 180 °C y se añadió 5% en peso de Finaprene® 503 en polvo simultáneamente junto con 0,1% en peso de agente vulcanizante (b) en polvo, con respecto al peso total de asfalto y elastómero. Transcurridos 120 minutos, la mezcla era homogénea. La estabilidad de almacenamiento era peor que en los ejemplos 1 y 2.

### **Análisis de estabilidad y envejecimiento usando el método del anillo y la bola**

- Se analizó la estabilidad de los productos del ejemplo 2 y del ejemplo comparativo 3. Se empleó un método estándar interno desarrollado a partir del método del anillo y la bola (ASTM-D36). Un anillo se recubre con la composición de revestimiento una vez elaborada y después el anillo se sumerge en aceite caliente. Se registra la temperatura a la que la composición se cae del anillo. La composición se almacena a alta temperatura durante 3 días y se repite el método. Si la estabilidad es buena, la composición conservará su adhesividad y la temperatura permanecerá de manera ideal lo más cercana posible a la temperatura medida originalmente. Cuanto mayor sea el descenso de temperatura, menor es la estabilidad de la composición y peor sus características de envejecimiento.

- 45 Los resultados de la composición elaborada en los ejemplos 2 y 3 se presentan a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1**

Tiempo de mezclado / min	Descenso de temperatura / °C	
	Ejemplo 2	Ejemplo 3
120	7	10
180	5	10

5

La tabla 1 muestra que, para tiempos de mezclado de 2 y 3 horas, el descenso de temperatura es menor en la composición de la presente invención en comparación con la composición más parecida elaborada con métodos anteriores. Esto subraya la mejora en las características de envejecimiento y estabilidad de las presentes composiciones.

**Ejemplos 4 a 7**

10

En estos ejemplos se prepararon varias composiciones de revestimiento a partir de los asfaltos chinos SH1, SH2, SH3 y SH4, con distintos elastómeros en diferentes cantidades y opcionalmente con diversas cantidades de extracto de furfural pesado. Las composiciones según la presente invención se prepararon con 0,1% en peso de agente vulcanizante d) en gránulos y en los ejemplos de comparación sin agente vulcanizante. En las tablas 2 a 5 se muestran las composiciones y los resultados. En estos ejemplos se midieron la ductilidad según el método de test estándar IP 32/55, la viscosidad cinemática del asfalto según el método de test estándar ASTM D 2170 y la recuperación elástica según el método de test estándar DIN V 52021-1.

15

**Tabla 2**

**Asfalto SH1**

Composición	% en peso	% en peso	% en peso
Asfalto SH1	96,5	96,4	95,5
Finaprene® 503	-	-	-
Finaprene® 401	3,5	3,5	4,5
Agente vulcanizante	-	0,1	-
Extracto pesado de furfural	-	-	-
Propiedades			
Temperatura del anillo y la bola °C	68	70	80
Penetración 5 °C – 1/10 mm	10	11	13
15 °C – 1/10 mm	18	20	18
25 °C – 1/10 mm	51	55	54
Viscosidad 135 °C – Pa.s	1,22	1,47	1,54
150 °C – Pa.s	0,72	0,84	0,89
Ductilidad 5 °C – cm	13	14	20
13 °C – cm	60	80	60
25 °C – cm	62	87	58
Recuperación elástica - %	92	95	97
Estabilidad de almacenamiento (48 horas a 163 °C)	no	sí	no

**Tabla 3**  
**Asfalto SH2**

Composición	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
Asfalto SH2	97,5	97,4	96,5	96,4	95,5
Finaprene® 503	-	-	-	-	-
Finaprene® 401	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5
Agente vulcanizante	-	0,1	-	0,1	-
Extracto pesado de furfural	-	-	-	-	-
Propiedades					
Temperatura del anillo y la bola °C	53	55	67	69	74
Penetración 5 °C – 1/10 mm	9	10	9	10	9
15 °C – 1/10 mm	16	10	15	17	16
25 °C – 1/10 mm	47	44	43	51	44
Viscosidad 135 °C – Pa.s	1,16	1,16	1,31	1,52	1,76
150 °C – Pa.s	0,63	0,70	0,79	0,85	0,98
Ductilidad 5 °C – cm	6	1	8	8	14
13 °C – cm	24	41	52	58	60
25 °C – cm	97	>130	54	82	53
Recuperación elástica - %	35	58	93	93	98
Estabilidad de almacenamiento (48 horas a 163 °C)	no	sí	no	sí	no

**Tabla 4**  
**Asfalto SH3**

5

Composición	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
Asfalto SH3	96,5	96,4	95,5	97,5	97,4	97,5	97,5	96,5	96,4	96,5	96,5	95,5
Finaprene® 503	3,5	3,5	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finaprene® 401	-	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5
Agente vulcanizante	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
Extracto pesado de furfural	-	-	-	-	-	5%	10%	-	-	5%	10%	-
Propiedades												
Temperatura del anillo y la bola °C	52	54	93	50	52	48	45	70	72	65	58	76
Penetración 5 °C – 1/10 mm	13	12	11	11	10	-	-	10	12	-	-	10
15 °C – 1/10 mm	22	23	22	21	20	-	-	21	21	-	-	21
25 °C – 1/10 mm	57	60	53	66	60	88	124	58	57	74	110	53
Viscosidad 135 °C – Pa.s	1,03	1,12	1,28	0,89	0,99	0,86	0,67	1,18	1,30	0,95	0,79	1,51
150 °C – Pa.s	0,63	0,66	0,79	0,55	0,59	-	-	0,67	0,78	-	-	0,82
Ductilidad 5 °C – cm	20	32	39	11	11	22	57	22	19	46	77	26
13 °C – cm	71	73	102	37	54	-	-	49	74	-	-	66
25 °C – cm	>140	>140	103	110	>130	-	-	52	65	-	-	52
Recuperación elástica - %	68	68	98	28	60	65	58	98	95	95	95	100
Estabilidad de almacenamiento (48 horas a 163 °C)	no	sí	no	sí	sí	sí	sí	no	sí	sí	sí	no

**Tabla 5**  
**Asfalto SH4**

Composición	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
Asfalto SH4	97	96,9	96,5	96,4	96	95,9
Finaprene® 503	-	-	-	-	-	-
Finaprene® 401	3	3	3,5	3,5	4	4
Agente vulcanizante	-	0,1	-	0,1	-	0,1
Propiedades						
Temperatura del anillo y la bola °C	57	59	73	74	80	82
Penetración 5 °C – 1/10 mm	10	12	14	11	11	11
15 °C – 1/10 mm	23	20	22	23	19	19
25 °C – 1/10 mm	6	57	43	6	58	55
Viscosidad 135 °C – Pa.s	1,00	1,16	1,09	1,10	1,2	1,47
150 °C – Pa.s	0,61	0,65	0,72	0,77	0,74	0,86
Ductilidad 5 °C – cm	15	21	16	41	25	27
13 °C – cm	46	51	70	96	72	84
25 °C – cm	54	109	55	7	56	70
Recuperación elástica - %	78	73	95	98	98	98
Estabilidad de almacenamiento (48 horas a 163 °C)	sí	sí	no	sí	no	sí

5 Los resultados mostrados en las tablas 2 a 5 muestran claramente que todas las composiciones asfálticas preparadas según la presente invención tuvieron una excelente estabilidad de almacenamiento. Además, como se deseaba, la temperatura del anillo y la bola fue superior en las composiciones que emplean el agente vulcanizante de la invención, lo que conllevó una mejor cohesión y ductilidad. Cabe destacar en la tabla 4 que se puede conseguir una mayor ductilidad añadiendo entre el 5% y 10% en peso de extracto de furfural pesado, pero a expensas de una menor temperatura del anillo y la bola y de un mayor valor de penetración.

10 **Ejemplos industriales**

Se han preparado dos composiciones de pavimentación con el asfalto chino SH2, el elastómero Finaprene® 503 y la composición vulcanizante d) en gránulos y en polvo respectivamente. El pequeño descenso de temperatura observado en las pruebas de laboratorio de los ejemplos 1 y 2 se confirmó en los ejemplos industriales. Esto se puede observar en la tabla 6 que muestra el descenso de la temperatura del anillo y la bola en función del envejecimiento para el mismo agente vulcanizante en forma de gránulos o de polvo.

**Tabla 6**  
**Diferencia de temperaturas del anillo y la bola después del envejecimiento.**

Agente vulcanizante	Gránulos	Polvo
$\Delta T$ °C		
1 día a 180 °C	2,3	5,6
2 días a 180°C	3,3	6,0
3 días a 180°C	3,3	5,7

**REIVINDICACIONES**

1. Un agente vulcanizante para el asfalto, que consiste en un agente sulfúrico y un aglutinante y es en forma de gránulos.
2. Un agente vulcanizante de acuerdo con la reivindicación 1, que contiene un 20% o más de aglutinante.
- 5 3. Un agente vulcanizante de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2 que incluye:
  - (i) 20-90% de aglutinante
  - (ii) 10-80% en peso de agente sulfúrico y
  - (iii) 0-30% en peso de aditivos.
- 10 4. Un agente vulcanizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el agente sulfúrico contiene entre el 10% y el 100% en peso de azufre elemental y entre el 0% y el 90% en peso de un compuesto de azufre.
- 5 5. Un agente vulcanizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el agente sulfúrico contiene un donador de azufre.
- 15 6. Un agente vulcanizante de acuerdo con la reivindicación 5 en el que el agente sulfúrico contiene dibutil ditiocarbamato de zinc (ZDBC)
7. Un agente vulcanizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el aglutinante incluye una cera, una resina hidrocarbonada, un copolímero de etileno y un éster acrílico, polietileno (PE), monoestearato de glicerina (GMS) y/o (EVA).
- 20 8. Un agente vulcanizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los aditivos incluyen un adhesivo, un elastómero, asfalto, óxido de zinc y/o ácido esteárico.
9. Un agente vulcanizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los gránulos son en forma de un extruido o pastilla elaborada por extrusión o compresión del agente vulcanizante.
10. Un proceso para la producción del agente vulcanizante que incluye:
  - (a) extrusión de un agente sulfúrico con un aglutinante; o
  - 25 (b) compresión de un agente sulfúrico con un aglutinante a una temperatura inferior al punto de fusión del agente sulfúrico para formar gránulos de agente vulcanizante.
11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la temperatura es de 110 °C o inferior
12. Un proceso de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, en la que el agente vulcanizante es un agente como se definió en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8.
- 30 13. Un agente vulcanizante que puede obtenerse mediante un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12.
14. Un proceso para producir una composición de revestimiento que incluye poner en contacto asfalto de contacten poner en contacto asfalto con un elastómero y un agente vulcanizante como se definió en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y 13.
- 35 15. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 14 en el que el contacto se lleva a cabo a una temperatura de 100 °C o superior.
16. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 15 en el que el contacto se lleva a cabo a una temperatura de 120-200 °C.
- 40 17. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-16 en el que se emplean 1-10 partes por peso de elastómero con 90-99 partes por peso de asfalto.
18. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-17 en el que se emplean 0,01-10% en peso de agente vulcanizante, con respecto al peso total de asfalto y elastómero.
- 45 19. Un proceso con cualquiera de las reivindicaciones 14-18 en el que el elastómero incluye estireno-butadieno-estireno (SBS), SBS hidrogenado, estireno-isopreno-estireno (SIS), estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS) y / o poliisobutadieno (PIB).