

NOTA: ESTA SOLICITUD TUVO MODIFICACIONES BAJO ART. 34 EN FASE INTERNACIONAL. A CONTINUACIÓN SE ANEXA LA DESCRIPCIÓN MODIFICADA Y LA ORIGINAL

5

DESCRIPCIÓN MODIFICADA BAJO ART. 34

**PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN ADITIVO PARA CONGLOMERADOS
BITUMINOSOS CON DESEMPEÑOS MECÁNICOS ALTOS Y COMPOSICIÓN**

ADITIVA

10

CAMPO DE LA INVENCION

15

La presente invención se relaciona con el campo técnico de la producción de aditivos para conglomerados bituminosos, en otras palabras una mezcla de polímeros y aditivos lo cual puede utilizarse en la modificación de conglomerados bituminosos, bitumen y productos bituminosos, como membranas bituminosas, para proporcionar resiliencia a las preparaciones bituminosas, adecuadas para proporcionar una pavimentación de carretera.

20

En particular, la invención se refiere a un proceso para la producción de una composición aditiva para conglomerados bituminosos a partir de un material plástico de recuperación y/o reciclaje.

25

Específicamente, la presente invención también se relaciona con una composición aditiva obtenible por esta, la

cual permite mejorar los desempeños mecánicos del conglomerado bituminoso que comprende el aditivo, así como prolongar el tiempo de vida de la pavimentación de carretera hecha con ese conglomerado bituminoso.

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La necesidad de desarrollar tecnologías y productos tan ambientalmente amigables como sea posible aún es actual, especialmente en el campo de la producción de bitumen, asfalto y conglomerados bituminosos, en particular mediante el uso de materias primas renovables o ecológicamente amigables.

10

En esa rama del estado de la técnica ha sido muy importante la necesidad de optimizar los procesos de producción de conglomerados bituminosos y de los componentes necesarios para la formulación de los mismos, reduciendo la explotación total de materias primas, de este modo la huella de carbono atribuible a esos procesos.

15

Por ejemplo, un objetivo deseable es el desarrollo de preparaciones adecuadas para modificar bitumen virgen debido a su calidad cada vez más mala.

20

Además es bien conocido en el estado de la técnica el uso de aditivos para mejorar los desempeños de conglomerados bituminosos, bitumen, productos bituminosos y de asfaltos en general, por ejemplo esos aditivos pueden ser composiciones que comprenden polímeros termoplásticos o

25

elastómeros usados para mejorar las propiedades mecánicas del bitumen de conglomerado bituminoso y productos bituminosos que contienen esos aditivos, como la resistencia a la ruptura o resiliencia, en general y para reducir el deterioro en el conglomerado bituminoso, típicamente usado como superficie de cobertura para carreteras.

Una composición de asfalto, que comprende agregados, materiales granular o en polvo derivado de desechos de caucho, por ejemplo desechos de neumáticos y una mezcla de polímeros y copolímeros termoplásticos, así como aditivos adicionales y materiales de relleno, se describe en la solicitud de patente internacional WO2015179553.

La solicitud US 2009/016325 se relaciona con una mezcla bituminosa de alto desempeño que comprende agregados minerales recubiertos con una composición de polímeros termoplásticos, que comprende esencialmente polivinil butiral.

Específicamente, esa composición puede comprender un polímero termoplástico de recuperación o reciclaje, que incluye polivinil butiral reciclado del reciclaje de paneles de vidrio usados en el campo de la industria de la construcción y parabrisas automotrices.

Se contempla la mera posibilidad de incluir en esa composición polimérica poliolefinas, también; sin embargo, no se proporciona información acerca de las combinaciones

específicas de materiales en la composición de polímero termoplástico.

La CN103509356 A se relaciona con un material modificado con una mezcla de asfalto que comprende los
5 siguientes componentes en partes en peso: 150-200 partes de polietileno, 60-90 partes de copolímero de bloques de estireno-butadieno-estireno, 16-30 partes de tereftalato de polietileno, 50-80 partes de polivinil butiral y 20-40 partes de un agente de relleno.

10 El método para preparar un material modificado con una mezcla de asfalto incluye los pasos de proporcionar las materias primas mencionadas anteriormente, obtener una mezcla del polietileno y el copolímero de bloques de estireno-butadieno-estireno fundiéndolos y granulándolos, mezclando
15 entonces los gránulos así obtenidos con las materias primas restantes por fusión y coextrusión de la mezcla así obtenida.

En cualquier caso, aunque los aditivos para mejorar las propiedades químicas y mecánicas de los asfaltos disponibles comercialmente, así como los asfaltos que pueden
20 producirse con estos, se producen en general teniendo en mente el impacto ambiental, por ejemplo usando materiales de desecho de otros procesos industriales o materiales reciclados, los procesos para obtener esos materiales aún no son capaces de combinar mejor la necesidad de reducir
25 considerablemente el impacto ambiental en la producción de

los aditivos con las propiedades mecánicas de la pavimentación de carretera hecha usando conglomerados bituminosos formulados agregando los aditivos.

5 Otra desventaja del estado de la técnica es la dificultad para producir aditivos del tipo mencionado anteriormente por tecnologías que permitan producir una mezcla homogénea de calidad constante y que puedan dosificarse fácilmente.

10 Una desventaja adicional del estado de la técnica es la dificultad para producir aditivos del tipo mencionado anteriormente que pueda garantizar la calidad constante del aditivo terminado.

15 En realidad, la necesidad de encontrar una forma virtuosa de desechar y reutilizar residuos o materiales plásticos residuales, reciclables y no, se está volviendo de suma importancia.

20 En particular, en Europa y no únicamente allí, la necesidad de encontrar un destino alternativo para los residuos del tipo mencionado anteriormente es de la más alta importancia, puesto que por un lado en muchas áreas del continente no existe un número suficiente de plantas para la recuperación de residuos y/o plantas de conversión de residuos en energía para los residuos, mientras que por el otro se busca la reutilización de los mismos, lo cual tiene
25 un impacto ambiental menor comparado con la incineración o

eliminación en vertederos.

Además, tiene que considerarse que la cantidad en porcentaje de plástico de reciclaje comparada con el plástico virgen usado para fabricar artículos de consumo masivo no es proporcional al incremento de los volúmenes de plástico reciclado y seleccionado gracias a un sistema de recolección cada vez más eficiente basado en la clasificación de residuos.

En consecuencia, el plástico remanente de esos procesos de recuperación o similar, así como la cantidad de plástico no reciclado, se elimina necesariamente por medio de procesos de conversión de residuos en energía, envío a vertederos o menos frecuentemente para la producción de combustibles alternativos.

A la luz del estado de la técnica presentado anteriormente, el problema que subyace a la presente invención fue desarrollar un proceso para producir una composición aditiva para conglomerados bituminosos partiendo de material plástico residual, lo cual proporciona la reutilización de una amplia variedad de materiales residuales y que sea más ambientalmente sustentable, a la vez que permita producir una composición que tenga alto valor agregado, especialmente adecuada para usarse como un aditivo para la formulación de mezclas de conglomerado bituminoso de alto desempeño.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El problema fue resuelto por un proceso para la producción de una composición aditiva destinada a ser mezclada en el conglomerado bituminoso, bitumen u otros productos bituminosos para pavimentar carreteras, que comprende los siguientes pasos:

a) proporcionar un material residual mezclado que contiene una mezcla de materiales plásticos, donde la mezcla de materiales plásticos comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina;

b) moler el material residual mezclado hasta que se haya alcanzado un tamaño de partícula entre 40 mm y 80 mm, preferiblemente un tamaño de partícula igual a aproximadamente 60 mm;

c) lavar el material residual mezclado así molido y separar en una forma controlada una porción del material plástico que tenga una densidad promedio característica del material residual mezclado, donde la porción de material plástico comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina;

d) moler la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica hasta que se haya alcanzado un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, preferiblemente un tamaño de partícula entre 12 y 15 mm; y,

e) mezclar a temperatura ambiente las porciones de

material plástico que tengan una densidad promedio característica así molida con un material basado en polivinil butiral (PVB) y moler la mezcla así obtenida, para producir una composición aditiva granular lista para usarse que tenga
5 un tamaño de partícula entre 4 mm y 6 mm, preferiblemente un tamaño de partícula igual a aproximadamente 4 mm,

donde el paso c) de lavado y separación se lleva a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, seleccionando por lo tanto un valor de densidad límite
10 predeterminado y separación del material residual mezclado de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica la cual es menor que o igual al valor límite predeterminado, siendo la densidad promedio característica menor que o igual a 1.0 kg/m^3 , de acuerdo a lo
15 determinado de acuerdo al procedimiento DIN 55990.

De acuerdo con la presente invención, la expresión "material mezclado residual" significa una mezcla de residuos sólidos de grano grueso, es decir residuos sólidos que tienen tamaño de partícula generalmente mayor que o igual a 60 mm,
20 donde la mezcla comprende residuos sólidos a su vez que comprende uno o más materiales plásticos, eventualmente la mezcla comprende residuos sólidos que consiste de materiales compuestos, es decir que contienen un material plástico y un material sólido que tienen naturaleza química diferente, por
25 ejemplo papel, cartón o metal, por ejemplo aluminio.

En particular, el material residual mezclado puede comprender residuos sólidos hechos de material plástico, los cuales resultan de residuos sólidos urbanos o de producciones industriales o artesanales de productos hechos de material plástico o cualquier combinación de los mismos, siendo los
5 residuos sólidos no recuperados o no recuperables en la cadena de reciclaje de materiales plásticos, por ejemplo incluyendo PVB que se deriva de la molienda de parabrisas y acristalamientos dobles.

10 Específicamente, los residuos de material plástico, es decir la parte predominante del plástico recuperado, pueden derivarse de residuos que comprenden los llamados "plásticos duros", es decir materiales plásticos sólidos y rígidos, generalmente no recuperados ni recuperables en la
15 cadena de reciclaje de materiales plásticos, como juguetes, plumas, marcadores y material de escritura hecho de materiales plásticos, chanclas, bandejas y canastas hechas de plástico, cajas para fruta, tubos, tablas y sillas hechas de plástico, muebles de jardín, cubetas, lavabos y palanganas,
20 estuches para casetes de audio, CD, DVD, videocasetes y artículos similares. Los artículos se recolectan normalmente junto con residuos los cuales no se recolectan por clasificación de residuos en la recolección puerta a puerta de residuos sólidos urbanos o junto con residuos voluminosos
25 en las plataformas ecológicas de la ciudad.

De acuerdo con la presente invención, los residuos de material plástico pueden derivarse de residuos los cuales han sido previamente desprovistos total o parcialmente de residuos consistentes de cloruro de polivinilo y de materiales inevitables, indeseables como papel, cartón, madera, telas, metal o vidrio.

En cualquier caso, el material residual mezclado puede comprender una cantidad menor de residuos sólidos consistentes de materiales diferentes a plástico, por ejemplo papel, cartón, madera, metal o vidrio.

Para resumir, el proceso de la presente permite recuperar y reutilizar el material residual mezclado normalmente eliminado en vertederos o enviado a incineración, obteniendo una ventaja considerable desde un punto de vista ambiental.

Entonces, de acuerdo con la presente invención, la expresión "al menos un material plástico que comprende un polímero termoplástico" significa un material plástico (es decir plástico) el cual comprende cadenas de polímeros enlazadas por interacciones intermoleculares, es decir fuerzas de Van der Waals, formando estructuras lineales o ramificadas; en particular, debido a su estructura química, después del calentamiento, los termoplásticos se ablandan o se funden, entonces se conforman, forman, sueldan y solidifican cuando se enfrían.

De acuerdo con la presente invención, el término "temperatura ambiente" significa la temperatura del ambiente externo en el cual se lleva a cabo la operación.

5 En otras palabras, el paso e) mencionado anteriormente se lleva a cabo sin proporcionar calor adicional al material mezclado por este, sino el calor potencialmente despreciable que proviene pasivamente del ambiente externo.

10 Por ejemplo, la temperatura ambiente puede estar comprendida entre 2°C y 45°C, en particular entre 15°C y 25°C.

Finalmente, de acuerdo con la presente invención, el término "tamaño de partícula" significa un intervalo numérico el cual comprende el valor mínimo y el valor máximo
15 del diámetro de gránulos/fragmentos que constituyen el material mezclado residual, teniendo el material plástico de esa porción de material plástico una densidad promedio característica y la composición aditiva obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención.

20 De manera ventajosa, el proceso de acuerdo con la presente invención permite producir una composición aditiva la cual puede agregarse a la mezcla de conglomerado bituminoso, bitumen u otros productos bituminosos.

25 Preferiblemente, el proceso de acuerdo con la presente invención permite producir una composición aditiva

la cual puede agregarse a la mezcla de conglomerado bituminoso obteniendo una mezcla de conglomerado bituminoso de alto desempeño.

En efecto, cuando la mezcla de conglomerado bituminoso que contiene la composición aditiva granular obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención se usa para realizar una pavimentación de una carretera, la última tiene características mecánicas mejoradas, si se compara con una pavimentación de carretera hecha con una mezcla de conglomerado bituminoso la cual no comprende la composición aditiva de la presente.

En particular, la mezcla de conglomerado bituminoso obtenible por la presente tiene características químicas-físicas mejoradas, especialmente en términos de consistencia, con respecto a productos similares los cuales son comúnmente usados para el mismo propósito.

Consistentemente, la composición aditiva granular mencionada anteriormente está lista para usarse, lo cual significa que puede dispersarse fácilmente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso, incluyendo bitumen y agregados, dando como resultado una ventaja en términos de un uso práctico de la composición aditiva, así como - exactamente debido a su alta homogeneidad y distribución en la mezcla de conglomerado, la mezcla aditiva permite obtener

una pavimentación de carretera con características mecánicas mejoradas usando una mezcla de conglomerado, así modificada.

En otras palabras, no es obligatorio someter la composición aditiva de la presente invención a calentamiento, fusión y extrusión para obtener gránulos extrudidos que comprenden una mezcla de ambos entre el material plástico que tiene una densidad promedio característica y el material basado en polivinil butiral con características de calidad constante y homogénea.

En particular, la composición aditiva granular mencionada anteriormente puede dispersarse directamente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso debido a la presencia de ese material plástico, seleccionado de este modo durante el paso c) y que tiene dicha densidad promedio característica, una propiedad la cual también está estrechamente relacionada con las propiedades de estado de transición del material plástico en sí.

En efecto, al menos un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en el material plástico de la porción seleccionada de este modo durante el paso c) tiene un punto de ablandamiento entre 120-180°C y de este modo puede agregarse directamente a los agregados y al bitumen, por el llamado "método en seco" (el cual no requiere mezclado en caliente de los termoplásticos y los otros modificadores con

el bitumen antes de la adición a los agregados), durante la producción del conglomerado bituminoso.

De manera ventajosa, la mezcla aditiva obtenible por el proceso de la presente puede de este modo mezclarse en caliente efectivamente con el bitumen y los agregados, ya durante el paso de formulación del conglomerado bituminoso.

De manera diferente, de acuerdo con el "método en húmedo" tradicional, los aditivos convencionales se mezclan necesariamente primero únicamente con el bitumen a una temperatura más alta, usualmente a una temperatura mayor que o igual a 180°C, por ejemplo entre 180-200°C. El bitumen mezclado de este modo con el aditivo entonces se mantiene normalmente a temperatura hasta el siguiente mezclado con los agregados, para obtener el conglomerado bituminoso listo para colocarse sobre la carretera.

Al mismo tiempo, al menos un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en el material plástico de la porción seleccionada de este modo durante el paso c) tiene un punto de fusión (T_m) comprendido entre 120-165°C, de acuerdo a lo determinado por la temperatura de barrido diferencial (DSC) de acuerdo al procedimiento ASTM D3418.

De manera diferente, la densidad promedio de los plásticos comprendidos en la mezcla de materiales plásticos, contenidos en el material residual mezclado antes de la porción mencionada anteriormente de material plástico sea

separado durante el paso c), está comprendida entre 1.5-2 kg/m³, de acuerdo a lo determinado con el procedimiento DIN 55990.

De manera coherente, el punto de fusión (T_m) de los plásticos comprendidos en la mezcla de materiales plásticos, contenidos en el material residual mezclado antes de que la porción anteriormente mencionada sea separado durante el paso c), está comprendido entre 40-250°C, de acuerdo a lo determinado por la temperatura de barrido diferencial (DSC) de acuerdo al procedimiento ASTM D3418.

Naturalmente, de acuerdo con un uso alternativo, la composición aditiva granular mencionada anteriormente puede dispersarse en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de un bitumen u otras mezclas bituminosas en virtud de la presencia de ese material plástico, seleccionado de este modo durante el paso c) y que tiene la densidad promedio característica, también.

En particular, si la composición aditiva granular mencionada anteriormente se usa en la modificación directa del bitumen o en otros procesos donde se usa bitumen, como en membranas bituminosas, se dispersa más fácilmente con respecto a productos similares ya conocidos, debido a su temperatura de ablandamiento más baja (y a su valor de MFI específico).

En particular, en el material residual mezclado

proporcionado en el paso a), el polímero termoplástico de poliolefina se selecciona de polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de polipropileno o cualquier combinación de esos materiales.

5 De manera más preferible, el polietileno puede ser polietileno de alta densidad y/o polietileno de baja densidad.

En el material residual proporcionado en el paso a), la mezcla de materiales plásticos puede comprender al
10 menos un polímero seleccionado de tereftalato de polietileno, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), policarbonato, poliestireno, poliuretano o cualquier combinación de los mismos.

Para resumir, la mezcla aditiva obtenible por el
15 proceso de la presente da como resultado una practicidad de uso mayor, un ahorro de energía y características físicas y químicas finales constantes y homogéneas, si se compara con mezclas aditivas tradicionales.

La mezcla aditiva obtenible por el proceso de la
20 presente requiere además un tiempo de fusión y mezclado reducido, permitiendo mezclar los materiales que constituyen el conglomerado bituminoso en tiempos los cuales no exceden un minuto, para colocarse inmediatamente sobre la carretera.

Preferiblemente, el material residual mezclado se
25 somete previamente a un paso preliminar de separación durante

el cual las posibles fracciones hechas de cloruro de polivinilo (PVC) y/o fracciones hechas de materiales indeseables como papel, cartón, madera, telas, metal o vidrio se remueven.

5 De manera igualmente preferida, en el paso b) de molienda, una vez molido, el material residual mezclado se somete a un procedimiento de separación de una fracción metálica, posiblemente comprendida en él, de manera más preferible el procedimiento de separación de la fracción
10 metálica del material residual mezclado así molido comprende un primer paso de separación usando medios magnéticos (desferrización) y un segundo paso de separación de la fracción metálica no ferrosa.

 Como se mencionó anteriormente, el paso c) de
15 lavado y separación se lleva a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, seleccionando un valor de densidad límite predeterminado y separando del material residual mezclado la porción de material plástico que tiene una densidad promedio la cual es menor o igual al valor
20 límite.

 En particular, como se aclarará más abajo con referencia a la descripción detallada, durante el paso c) de lavado y separación llevado a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, los materiales plásticos
25 seleccionados del material residual mezclado pueden separarse

por decantación, usando una solución que tenga una densidad igual a un valor preestablecido.

Específicamente, la separación por densidad puede llevarse a cabo usando una solución acuosa que tenga una densidad igual a un valor preestablecido que esté entre el valor de densidad de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en la porción del material plástico que tiene una densidad promedio característica de la mezcla de materiales plásticos y los valores de densidad de los materiales comprendidos en el material residual mezclado con un valor de densidad mayor que la densidad de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

Por lo tanto, en el paso c) de lavado y separación es posible separar efectiva y precisamente la porción del material plástico que tiene una densidad promedio característica del material residual mezclado desprovisto de la porción de material plástico.

Dependiendo de la aplicación de la composición aditiva deseada, por ejemplo dependiendo del tipo específico de conglomerado bituminoso que pueda obtenerse mediante el uso de la composición aditiva, en el paso c) de lavado y separación, se selecciona el valor de densidad límite predeterminado y se separa una porción de material plástico, la cual tiene una densidad promedio que es menor o igual al

valor límite, donde la densidad promedio característica se encuentra entre 0.70 kg/m^3 y 0.90 kg/m^3 , de acuerdo a lo determinado con el procedimiento DIN 55990.

De acuerdo con una modalidad preferida, en la
5 porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, separada de este modo en el paso c) de lavado y separación, al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina seleccionado del grupo que comprende polietileno, un copolímero de polietileno,
10 polipropileno, un copolímero de polipropileno o cualquier mezcla de los mismos.

Preferiblemente, la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica puede comprender al menos un material plástico basado en polímero termoplástico de poliolefina en una cantidad mayor que o
15 igual a 75% en peso del peso total de la porción del material plástico, de manera más preferible en una cantidad mayor que o igual a 80% en peso del peso total de la porción de material plástico, de manera aún más preferible en una
20 cantidad mayor que o igual a 85% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico, de manera más preferible en una cantidad mayor que o igual a 90% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico.

De manera igualmente preferida, la porción de
25 material plástico que tiene una densidad promedio

característica, separada de este modo en el paso c) del lavado y separación, puede comprender poliestireno y/o poliuretano en una cantidad menor que o igual a 15% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico que
5 tiene una densidad promedio característica, preferiblemente en una cantidad menor que o igual a 10% en peso sobre el peso total de la porción del material plástico, de manera más preferible en una cantidad menor o igual que 5% en peso del peso total de la porción de material plástico.

10 De acuerdo con una modalidad preferida, en el paso c) de lavado y separación, una segunda mezcla de materiales plásticos que comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina puede agregarse y mezclarse con el material residual mezclado, preferiblemente
15 la segunda mezcla comprende una cantidad igual a al menos 75% en peso de su peso total de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina, de manera más preferible una cantidad igual a al menos 80% en peso de su peso total, de manera aún más preferible una cantidad
20 igual a al menos 85% en peso de su peso total.

De acuerdo con la presente invención, la segunda mezcla de materiales plásticos comprende residuos hechos de material plástico, los cuales resultan de residuos recuperables, en particular residuos del procesamiento de
25 residuos los cuales son reciclables y son recolectados por

clasificación de residuos.

5 Específicamente, los residuos hechos de material plástico, que resultan de residuos recuperables, normalmente se eliminan y recuperan en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico y se envían a la cadena de reciclaje, como embalaje hecho de plástico, embalaje mezclado, por ejemplo películas hechas de más de un material plástico o material compuesto y mezclas de los mismos.

10 Preferiblemente, en el paso c) de lavado y separación, la segunda mezcla de materiales plásticos comprende materiales plásticos que comprenden al menos un polímero seleccionado de polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de polipropileno, tereftalato de polietileno, poliestireno, polietilacrilato
15 (PEA), polimetilacrilato (PMA), polibutilacrilato (PBA) o cualquier combinación de los mismos.

20 En una forma totalmente preferida, los residuos de material plástico comprendidos en la segunda mezcla de material plástico pueden ser desechos de procesos de recuperación de residuos reciclable hechos de material plástico o de material compuesto, eliminado y recuperado en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico.

25 En una forma igualmente preferida, los residuos de material plástico comprendidos en la segunda mezcla pueden

ser virutas de la producción industrial y/o artesanal de artículos hechos de material plástico.

En una forma totalmente preferida, la segunda mezcla de materiales plásticos se agrega al material residual mezclado en una cantidad entre 5-35% en peso del peso del material residual mezclado, preferiblemente en una cantidad entre 10-30% en peso sobre el peso del material residual mezclado.

De manera ventajosa, el proceso de la presente puede proporcionar de este modo la posibilidad de agregar, en el paso c), una porción adicional de material residual, es decir, la segunda mezcla de materiales plásticos, a material residual mezclado, para permitir la reutilización de materiales que con frecuencia se eliminan normalmente en vertederos o se envían al incinerador, obteniendo una ventaja adicional desde el punto de vista ambiental.

De manera ventajosa, agregando la segunda mezcla de materiales plásticos en el paso c), es posible producir una composición aditiva enriquecida con materiales plásticos, posiblemente no comprendida en el material residual mezclado. De esta manera, dependiendo de la necesidad de aplicación, por ejemplo dependiendo de las propiedades mecánicas requeridas por la mezcla de conglomerado bituminoso, a la cual puede agregarse la composición, en el paso c) puede agregarse una segunda mezcla de materiales plásticos con una

composición específica.

Preferiblemente, el paso d) de molienda de la porción de material plástico se lleva a cabo por granulación en agua, posiblemente por un molino de agua.

5 Preferiblemente, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en polivinil butiral, con el cual se mezcla la porción de material plástico, tiene un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, de manera más preferible entre 12 mm y 15 mm.

10 De acuerdo con una modalidad preferida, el material basado en polivinil butiral agregado en el paso e) a la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica puede comprender una cantidad de polivinil butiral (PVB) mayor que o igual a 80% en peso del peso total
15 de material basado en polivinil butiral, preferiblemente una cantidad mayor que o igual a 90% en peso del peso total de del material basado en polivinil butiral, más preferiblemente una cantidad mayor que o igual a 95% en peso del peso total del material basado en polivinil butiral.

20 En una forma igualmente preferida, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en de polivinil butiral, con el cual se mezcla la porción del material plástico, es un material de recuperación basado en polivinil butiral.

25 Preferiblemente, el material de recuperación basado

en polivinil butiral resulta de artículos desechados después de consumo, incluyendo parabrisas automotrices, ventanas de doble acristalamiento, cristales de vidrio térmico, cristales de vidrio de seguridad y/o resulta de virutas (o cortes) de fabricación industrial para la producción de los artículos mencionados anteriormente, más preferiblemente resulta de parabrisas automotrices.

De manera más preferible, el material de recuperación basado en polivinil butiral también puede comprender elastómeros incluyendo caucho natural, espuma de butadieno y estireno, caucho de monómero de dieno de etileno-propileno (EPDM), caucho de nitrilo (caucho de nitrilo y butadieno, NBR) o cualquier combinación de los mismos.

De manera alternativa, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en polivinil butiral es polivinil butiral virgen o una mezcla entre el material de recuperación mencionado anteriormente y polivinil butiral virgen.

De manera ventajosa, el proceso de acuerdo con la presente invención permite de este modo recuperar materiales desechados resultantes de los artículos residuales mencionados anteriormente del procesamiento de residuos de vidrio o de reemplazo de parabrisas de coches, los cuales normalmente se envían a procesos de conversión de residuos en energía puesto que la presencia del porcentaje de vidrio

considerable hace difícil su recuperación, dando como resultado una ventaja no únicamente desde el punto de vista económico en comparación con la eliminación por procesos de conversión de residuos en energía, sino también desde el punto de vista ambiental.

Además, el proceso de la presente permite producir una composición aditiva del tipo mencionado anteriormente, con altos desempeños, capaz de conferir características notables de resiliencia al conglomerado bituminoso al cual se agrega el uso gracias a la acción directa del polivinil butiral.

Además, de manera similar al material plástico contenido en esa porción de material plástico, el polivinil butiral permite incrementar los valores de resiliencia de la pavimentación de carretera construida con el conglomerado bituminoso mencionado anteriormente.

De acuerdo con una modalidad del proceso de la presente, antes de mezclarse con la porción de material plástico que tiene una densidad característica en el paso e) de molienda y mezclado, el material de recuperación basado en polivinil butiral se somete a los siguientes pasos:

- efectuar una molienda preliminar de artículos desechados después del consumo o virutas de fabricación industrial que comprende polivinil butiral (PVB) hasta alcanzar un tamaño de partícula menor que o igual a 30 mm;

- separar residuos de vidrio de los artículos residuales así molidos, para obtener de este modo un material de recuperación basado en polivinil butiral (PVB) que comprende una cantidad de vidrio menor que o igual a 10% en peso sobre el material de recuperación, preferiblemente menor que o igual a 7% en peso sobre el material de recuperación, de manera más preferible menor que o igual a 5% en peso sobre el material de recuperación;

- moler el material de recuperación hasta alcanzar un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, preferiblemente un tamaño de partícula entre 12 y 15 mm; y,

En una forma igualmente preferida, el material basado en polivinil butiral se agrega a la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica en una cantidad igual a 5-25% en peso sobre el peso de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, preferiblemente igual a 10-20% en peso sobre el peso de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica.

Por lo tanto, el proceso de acuerdo con la presente invención permite recuperar el material de recuperación basado en polivinil butiral (PVB), obteniendo una composición aditiva de alto desempeño del tipo mencionado anteriormente, que comprende una cantidad definitivamente mínima de vidrio, lo cual no deteriora la capacidad de trabajo de la mezcla de

conglomerado bituminoso u otros productos bituminosos, a los cuales se agrega la composición aditiva de la presente, ni las características mecánicas de la pavimentación de carretera obtenible con esa mezcla de conglomerado bituminoso.

Preferiblemente, el proceso de la presente comprende el paso adicional de secar la composición aditiva mencionada anteriormente.

En una forma igualmente preferida, el proceso de acuerdo con la invención comprende además el paso de mezclar la composición aditiva con un compuesto modificador, donde el compuesto modificador se selecciona preferiblemente de grafeno, un potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto modificador puede ser un compuesto de origen sintético, mineral o vegetal.

De acuerdo con la presente invención, el término "grafeno" significa un material de carbono con estructura bidimensional de capas monoatómicas de carbono con matriz hexagonal, donde cada átomo de carbono se une a otros tres átomos de carbono por medio de un enlace covalente y se une a los átomos de las capas adyacentes por fuerzas de Van Der Waals, significa también cualquier derivado funcionalizado de

ese material de carbono, por ejemplo óxido de grafeno, es decir grafeno parcialmente funcionalizado con grupos que comprenden oxígeno.

Preferiblemente, el grafeno usado de acuerdo con el proceso de la presente invención tiene una densidad aparente entre 2 y 100 g/dm³, de manera más preferible entre 10 y 70 g/dm³; al mismo tiempo, el grafeno usado en la composición aditiva de acuerdo con la presente invención tiene un área superficial entre 10 y 300 m²/g.

El área superficial se mide por medio de un método de BET por absorción de gas inerte (nitrógeno), en particular de acuerdo con el procedimiento ISO 9277:2010.

Además, las dimensiones laterales de las capas de grafeno usado de acuerdo con el proceso de la presente invención son más pequeñas de 200 µm, preferiblemente más pequeñas de 100 µm, de manera más preferible más pequeñas de 50 µm.

De acuerdo con una modalidad preferida, el grafeno de acuerdo con el proceso de la presente invención es grafeno de reciclaje, grafeno virgen o una mezcla de grafeno de reciclaje y grafeno virgen.

En una forma completamente conveniente, cuando se agrega grafeno a la composición aditiva mencionada anteriormente obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención, se obtiene una composición aditiva con

desempeños incluso mayores. En particular, el grafeno permite incrementar los valores de resiliencia y, de manera más general, las propiedades mecánicas de la pavimentación de carretera construida con un conglomerado bituminoso al cual se agrega la composición aditiva que comprende grafeno.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el proceso de la presente comprende los siguientes pasos adicionales:

- alimentar la composición aditiva granular mencionada anteriormente en un extrusor, preferiblemente un extrusor de doble tornillo;
- calentar la composición aditiva hasta una temperatura predeterminada;
- extrudir y enfriar la composición aditiva para obtener una composición aditiva en forma de gránulos extrudidos que tiene un tamaño de partícula entre 1.85 mm y 4.5 mm, preferiblemente entre 2 mm y 4 mm.

De manera ventajosa, de acuerdo con esta última modalidad, el proceso de acuerdo con la presente invención permite proporcionar una composición aditiva en forma de gránulos que tiene un tamaño el cual es práctico para el uso, en particular con respecto a las propiedades de fluidez de la composición y su velocidad de distribución cuando se agrega a la mezcla de conglomerado bituminoso.

De acuerdo con una modalidad alternativa, el

proceso de la presente comprende un paso adicional de molienda adicional de la composición aditiva granular mencionada anteriormente para obtener una composición aditiva en forma de gránulos finos que tiene un tamaño de partícula
5 entre 0.85 mm y 2.5 mm, preferiblemente entre 1 mm y 2 mm.

De manera ventajosa, de acuerdo con esta última modalidad, el proceso de acuerdo con la presente invención permite proporcionar una composición aditiva para la formulación de conglomerados bituminosos de alto desempeño.
10 La composición aditiva puede mezclarse efectivamente con los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de conglomerados bituminosos, como bitumen y agregados.

En efecto, la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos finos prueba ser aún más
15 fácil de dispersar en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de a mezcla de conglomerado bituminoso, incluyendo bitumen y agregados.

Además, la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos finos es en cualquier caso
20 segura de manipular, debido a que está libre de polvos finos, los cuales podrían ser inhalados por los operadores que usen esta.

Preferiblemente, el paso adicional mencionado anteriormente de moler la composición aditiva para obtener
25 una composición aditiva en forma de gránulos finos puede

comprender un paso de tamizado, para remover la fracción de gránulos de aditivo con un diámetro menor que o igual a aproximadamente 0.85 mm.

5 En una forma igualmente preferida, una vez que ha sido obtenida la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos extrudidos o en forma de gránulos finos, el proceso de la invención puede comprender un paso adicional de agregar a la composición aditiva un compuesto modificador, donde el compuesto modificador se selecciona de grafeno, un
10 potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto modificador puede ser un compuesto de origen sintético, mineral o vegetal.

15 De acuerdo con una modalidad más preferida de la invención, el proceso de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes pasos adicionales:

- dosificar una cantidad predeterminada de la composición aditiva granular mencionada anteriormente en
20 forma de gránulos finos y prensar esta;

- recubrir la composición aditiva así prensada con una película de material plástico la cual se basa en un polímero termoplástico, donde el material plástico es preferiblemente polietileno, obteniendo de este modo una
25 cápsula.

Preferiblemente, el paso mencionado anteriormente de dosificación comprende un paso de agregar a la composición aditiva una cantidad predeterminada de un compuesto modificador líquido, de manera más preferible donde el último
5 se selecciona de un potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto modificador puede ser un compuesto de origen sintético,
10 mineral o vegetal, por ejemplo el plastificante puede ser un aceite de origen vegetal, de manera más específica el aceite de origen vegetal puede ser un éster de ácido graso o una mezcla de ésteres de ácido graso.

De manera más preferible, durante el paso de dosificación la cantidad predeterminada de composición
15 aditiva es de entre 10 g y 20 g.

En otras palabras, de acuerdo con esta modalidad preferida del proceso de la presente, es posible obtener una cápsula que comprende la composición aditiva en forma de
20 gránulos finos recubiertos por una película de material plástico.

De manera ventajosa, la composición aditiva en forma de cápsulas es particularmente adecuada para la formulación de conglomerados bituminosos de alto desempeño;
25 en efecto, la cápsula puede agregarse efectivamente mezclando

con los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de conglomerados bituminosos, como bitumen y agregados.

5 En particular, cuando la composición aditiva en forma de cápsulas se agrega a los agregados y bitumen calientes, la película de material plástico se funde y desintegra convenientemente, permitiendo que los gránulos del aditivo se dispersen efectivamente directamente en la formulación de conglomerado bituminoso durante el paso de
10 mezclado.

El procedimiento de dispersión directa en la formulación de conglomerado ofrece tiempos cortos, generalmente menores o iguales a 60 segundos, si se compara con los procesos de dispersión en bitumen de los aditivos de
15 acuerdo con el estado de la técnica, dando como resultado una ventaja sobresaliente, no únicamente práctica, sino también un ahorro de energía y costos considerable.

Además, exactamente debido a su forma como cápsulas que comprenden una cantidad predeterminada, dosificada
20 adecuadamente de composición aditiva, la última modalidad permite proporcionar un aditivo para conglomerados bituminosos el cual a su vez es más fácil de dosificar, por ejemplo por medio de dispositivos de dosificación neumáticos, en comparación con composiciones aditivas en forma de polvo o
25 gránulos, es decir en forma diferente a las cápsulas.

El problema técnico mencionado anteriormente también fue resuelto por una composición aditiva destinada a ser mezclada en un conglomerado bituminoso para pavimentación de carretera y adecuado para mejorar las propiedades mecánicas del conglomerado bituminoso, que comprende al menos un polímero termoplástico de poliolefina y polivinil butiral (PVB), obtenible por el proceso anterior.

Preferiblemente, la composición aditiva mencionada anteriormente tiene un índice de fluidez de fusión (MFI) mayor que o igual a 1 g/10 min, de acuerdo a lo determinado con la metodología ISO 1133 a una temperatura de 190°C con una carga de 2.16 kg, de manera más preferible entre 1.5 g/10 min y 2.5 g/10 min, de manera aún más preferible entre 2 g/10 min y 2.5 g/10 min.

En particular, también debido al índice de fluidez de fusión específico que caracteriza a la composición aditiva de la presente, se encontró que la última es capaz de ser dispersada efectivamente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de la mezcla de conglomerado bituminoso, incluyendo bitumen y agregados, dando como resultado una ventaja en términos de un uso práctico de la composición.

Además, debido a la alta homogeneidad y distribución de la composición aditiva en la mezcla de conglomerado que puede alcanzarse, la composición aditiva

permite obtener una pavimentación de carretera con características mecánicas mejoradas usando una mezcla de conglomerado modificada de este modo.

De manera más particular, en relación con el paso
5 c), se ha observado que cuando la porción de material plástico, separada de este modo en el paso mencionado anteriormente c) de lavado y separación, tiene una densidad promedio entre 0.70 kg/m^3 y 0.90 kg/m^3 , de acuerdo a lo determinado por el procedimiento DIN 55990, el índice de
10 fluidez de fusión del aditivo así obtenido está comprendido entre 1.5 g/10 min y 2.5 g/10 min , de acuerdo a lo determinado con la metodología ISO 1133 a una temperatura de 190°C con una carga de 2.16 kg .

Como se describió anteriormente en relación con el
15 proceso de acuerdo con la presente invención, la composición aditiva mencionada anteriormente tiene las siguientes ventajas:

- comprende materiales derivados de una mezcla de materiales plásticos, no recuperados o no recuperables en las
20 cadenas de reciclaje de materiales plásticos de acuerdo a los estándares tecnológicos actuales, permitiendo la recuperación y reutilización de materiales residuales en otras circunstancias destinados a la eliminación en vertederos o procesos de conversión de residuos en energía;

- 25 - puede comprender materiales derivados de una

segunda mezcla de material plástico, la cual puede ser de residuos de materiales plásticos derivados de residuos reciclables, en particular residuos de procesamiento de residuos reciclables recolectados por clasificación de
5 residuos;

- puede comprender polivinil butiral recuperado, dando como resultado una ventaja adicional desde ambos puntos de vista económico y ambiental;

- comprende una mezcla de materiales plásticos
10 diferentes, los cuales pueden elegirse dependiendo de la necesidad de la aplicación, por ejemplo dependiendo de las propiedades mecánicas deseadas de la mezcla de conglomerado bituminoso, a la cual puedan agregarse;

- contiene una mezcla de materiales plásticos que
15 individualmente tienen un punto de fusión considerablemente menor que los aditivos similares de acuerdo con el estado de la técnica, pudiendo por lo tanto mezclarse con el bitumen y agregados directamente al momento de la formulación de la mezcla de conglomerado bituminoso, inmediatamente antes de
20 colocar sobre la carretera;

- tiene un tamaño de partícula el cual garantiza una fácil dispersión dentro de la mezcla de conglomerado bituminoso, la cual una vez que ha sido dispersada y ha solidificado, causa la formación de una pavimentación de
25 carretera con características mecánicas mejoradas,

exactamente debido a la distribución homogénea de la composición aditiva en la mezcla de conglomerado.

Las características y ventajas de la presente invención se resaltarán mejor por medio de algunas modalidades de la misma, las cuales se exponen aquí posteriormente a manera de ilustración y no de limitación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación se describe una forma de llevar a cabo el proceso de acuerdo con la presente invención para producir una composición aditiva para conglomerados bituminosos de alto desempeño, bitumen o productos bituminosos. En particular, en el Ejemplo 3, se evalúan las propiedades mecánicas con respecto a un conglomerado bituminoso obtenido usando una composición aditiva de acuerdo a la presente invención.

Ejemplo 1: obtención de una composición aditiva de acuerdo al proceso de la invención

En una plataforma de recolección de residuos domésticos y similares, se proporcionaron recipientes abiertos en la parte superior a un operador el cual había sido previamente cargado con residuos los cuales no se recolectaron por clasificación de residuos que comprenden una mezcla de materiales plásticos, que contienen principalmente residuos sólidos derivados de artículos hechos de materiales plásticos no recuperables en la cadena de reciclaje de

materiales plásticos de acuerdo a los estándares tecnológicos actuales, como por ejemplo juguetes, material de escritura hecho de materiales plásticos, chanclas, bandejas y canastas hechas de plástico, cajas para frutas, tubos, mesas y sillas hechas de plástico, muebles de jardín, cubetas, lavabos y palanganas, estuches para casetes de audio, etc.

Como se sabe, los artículos mencionados anteriormente están hechos principalmente de material plástico basado en polímeros termoplásticos de poliolefina, específicamente polietileno y polipropileno.

Un operador tomó de los recipientes en la parte superior abiertos anteriores los residuos hechos de material plástico, que comprenden principalmente plásticos duros, evitando tanto como sea posible insertar fracciones u objetos consistentes de PVC (cables y láminas), así como fracciones de materiales inevitables no deseables como madera, tejidos y metales.

El material plástico que fue retirado de este modo se acumuló en un recipiente abierto en la parte superior, proporcionando un material residual mezclado que contiene una mezcla de materiales plásticos, comprendiendo los últimos al menos un material de plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

El material residual mezclado se cargó en una banda transportadora para ser privado en primer lugar de fracciones

adicionales consistentes de PVC, así como de fracciones hechas de materiales inevitables, indeseables.

A continuación, el material residual mezclado se envió a una trituradora de residuos de un solo eje, para un primer
5 paso de molienda el cual redujo el material a un tamaño de aproximadamente 60 mm.

El primer paso de molienda permite obtener un material residual mezclado el cual es más fácil de manejar y tiene un tamaño de partícula homogéneo para el procesamiento
10 subsecuente.

A continuación, el material así molido o triturado se distribuyó sobre una banda transportadora a una estación de separación operada magnéticamente.

Entonces, se separó la fracción ferrosa del material residual mezclado; después de este procedimiento se registró
15 una pérdida de peso de aproximadamente 3% sobre el peso total del material.

El material residual mezclado desprovisto de hierro de este modo, fue alimentado, por medio de una banda
20 transportadora, a un separador de corriente inducida capaz de separar metales no magnéticos, incluyendo aluminio, acero inoxidable y cobre.

Después del paso de remoción de residuos metálicos no ferrosos, se registró una pérdida de peso adicional de
25 aproximadamente 2% sobre el peso total del material.

Por medio de la banda transportadora el material libre de metal se envió a la sección de lavado y separación.

5 Junto con el material en cuestión, en un tanque arreglado a propósito para llevar a cabo el paso de lavado y separación por densidad, el material residual mezclado se alimentó junto con una segunda mezcla de material plástico que comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

10 La segunda mezcla de material plástico estaba en forma de desechos de procesos de recuperación de residuos reciclables hechos de material plástico o material compuesto, eliminados y recuperados en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico.

15 El peso de la segunda mezcla de material plástico correspondió a 25% en peso del peso total del material residual mezclado empobrecido de la fracción metálica a la cual se había agregado.

20 El porcentaje en peso de poliolefinas en el material plástico que constituye la segunda mezcla, como tal y/o posiblemente reforzada con cargas minerales mezcladas en el material plástico, fue mayor que 85% en peso sobre el peso seco del último.

25 El material residual mezclado fue de este modo enriquecido con materiales de poliolefina limpios derivados de procesos del reciclaje de plásticos y mezclado con estos.

El material residual mezclado así enriquecido con materiales de poliolefina de interés (polietileno y polipropileno, en particular) se separó por medio de una técnica de separación por densidad del componente con el peso molecular más alto, específicamente de residuos de material plástico y no únicamente, que tiene una densidad mayor que 1.1 kg/m³, usando una solución acuosa que tiene un valor de densidad mayor que los materiales plásticos de interés particular, es decir, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y polipropileno, pero menor que los materiales plásticos comprendidos en el material residual mezclado y que tiene un valor de densidad mayor que la densidad de los materiales plásticos de interés.

Junto con los materiales listados anteriormente, la porción de material plástico que tiene una densidad característica promedio obtenida de este modo comprendió también poliestireno y poliestireno expandido.

Los materiales inertes no plásticos y el material plástico con densidad mayor de 1.1 kg/m³, como cuerdas de nylon o residuos de cloruro de polivinilo y/o tereftalato de polietileno, se dejaron decantar precipitando sobre el fondo del tanque.

El peso de la porción de material de densidad más alta así separado correspondió a aproximadamente 21% en peso del peso total del material residual mezclado introducido en el

tanque de lavado y separación.

En la parte superior del tanque, gracias al movimiento de una plataforma elevada del tipo de peine colocada ligeramente fuera del agua, los residuos de material plástico que tienen una densidad promedio característica se separaron fácilmente de los residuos de material de densidad mayor, posiblemente adheridos con ellos. La plataforma del tipo peine también movió el material flotante a una zona del tanque en correspondencia con un tornillo de drenado, colocado en la salida de agua.

Por medio del tornillo, la porción de material plástico que tiene esa densidad promedio característica se envió entonces al paso de molienda adicional, mientras el tamaño del material se redujo hasta aproximadamente 13 mm por medio de un granulador en húmedo. El material así molido se recolecta en recipientes.

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica molido y recolectado de este modo se envió entonces a una centrífuga horizontal para secar el material; específicamente, el material se introdujo en una tolva y entonces se liberó hacia una canasta perforada, dentro de la cual un rotor de cuchillas se dejó girar a una velocidad muy alta, para transmitir una fuerte aceleración al material, siendo la humedad residual expulsada de los orificios de la canasta perforada.

El material plástico privado de este modo de una parte de la humedad se secó entonces adicionalmente por medio de un ventilador.

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secado de este modo, tuvo la composición y características físicas mostradas en la siguiente Tabla 1:

	Contenido de polioleninas como tales y/o reforzadas con cargas minerales	Mayor de 90% en peso sobre el peso seco total
10	Contenido de otros plasticos, materiales compuestos que tambien comprenden papel de Al con un espesor de $\leq 50 \mu\text{m}$ y otros materiales,	Menor que 10% en peso sobre el peso seco total
	Masa volumetrica en seco	Mayor que 100 Kg/m^3
	Tamaño de particula	13 mm
	Forma fisica	Fragmentos y granulos de formas diferentes
15	Humedad	Menor que 10% en peso

Tabla 1

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica obtenida así tuvo de este modo las características requeridas por el estándar UNI 10667-16, por lo tanto fue potencialmente útil como material molido para procesos de extrusión y/o para moldeo por inyección.

Además, la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secada de este modo, tuvo las características físicas y reológicas mostradas en la

siguiente Tabla 2:

Densidad promedio		0.8 g/cm ³ (determinado de acuerdo al procedimiento DIN 55990)
Indice de fluidez de fusión (MFI)		2.5 g/10 min (calculado con el procedimiento ISO 1133 con T=190°C y carga igual a 2.16 kg)

5

Tabla 2

El material seco se envió por medio de transporte neumático en un silo de mezclado con una capacidad de 20 metros cúbicos en el que se homogeneizó y mezcló con un material reciclado proporcionado como material de recuperación después del consumo basado en polivinil butiral, en particular el material reciclado que comprende una cantidad igual al 90% en peso de polivinil butiral sobre su peso total.

El peso del material de reciclaje agregado correspondió a 10% en peso del peso total de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secado de este modo.

Durante la homogeneización y mezclado, los materiales se sometieron a molienda a temperatura ambiente por medio de molinos de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula de aproximadamente 5 mm.

Finalmente, el material así obtenido se envió a un paso subsecuente de pulverización y entonces se alimentó a una cámara de molienda de disco, donde se molió y en la cual

25

los tamaños de gránulos son determinados por la distancia entre los discos. Esa distancia es ajustable desde el exterior de la cámara de molienda.

La mezcla aditiva así obtenida tuvo la composición y características físicas mostradas en la siguiente Tabla 3:

10	Contenido de materia plastica (y, posiblemente, caucho); de la cual: - poliolefinas como tales y/o reforzadas con cargas minerales; - butiral de polivinilo; - otros plásticos	98.6 % en peso sobre el peso seco total
		82.7 % en peso sobre el peso seco total
		8.2 % en peso sobre el peso seco total
		7.7 % en peso sobre el peso seco total
15	Contenido de los otros materiales (papel, carton, madera, vidrio, metal, piedras, etc).	1.4% en peso sobre el peso seco total
	Masa volumetrica aparente	0.25 g/cm ³ (calculado con el procedimiento UNI EN ISO 61)
	Tamaño de particula	1.2 mm
	Forma fisica	Gránulos finos
	Humedad	Menor que 10% en peso

Tabla 3

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica así obtenido tuvo de ese modo las características proporcionadas por el estándar UNI 10667-14, por lo tanto fue útil como mezcla de materiales poliméricos de reciclaje y de otros materiales, como agregados en morteros de cemento, en bitumen y en asfalto.

Finalmente, la mezcla aditiva se envió a un silo provisto con recirculación neumática para un mezclado potencial con compuestos modificadores adicionales capaces de conferir propiedades específicas a la mezcla aditiva resultante que comprende la presente composición aditiva y el compuesto modificador adicional. La mezcla aditiva resultante puede emplearse de manera ventajosa como agente de modificación para conglomerados bituminosos para carreteras.

Ejemplo 2: formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso con la composición aditiva obtenible por el presente proceso

Este ejemplo se refiere a la evaluación de las características del aditivo en el conglomerado bituminoso, no a la preparación del aditivo.

Utilizando la composición aditiva de acuerdo con el Ejemplo 1, se preparó en el laboratorio un número apropiado de briquetas de conglomerado bituminoso con un diámetro de 100 mm y un espesor de aproximadamente 25 mm, que contiene la composición de acuerdo a las proporciones de los ingredientes indicados en la siguiente Tabla 4.

	Materiales	Partes en peso
	Grava inerte 12/20	25
	Grava inerte 6/12	35
5	Grava inerte 3/6	10
	Arena 0/4	25
	Relleno (CaCO_3)	5
	Bitumen 70/100	4.5
10	Composicion aditiva	0.27
	Total	104.77

Tabla 4

El conglomerado bituminoso que comprende todos los componentes de acuerdo con la receta proporcionada en la Tabla 4 se preparó en el laboratorio por medio del siguiente procedimiento, usando dispositivos que simulan, en función, maquinaria a escala mayor, usualmente usada en plantas para la producción de conglomerado bituminoso:

- seleccionar una curva granulométrica, dependiendo de la pavimentación de carretera que se desee producir con el conglomerado bituminoso actualmente bajo preparación;

- seleccionar los agregados de acuerdo a la curva granulométrica mencionada anteriormente, en el presente caso los agregados de acuerdo con la Tabla 4 y, calentar los

agregados hasta la temperatura de 170-180°C dentro de una mezcladora;

5 - agregar una cantidad apropiada de composición aditiva, mezclando entonces por 40-60 segundos para obtener una mezcla;

 - agregar a la mezcla una cantidad apropiada de bitumen, en el presente caso la cantidad expresada en la Tabla 4, mezclando entonces por al menos 20-30 segundos;

10 - agregar a la mezcla una cantidad apropiada de relleno, en el presente caso la cantidad expresada en la Tabla 4, mezclando entonces por al menos 5 minutos (de acuerdo a lo dispuesto por la regulación EN 12697-35), obteniendo una mezcla homogénea de conglomerado bituminoso.

15 Específicamente, la mezcla se mantuvo a una temperatura entre 170 y 180°C durante todos los pasos de procesamiento del mismo.

20 La mezcla de conglomerado bituminoso así obtenida parecía una sola fase dispersa a base de bitumen, que tiene una apariencia viscosa, en la cual los agregados se dispersaron homogéneamente.

25 La mezcla de conglomerado bituminoso así obtenida se descargó entonces de la mezcladora, se dosificó en una cantidad igual a aproximadamente 1210 g en recipientes y posteriormente se acondicionó en un horno a una temperatura de 150°C por aproximadamente 3 horas (el acondicionamiento se

efectuó únicamente para simular las condiciones de transporte).

El conglomerado bituminoso así obtenido, después del paso de acondicionamiento en horno, se insertó entonces dentro de una plantilla. Entonces, para obtener un porcentaje de huecos de aproximadamente 2.5%, se efectuó una compactación por medio de un compactador giratorio (de manera alternativa al compactador gravitatorio es posible utilizar cualquier otro tipo de compactador adecuado para el propósito, por ejemplo un compactador de Marshall):

- Presión de carga: 600 kPa;
- Ángulo giratorio: 1.25°;
- Densidad límite: 2400 kg/m³.

Se hizo un número apropiado de briquetas para efectuar las pruebas mecánicas; finalmente, las briquetas se colocaron en cámaras climáticas para el acondicionamiento apropiado para efectuar las pruebas mecánicas.

Ejemplo 3: realización de las pruebas mecánicas

Este ejemplo se refiere a la evaluación de las características del aditivo en el conglomerado bituminoso, no a la preparación del aditivo.

Se alojó, respectivamente un número apropiado de briquetas para obtener un resultado reproducible en una prensa mecánica de la canasta de prueba designada, entonces se efectuó una prueba de tensión de rotura de acuerdo a la

metodología UNI EN 12697-23.

La caracterización mecánica ocurrió con la Tensión de Rotura Indirecta (ITS). La ITS simula la tensión máxima generada por el paso del vehículo que puede ser tolerado por el pavimento de carretera. La Tensión de Rotura Indirecta se evaluó a través del parámetro relativo ITS.

La media de los resultados de las pruebas individuales mostró una ITS (MPa) en relación con el conglomerado obtenible usando la composición aditiva de acuerdo con la presente invención la cual fue completamente satisfactoria, igual a o mayor en comparación con conglomerados bituminosos obtenibles usando aditivos convencionales.

Después de eso, se efectuó una prueba para determinar el módulo de rigidez, es decir la capacidad de los conglomerados bituminosos para propagar en la superestructura la carga ejercida en la superficie de la carretera desde las áreas de pista de los neumáticos del vehículo.

Se colocó un número apropiado de briquetas para obtener un resultado reproducible sobre un alojamiento designado de un sistema servo neumático para pruebas dinámicas, el cual estaba a la vez contenido en una célula climática para el control de temperatura; posteriormente, se efectuó una prueba para la determinación del módulo de rigidez de acuerdo a la metodología UNI EN 12697-26.

Las condiciones de prueba usadas para la determinación del módulo de rigidez fueron:

- Temperatura: variable;
- Tensión horizontal impuesta: 5 μm ;
- 5 - Pico de tiempo: 124 ms (frecuencia 2 Hz);
- Coeficiente de Poisson: 0.35.

La media de los resultados de las pruebas individuales mostró una rigidez (MPa) de las muestras a temperaturas diferentes ($T=5^{\circ}\text{C}$, $T=20^{\circ}\text{C}$ y $T=40^{\circ}\text{C}$) en relación
10 con el conglomerado obtenible usando la composición aditiva de acuerdo a la presente invención la cual fue completamente satisfactoria, igual a o mayor en comparación con conglomerados bituminosos obtenibles usando aditivos convencionales.

15 Las pruebas mencionadas anteriormente mostraron la eficacia absoluta de la composición aditiva obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención para obtener una mezcla de conglomerado bituminoso con desempeños mecánicos altos; el conglomerado bituminoso así obtenido puede usarse
20 para proporcionar una pavimentación de carretera resistente y funcional.

DESCRIPCIÓN ORIGINAL**PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN ADITIVO PARA CONGLOMERADOS
BITUMINOSOS CON DESEMPEÑOS MECÁNICOS ALTOS Y COMPOSICIÓN**

5

ADITIVA**CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se relaciona con el campo
técnico de la producción de aditivos para conglomerados
10 bituminosos, en otras palabras una mezcla de polímeros y
aditivos lo cual puede utilizarse en la modificación de
conglomerados bituminosos, bitumen y productos bituminosos,
como membranas bituminosas, para proporcionar resiliencia a
las preparaciones bituminosas, adecuadas para proporcionar
15 una pavimentación de carretera.

En particular, la invención se refiere a un proceso
para la producción de una composición aditiva para
conglomerados bituminosos a partir de un material plástico de
recuperación y/o reciclaje.

20 Específicamente, la presente invención también se
relaciona con una composición aditiva obtenible por esta, la
cual permite mejorar los desempeños mecánicos del
conglomerado bituminoso que comprende el aditivo, así como
prolongar el tiempo de vida de la pavimentación de carretera
25 hecha con ese conglomerado bituminoso.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La necesidad de desarrollar tecnologías y productos tan ambientalmente amigables como sea posible aún es actual, especialmente en el campo de la producción de bitumen, asfalto y conglomerados bituminosos, en particular mediante el uso de materias primas renovables o ecológicamente amigables.

En esa rama del estado de la técnica ha sido muy importante la necesidad de optimizar los procesos de producción de conglomerados bituminosos y de los componentes necesarios para la formulación de los mismos, reduciendo la explotación total de materias primas, de este modo la huella de carbono atribuible a esos procesos.

Por ejemplo, un objetivo deseable es el desarrollo de preparaciones adecuadas para modificar bitumen virgen debido a su calidad cada vez más mala.

Además es bien conocido en el estado de la técnica el uso de aditivos para mejorar los desempeños de conglomerados bituminosos, bitumen, productos bituminosos y de asfaltos en general, por ejemplo esos aditivos pueden ser composiciones que comprenden polímeros termoplásticos o elastómeros usados para mejorar las propiedades mecánicas del bitumen de conglomerado bituminoso y productos bituminosos que contienen esos aditivos, como la resistencia a la ruptura o resiliencia, en general y para reducir el deterioro en el

conglomerado bituminoso, típicamente usado como superficie de cobertura para carreteras.

Una composición de asfalto, que comprende agregados, materiales granular o en polvo derivado de desechos de caucho, por ejemplo desechos de neumáticos y una mezcla de polímeros y copolímeros termoplásticos, así como aditivos adicionales y materiales de relleno, se describe en la solicitud de patente internacional WO2015179553.

La solicitud US 2009/016325 se relaciona con una mezcla bituminosa de alto desempeño que comprende agregados minerales recubiertos con una composición de polímeros termoplásticos, que comprende esencialmente polivinil butiral.

Específicamente, esa composición puede comprender un polímero termoplástico de recuperación o reciclaje, que incluye polivinil butiral reciclado del reciclaje de paneles de vidrio usados en el campo de la industria de la construcción y parabrisas automotrices.

Se contempla la mera posibilidad de incluir en esa composición polimérica poliolefinas, también; sin embargo, no se proporciona información acerca de las combinaciones específicas de materiales en la composición de polímero termoplástico.

La CN103509356 A se relaciona con un material modificado con una mezcla de asfalto que comprende los

siguientes componentes en partes en peso: 150-200 partes de polietileno, 60-90 partes de copolímero de bloques de estireno-butadieno-estireno, 16-30 partes de tereftalato de polietileno, 50-80 partes de polivinil butiral y 20-40 partes
5 de un agente de relleno.

El método para preparar un material modificado con una mezcla de asfalto incluye los pasos de proporcionar las materias primas mencionadas anteriormente, obtener una mezcla del polietileno y el copolímero de bloques de estireno-
10 butadieno-estireno fundiéndolos y granulándolos, mezclando entonces los gránulos así obtenidos con las materias primas restantes por fusión y coextrusión de la mezcla así obtenida.

En cualquier caso, aunque los aditivos para mejorar las propiedades químicas y mecánicas de los asfaltos
15 disponibles comercialmente, así como los asfaltos que pueden producirse con estos, se producen en general teniendo en mente el impacto ambiental, por ejemplo usando materiales de desecho de otros procesos industriales o materiales reciclados, los procesos para obtener esos materiales aún no
20 son capaces de combinar mejor la necesidad de reducir considerablemente el impacto ambiental en la producción de los aditivos con las propiedades mecánicas de la pavimentación de carretera hecha usando conglomerados bituminosos formulados agregando los aditivos.

25 Otra desventaja del estado de la técnica es la

dificultad para producir aditivos del tipo mencionado anteriormente por tecnologías que permitan producir una mezcla homogénea de calidad constante y que puedan dosificarse fácilmente.

5 Una desventaja adicional del estado de la técnica es la dificultad para producir aditivos del tipo mencionado anteriormente que pueda garantizar la calidad constante del aditivo terminado.

10 En realidad, la necesidad de encontrar una forma virtuosa de desechar y reutilizar residuos o materiales plásticos residuales, reciclables y no, se está volviendo de suma importancia.

15 En particular, en Europa y no únicamente allí, la necesidad de encontrar un destino alternativo para los residuos del tipo mencionado anteriormente es de la más alta importancia, puesto que por un lado en muchas áreas del continente no existe un número suficiente de plantas para la recuperación de residuos y/o plantas de conversión de residuos en energía para los residuos, mientras que por el
20 otro se busca la reutilización de los mismos, lo cual tiene un impacto ambiental menor comparado con la incineración o eliminación en vertederos.

25 Además, tiene que considerarse que la cantidad en porcentaje de plástico de reciclaje comparada con el plástico virgen usado para fabricar artículos de consumo masivo no es

proporcional al incremento de los volúmenes de plástico reciclado y seleccionado gracias a un sistema de recolección cada vez más eficiente basado en la clasificación de residuos.

5 En consecuencia, el plástico remanente de esos procesos de recuperación o similar, así como la cantidad de plástico no reciclado, se elimina necesariamente por medio de procesos de conversión de residuos en energía, envío a vertederos o menos frecuentemente para la producción de
10 combustibles alternativos.

 A la luz del estado de la técnica presentado anteriormente, el problema que subyace a la presente invención fue desarrollar un proceso para producir una composición aditiva para conglomerados bituminosos partiendo
15 de material plástico residual, lo cual proporciona la reutilización de una amplia variedad de materiales residuales y que sea más ambientalmente sustentable, a la vez que permita producir una composición que tenga alto valor agregado, especialmente adecuada para usarse como un aditivo
20 para la formulación de mezclas de conglomerado bituminoso de alto desempeño.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

 El problema fue resuelto por un proceso para la producción de una composición aditiva destinada a ser
25 mezclada en el conglomerado bituminoso, bitumen u otros

productos bituminosos para pavimentar carreteras, que comprende los siguientes pasos:

5 a) proporcionar un material residual mezclado que contiene una mezcla de materiales plásticos, donde la mezcla de materiales plásticos comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina;

10 b) moler el material residual mezclado hasta que se haya alcanzado un tamaño de partícula entre 40 mm y 80 mm, preferiblemente un tamaño de partícula igual a aproximadamente 60 mm;

15 c) lavar el material residual mezclado así molido y separar en una forma controlada una porción del material plástico que tenga una densidad promedio característica del material residual mezclado, donde la porción de material plástico comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina;

20 d) moler la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica hasta que se haya alcanzado un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, preferiblemente un tamaño de partícula entre 12 y 15 mm; y,

25 e) mezclar a temperatura ambiente las porciones de material plástico que tengan una densidad promedio característica así molida con un material basado en polivinil butiral (PVB) y moler la mezcla así obtenida, para producir una composición aditiva granular lista para usarse que tenga

un tamaño de partícula entre 4 mm y 6 mm, preferiblemente un tamaño de partícula igual a aproximadamente 4 mm,

donde el paso c) de lavado y separación se lleva a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, seleccionando por lo tanto un valor de densidad límite predeterminado y separación del material residual mezclado de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica la cual es menor que o igual al valor límite predeterminado, siendo la densidad promedio característica menor que o igual a 1.0 kg/m^3 , de acuerdo a lo determinado de acuerdo al procedimiento DIN 55990.

De acuerdo con la presente invención, la expresión "material mezclado residual" significa una mezcla de residuos sólidos de grano grueso, es decir residuos sólidos que tienen tamaño de partícula generalmente mayor que o igual a 60 mm, donde la mezcla comprende residuos sólidos a su vez que comprende uno o más materiales plásticos, eventualmente la mezcla comprende residuos sólidos que consiste de materiales compuestos, es decir que contienen un material plástico y un material sólido que tienen naturaleza química diferente, por ejemplo papel, cartón o metal, por ejemplo aluminio.

En particular, el material residual mezclado puede comprender residuos sólidos hechos de material plástico, los cuales resultan de residuos sólidos urbanos o de producciones industriales o artesanales de productos hechos de material

plástico o cualquier combinación de los mismos, siendo los
residuos sólidos no recuperados o no recuperables en la
cadena de reciclaje de materiales plásticos, por ejemplo
incluyendo PVB que se deriva de la molienda de parabrisas y
5 acristalamientos dobles.

Específicamente, los residuos de material plástico,
es decir la parte predominante del plástico recuperado,
pueden derivarse de residuos que comprenden los llamados
"plásticos duros", es decir materiales plásticos sólidos y
10 rígidos, generalmente no recuperados ni recuperables en la
cadena de reciclaje de materiales plásticos, como juguetes,
plumas, marcadores y material de escritura hecho de
materiales plásticos, chanclas, bandejas y canastas hechas de
plástico, cajas para fruta, tubos, tablas y sillas hechas de
15 plástico, muebles de jardín, cubetas, lavabos y palanganas,
estuches para casetes de audio, CD, DVD, videocasetes y
artículos similares. Los artículos se recolectan normalmente
junto con residuos los cuales no se recolectan por
clasificación de residuos en la recolección puerta a puerta
20 de residuos sólidos urbanos o junto con residuos voluminosos
en las plataformas ecológicas de la ciudad.

De acuerdo con la presente invención, los residuos
de material plástico pueden derivarse de residuos los cuales
han sido previamente desprovistos total o parcialmente de
25 residuos consistentes de cloruro de polivinilo y de

materiales inevitables, indeseables como papel, cartón, madera, telas, metal o vidrio.

En cualquier caso, el material residual mezclado puede comprender una cantidad menor de residuos sólidos consistentes de materiales diferentes a plástico, por ejemplo
5 papel, cartón, madera, metal o vidrio.

Para resumir, el proceso de la presente permite recuperar y reutilizar el material residual mezclado normalmente eliminado en vertederos o enviado a incineración,
10 obteniendo una ventaja considerable desde un punto de vista ambiental.

Entonces, de acuerdo con la presente invención, la expresión "al menos un material plástico que comprende un polímero termoplástico" significa un material plástico (es
15 decir plástico) el cual comprende cadenas de polímeros enlazadas por interacciones intermoleculares, es decir fuerzas de Van der Waals, formando estructuras lineales o ramificadas; en particular, debido a su estructura química, después del calentamiento, los termoplásticos se ablandan o
20 se funden, entonces se conforman, forman, sueldan y solidifican cuando se enfrían.

De acuerdo con la presente invención, el término "temperatura ambiente" significa la temperatura del ambiente externo en el cual se lleva a cabo la operación.

25 En otras palabras, el paso e) mencionado

anteriormente se lleva a cabo sin proporcionar calor adicional al material mezclado por este, sino el calor potencialmente despreciable que proviene pasivamente del ambiente externo.

5 Por ejemplo, la temperatura ambiente puede estar comprendida entre 2°C y 45°C, en particular entre 15°C y 25°C.

 Finalmente, de acuerdo con la presente invención, el término "tamaño de partícula" significa un intervalo
10 numérico el cual comprende el valor mínimo y el valor máximo del diámetro de gránulos/fragmentos que constituyen el material mezclado residual, teniendo el material plástico de esa porción de material plástico una densidad promedio característica y la composición aditiva obtenible por el
15 proceso de acuerdo con la presente invención.

 De manera ventajosa, el proceso de acuerdo con la presente invención permite producir una composición aditiva la cual puede agregarse a la mezcla de conglomerado bituminoso, bitumen u otros productos bituminosos.

20 Preferiblemente, el proceso de acuerdo con la presente invención permite producir una composición aditiva la cual puede agregarse a la mezcla de conglomerado bituminoso obteniendo una mezcla de conglomerado bituminoso de alto desempeño.

25 En efecto, cuando la mezcla de conglomerado

bituminoso que contiene la composición aditiva granular obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención se usa para realizar una pavimentación de una carretera, la última tiene características mecánicas mejoradas, si se
5 compara con una pavimentación de carretera hecha con una mezcla de conglomerado bituminoso la cual no comprende la composición aditiva de la presente.

En particular, la mezcla de conglomerado bituminoso obtenible por la presente tiene características químicas-
10 físicas mejoradas, especialmente en términos de consistencia, con respecto a productos similares los cuales son comúnmente usados para el mismo propósito.

Consistentemente, la composición aditiva granular mencionada anteriormente está lista para usarse, lo cual
15 significa que puede dispersarse fácilmente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso, incluyendo bitumen y agregados, dando como resultado una ventaja en términos de un uso práctico de la composición aditiva, así como -
20 exactamente debido a su alta homogeneidad y distribución en la mezcla de conglomerado, la mezcla aditiva permite obtener una pavimentación de carretera con características mecánicas mejoradas usando una mezcla de conglomerado, así modificada.

En otras palabras, no es obligatorio someter la
25 composición aditiva de la presente invención a calentamiento,

fusión y extrusión para obtener gránulos extrudidos que comprenden una mezcla de ambos entre el material plástico que tiene una densidad promedio característica y el material basado en polivinil butiral con características de calidad constante y homogénea.

En particular, la composición aditiva granular mencionada anteriormente puede dispersarse directamente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso debido a la presencia de ese material plástico, seleccionado de este modo durante el paso c) y que tiene dicha densidad promedio característica, una propiedad la cual también está estrechamente relacionada con las propiedades de estado de transición del material plástico en sí.

En efecto, al menos un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en el material plástico de la porción seleccionada de este modo durante el paso c) tiene un punto de ablandamiento entre 120-180°C y de este modo puede agregarse directamente a los agregados y al bitumen, por el llamado "método en seco" (el cual no requiere mezclado en caliente de los termoplásticos y los otros modificadores con el bitumen antes de la adición a los agregados), durante la producción del conglomerado bituminoso.

De manera ventajosa, la mezcla aditiva obtenible por el proceso de la presente puede de este modo mezclarse en

caliente efectivamente con el bitumen y los agregados, ya durante el paso de formulación del conglomerado bituminoso.

De manera diferente, de acuerdo con el "método en húmedo" tradicional, los aditivos convencionales se mezclan necesariamente primero únicamente con el bitumen a una temperatura más alta, usualmente a una temperatura mayor que o igual a 180°C, por ejemplo entre 180-200°C. El bitumen mezclado de este modo con el aditivo entonces se mantiene normalmente a temperatura hasta el siguiente mezclado con los agregados, para obtener el conglomerado bituminoso listo para colocarse sobre la carretera.

Al mismo tiempo, al menos un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en el material plástico de la porción seleccionada de este modo durante el paso c) tiene un punto de fusión (T_m) comprendido entre 120-165°C, de acuerdo a lo determinado por la temperatura de barrido diferencial (DSC) de acuerdo al procedimiento ASTM D3418.

De manera diferente, la densidad promedio de los plásticos comprendidos en la mezcla de materiales plásticos, contenidos en el material residual mezclado antes de la porción mencionada anteriormente de material plástico sea separado durante el paso c), está comprendida entre 1.5-2 kg/m³, de acuerdo a lo determinado con el procedimiento DIN 55990.

De manera coherente, el punto de fusión (T_m) de los

plásticos comprendidos en la mezcla de materiales plásticos, contenidos en el material residual mezclado antes de que la porción anteriormente mencionada sea separado durante el paso c), está comprendido entre 40-250°C, de acuerdo a lo determinado por la temperatura de barrido diferencial (DSC) de acuerdo al procedimiento ASTM D3418.

Naturalmente, de acuerdo con un uso alternativo, la composición aditiva granular mencionada anteriormente puede dispersarse en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de un bitumen u otras mezclas bituminosas en virtud de la presencia de ese material plástico, seleccionado de este modo durante el paso c) y que tiene la densidad promedio característica, también.

En particular, si la composición aditiva granular mencionada anteriormente se usa en la modificación directa del bitumen o en otros procesos donde se usa bitumen, como en membranas bituminosas, se dispersa más fácilmente con respecto a productos similares ya conocidos, debido a su temperatura de ablandamiento más baja (y a su valor de MFI específico).

En particular, en el material residual mezclado proporcionado en el paso a), la mezcla de materiales plásticos comprende materiales plásticos que comprenden al menos un polímero seleccionado de polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de

polipropileno, tereftalato de polietileno, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), policarbonato, poliestireno, poliuretano o cualquier combinación de los mismos.

Más particularmente, en el material residual
5 mezclado proporcionado en el paso a), el polímero termoplástico de poliolefina se selecciona de polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de polipropileno o cualquier combinación de esos materiales.

De manera más preferible, el polietileno puede ser
10 polietileno de alta densidad y/o polietileno de baja densidad.

Para resumir, la mezcla aditiva obtenible por el proceso de la presente da como resultado una practicidad de uso mayor, un ahorro de energía y características físicas y
15 químicas finales constantes y homogéneas, si se compara con mezclas aditivas tradicionales.

La mezcla aditiva obtenible por el proceso de la presente requiere además un tiempo de fusión y mezclado reducido, permitiendo mezclar los materiales que constituyen
20 el conglomerado bituminoso en tiempos los cuales no exceden un minuto, para colocarse inmediatamente sobre la carretera.

Preferiblemente, el material residual mezclado se somete previamente a un paso preliminar de separación durante el cual las posibles fracciones hechas de cloruro de
25 polivinilo (PVC) y/o fracciones hechas de materiales

indeseables como papel, cartón, madera, telas, metal o vidrio se remueven.

De manera igualmente preferida, en el paso b) de molienda, una vez molido, el material residual mezclado se
5 somete a un procedimiento de separación de una fracción metálica, posiblemente comprendida en él, de manera más preferible el procedimiento de separación de la fracción metálica del material residual mezclado así molido comprende un primer paso de separación usando medios magnéticos
10 (desferrización) y un segundo paso de separación de la fracción metálica no ferrosa.

Como se mencionó anteriormente, el paso c) de lavado y separación se lleva a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, seleccionando un valor de
15 densidad límite predeterminado y separando del material residual mezclado la porción de material plástico que tiene una densidad promedio la cual es menor o igual al valor límite.

En particular, como se aclarará más abajo con
20 referencia a la descripción detallada, durante el paso c) de lavado y separación llevado a cabo por medio de una técnica de separación por densidad, los materiales plásticos seleccionados del material residual mezclado pueden separarse por decantación, usando una solución que tenga una densidad
25 igual a un valor preestablecido.

Específicamente, la separación por densidad puede llevarse a cabo usando una solución acuosa que tenga una densidad igual a un valor preestablecido que esté entre el valor de densidad de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina comprendido en la porción del material plástico que tiene una densidad promedio característica de la mezcla de materiales plásticos y los valores de densidad de los materiales comprendidos en el material residual mezclado con un valor de densidad mayor que la densidad de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

Por lo tanto, en el paso c) de lavado y separación es posible separar efectiva y precisamente la porción del material plástico que tiene una densidad promedio característica del material residual mezclado desprovisto de la porción de material plástico.

Dependiendo de la aplicación de la composición aditiva deseada, por ejemplo dependiendo del tipo específico de conglomerado bituminoso que pueda obtenerse mediante el uso de la composición aditiva, en el paso c) de lavado y separación, se selecciona el valor de densidad límite predeterminado y se separa una porción de material plástico, la cual tiene una densidad promedio que es menor o igual al valor límite, donde la densidad promedio característica se encuentra entre 0.70 kg/m^3 y 0.90 kg/m^3 , de acuerdo a lo

determinado con el procedimiento DIN 55990.

De acuerdo con una modalidad preferida, en la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, separada de este modo en el paso c) de lavado y separación, al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina seleccionado del grupo que comprende polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de polipropileno o cualquier mezcla de los mismos.

Preferiblemente, la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica puede comprender al menos un material plástico basado en polímero termoplástico de poliolefina en una cantidad mayor que o igual a 75% en peso del peso total de la porción del material plástico, de manera más preferible en una cantidad mayor que o igual a 80% en peso del peso total de la porción de material plástico, de manera aún más preferible en una cantidad mayor que o igual a 85% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico, de manera más preferible en una cantidad mayor que o igual a 90% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico.

De manera igualmente preferida, la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, separada de este modo en el paso c) del lavado y separación, puede comprender poliestireno y/o

poliuretano en una cantidad menor que o igual a 15% en peso sobre el peso total de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, preferiblemente en una cantidad menor que o igual a 10% en peso sobre el peso total de la porción del material plástico, de manera más preferible en una cantidad menor o igual que 5% en peso del peso total de la porción de material plástico.

De acuerdo con una modalidad preferida, en el paso c) de lavado y separación, una segunda mezcla de materiales plásticos que comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina puede agregarse y mezclarse con el material residual mezclado, preferiblemente la segunda mezcla comprende una cantidad igual a al menos 75% en peso de su peso total de al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina, de manera más preferible una cantidad igual a al menos 80% en peso de su peso total, de manera aún más preferible una cantidad igual a al menos 85% en peso de su peso total.

De acuerdo con la presente invención, la segunda mezcla de materiales plásticos comprende residuos hechos de material plástico, los cuales resultan de residuos recuperables, en particular residuos del procesamiento de residuos los cuales son reciclables y son recolectados por clasificación de residuos.

Específicamente, los residuos hechos de material

plástico, que resultan de residuos recuperables, normalmente se eliminan y recuperan en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico y se envían a la cadena de reciclaje, como embalaje hecho de plástico, embalaje mezclado, por ejemplo películas hechas de más de un material plástico o material compuesto y mezclas de los mismos.

Preferiblemente, en el paso c) de lavado y separación, la segunda mezcla de materiales plásticos comprende materiales plásticos que comprenden al menos un polímero seleccionado de polietileno, un copolímero de polietileno, polipropileno, un copolímero de polipropileno, tereftalato de polietileno, poliestireno, polietilacrilato (PEA), polimetilacrilato (PMA), polibutilacrilato (PBA) o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, los residuos de material plástico comprendidos en la segunda mezcla de material plástico pueden ser desechos de procesos de recuperación de residuos reciclable hechos de material plástico o de material compuesto, eliminado y recuperado en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico.

En una forma igualmente preferida, los residuos de material plástico comprendidos en la segunda mezcla pueden ser virutas de la producción industrial y/o artesanal de artículos hechos de material plástico.

En una forma totalmente preferida, la segunda mezcla de materiales plásticos se agrega al material residual mezclado en una cantidad entre 5-35% en peso del peso del material residual mezclado, preferiblemente en una cantidad entre 10-30% en peso sobre el peso del material residual mezclado.

De manera ventajosa, el proceso de la presente puede proporcionar de este modo la posibilidad de agregar, en el paso c), una porción adicional de material residual, es decir, la segunda mezcla de materiales plásticos, a material residual mezclado, para permitir la reutilización de materiales que con frecuencia se eliminan normalmente en vertederos o se envían al incinerador, obteniendo una ventaja adicional desde el punto de vista ambiental.

De manera ventajosa, agregando la segunda mezcla de materiales plásticos en el paso c), es posible producir una composición aditiva enriquecida con materiales plásticos, posiblemente no comprendida en el material residual mezclado. De esta manera, dependiendo de la necesidad de aplicación, por ejemplo dependiendo de las propiedades mecánicas requeridas por la mezcla de conglomerado bituminoso, a la cual puede agregarse la composición, en el paso c) puede agregarse una segunda mezcla de materiales plásticos con una composición específica.

Preferiblemente, el paso d) de molienda de la

porción de material plástico se lleva a cabo por granulación en agua, posiblemente por un molino de agua.

Preferiblemente, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en polivinil butiral, con el cual se mezcla la porción de material plástico, tiene un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, de manera más preferible entre 12 mm y 15 mm.

De acuerdo con una modalidad preferida, el material basado en polivinil butiral agregado en el paso e) a la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica puede comprender una cantidad de polivinil butiral (PVB) mayor que o igual a 80% en peso del peso total de material basado en polivinil butiral, preferiblemente una cantidad mayor que o igual a 90% en peso del peso total de del material basado en polivinil butiral, más preferiblemente una cantidad mayor que o igual a 95% en peso del peso total del material basado en polivinil butiral.

En una forma igualmente preferida, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en de polivinil butiral, con el cual se mezcla la porción del material plástico, es un material de recuperación basado en polivinil butiral.

Preferiblemente, el material de recuperación basado en polivinil butiral resulta de artículos desechados después de consumo, incluyendo parabrisas automotrices, ventanas de

dobles acristalamientos, cristales de vidrio térmico, cristales de vidrio de seguridad y/o resulta de virutas (o cortes) de fabricación industrial para la producción de los artículos mencionados anteriormente, más preferiblemente resulta de parabrisas automotrices.

De manera más preferible, el material de recuperación basado en polivinil butiral también puede comprender elastómeros incluyendo caucho natural, espuma de butadieno y estireno, caucho de monómero de dieno de etileno-propileno (EPDM), caucho de nitrilo (caucho de nitrilo y butadieno, NBR) o cualquier combinación de los mismos.

De manera alternativa, en el paso e) de molienda y mezclado, el material basado en polivinil butiral es polivinil butiral virgen o una mezcla entre el material de recuperación mencionado anteriormente y polivinil butiral virgen.

De manera ventajosa, el proceso de acuerdo con la presente invención permite de este modo recuperar materiales desechados resultantes de los artículos residuales mencionados anteriormente del procesamiento de residuos de vidrio o de reemplazo de parabrisas de coches, los cuales normalmente se envían a procesos de conversión de residuos en energía puesto que la presencia del porcentaje de vidrio considerable hace difícil su recuperación, dando como resultado una ventaja no únicamente desde el punto de vista

económico en comparación con la eliminación por procesos de conversión de residuos en energía, sino también desde el punto de vista ambiental.

Además, el proceso de la presente permite producir una composición aditiva del tipo mencionado anteriormente, con altos desempeños, capaz de conferir características notables de resiliencia al conglomerado bituminoso al cual se agrega el uso gracias a la acción directa del polivinil butiral.

Además, de manera similar al material plástico contenido en esa porción de material plástico, el polivinil butiral permite incrementar los valores de resiliencia de la pavimentación de carretera construida con el conglomerado bituminoso mencionado anteriormente.

De acuerdo con una modalidad del proceso de la presente, antes de mezclarse con la porción de material plástico que tiene una densidad característica en el paso e) de molienda y mezclado, el material de recuperación basado en polivinil butiral se somete a los siguientes pasos:

- efectuar una molienda preliminar de artículos desechados después del consumo o virutas de fabricación industrial que comprende polivinil butiral (PVB) hasta alcanzar un tamaño de partícula menor que o igual a 30 mm;
- separar residuos de vidrio de los artículos residuales así molidos, para obtener de este modo un material

de recuperación basado en polivinil butiral (PVB) que comprende una cantidad de vidrio menor que o igual a 10% en peso sobre el material de recuperación, preferiblemente menor que o igual a 7% en peso sobre el material de recuperación,
5 de manera más preferible menor que o igual a 5% en peso sobre el material de recuperación;

- moler el material de recuperación hasta alcanzar un tamaño de partícula entre 10 mm y 20 mm, preferiblemente un tamaño de partícula entre 12 y 15 mm; y,

10 En una forma igualmente preferida, el material basado en polivinil butiral se agrega a la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica en una cantidad igual a 5-25% en peso sobre el peso de la porción de material plástico que tiene una
15 densidad promedio característica, preferiblemente igual a 10-20% en peso sobre el peso de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica.

Por lo tanto, el proceso de acuerdo con la presente invención permite recuperar el material de recuperación
20 basado en polivinil butiral (PVB), obteniendo una composición aditiva de alto desempeño del tipo mencionado anteriormente, que comprende una cantidad definitivamente mínima de vidrio, lo cual no deteriora la capacidad de trabajo de la mezcla de conglomerado bituminoso u otros productos bituminosos, a los
25 cuales se agrega la composición aditiva de la presente, ni

las características mecánicas de la pavimentación de carretera obtenible con esa mezcla de conglomerado bituminoso.

Preferiblemente, el proceso de la presente
5 comprende el paso adicional de secar la composición aditiva mencionada anteriormente.

En una forma igualmente preferida, el proceso de acuerdo con la invención comprende además el paso de mezclar la composición aditiva con un compuesto modificador, donde el
10 compuesto modificador se selecciona preferiblemente de grafeno, un potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto
15 modificador puede ser un compuesto de origen sintético, mineral o vegetal.

De acuerdo con la presente invención, el término "grafeno" significa un material de carbono con estructura bidimensional de capas monoatómicas de carbono con matriz
20 hexagonal, donde cada átomo de carbono se une a otros tres átomos de carbono por medio de un enlace covalente y se une a los átomos de las capas adyacentes por fuerzas de Van Der Waals, significa también cualquier derivado funcionalizado de ese material de carbono, por ejemplo óxido de grafeno, es
25 decir grafeno parcialmente funcionalizado con grupos que

comprenden oxígeno.

Preferiblemente, el grafeno usado de acuerdo con el proceso de la presente invención tiene una densidad aparente entre 2 y 100 g/dm³, de manera más preferible entre 10 y 70 g/dm³; al mismo tiempo, el grafeno usado en la composición aditiva de acuerdo con la presente invención tiene un área superficial entre 10 y 300 m²/g.

El área superficial se mide por medio de un método de BET por absorción de gas inerte (nitrógeno), en particular de acuerdo con el procedimiento ISO 9277:2010.

Además, las dimensiones laterales de las capas de grafeno usado de acuerdo con el proceso de la presente invención son más pequeñas de 200 µm, preferiblemente más pequeñas de 100 µm, de manera más preferible más pequeñas de 50 µm.

De acuerdo con una modalidad preferida, el grafeno de acuerdo con el proceso de la presente invención es grafeno de reciclaje, grafeno virgen o una mezcla de grafeno de reciclaje y grafeno virgen.

En una forma completamente conveniente, cuando se agrega grafeno a la composición aditiva mencionada anteriormente obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención, se obtiene una composición aditiva con desempeños incluso mayores. En particular, el grafeno permite incrementar los valores de resiliencia y, de manera más

general, las propiedades mecánicas de la pavimentación de carretera construida con un conglomerado bituminoso al cual se agrega la composición aditiva que comprende grafeno.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el proceso de la presente comprende los siguientes pasos adicionales:

- alimentar la composición aditiva granular mencionada anteriormente en un extrusor, preferiblemente un extrusor de doble tornillo;
- 10 - calentar la composición aditiva hasta una temperatura predeterminada;
- extrudir y enfriar la composición aditiva para obtener una composición aditiva en forma de gránulos extrudidos que tiene un tamaño de partícula entre 1.85 mm y 15 4.5 mm, preferiblemente entre 2 mm y 4 mm.

De manera ventajosa, de acuerdo con esta última modalidad, el proceso de acuerdo con la presente invención permite proporcionar una composición aditiva en forma de gránulos que tiene un tamaño el cual es práctico para el uso, en particular con respecto a las propiedades de fluidez de la 20 composición y su velocidad de distribución cuando se agrega a la mezcla de conglomerado bituminoso.

De acuerdo con una modalidad alternativa, el proceso de la presente comprende un paso adicional de 25 molienda adicional de la composición aditiva granular

mencionada anteriormente para obtener una composición aditiva en forma de gránulos finos que tiene un tamaño de partícula entre 0.85 mm y 2.5 mm, preferiblemente entre 1 mm y 2 mm.

De manera ventajosa, de acuerdo con esta última
5 modalidad, el proceso de acuerdo con la presente invención permite proporcionar una composición aditiva para la formulación de conglomerados bituminosos de alto desempeño. La composición aditiva puede mezclarse efectivamente con los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de
10 conglomerados bituminosos, como bitumen y agregados.

En efecto, la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos finos prueba ser aún más fácil de dispersar en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de a mezcla de conglomerado bituminoso,
15 incluyendo bitumen y agregados.

Además, la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos finos es en cualquier caso segura de manipular, debido a que está libre de polvos finos, los cuales podrían ser inhalados por los operadores que usen
20 esta.

Preferiblemente, el paso adicional mencionado anteriormente de moler la composición aditiva para obtener una composición aditiva en forma de gránulos finos puede comprender un paso de tamizado, para remover la fracción de
25 gránulos de aditivo con un diámetro menor que o igual a

aproximadamente 0.85 mm.

En una forma igualmente preferida, una vez que ha sido obtenida la composición aditiva mencionada anteriormente en forma de gránulos extrudidos o en forma de gránulos finos, el proceso de la invención puede comprender un paso adicional de agregar a la composición aditiva un compuesto modificador, donde el compuesto modificador se selecciona de grafeno, un potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto modificador puede ser un compuesto de origen sintético, mineral o vegetal.

De acuerdo con una modalidad más preferida de la invención, el proceso de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes pasos adicionales:

- dosificar una cantidad predeterminada de la composición aditiva granular mencionada anteriormente en forma de gránulos finos y prensar esta;
- recubrir la composición aditiva así prensada con una película de material plástico la cual se basa en un polímero termoplástico, donde el material plástico es preferiblemente polietileno, obteniendo de este modo una cápsula.

Preferiblemente, el paso mencionado anteriormente de dosificación comprende un paso de agregar a la composición

aditiva una cantidad predeterminada de un compuesto modificador líquido, de manera más preferible donde el último se selecciona de un potenciador de la adhesión, un agente de regeneración, un plastificante, lignina o cualquier
5 combinación de los mismos.

En una forma totalmente preferida, el compuesto modificador puede ser un compuesto de origen sintético, mineral o vegetal, por ejemplo el plastificante puede ser un aceite de origen vegetal, de manera más específica el aceite
10 de origen vegetal puede ser un éster de ácido graso o una mezcla de ésteres de ácido graso.

De manera más preferible, durante el paso de dosificación la cantidad predeterminada de composición aditiva es de entre 10 g y 20 g.

15 En otras palabras, de acuerdo con esta modalidad preferida del proceso de la presente, es posible obtener una cápsula que comprende la composición aditiva en forma de gránulos finos recubiertos por una película de material plástico.

20 De manera ventajosa, la composición aditiva en forma de cápsulas es particularmente adecuada para la formulación de conglomerados bituminosos de alto desempeño; en efecto, la cápsula puede agregarse efectivamente mezclando con los ingredientes adicionales necesarios para la
25 formulación de conglomerados bituminosos, como bitumen y

agregados.

En particular, cuando la composición aditiva en forma de cápsulas se agrega a los agregados y bitumen calientes, la película de material plástico se funde y desintegra convenientemente, permitiendo que los gránulos del aditivo se dispersen efectivamente directamente en la formulación de conglomerado bituminoso durante el paso de mezclado.

El procedimiento de dispersión directa en la formulación de conglomerado ofrece tiempos cortos, generalmente menores o iguales a 60 segundos, si se compara con los procesos de dispersión en bitumen de los aditivos de acuerdo con el estado de la técnica, dando como resultado una ventaja sobresaliente, no únicamente práctica, sino también un ahorro de energía y costos considerable.

Además, exactamente debido a su forma como cápsulas que comprenden una cantidad predeterminada, dosificada adecuadamente de composición aditiva, la última modalidad permite proporcionar un aditivo para conglomerados bituminosos el cual a su vez es más fácil de dosificar, por ejemplo por medio de dispositivos de dosificación neumáticos, en comparación con composiciones aditivas en forma de polvo o gránulos, es decir en forma diferente a las cápsulas.

El problema técnico mencionado anteriormente también fue resuelto por una composición aditiva destinada a

ser mezclada en un conglomerado bituminoso para pavimentación de carretera y adecuado para mejorar las propiedades mecánicas del conglomerado bituminoso, que comprende al menos un polímero termoplástico de poliolefina y polivinil butiral (PVB), obtenible por el proceso anterior.

Preferiblemente, la composición aditiva mencionada anteriormente tiene un índice de fluidez de fusión (MFI) mayor que o igual a 1 g/10 min, de acuerdo a lo determinado con la metodología ISO 1133 a una temperatura de 190°C con una carga de 2.16 kg, de manera más preferible entre 1.5 g/10 min y 2.5 g/10 min, de manera aún más preferible entre 2 g/10 min y 2.5 g/10 min.

En particular, también debido al índice de fluidez de fusión específico que caracteriza a la composición aditiva de la presente, se encontró que la última es capaz de ser dispersada efectivamente en los ingredientes adicionales necesarios para la formulación de la mezcla de conglomerado bituminoso, incluyendo bitumen y agregados, dando como resultado una ventaja en términos de un uso práctico de la composición.

Además, debido a la alta homogeneidad y distribución de la composición aditiva en la mezcla de conglomerado que puede alcanzarse, la composición aditiva permite obtener una pavimentación de carretera con características mecánicas mejoradas usando una mezcla de

conglomerado modificada de este modo.

De manera más particular, en relación con el paso c), se ha observado que cuando la porción de material plástico, separada de este modo en el paso mencionado anteriormente c) de lavado y separación, tiene una densidad promedio entre 0.70 kg/m³ y 0.90 kg/m³, de acuerdo a lo determinado por el procedimiento DIN 55990, el índice de fluidez de fusión del aditivo así obtenido está comprendido entre 1.5 g/10 min y 2.5 g/10 min, de acuerdo a lo determinado con la metodología ISO 1133 a una temperatura de 190°C con una carga de 2.16 kg.

Como se describió anteriormente en relación con el proceso de acuerdo con la presente invención, la composición aditiva mencionada anteriormente tiene las siguientes ventajas:

- comprende materiales derivados de una mezcla de materiales plásticos, no recuperados o no recuperables en las cadenas de reciclaje de materiales plásticos de acuerdo a los estándares tecnológicos actuales, permitiendo la recuperación y reutilización de materiales residuales en otras circunstancias destinados a la eliminación en vertederos o procesos de conversión de residuos en energía;

- puede comprender materiales derivados de una segunda mezcla de material plástico, la cual puede ser de residuos de materiales plásticos derivados de residuos

reciclables, en particular residuos de procesamiento de residuos reciclables recolectados por clasificación de residuos;

5 - puede comprender polivinil butiral recuperado, dando como resultado una ventaja adicional desde ambos puntos de vista económico y ambiental;

10 - comprende una mezcla de materiales plásticos diferentes, los cuales pueden elegirse dependiendo de la necesidad de la aplicación, por ejemplo dependiendo de las propiedades mecánicas deseadas de la mezcla de conglomerado bituminoso, a la cual puedan agregarse;

15 - contiene una mezcla de materiales plásticos que individualmente tienen un punto de fusión considerablemente menor que los aditivos similares de acuerdo con el estado de la técnica, pudiendo por lo tanto mezclarse con el bitumen y agregados directamente al momento de la formulación de la mezcla de conglomerado bituminoso, inmediatamente antes de colocar sobre la carretera;

20 - tiene un tamaño de partícula el cual garantiza una fácil dispersión dentro de la mezcla de conglomerado bituminoso, la cual una vez que ha sido dispersada y ha solidificado, causa la formación de una pavimentación de carretera con características mecánicas mejoradas, exactamente debido a la distribución homogénea de la
25 composición aditiva en la mezcla de conglomerado.

Las características y ventajas de la presente invención se resaltarán mejor por medio de algunas modalidades de la misma, las cuales se exponen aquí posteriormente a manera de ilustración y no de limitación.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación se describe una forma de llevar a cabo el proceso de acuerdo con la presente invención para producir una composición aditiva para conglomerados bituminosos de alto desempeño, bitumen o productos bituminosos. En particular, en el Ejemplo 3, se evalúan las propiedades mecánicas con respecto a un conglomerado bituminoso obtenido usando una composición aditiva de acuerdo a la presente invención.

10

15

Ejemplo 1: obtención de una composición aditiva de acuerdo al proceso de la invención

20

25

En una plataforma de recolección de residuos domésticos y similares, se proporcionaron recipientes abiertos en la parte superior a un operador el cual había sido previamente cargado con residuos los cuales no se recolectaron por clasificación de residuos que comprenden una mezcla de materiales plásticos, que contienen principalmente residuos sólidos derivados de artículos hechos de materiales plásticos no recuperables en la cadena de reciclaje de materiales plásticos de acuerdo a los estándares tecnológicos actuales, como por ejemplo juguetes, material de escritura

hecho de materiales plásticos, chanclas, bandejas y canastas hechas de plástico, cajas para frutas, tubos, mesas y sillas hechas de plástico, muebles de jardín, cubetas, lavabos y palanganas, estuches para casetes de audio, etc.

5 Como se sabe, los artículos mencionados anteriormente están hechos principalmente de material plástico basado en polímeros termoplásticos de poliolefina, específicamente polietileno y polipropileno.

10 Un operador tomó de los recipientes en la parte superior abiertos anteriores los residuos hechos de material plástico, que comprenden principalmente plásticos duros, evitando tanto como sea posible insertar fracciones u objetos consistentes de PVC (cables y láminas), así como fracciones de materiales inevitables no deseables como madera, tejidos y
15 metales.

 El material plástico que fue retirado de este modo se acumuló en un recipiente abierto en la parte superior, proporcionando un material residual mezclado que contiene una mezcla de materiales plásticos, comprendiendo los últimos al
20 menos un material de plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

 El material residual mezclado se cargó en una banda transportadora para ser privado en primer lugar de fracciones adicionales consistentes de PVC, así como de fracciones
25 hechas de materiales inevitables, indeseables.

A continuación, el material residual mezclado se envió a una trituradora de residuos de un solo eje, para un primer paso de molienda el cual redujo el material a un tamaño de aproximadamente 60 mm.

5 El primer paso de molienda permite obtener un material residual mezclado el cual es más fácil de manejar y tiene un tamaño de partícula homogéneo para el procesamiento subsecuente.

10 A continuación, el material así molido o triturado se distribuyó sobre una banda transportadora a una estación de separación operada magnéticamente.

Entonces, se separó la fracción ferrosa del material residual mezclado; después de este procedimiento se registró una pérdida de peso de aproximadamente 3% sobre el peso total
15 del material.

El material residual mezclado desprovisto de hierro de este modo, fue alimentado, por medio de una banda transportadora, a un separador de corriente inducida capaz de separar metales no magnéticos, incluyendo aluminio, acero
20 inoxidable y cobre.

Después del paso de remoción de residuos metálicos no ferrosos, se registró una pérdida de peso adicional de aproximadamente 2% sobre el peso total del material.

Por medio de la banda transportadora el material libre
25 de metal se envió a la sección de lavado y separación.

Junto con el material en cuestión, en un tanque arreglado a propósito para llevar a cabo el paso de lavado y separación por densidad, el material residual mezclado se alimentó junto con una segunda mezcla de material plástico que comprende al menos un material plástico basado en un polímero termoplástico de poliolefina.

La segunda mezcla de material plástico estaba en forma de desechos de procesos de recuperación de residuos reciclables hechos de material plástico o material compuesto, eliminados y recuperados en la recolección sobre la base de la clasificación de residuos de plástico.

El peso de la segunda mezcla de material plástico correspondió a 25% en peso del peso total del material residual mezclado empobrecido de la fracción metálica a la cual se había agregado.

El porcentaje en peso de poliolefinas en el material plástico que constituye la segunda mezcla, como tal y/o posiblemente reforzada con cargas minerales mezcladas en el material plástico, fue mayor que 85% en peso sobre el peso seco del último.

El material residual mezclado fue de este modo enriquecido con materiales de poliolefina limpios derivados de procesos del reciclaje de plásticos y mezclado con estos.

El material residual mezclado así enriquecido con materiales de poliolefina de interés (polietileno y

polipropileno, en particular) se separó por medio de una técnica de separación por densidad del componente con el peso molecular más alto, específicamente de residuos de material plástico y no únicamente, que tiene una densidad mayor que 1.1 kg/m³, usando una solución acuosa que tiene un valor de densidad mayor que los materiales plásticos de interés particular, es decir, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y polipropileno, pero menor que los materiales plásticos comprendidos en el material residual mezclado y que tiene un valor de densidad mayor que la densidad de los materiales plásticos de interés.

Junto con los materiales listados anteriormente, la porción de material plástico que tiene una densidad característica promedio obtenida de este modo comprendió también poliestireno y poliestireno expandido.

Los materiales inertes no plásticos y el material plástico con densidad mayor de 1.1 kg/m³, como cuerdas de nylon o residuos de cloruro de polivinilo y/o tereftalato de polietileno, se dejaron decantar precipitando sobre el fondo del tanque.

El peso de la porción de material de densidad más alta así separado correspondió a aproximadamente 21% en peso del peso total del material residual mezclado introducido en el tanque de lavado y separación.

En la parte superior del tanque, gracias al movimiento

de una plataforma elevada del tipo de peine colocada ligeramente fuera del agua, los residuos de material plástico que tienen una densidad promedio característica se separaron fácilmente de los residuos de material de densidad mayor, posiblemente adheridos con ellos. La plataforma del tipo peine también movió el material flotante a una zona del tanque en correspondencia con un tornillo de drenado, colocado en la salida de agua.

Por medio del tornillo, la porción de material plástico que tiene esa densidad promedio característica se envió entonces al paso de molienda adicional, mientras el tamaño del material se redujo hasta aproximadamente 13 mm por medio de un granulador en húmedo. El material así molido se recolecta en recipientes.

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica molido y recolectado de este modo se envió entonces a una centrífuga horizontal para secar el material; específicamente, el material se introdujo en una tolva y entonces se liberó hacia una canasta perforada, dentro de la cual un rotor de cuchillas se dejó girar a una velocidad muy alta, para transmitir una fuerte aceleración al material, siendo la humedad residual expulsada de los orificios de la canasta perforada.

El material plástico privado de este modo de una parte de la humedad se secó entonces adicionalmente por medio de un

ventilador.

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secado de este modo, tuvo la composición y características físicas mostradas en la siguiente Tabla 1:

Contenido de poliolefinas como tales y/o reforzadas con cargas minerales	Mayor de 90% en peso sobre el peso seco total
Contenido de otros plásticos, materiales compuestos que también comprenden papel de Al con un espesor de $\leq 50 \mu\text{m}$ y otros materiales,	Menor que 10% en peso sobre el peso seco total
Masa volumétrica en seco	Mayor que 100 Kg/m^3
Tamaño de partícula	13 mm
Forma física	Fragmentos y granulos de formas diferentes
Humedad	Menor que 10% en peso

Tabla 1

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica obtenida así tuvo de este modo las características requeridas por el estándar UNI 10667-16, por lo tanto fue potencialmente útil como material molido para procesos de extrusión y/o para moldeo por inyección.

Además, la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secada de este modo, tuvo las características físicas y reológicas mostradas en la siguiente Tabla 2:

Densidad promedio		0.8 g/cm ³ (determinado de acuerdo al procedimiento DIN 55990)
Indice de fluidez de fusión (MFI)		2.5 g/10 min (calculado con el procedimiento ISO 1133 con T=190°C y carga igual a 2.16 kg)

5

Tabla 2

El material seco se envió por medio de transporte neumático en un silo de mezclado con una capacidad de 20 metros cúbicos en el que se homogeneizó y mezcló con un material reciclado proporcionado como material de recuperación después del consumo basado en polivinil butiral, en particular el material reciclado que comprende una cantidad igual al 90% en peso de polivinil butiral sobre su peso total.

El peso del material de reciclaje agregado correspondió a 10% en peso del peso total de la porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica, secado de este modo.

Durante la homogeneización y mezclado, los materiales se sometieron a molienda a temperatura ambiente por medio de molinos de cuchillas hasta alcanzar un tamaño de partícula de aproximadamente 5 mm.

Finalmente, el material así obtenido se envió a un paso subsecuente de pulverización y entonces se alimentó a una cámara de molienda de disco, donde se molió y en la cual los tamaños de gránulos son determinados por la distancia

entre los discos. Esa distancia es ajustable desde el exterior de la cámara de molienda.

La mezcla aditiva así obtenida tuvo la composición y características físicas mostradas en la siguiente Tabla 3:

5	Contenido de materia plastica (y, posiblemente, caucho); de la cual: - poliolefinas como tales y/o reforzadas con cargas minerales; - butiral de polivinilo; - otros plásticos	98.6 % en peso sobre el peso seco total
		82.7 % en peso sobre el peso seco total
		8.2 % en peso sobre el peso seco total
		7.7 % en peso sobre el peso seco total
10	Contenido de los otros materiales (papel, carton, madera, vidrio, metal, piedras, etc).	1.4% en peso sobre el peso seco total
	Masa volumetrica aparente	0.25 g/cm ³ (calculado con el procedimiento UNI EN ISO 61)
	Tamaño de particula	1.2 mm
15	Forma fisica	Gránulos finos
	Humedad	Menor que 10% en peso

Tabla 3

La porción de material plástico que tiene una densidad promedio característica así obtenido tuvo de ese modo las características proporcionadas por el estándar UNI 10667-14, por lo tanto fue útil como mezcla de materiales poliméricos de reciclaje y de otros materiales, como agregados en morteros de cemento, en bitumen y en asfalto.

Finalmente, la mezcla aditiva se envió a un silo provisto con recirculación neumática para un mezclado

potencial con compuestos modificadores adicionales capaces de conferir propiedades específicas a la mezcla aditiva resultante que comprende la presente composición aditiva y el compuesto modificador adicional. La mezcla aditiva resultante
5 puede emplearse de manera ventajosa como agente de modificación para conglomerados bituminosos para carreteras.

Ejemplo 2: formulación de una mezcla de conglomerado bituminoso con la composición aditiva obtenible por el presente proceso

10 Este ejemplo se refiere a la evaluación de las características del aditivo en el conglomerado bituminoso, no a la preparación del aditivo.

Utilizando la composición aditiva de acuerdo con el Ejemplo 1, se preparó en el laboratorio un número apropiado
15 de briquetas de conglomerado bituminoso con un diámetro de 100 mm y un espesor de aproximadamente 25 mm, que contiene la composición de acuerdo a las proporciones de los ingredientes indicados en la siguiente Tabla 4.

20

25

	Materiales	Partes en peso
	Grava inerte 12/20	25
	Grava inerte 6/12	35
5	Grava inerte 3/6	10
	Arena 0/4	25
	Relleno (CaCO ₃)	5
	Bitumen 70/100	4.5
	Composicion aditiva	0.27
10	Total	104.77

Tabla 4

El conglomerado bituminoso que comprende todos los componentes de acuerdo con la receta proporcionada en la Tabla 4 se preparó en el laboratorio por medio del siguiente procedimiento, usando dispositivos que simulan, en función, maquinaria a escala mayor, usualmente usada en plantas para la producción de conglomerado bituminoso:

- seleccionar una curva granulométrica, dependiendo de la pavimentación de carretera que se desee producir con el conglomerado bituminoso actualmente bajo preparación;

- seleccionar los agregados de acuerdo a la curva granulométrica mencionada anteriormente, en el presente caso los agregados de acuerdo con la Tabla 4 y, calentar los agregados hasta la temperatura de 170-180°C dentro de una

mezcladora;

- agregar una cantidad apropiada de composición aditiva, mezclando entonces por 40-60 segundos para obtener una mezcla;

5 - agregar a la mezcla una cantidad apropiada de bitumen, en el presente caso la cantidad expresada en la Tabla 4, mezclando entonces por al menos 20-30 segundos;

 - agregar a la mezcla una cantidad apropiada de relleno, en el presente caso la cantidad expresada en la
10 Tabla 4, mezclando entonces por al menos 5 minutos (de acuerdo a lo dispuesto por la regulación EN 12697-35), obteniendo una mezcla homogénea de conglomerado bituminoso.

 Específicamente, la mezcla se mantuvo a una temperatura entre 170 y 180°C durante todos los pasos de
15 procesamiento del mismo.

 La mezcla de conglomerado bituminoso así obtenida parecía una sola fase dispersa a base de bitumen, que tiene una apariencia viscosa, en la cual los agregados se dispersaron homogéneamente.

20 La mezcla de conglomerado bituminoso así obtenida se descargó entonces de la mezcladora, se dosificó en una cantidad igual a aproximadamente 1210 g en recipientes y posteriormente se acondicionó en un horno a una temperatura de 150°C por aproximadamente 3 horas (el acondicionamiento se
25 efectuó únicamente para simular las condiciones de

transporte).

El conglomerado bituminoso así obtenido, después del paso de acondicionamiento en horno, se insertó entonces dentro de una plantilla. Entonces, para obtener un porcentaje de huecos de aproximadamente 2.5%, se efectuó una compactación por medio de un compactador giratorio (de manera alternativa al compactador gravitatorio es posible utilizar cualquier otro tipo de compactador adecuado para el propósito, por ejemplo un compactador de Marshall):

- Presión de carga: 600 kPa;
- Ángulo giratorio: 1.25°;
- Densidad límite: 2400 kg/m³.

Se hizo un número apropiado de briquetas para efectuar las pruebas mecánicas; finalmente, las briquetas se colocaron en cámaras climáticas para el acondicionamiento apropiado para efectuar las pruebas mecánicas.

Ejemplo 3: realización de las pruebas mecánicas

Este ejemplo se refiere a la evaluación de las características del aditivo en el conglomerado bituminoso, no a la preparación del aditivo.

Se alojó, respectivamente un número apropiado de briquetas para obtener un resultado reproducible en una prensa mecánica de la canasta de prueba designada, entonces se efectuó una prueba de tensión de rotura de acuerdo a la metodología UNI EN 12697-23.

La caracterización mecánica ocurrió con la Tensión de Rotura Indirecta (ITS). La ITS simula la tensión máxima generada por el paso del vehículo que puede ser tolerado por el pavimento de carretera. La Tensión de Rotura Indirecta se
5 evaluó a través del parámetro relativo ITS.

La media de los resultados de las pruebas individuales mostró una ITS (MPa) en relación con el conglomerado obtenible usando la composición aditiva de acuerdo con la presente invención la cual fue completamente
10 satisfactoria, igual a o mayor en comparación con conglomerados bituminosos obtenibles usando aditivos convencionales.

Después de eso, se efectuó una prueba para determinar el módulo de rigidez, es decir la capacidad de los
15 conglomerados bituminosos para propagar en la superestructura la carga ejercida en la superficie de la carretera desde las áreas de pista de los neumáticos del vehículo.

Se colocó un número apropiado de briquetas para obtener un resultado reproducible sobre un alojamiento
20 designado de un sistema servo neumático para pruebas dinámicas, el cual estaba a la vez contenido en una célula climática para el control de temperatura; posteriormente, se efectuó una prueba para la determinación del módulo de rigidez de acuerdo a la metodología UNI EN 12697-26.

25 Las condiciones de prueba usadas para la

determinación del módulo de rigidez fueron:

- Temperatura: variable;
- Tensión horizontal impuesta: 5 μm ;
- Pico de tiempo: 124 ms (frecuencia 2 Hz);
- 5 - Coeficiente de Poisson: 0.35.

La media de los resultados de las pruebas individuales mostró una rigidez (MPa) de las muestras a temperaturas diferentes ($T=5^{\circ}\text{C}$, $T=20^{\circ}\text{C}$ y $T=40^{\circ}\text{C}$) en relación con el conglomerado obtenible usando la composición aditiva de acuerdo a la presente invención la cual fue completamente satisfactoria, igual a o mayor en comparación con conglomerados bituminosos obtenibles usando aditivos convencionales.

Las pruebas mencionadas anteriormente mostraron la eficacia absoluta de la composición aditiva obtenible por el proceso de acuerdo con la presente invención para obtener una mezcla de conglomerado bituminoso con desempeños mecánicos altos; el conglomerado bituminoso así obtenido puede usarse para proporcionar una pavimentación de carretera resistente y funcional.