

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 362**

51 Int. Cl.:

C08L 95/00 (2006.01)

C08K 7/02 (2006.01)

C08J 5/00 (2006.01)

E01C 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2020 PCT/IB2020/057233**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2021 WO21019501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2020 E 20846436 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2023 EP 4008753**

54 Título: **Aditivo granulado en base a fibras textiles provenientes de neumáticos fuera de uso (NFU), polvo de neumático y ligante asfáltico y procedimiento de obtención del producto y uso**

30 Prioridad:

01.08.2019 CL 20192171

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2023

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA (100.0%)
1145 Avenida Francisco Salazar
Temuco 4811230, CL**

72 Inventor/es:

**VALDÉS VIDAL, GONZALO ALFONSO;
MARDONES PARRA, LUIS ALEJANDRO y
CALABI FLOOD, ALEJANDRA TATIANA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 955 362 T3

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

DESCRIPCION

Aditivo granulado en base a fibras textiles provenientes de neumáticos fuera de uso (NFU), polvo de neumático y ligante asfáltico y procedimiento de obtención del producto y uso

5

Campo de la invención

La presente invención divulga un aditivo granulado en base a fibras textiles y caucho en polvo proveniente de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y ligante asfáltico y procedimiento de obtención del producto y uso del mismo. Mediante la presente invención se da solución a las dos grandes problemáticas que existen hoy en día, por una parte, valorizando las fibras textiles extraídas del reciclaje y procesamiento de los NFU, y, por otra parte, proveer a la industria de la pavimentación asfáltica, una alternativa de mezcla con un desempeño superior a las actuales mezclas convencionales.

15 Estado de la técnica

Los procedimientos de regulación a nivel mundial buscan disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y valoración a través de distintos instrumentos de gestión de residuos. En este contexto, los NFU al tratarse de un residuo que no es biodegradable, cobran real importancia puesto que se están convirtiendo en una gran problemática medioambiental (Delarze, 2008). Los neumáticos están constituidos esencialmente de acero, caucho y fibra textil, y el proceso de tratamiento de NFU está principalmente dirigido a la recuperación del acero y el caucho. Esto se debe, a que no existe un mercado claramente definido para la fibra textil, lo que no justifica los recursos para su limpieza. Esta falta de mercado ha implicado que se adopten diferentes procedimientos, así por ejemplo las fibras sucias se han incinerado para la recuperación de energía, o bien han sido enviadas a botaderos y en menor grado han sido reutilizadas en compuestos plásticos (Landi et al., 2016; Marconi et al., 2018).

La literatura muestra que existen distintos tipos de fibras las cuales mejoran las propiedades mecánicas de las mezclas. Abtahi et al. (2010) tras una revisión del uso de distintos tipos de fibras (polipropileno, poliéster, amianto, celulosa, carbón, vidrio y nailon) mencionaron que, estas son capaces de aumentar la rigidez de las mezclas (Wu, Ye, Li, & Yue, 2007), disminuyen la susceptibilidad al agua, muestran un mejor comportamiento frente a las deformaciones permanentes y tienen la capacidad de aumentar la resistencia a la fisuración térmica (Abtahi et al., 2010). También se ha probado la utilización de fibra de vidrio, la cual provee de una mejor capacidad frente a los esfuerzos de tensión cortante (Yoo & Kim, 2015). Ahmad & Kareem (2015) estudiaron la incorporación de fibras de polipropileno y concluyeron que estas son capaces de mejorar la vida a la fatiga de las mezclas, módulo y susceptibilidad al agua (Ahmad & Kareem, 2015; Zachariah, Sarkar, Debnath, & Pal, 2018).

Los principales componentes de la fibra textil de los NFU son la poliamida y poliéster (Acevedo et al., 2015). Estos componentes han sido utilizados en forma individual como material de adición en mezclas, probando ser beneficiosos mejorando la resistencia a la fatiga ahuellamiento, módulo dinámico, entre otras propiedades de la mezcla asfáltica (Badeli, Carter, Doré, & Saliari, 2018; Kim, Kim, Yoo, & Shin, 2018; Wu, Ye, & Li, 2008). En consecuencia, es posible prever que la adición de fibras textiles de NFU pudiese otorgar mejoras en las propiedades de las mezclas asfálticas.

Respecto a la utilización de las fibras textiles de NFU en materiales asfálticos, se destaca el estudio expuesto por Hrusková et al., (2016) quienes mencionan que tras adicionar distintos aditivos dentro de los que se encontraban las fibras textiles de NFU se observó una disminución de la penetración del ligante. También, se destaca el estudio de Putman y Amirkhanian, 2004, quienes tras utilizar tres tipos de mezclas SMA caracterizadas por tener fibras de celulosa, fibras textiles de NFU y fibras de poliéster, demostraron que la incorporación de las fibras textiles de NFU presentan una mejor tenacidad en la mezcla, sin embargo, no se observaron mejoras significativas respecto de la resistencia a deformaciones permanentes y susceptibilidad al agua (Putman & Amirkhanian, 2004). Cabe mencionar que las fibras se adicionaban en forma suelta y no en formato granulado. No obstante, Chowdhury et al., 2006 al adicionar fibras textiles de NFU largas y cortas, demostraron que existe una mejora de las propiedades de deformaciones permanentes respecto a una mezcla de referencia y una mezcla con adición de fibras de celulosa (Chowdhury et al., 2006). Por su parte, Chowdhury et al., (2006) concluye que la utilización de fibras textiles de NFU en porcentajes superiores al 1% respecto al ligante, puede generar una absorción de asfalto, lo que puede traer consecuencias negativas si no se evalúa en la fase de diseño (Chowdhury et al., 2006).

En el mismo contexto, se ha realizado comparaciones entre las diferentes aplicaciones de reutilización de las fibras textiles de NFU en términos de beneficios ambientales y reducción de la eliminación de desechos, (Landi et al., 2016), observándose que existe un gran potencial de revalorización de estas fibras en pavimentos asfálticos. También, se han realizado análisis de ciclo de vida, los cuales muestran que la utilización de fibras textiles de NFU en mezclas asfálticas, conduce a la reducción de los impactos frente al calentamiento global, puesto que se estima una disminución considerable en la emisión de gases de efecto invernadero y contaminación ambiental. (Landi, Gigli, Germani, & Marconi, 2018; Landi, Marconi, Meo, & Germani, 2018; Landi et al., 2016).

En cuanto al campo de este tipo de tecnologías, se puede mencionar como ejemplo que la longitud de la red vial en Chile es de aproximadamente 82000 km, destacándose un elevado déficit de pavimentación, que va en torno al 75%.

Por otro lado, de la red vial pavimentada, el 88% corresponde a pavimentos asfálticos (Burgos, 2014). A nivel mundial, esta cifra asciende al 95% (Anderson, Youtcheff, & Zupanick, 2000), debido a sus buenas prestaciones y bajos costos de construcción. En los últimos años, estas cifras han crecido debido a la utilización de distintos tipos de aditivos los cuales crean estructuras de pavimento más resistentes y durables.

Como puede observarse, la literatura es capaz de demostrar que el uso de fibras textiles de NFU en mezclas asfálticas resulta beneficioso y económicamente atractivo, sin embargo, no se ha realizado una evaluación más detallada al respecto, sobretudo en forma de un granulado apto para ser utilizado en la industria.

Debido a las problemáticas generadas por la contaminación ambiental y el uso de aditivos de origen natural (ej: fibras de celulosa), existen distintos centros de investigación que buscan dar soluciones alternativas a estas problemáticas, por lo que se han visto en la necesidad de utilizar materiales en calidad de desecho, revalorizándolos e incorporarlos en materiales. Un claro ejemplo de esto es el uso del caucho o el RAP. Por otra parte, la literatura demuestra que existe muy poca investigación de la utilización de otros residuos como lo son las fibras textiles de los NFU, puesto que a pesar de ser un residuo que permite mejorar la capacidad estructural de los pavimentos, no es estudiado en profundidad debido a lo complejo de su adición en mezclas y no existe evidencia a escala industrial.

Es por esto, que el producto divulgado en la presente solicitud de patente resulta ser interesante, puesto que los procedimientos adicionales incorporados en su fabricación permiten su trabajabilidad y, por ende, puede desarrollarse más conocimiento al ser utilizado en mezclas asfálticas. La incorporación de este aditivo en mezclas asfálticas junto con mejorar sus propiedades mecánicas permite desarrollar una alternativa para hacerse cargo de un residuo tan perjudicial para el medio ambiente, dándole un valor agregado a su utilización.

De los documentos analizados no existe en el estado del arte ningún documento que divulgue en las mismas condiciones y con los porcentajes indicados un "Aditivo granulado en base a fibras textiles provenientes de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), caucho en polvo de neumático y ligante asfáltico". Finalmente, a pesar de que existe bastante literatura, sobre la reutilización de fibras textiles recuperadas de neumáticos fuera de uso (NFU), todas son investigaciones del área técnica, pero ellos no enseñan un aditivo granulado que contenga fibra sintética 20-30%, caucho 43% y ligante asfáltico 20-40% como lo hace la presente solicitud de patente de invención.

Descripción de la Figura.

Figura 1: En la figura 1 se pueden observar los resultados de las mezclas evaluadas el procedimiento de ensayo "Hamburg Wheel Tracking".

Definición de la Invención

La presente invención divulga un aditivo granulado en base a fibras textiles y caucho en polvo proveniente de neumáticos Fuera de Uso (NFU), y ligante asfáltico.

El aditivo granulado de la presente invención es usado en la fabricación de mezclas asfálticas, con la capacidad de mejorar y/o no afectar las propiedades mecánicas y/o desempeño de este material de construcción utilizado en los pavimentos flexibles. También, debido a la alta capacidad de absorción y retención de este aditivo, sumado a la posibilidad de reducir el uso de materias primas vírgenes, es posible utilizarlo en reemplazo de las fibras de celulosa en mezclas SAM (Stone Mastic Asphalt).

El aditivo granulado de la presente invención comprende los siguientes componentes en las concentraciones que se indican a continuación:

- a.- Fibra textil entre 20 a 30%, compuesta principalmente por fibras de poliamidas o poliéster, que en su conjunto son del orden del 10% en peso de un NFU.
- b.- Ligante asfáltico entre 20 a 50%.
- c.- Caucho en polvo proveniente de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) entre 25 a 45% en una fracción inferior a 0,5 mm.
- d.- Caucho en polvo provenientes de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) entre 3 a 10% en una fracción inferior a 0,18 mm.

Además, se divulga el proceso para obtener el aditivo granular y su uso.

El proceso para obtener el aditivo granular de la presente invención comprende los siguientes pasos:

Como primera etapa las fibras sintéticas provenientes de los NFU son almacenadas en su estado natural post procedimiento de reciclado del neumático. Estas se componen principalmente de fibras sintéticas y partículas de caucho de tamaño entre 0,05 mm y 2 mm aproximadamente.

Las fibras sintéticas en su estado natural se someten a un procedimiento de predispersión para aumentar su volumen y así facilitar la absorción del agua y la emulsión asfáltica en el procedimiento de mezclado.

Una vez obtenidas las fibras sintéticas se procede de la siguiente manera:

- i. En un ambiente controlado por temperatura entre los 10°C y 30°C, agregar a las fibras sintéticas en su estado natural una emulsión de asfalto diluida en agua, la cual se encuentre en un rango de temperatura entre 5°C a 70°C;
- ii. mezclar en forma constante la fibra sintética con emulsión diluida, etapa (i), con uno de los procedimientos señalados a continuación:
 - a. Procedimiento manual: Homogenizar la fibra sintética con emulsión diluida con una cuchara y/o espátula, a una velocidad constante entre 10 y 200 rpm con intervalos de reposo,
 - b. Proceso mecánico: Homogenizar la fibra sintética con emulsión diluida en un mezclador mecánico, cuya velocidad de mezclado se encuentre en el rango de 10 a 200 rpm. Procurar no desgarrar las fibras al utilizar un procedimiento mecánico;
- iii. una vez completada la etapa (ii), estrujar las fibras saturadas con emulsión con uno de los procedimientos señalados a continuación:
 - a. Procedimiento manual: extender las fibras saturadas con emulsión en un recipiente de tamaño variable, según la cantidad de producto a fabricar, y amasar o comprimir hasta conseguir escurrimiento de la emulsión;
 - b. Procedimiento mecánico: depositar el producto obtenido en la etapa (ii) en un recipiente y comprimir con una prensa hidráulica, rodillo mecánico o equipo de similares características, hasta conseguir escurrimiento de la emulsión;
- iv. se repite la etapa (ii) y (iii) hasta conseguir que la fibra quede recubierta de emulsión;
- v. secar el producto obtenido en la etapa (iv) a través de uno de los procedimientos señalados a continuación:
 - a. Procedimiento manual: Extender el producto obtenido en la etapa (iii) en un recipiente limpio y de tamaño variable, según la cantidad de producto a fabricar, procurando que el espesor de éste una vez extendido sea inferior a 40mm, y tenga una densidad inicial comprendida entre 0,05 gr/cm³ y 0,20 gr/cm³. Considerar una temperatura ambiente entre los 10°C y 40°C por un periodo de 2 a 10 días hasta obtener masa constante.
 - b. Procedimiento mecánico: depositar el producto obtenido en la etapa (iii) en una cámara de almacenamiento. Esta cámara debe estar conectada a un proceso mecánico de inyección de aire con regulación de temperatura. Se tiene que aplicar un flujo de aire continuo al producto, a una temperatura entre 10°C y 70°C hasta conseguir masa constante. La mezcla, en estado inicial tiene que tener una densidad comprendida entre 0,5 gr/cm³ y 1 gr/cm³. El producto debe encontrarse contenida en una malla al interior de la cámara, permitiendo una mejor distribución del aire y evitando el contacto de la cámara y la fibra con emulsión;
- vi. extruir y/o amasar el producto seco fibroso recubierto de asfalto resultante de la etapa (v), con la finalidad de densificarlo y darle una forma predeterminada, obteniendo así el aditivo granulado en forma de cilindro, cuadrados, rombos o cualquier otra forma geométrica;
- vii. cortar las formas predeterminadas por ejemplo cilindros compuestos del material fibroso con caucho en polvo y asfalto, siendo dimensionados, obteniendo el aditivo en forma de gránulos;
- viii. mezclar los gránulos fibrosos, con caucho en polvo en una proporción en peso entre 3 a 10% y con un tamaño de partícula inferior a 0,18 mm, para evitar la adherencia entre los gránulos obteniendo los gránulos fibrosos envueltos en caucho o aditivo granulado;
- ix. almacenar el aditivo granulado de la etapa (viii) para su posterior utilización.

Este procedimiento se realiza de manera constante, hasta conseguir una completa distribución de las fibras sintéticas con partículas de asfalto.

La etapa de secado (v) se realiza para llevar a cabo el quiebre de la emulsión asfáltica y la posterior evaporación del agua contenida en la mezcla. De esta forma, se obtiene un material fibroso el cual se encuentra recubierto de material asfáltico.

Ejemplos de aplicación

Con la finalidad de aclarar la invención se adjuntan los siguientes ejemplos de Aplicación, Se preparó un aditivo según los datos que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 1 Composición en peso del Aditivo Granulado

Componente	% en peso granulado
Fibra sintética	21
Caucho en polvo adicional (menor a 0,18mm)*	4,8
Caucho en polvo (menor a 0,5 mm)	38,2
Ligante asfáltico**	36

Total	100
(*) Caucho en polvo de adición para evitar la adherencia entre gránulos en el almacenamiento.	
(**) Cemento asfáltico residual de la emulsión.	

A la fibra textil de NFU se le incorporó emulsión asfáltica y agua. Este proceso se realizó de forma manual con una velocidad de mezclado de 50 rpm por 2 minutos y a una temperatura ambiente de 20°C. Posteriormente, para conseguir el quiebre de la emulsión y la evaporación del agua, la mezcla se sometió a un flujo de aire continuo, a una temperatura entre 40°C, hasta conseguir que el producto tenga masa constante (24 horas). Luego, la mezcla resultante fue sometida a un proceso de amasado (extrusión) manual hasta conseguir un aditivo granulado con una densidad de 2560kg/m³ (densidad geométrica). Después, este aditivo se cortó hasta conseguir un gránulo con forma cilíndrica de 0,25mm de diámetro y 5mm de alto. Finalmente, se incorporó una fracción de caucho en polvo proveniente de NFU inferior a 0,18mm, en una razón en peso respecto al aditivo granulado de 1:20.

Ejemplo 1

Para evaluar el comportamiento del aditivo granulado, se diseñaron dos mezclas comúnmente utilizadas como capa de rodadura (capa superior de una estructura de pavimento). La primera mezcla fue una IV-A-12, caracterizada por utilizar una granulometría semidensa y por poseer un esqueleto mineral muy resistente. La segunda mezcla utilizada fue una IV-12, que se caracterizaba por poseer una granulometría densa, donde en la estructura mineral predominaba la presencia del árido fino. Para ambas mezclas, se utilizó un ligante convencional CA-24 y los áridos utilizados fueron de origen fluvial. Por otra parte, el contenido óptimo de ligante asfáltico fue de un 5,5% en relación al peso de la mezcla y se utilizó un 3,0% del aditivo granulado en relación al peso del ligante. Cabe señalar que el ligante contenido en el aditivo fue descontado del ligante de aportación.

Por otra parte, se utilizó el procedimiento de ensayo denominado Hamburg Wheel Tracking como ejemplo de aplicación. Este se caracteriza por ser uno de los métodos más abrasivos de mezclas asfálticas, pues busca medir el grado de deformaciones, daño por humedad y deterioro al que se ve expuesta una mezcla tras ser sometidas a una serie de cargas cíclicas y a la acción del agua a una temperatura de 50°C. Los resultados obtenidos expresan el grado de ahuellamiento que presentan las mezclas y la presencia de stripping en ellas (AASHTO T324-14).

Las probetas usadas en este ensayo tienen 150 [mm] de diámetro, fabricadas mediante compactador giratorio, con la aplicación de aproximadamente 100 giros. La metodología de ensayo establece un periodo de acondicionamiento de 30 minutos a 50°C, posteriormente se aplica una carga en movimiento de $705 \pm 4,5$ [N] con una duración de 10000 ciclos.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar los resultados de las mezclas evaluadas bajo el procedimiento de ensayo "Hamburg Wheel Tracking". Las mezclas con adición del aditivo granulado presentan mejor comportamiento al ahuellamiento para ambos tipos de mezclas, debido a que el aditivo provee una mayor resistencia. Al utilizar una mezcla con una buena estructura mineral, como lo es una mezcla IV-A-12, la incorporación del aditivo reduce en un bajo grado el ahuellamiento, sin embargo, al utilizar una mezcla más deformable, caracterizada por poseer un mayor contenido de áridos fino, como lo es la mezcla IV-12, es posible observar una mejora en torno al 20% en las deformaciones permanentes de la mezcla a altas temperaturas. Estas pruebas permiten demostrar que la incorporación del aditivo granulado de la presente invención provee de propiedades positivas a las mezclas asfálticas, destacando una mejora más significativa, tras su utilización en mezclas con un menor esqueleto mineral.

Ejemplo de aplicación 2.

Junto con la mejora de propiedades mecánica, el aditivo granulado también puede ser utilizado en mezclas con altos contenidos de ligante. Para evaluar esta capacidad de absorción, se diseñó una mezcla SMA, caracterizada por poseer una granulometría discontinua. Para esta mezcla se utilizó un ligante convencional CA-24, junto con áridos de origen fluvial. Por otra parte, el contenido óptimo de ligante asfáltico utilizado fue de un 6,5% en relación al peso de la mezcla y se utilizó un 2% del aditivo granulado en relación a los áridos. A las mezclas SMA se determinó el porcentaje de huecos (%H), los vacíos de agregado mineral (% V.A.M) y sus propiedades Marshall. También se realizaron pruebas empíricas, para medir el escurrimiento de la mezcla (norma AASHTO T-305) y la absorción del ligante asfáltico (Se utilizó 4,0 gr de aditivo granulado con 40 gr de ligante).

Resultados:

- % Ligante: 6,5% (Cumple con M.C Vol. 5)
- %H: 2,1% (Cumple con M.C Vol. 5)
- %V.A.M: 17,1 (Cumple con M.C Vol. 5)
- Estabilidad Marshall: 7186 N (Información adicional)
- Fluencia Marshall: 11,7 mm (Información adicional)
- Escurrimiento de mezcla con 0,2% Aditivo, 6,5% ligante: No hubo escurrimiento.
- Absorción 4,0 gr aditivo granulado, 40 gr Ligante: Absorción de un 60%.

De los resultados obtenidos, se puede destacar lo siguiente:

La incorporación del aditivo granulado permite diseñar mezclas tipo SMA, caracterizadas por poseer altos contenidos de ligante asfáltico, cumpliendo con todos los parámetros exigidos para su diseño. Además, es posible observar en los resultados, que el aditivo granulado tiene alta capacidad de absorción del ligante asfáltico ya sea en la mezcla o incorporado directamente sobre el ligante asfáltico. Esto último fue evaluado tras adicionar 40 gr de ligante asfáltico junto con 4,0 gr de aditivo granulado, consiguiendo una absorción de casi un 60% de ligante a una temperatura de 159°C.

5

REIVINDICACIONES

1.- Un aditivo granulado en base a fibras textiles y caucho en polvo provenientes de neumáticos fuera de uso, **caracterizado porque** comprende.

- a. fibra textil 20 a 30% compuesta principalmente por fibras de poliamidas o poliéster, que en su conjunto son del orden del 10% en peso de un NFU;
- b. ligante asfáltico de 20 a 50%;
- c. caucho en polvo proveniente de neumáticos fuera de uso entre 25 a 45% en una fracción inferior a 0,5mm;
- d. caucho en polvo proveniente de neumáticos fuera de uso entre 3 a 10% en una fracción inferior a 0,18 mm.

2.- Proceso para obtener un aditivo granulado en base a fibras textiles y polvos provenientes de neumáticos fuera de uso de acuerdo a la reivindicación 1, **CARACTERIZADO porque** comprende las siguientes etapas:

- i. agregar a las fibras sintéticas que están a una temperatura de 10 a 30 °C una emulsión de asfalto diluida en agua la cual se encuentra en un rango de temperatura entre 5°C a 70°C;
- ii. mezclar en forma constante la fibra sintética con la emulsión diluida, etapa (i);
- iii. estrujar las fibras saturadas con emulsión una vez completada la etapa (ii);
- iv. se repite la etapa (ii) y (iii) hasta conseguir que la fibra quede recubierta de emulsión;
- v. secar el producto obtenido en la etapa (iv);
- vi. extruir y/o amasar el producto seco fibroso recubierto de asfalto resultante de la etapa (v), con la finalidad de densificarlo y darle una forma predeterminada;
- vii. cortar las formas predeterminadas obtenidas en la etapa (vi) compuestas del material fibroso con caucho en polvo de NFU y asfalto, siendo dimensionados, obteniendo el aditivo en forma de gránulos;
- viii. mezclar los gránulos fibrosos de la etapa (vii), con caucho en polvo en una proporción en peso entre 3 a 10%, para evitar la adherencia entre los gránulos obteniendo el aditivo granulado;
- ix. almacenar el aditivo granulado de la etapa (viii) para su posterior utilización.

3.- Proceso para obtener un aditivo granulado de acuerdo a la reivindicación 2 **CARACTERIZADO porque** la mezcla en la etapa (ii) se realiza por:

- a. procedimiento manual, donde se homogeniza la fibra sintética con emulsión diluida con una cuchara y/o espátula, a una velocidad constante entre 10 y 200 rpm con intervalos de reposo;
- b. procedimiento mecánico, donde se homogenizar la fibra sintética con emulsión diluida en un mezclador mecánico, cuya velocidad de mezclado se encuentre en el rango de 10 y 200 rpm.

4.- Proceso para obtener un aditivo granulado de acuerdo a la reivindicación 2 **CARACTERIZADO porque** la etapa (iii) se realiza por:

- a. procedimiento manual donde se extienden las fibras saturadas con emulsión en un recipiente, se amasa o se comprime hasta conseguir el escurrimiento de la emulsión;
- b. procedimiento mecánico donde se extienden las fibras saturadas con emulsión en un recipiente se comprimen con una prensa hidráulica, rodillo mecánico o equipo de similares características, hasta conseguir escurrimiento de la emulsión.

5.- Proceso para obtener un aditivo granulado de acuerdo a la reivindicación 2 **CARACTERIZADO porque** la etapa (iv) de secado se realiza por:

- a. procedimiento manual donde el producto obtenido en la etapa (iii) se extiende en un recipiente procurando que el espesor de éste una vez extendido sea inferior a 40mm, y tenga una densidad inicial comprendida entre 0,05 gr/cm³ y 0,20 gr/cm³, secar a una temperatura entre los 10°C y 40°C por un periodo de 2 a 10 días hasta obtener masa constante;
- b. procedimiento mecánico donde el producto obtenido en la etapa (iii) que tiene una densidad comprendida entre 0,5 gr/cm³ y 1 gr/cm³ se deposita en una cámara de almacenamiento conectada a un proceso mecánico de inyección de aire con regulación de temperatura, se aplica un flujo de aire continuo al producto, a una temperatura entre 10°C y 70°C hasta conseguir masa constante.

6.- Proceso para obtener un aditivo granulado de acuerdo a la reivindicación 2 **CARACTERIZADO porque** la forma predeterminada obtenida en la etapa (vi) puede ser cilíndrica, cuadrada, rómbica o cualquier otra forma.

7.- Uso del aditivo granulado en base a fibras textiles de acuerdo a la reivindicación 1, **CARACTERIZADO porque** se usa en la fabricación de mezclas asfálticas, material de construcción utilizado en los pavimentos flexibles.

FIGURA 1

