

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 063**

51 Int. Cl.:

**C08L 95/00** (2006.01)

**E01C 7/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2011 PCT/EP2011/051411**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11144364**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2011 E 11701675 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2571940**

54 Título: **Emulsión bituminosa y material compuesto para pavimento que la contiene**

30 Prioridad:

**18.05.2010 EP 10382127**

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

**22.05.2017**

73 Titular/es:

**SORIGUÉ, S.A. (100.0%)  
C. Alcalde Pujol, 4  
25006 Lleida, ES**

72 Inventor/es:

**QUEROL SOLÀ, NÚRIA**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 613 063 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Emulsión bituminosa y material compuesto para pavimento que la contiene

### 5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a una emulsión bituminosa y a un material compuesto para pavimento que la contiene. La invención también se refiere a un procedimiento para su obtención, y a su utilización en la pavimentación de carreteras y similares.

10

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Se conocen distintos tipos de materiales compuestos para pavimento, especialmente, aquellos destinados a la pavimentación de carreteras, pistas, calles, etc. que comprenden principalmente áridos, incluyendo polvo mineral, 15 y un ligante hidrocarbonado. Opcionalmente, también pueden comprender aditivos.

[0003] El procedimiento de fabricación de dichos materiales compuestos para pavimento comprende las etapas básicas de calentar el ligante hidrocarbonado junto con los áridos y polvo mineral.

20 [0004] Los áridos se han utilizado extensamente para la elaboración de hormigones y morteros, rellenos, escolleras, balastos de vías férreas, bases y sub-bases de carreteras y firmes de aglomerados asfálticos, y pueden tener un origen natural, artificial o reciclado. Los áridos de origen natural se clasifican según su procedencia a partir de rocas calcáreas sedimentadas tales como la caliza y dolomía, arena y gravas, y rocas ígneas y metamórficas tales como el granito, basalto y cuarcita. Los áridos artificiales son los procedentes de un proceso industrial y han sido sometidos a 25 alguna modificación físico-química o de otro tipo. Finalmente, los áridos reciclados son los procedentes de residuos de demoliciones o construcciones y de escombros.

[0005] Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los elaborados a partir de mezclas asfálticas o bituminosas.

30

[0006] Una mezcla bituminosa es una mezcla de líquidos orgánicos altamente viscosa, negra, pegajosa, completamente soluble en disulfuro de carbono y compuesta principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos que actúan de ligante. En general, una mezcla bituminosa es una combinación de betún o bitumen, un material viscoso, pegajoso y de color negro, y áridos incluyendo polvo mineral en proporciones determinadas. Las 35 proporciones relativas de estos áridos determinan las propiedades físicas de la mezcla y, eventualmente, el rendimiento de la misma como mezcla terminada para un determinado uso. Estas mezclas bituminosas pueden fabricarse en plantas con los equipos apropiados para dicho fin. Según sus propiedades y espesores de capa, se considera que aportan capacidad estructural al pavimento.

**[0007]** WO99/06139 describe distintos procedimientos para la preparación de una emulsión que incluye tanto una emulsión del tipo “agua en aceite” (W/O) como del tipo “aceite en agua” (O/W). El ejemplo 1 de dicho documento describe la preparación de una emulsión acuosa de bitumen del tipo agua en aceite (W/O).

5

**[0008]** En particular, WO94/23129A1 describe un procedimiento para la preparación de una emulsión de bitumen, aceite/agua (O/W), que utiliza al menos un mezclador estático que trabaja a régimen turbulento, que requiere elevada energía y elevada presión para trabajar de forma adecuada, por ejemplo, cizalla de 35,000 s<sup>-1</sup> y presión de 2400 kPa en un mezclador estático.

10

**[0009]** Es bien sabido que la mayoría de los betunes contienen azufre y varios metales pesados como el níquel, vanadio, plomo, cromo, mercurio y también arsénico, selenio y otros elementos tóxicos. El betún es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y de fluir bajo la acción de cargas permanentes. Presenta propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo básicamente con las funciones de impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la lluvia. También proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados (áridos) y es capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos.

20 **[0010]** Para mejorar las propiedades mecánicas y reológicas del betún se ha descrito la adición de polímeros en el mismo, aumentando así la viscosidad a altas temperaturas y disminuir la susceptibilidad térmica, el riesgo a la deformación permanente, roderas, y por lo tanto, aumentar la componente elástica del betún y reducir el riesgo de fisuración por efecto de la fatiga o debido a las bajas temperaturas. También se ha descrito la adición de polvo de neumático en dichos betunes como sustituto del polímero.

25

**[0011]** Una vez preparadas dichas mezclas, éstas deben transportarse hasta el lugar donde se realiza su distribución con extendedoras mecánicas y, posteriormente, consolidación o compactación con rodillos adecuados. Para una correcta distribución de la mezcla bituminosa debe controlarse la temperatura a la que ésta llega a su destino. Si fuese muy elevada, por ejemplo, superior a 180°C, el ligante podría haber alcanzado una excesiva temperatura con peligro de oxidación o envejecimiento prematuro. Si fuese muy baja, del orden de los 135°C, la compactación se 30 tornarí­a muy dificultosa. Por lo tanto, la temperatura de la mezcla condiciona el betún, el cual aporta la energía de compactado para todo el material.

**[0012]** Debido a las elevadas temperaturas de las técnicas de pavimentación utilizadas hoy en día, existe una gran preocupación, especialmente medioambiental, por las emisiones de CO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles (COV) a la atmósfera que se producen a tales temperaturas, tal y como pone de manifiesto el Protocolo de Kyoto.

**[0013]** Las técnicas de pavimentación actuales a partir de las conocidas mezclas en caliente presentan los siguientes problemas medioambientales:

- Calentamiento de la atmósfera al quemar un combustible fósil;
- Generación de gases contaminantes de la combustión, entre los que destacan NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>;
- Emisión de compuestos orgánicos volátiles debido al calentamiento del betún.

5

Por lo tanto, desde el punto de vista medioambiental la tecnología de mezclas en caliente va en contra de las tendencias actuales que propugnan sobre todo la eliminación, o al menos la limitación, de la emisión de gases a la atmósfera.

10 **[0014]** Así pues, no existe todavía una técnica de pavimentación a partir de una mezcla bituminosa que pueda trabajar a temperaturas inferiores a los 100°C y que al mismo tiempo posea mejores características mecánicas y de impermeabilización respecto a las mezclas en caliente conocidas, y que además sea respetuosa con el medio ambiente.

## 15 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

**[0015]** El objetivo de la presente invención es superar los inconvenientes mencionados más arriba, mediante el desarrollo de una emulsión de bitumen con elevado contenido de bitumen y una elevada estabilidad al almacenaje tal y como se recita en las reivindicaciones 1 a 10.

20

**[0016]** Un segundo aspecto de la presente invención es el uso de dicha emulsión bituminosa como ligante hidrocarbonado en un material compuesto para pavimento que permite trabajar la fase betún a una temperatura por debajo de los 110°C y la fase acuosa a 30-60°C en contraposición con las temperaturas habituales de 120°C a 150°C para la fase betún y entre los 30 y 60°C para la fase acuosa utilizadas para la preparación de una emulsión bituminosa clásica.

25

**[0017]** Es todavía otro aspecto de la presente invención proporcionar un procedimiento para la obtención de un material compuesto que contenga la emulsión bituminosa de acuerdo con el primer aspecto listo para extenderse sobre la superficie de la carretera a una temperatura inferior a 100°C, y el material compuesto que lo contiene.

30

**[0018]** Un aspecto básico en la fabricación de una emulsión bituminosa son las temperaturas de las dos fases que componen la emulsión. La fase ligante (betún y fluidificantes) debe calentarse hasta alcanzar una viscosidad mínima que permita su bombeo y cizallamiento en el molino. Por su parte, la fase acuosa debe calentarse hasta una temperatura que no provoque un choque térmico excesivo en el contacto con la fase betún a la entrada al molino, tampoco no debe sobrepasar la suma de las temperaturas de las fases los 100°C para evitar la ebullición del agua. La presencia de vapor de agua en el molino ocasiona cavitaciones del mismo y provoca roturas parciales de la emulsión.

35

**[0019]** Según P. Becher en "*Emulsion Theory and Practice (1061)*" la velocidad de deposición de una emulsión, denominada velocidad de Stokes, es el valor utilizado para evaluar la estabilidad de una emulsión mediante la siguiente fórmula:

5

$$V = \frac{2g \cdot r^2 (\delta \text{ glóbulos} - \delta \text{ fase continua})}{9 \eta}$$

10

donde:

V= velocidad final; cm/s

r = radio de partícula; cm

15

$\delta$  glóbulos -  $\delta$  fase continua = densidad de la fase dispersa y medio dispersante

g= aceleración de la gravedad; 980 cm /s<sup>2</sup>

$\eta$ = viscosidad del medio dispersante; (g/cm/s )

Cuando los  $\delta$  glóbulos >  $\delta$  fase continua  $\rightarrow V > 0$  DEPOSICIÓN (la fase dispersa se concentra en la parte inferior).

20

**[0020]** Por lo tanto, con el fin de reducir la velocidad de Stokes sería ventajoso reducir el tamaño de partícula medio, para aumentar el contenido de bitumen o para aumentar la viscosidad de la emulsión, entre las propiedades más importantes para reducir la velocidad de Stokes.

25 **[0021]** Los autores de la presente invención han encontrado que la obtención de una emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho procedente de neumáticos en un sistema de agitación por dispersión en un reactor adecuado permite trabajar la fase betún en un régimen laminar, con baja agitación, con betunes de alta viscosidad, superiores a 4000 mPa.s (cP.s), a temperaturas por debajo de los 95°C, para obtener emulsiones con tamaños de partícula medio de aproximadamente 2 $\mu$ m, preferiblemente inferior a 6 $\mu$ m, más preferiblemente inferior a 4 $\mu$ m, y con  
30 una muy baja polidispersividad (Desviación) (1,396), preferiblemente inferior a 3, más preferiblemente inferior a 2, todavía más preferiblemente inferior a 1,5.

**[0022]** Sorprendentemente, la emulsión bituminosa según la presente invención, preparada mediante agitación en un reactor de dispersión, tiene un tamaño de partícula medio menor y un contenido de bitumen mayor y, por lo tanto,  
35 una emulsión bituminosa de elevada viscosidad con una elevada estabilidad al almacenamiento.

**[0023]** De acuerdo con el primer aspecto de la invención, se proporciona una emulsión bituminosa que comprende una fase bituminosa y una fase acuosa tal y como se reivindica en la reivindicación 1.

40 **[0024]** Sorprendentemente, el uso de un sistema por agitación en un reactor de dispersión de una emulsión bituminosa se consigue un contenido de bitumen tan elevado como el 90%, preferiblemente 76-90%, en peso con

respecto al peso total de la emulsión.

**[0025]** De acuerdo con una realización preferida de la invención, la cantidad de polvo de caucho procedente de neumáticos está preferiblemente comprendida entre 1 y 15%, más preferiblemente entre 2 y 10%, y todavía más preferiblemente entre 2 y 4% en peso con respecto al peso total de la fase betún. Ventajosamente, la emulsión bituminosa de acuerdo con el primer aspecto de la invención contiene polvo de caucho de neumáticos como fuente de betún, contribuyendo de esta manera a la reutilización de los neumáticos en desuso.

**[0026]** En una realización preferida, se añade un agente estabilizador del polvo de caucho, por ejemplo, ácido polifosfórico en una cantidad comprendida entre 0,1% y 1%, preferiblemente entre 0,1% y 0,35%, más preferiblemente entre 0,15% y 0,25% en peso con respecto al peso total de la fase bitumen.

**[0027]** En una realización preferida, el emulsionante asfáltico catiónico se añade en una cantidad entre 5% y 15%, preferiblemente entre 7% y 10% en peso, una cantidad de agua entre 75% y 95%, preferiblemente entre 80% y 90% en peso con respecto al peso total de la fase jabonosa, y una cantidad de agente activador del emulsionante, siendo preferible un ácido inorgánico como, por ejemplo, ácido clorhídrico, de 2% a 9%, preferiblemente de 4% a 7% en peso con respecto al peso total de la fase jabonosa. Es importante destacar que el emulsionante asfáltico catiónico está presente en la emulsión bituminosa final de 0,2 a 2% en peso.

**[0028]** En la presente invención, el término "agente estabilizador del polvo de caucho de neumático" se entiende cualquier compuesto capaz de retener el caucho en la matriz de bitumen durante un tiempo específico a través de enlaces químicos de tipo Van der Waals y de puente de hidrógeno.

**[0029]** En la presente invención, por el término "emulsionante asfáltico catiónico o tensioactivo catiónico" se entiende cualquier compuesto orgánico de peso molecular relativamente elevado donde su parte hidrocarbonada lineal o cíclica es soluble en el asfalto. Un tensioactivo catiónico se caracteriza por poseer una carga eléctrica neta positiva en su parte hidrófila. Las sustancias que a pH altos no presentan carga neta pero a pH menores son catiónicas también se incluyen en este grupo, como es el caso de las alquilaminas.

**[0030]** El procedimiento descrito más arriba para la obtención de la emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho procedente de neumático también se denomina en la presente invención "procedimiento de agitación por dispersión" y permite obtener una emulsión modificada con polvo de caucho con un contenido de betún final tan elevado como el 90% en peso, respecto al peso total de la emulsión.

**[0031]** Ventajosamente, el tamaño de partícula de la emulsión bituminosa, opcionalmente modificada con polvo de caucho, obtenido de acuerdo con el procedimiento de agitación por dispersión descrito más arriba no depende del radio entre el rotor y el estator como en las emulsiones fabricadas con molinos. Véase más adelante Figura 1 (1a y 1b) relativas al procedimiento de agitación por dispersión para la obtención de la emulsión bituminosa,

opcionalmente modificada con polvo de caucho, según la invención así como las Figuras 2 (2a y 2b) y 3 (3a y 3b) relativas a los tamaños de partícula de una emulsión convencional comparados con los de la emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho obtenida según se ha descrito más arriba.

5 **[0032]** Sorprendentemente, los autores de la presente invención han encontrado que la utilización de una emulsión bituminosa, opcionalmente modificada con polvo de caucho, obtenida según se ha descrito más arriba como ligante hidrocarbonado en un material compuesto para pavimento permite la obtención de una mezcla denominada en esta invención "mezcla templada" que presenta numerosas ventajas con respecto a las mezclas en caliente del estado de la técnica.

10

**[0033]** Por lo tanto, otro objeto de la presente invención es un material compuesto para pavimento que comprende áridos, polvo mineral y la emulsión bituminosa de la invención como ligante hidrocarbonado.

**[0034]** El procedimiento para la obtención de dicho material compuesto para pavimento comprende la mezcla de 15 áridos, polvo mineral y la emulsión bituminosa con polvo de caucho tal y como se ha descrito más arriba a una temperatura de mezclado de 90 a 110°C comparada con las temperaturas convencionales del estado de la técnica que van desde 170 hasta 180°C.

**[0035]** Además, con el material compuesto o mezcla templada según la invención puede reducirse sustancialmente 20 la temperatura de alimentación de los áridos hasta una temperatura comprendida entre 105-110°C, que mezclados con la emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho a una temperatura comprendida entre 75°C y 95°C, permite obtener un material compuesto o mezcla templada listo para pavimentar a una temperatura por debajo de los 100°C.

25 **[0036]** En particular, el procedimiento para la obtención del material compuesto para pavimento comprende:

i) calentamiento de la emulsión bituminosa de acuerdo con el primer aspecto de la invención a una temperatura por debajo de 95°C;

ii) pre-calentamiento de los áridos a una temperatura por debajo de 110°C; y

iii) mezclado de los áridos pre-calentados con la emulsión bituminosa seguido de la adición de polvo

30 mineral,

donde dicho material compuesto obtenido está listo para extenderse sobre la superficie de la carretera a una temperatura inferior a 100°C.

Preferiblemente, la emulsión bituminosa se calienta a una temperatura por debajo de 90°C.

35 **[0037]** Ventajosamente, la fabricación del material compuesto o mezcla templada para pavimento según la presente invención requiere menor consumo de fuel para el calentamiento de los áridos y, por lo tanto, se reduce sustancialmente el consumo de fuel y las emisiones de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> a la atmósfera derivadas de dicho calentamiento.

**[0038]** Además, la fabricación del material compuesto o mezcla templada para pavimento según la invención también permite reducir sustancialmente las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles (CVO) procedentes del betún de forma exponencial con la reducción de temperatura del betún. Véase Figura 4.

5 **[0039]** Ventajosamente, con el material compuesto o mezcla templada para pavimento según la invención se disminuyen los problemas de oxidación o envejecimiento prematuro del betún debido al hecho que dicha mezcla templada puede extenderse a temperaturas tan bajas como 90-100°C respecto a los 150-180°C habituales en las mezclas en caliente, sin que ello conlleve un aumento de compactación de la mezcla. También ventajosamente, una disminución de las temperaturas de trabajo asegura la seguridad del trabajador durante la preparación del material  
10 compuesto.

**[0040]** A continuación, se incluye una Tabla 1 comparativa de las temperaturas habituales utilizadas en el estado de la técnica para la fabricación de una mezcla bituminosa para pavimento con respecto las temperaturas utilizadas para la fabricación de la mezcla bituminosa templada según la presente invención.

15

**Tabla 1**

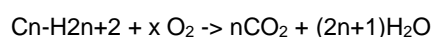
MATERIALES	TEMPERATURAS CONVENCIONALES (°C)	MATERIALES	TEMPERATURAS INVENCIÓN (°C)
ÁRIDOS	155-175°C	ÁRIDOS	105-110°C
LIGANTE	150-170°C	EMULSIÓN	<95°C
ETAPA PAVIMENTACIÓN	130°C	ETAPA PAVIMENTACIÓN	<100°C

A continuación, también se incluye una Tabla 2 donde se recogen los consumos de fuel de una planta de fabricación  
20 de una mezcla bituminosa estándar en función de la temperatura de los áridos:

**Tabla 2**

Temperatura de los áridos (°C)	Consumo de fuel (Kg fuel/tonelada aglomerado)
140	6,6
160	7,3
180	7,9

25 **[0041]** La combustión del fuel se rige según la siguiente reacción:





[0042] En términos de peso, un fuel de cadena media de 25 carbonos genera de CO<sub>2</sub> unas 3,5 veces el peso de fuel quemado.

5 [0043] Así pues, el gran ahorro de fuel proviene de trabajar a temperaturas menores de 100°C, lo que permite que no se emplee la capacidad calorífica del combustible de la planta en vaporizar agua. Este ahorro podría estimarse en unos 2 litros de fuel (por tonelada de aglomerado), lo que unido al ahorro de trabajar a menor temperatura hace que la reducción total de consumo de fuel sea de los 4 litros por tonelada de aglomerado.

10 [0044] También ventajosamente, con el material compuesto o mezcla templada para pavimento según la invención se lleva a cabo la reutilización de neumáticos fuera de uso, contribuyendo así a su eliminación y reutilización como materia prima en la preparación de la emulsión bituminosa contenida en la mezcla templada.

[0045] Por lo tanto, con el material compuesto o mezcla templada para pavimento según la invención se proporciona  
15 un material respetuoso con el medio ambiente tanto desde el punto de vista de los materiales de partida utilizados, como de la disminución de fuel empleado, reducción de las emisiones de compuestos tóxicos a la atmósfera, reducción de la oxidación del ligante, y por lo tanto una contribución al alargamiento de la vida útil, además de proporcionar un pavimento con características mecánicas y de estabilidad excelentes.

## 20 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

### [0046]

La Figura 1 es una representación esquemática de una planta con un reactor y las diferentes líneas de alimentación  
25 de los materiales de partida para la obtención de una emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho mediante el procedimiento de agitación por dispersión. Véase también ejemplo 1 de realización. La Figura 1a muestra los elementos (líneas de alimentación y salida) utilizados para la preparación de la fase bitumen de la emulsión bituminosa. La Figura 1b muestra los elementos (líneas de alimentación y salida) para la preparación de la emulsión bituminosa que incluye la fase bitumen y la fase jabonosa.

30

Las Figuras 2 (2a, 2b y 2c) y 3 (3a y 3b) muestran la distribución del tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ ) de una emulsión convencional (Fig 2) comparada con una emulsión bituminosa según la invención, opcionalmente modificada con polvo de caucho, (Fig 3), que confiere elevada estabilidad al almacenamiento a la emulsión de la invención. A la misma concentración de bitumen en ambas emulsiones, la emulsión bituminosa de la presente invención tiene  
35 mayor viscosidad.

La Figura 4 muestra un diagrama de barras donde se representan las emisiones de COV (masa recogida en filtros F1 y F2 en mg) con respecto la temperatura del betún. En dicha figura 4 también se muestra cómo las emisiones de

COV tienen un comportamiento exponencial con la temperatura del betún.

La Figura 5a y 5b muestran la evolución de la viscosidad de Saybolt en función del contenido de bitumen y la deposición (estabilidad) en función del contenido de bitumen, respectivamente.

5

#### ENSAYOS EXPERIMENTALES

**[0047]** Con el fin de conocer la estabilidad de la emulsión bituminosa de acuerdo con la presente invención se llevaron a cabo los siguientes ensayos:

- 10 • Se estudiaron las características fisico-químicas de 3 emulsiones bituminosas del estado de la técnica. Los ensayos se llevaron a cabo en relación al tamizado, viscosidad y deposición durante 7 días. También se llevó a cabo un análisis del tamaño de partícula para todas las emulsiones bituminosas incluyendo las emulsiones del estado de la técnica y las emulsiones de la invención.
  - Se analizó el tamaño de partícula vs tiempo.
- 15 • Se analizó la estabilidad al almacenamiento en distintos días y temperaturas en emulsiones bituminosas con distinto contenido de bitumen.

#### ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS

- 20 **[0048]** En una primera etapa, se analizaron las propiedades Físico-Químicas de las emulsiones bituminosas del estado de la técnica, a partir de ahora denominadas EMULSIÓN 1, 2 y 3, respectivamente, conjuntamente con las emulsiones bituminosas de la presente invención a distinto contenido de bitumen.

**[0049]** Las propiedades del tamaño de particular, tamizado, viscosidad, y deposición se estudiaron en tres condiciones de almacenamiento distintas y con un contenido de bitumen de 60%, 62% y 64%:

- 7 días de deposición a 25 °C
- 7 días de deposición a 50 °C
- 14 días de deposición a 25 °C

- 30 **[0050]** Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3 que sigue. Tal y como puede verse en la Tabla 3, las emulsiones bituminosas de la invención son estables durante un largo periodo de tiempo y a elevada temperatura. Considerando que la emulsión bituminosa de la invención está almacenada a elevadas temperaturas y no a temperatura ambiente, puede observarse que los resultados obtenidos son todavía más representativos de la elevada estabilidad de la emulsión bituminosa de la invención.

35

**[0051]** Con el fin de caracterizar el tamaño de partícula de estas emulsiones se utilizó un equipo láser de difracción, MASTERSIZER 2000. La distribución elevada y promedio y la anchura de la curva; la anchura de distribución (Desviación) proporciona información sobre la homogeneidad del bitumen que puede encontrarse en las figuras



**Tabla 4**

Día	d(0,1)µm	d(0,5) µm	d(0,9) µm
0	1,651	3,406	6,829
1	1,749	3,449	6,604
5	1,779	3,557	6,959
6	1,685	3,486	6,995
8	1,621	3,130	5,927
10	1,623	3,184	6,137

**[0054]** En la figura 3b, se muestran las variaciones en el tamaño de partícula *versus* el tiempo. La emulsión bituminosa de la invención fue estable durante 10 días a temperatura ambiente. Los valores de partícula media y de tamaño mayor no cambiaron durante este periodo de tiempo y fueron casi los mismos después de 10 días en almacenamiento.

ENSAYO DE ESTABILIDAD *versus* TEMPERATURA

**[0055]** Un conocedor en la materia sabe que la temperatura aumenta el proceso de deposición de una emulsión debido a la disminución de la viscosidad. Además, la floculación y la coalescencia también disminuyen debido a una mayor agitación térmica y también disminuye el HLB (equilibrio hidrofílico lipofílico) de los emulsionantes.

**[0056]** Se prepararon distintas concentraciones de emulsiones para analizar el efecto de estabilidad y deposición de la emulsión bituminosa de la invención. Las concentraciones ensayadas fueron 60, 62 y 64 % de bitumen a temperaturas de 25°C y 50°C, durante 7 y 14 días.

Contenido en Bitumen (%)	Tamaño de partícula (µm)			Tami-zado (%)	Visco-sidad Saybolt (s)	Deposición (%)		
	d(0,1)	d(0,5)	d(0,9)			Nº días	T (°C)	Depos.
60	1,757±0.701	3,993±1.851	11,17±5.878	<0,05	34	7	25	6
						7	50	18
						14	25	9
62	1,62±0.333	3,733±0.930	10,429±3.070	<0,05	41	7	25	5
						7	50	16
						14	25	6
64	1,621±0.233	3,362±0.667	7,942±2.158	<0,05	61	7	25	1
						7	50	11
						14	25	2

**[0057]** Los datos de viscosidad obtenidos para las emulsiones de la invención fueron superiores que los de las emulsiones convencionales con el mismo contenido de bitumen debido al menor tamaño de partícula medio inferior al 50% comparado con el de las emulsiones convencionales. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 5a y 5b. Por lo tanto, el nivel de viscosidad aumenta a medida que el contenido de bitumen aumenta. La deposición de la emulsión con una temperatura de 50°C fue muy pequeña.

#### **DESCRIPCION DE REALIZACIONES PREFERIDAS**

**[0058]** Para mayor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompañan, a continuación, unos ejemplos en los que, esquemáticamente y sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

#### **Ejemplo 1. Preparación de una emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho procedente de neumático.**

**[0059]** Se prepara la fase betún con NFU. Para ello se introducen en uno de los reactores 4.840 Kg de betún tipo 80/100 y se calientan a 175-180°C. Una vez alcanzada esta temperatura se añaden el 3% de NFU, es decir 150 kg a través de la tolva dosificadora. Se deja en agitación entre 800-950 rpm durante una hora y media. Trascurrido este tiempo se añaden el 0,2% de APP (ácido polifosfórico) y se deja en agitación durante 30 minutos más. Pasado este tiempo se descarga en un tanque para su enfriamiento a 105-110°C.

20

**[0060]** Se repite la operación hasta tener suficiente betún con NFU para emulsionar.

**[0061]** Para realizar la emulsión es necesario prepara primero la fase jabonosa en uno de los tanques. Esta contiene:

25

- 330 kg de emulsionante asfáltico catiónico (ASFIER 100)
- 200 Kg de HCl
- 2.970 Kg de H<sub>2</sub>O

**[0062]** El agua se añade entre 30-60°C, mientras que el tensioactivo a 30-40°C. Se deja en agitación hasta su total disolución.

**[0063]** En el segundo reactor se cargan 3.000 Kg del betún con caucho que hemos preparado previamente. Se dejan enfriar hasta 100-105°C. Una vez alcanzada esta temperatura se añaden 333 kg de la solución jabonosa anteriormente preparada y se agitan 950 rpm durante 5 minutos. Se comprueba su emulsificación y se añaden 1745 kg de H<sub>2</sub>O. Se deja agitar a 400-500 rpm durante 10-15 minutos y se descarga la emulsión al tanque correspondiente.

35

**Ejemplo 2. Fabricación de una mezcla templada que contiene la emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho obtenida en el ejemplo 1.**

[0064] Para la fabricación de la mezcla templada se utilizó una planta de mezcla en caliente modelo Intrame 160.

5

[0065] Se alimentó entre un 5-10% de la emulsión bituminosa modificada con polvo de caucho preparada según el ejemplo 1 y calentarla a 80°C a un 95% de áridos calentados previamente entre 100-110°C.

[0066] La alimentación de los áridos se realizó a través de un by-pass, por lo que no fue necesario realizar fraccionamiento en caliente. Seguidamente se añadió el polvo mineral a la mezcla.

10

[0067] A continuación, se procedió al mezclado de los áridos, emulsión y polvo mineral durante aproximadamente 20 segundos, tras los cuales el grado de cobertura del árido resultó ser del 95%. La mezcla templada obtenida se cargó inmediatamente en camiones para ser transportada hasta el lugar de aplicación.

15

**Ejemplo 3. Extendido de la mezcla templada según el ejemplo 2 para pavimentación de superficies.**

[0068] Se transportó la mezcla templada obtenida en el ejemplo 2 hasta el lugar de aplicación en camiones preparados para dicho fin y en un tiempo de transporte de aproximadamente 1 hora.

20

[0069] A continuación, se llevó a cabo la distribución de la mezcla templada con extendedoras mecánicas. Durante el extendido, la mezcla templada se encontraba a aproximadamente 90-100°C. El grado de manejabilidad de la mezcla fue excelente a dicha temperatura, como si se tratase de una mezcla en caliente.

[0070] Se consolidó la mezcla templada vertida con rodillos adecuados y, finalmente, se utilizó una apisonadora neumática para el sellado de la capa de rodadura.

25

[0071] Finalizada la compactación y ya con la densidad adecuada, se liberó al tráfico la zona ejecutada cuando la capa llegó a la temperatura ambiente.

30

[0072] A pesar de que se han descrito y representado realizaciones concretas de la presente invención, es evidente que el experto en la materia podrá introducir variantes y modificaciones, o sustituir los detalles por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito definido por las reivindicaciones adjuntas. Así, por ejemplo, queda dentro del alcance de la presente invención la utilización de cualquier tipo de árido ya sea de origen natural,

35 artificial o de reciclaje.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la preparación de una emulsión bituminosa que comprende una fase bitumen y una fase acuosa, **caracterizado** por el hecho de que dicha fase bitumen, previamente preparada, y dicha fase jabonosa, 5 previamente preparada, se agitan en un sistema de agitación por dispersión en un reactor adecuado que permite trabajar la fase bitumen en un régimen laminar, con baja agitación, donde la agitación por dispersión se lleva a cabo mediante las siguientes etapas:
- i) preparación de la fase bitumen mediante calentamiento de una cantidad de bitumen de viscosidad, por encima de 4000 mPa.s (cP.s.), medida a temperatura por debajo de 95°C, a una temperatura de 170°C a 185°C;
  - 10 ii) adición a la fase bitumen pre-calentada de polvo de caucho de neumático de 1% a 15% en peso respecto al peso total de la fase bitumen;
  - iii) agitación en un reactor de dispersión de la mezcla de ambos componentes y adición y agitación de un agente para estabilizar el polvo de caucho de neumático y enfriamiento de la mezcla a una temperatura de 100°C a 110°C;
  - iv) preparación de una fase jabonosa mediante la mezcla de una cantidad de emulsionante asfáltico catiónico a 15 una temperatura de 25°C a 45°C, una cantidad de agua a una temperatura de 25°C a 65°C y una cantidad de agente activador del emulsionante; y
  - v) mezclado de la fase bitumen de la etapa iii) con la fase jabonosa de la etapa iv) en el reactor y adición de agua hasta la relación de fase bitumen/fase acuosa en la emulsión bituminosa esté comprendida entre 60/40 y 90/10, seguido de agitación para obtener la emulsión bituminosa, siendo el contenido de bitumen de 60 a 90% en 20 peso y el emulsionante asfáltico catiónico de 0,2 a 2% en peso con respecto al peso total de la emulsión bituminosa, para obtener emulsiones bituminosas con tamaños de partícula medio inferior a 6 µm y con una polidispersividad inferior a 3, medida en un equipo láser de difracción MASTERSIZER 2000.
2. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde el polvo 25 de caucho de neumáticos está presente de 2% a 10% en peso con respecto al peso total de la fase bitumen.
3. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha emulsión bituminosa tiene un tamaño de partícula medio inferior a 4µm.
- 30 4. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 3, donde dicha emulsión bituminosa tiene un tamaño de partícula medio inferior a 2µm.
5. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha emulsión bituminosa tiene una polidispersividad inferior a 2.
- 35 6. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 5, donde dicha emulsión bituminosa tiene una polidispersividad inferior a 1,5.
7. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha 40 emulsión bituminosa tiene un contenido en bitumen de 76 a 90% en peso.
8. Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde la cantidad de agente estabilizante de polvo de caucho es de 0,1% a 1% en peso con respecto al peso total de la fase bitumen.

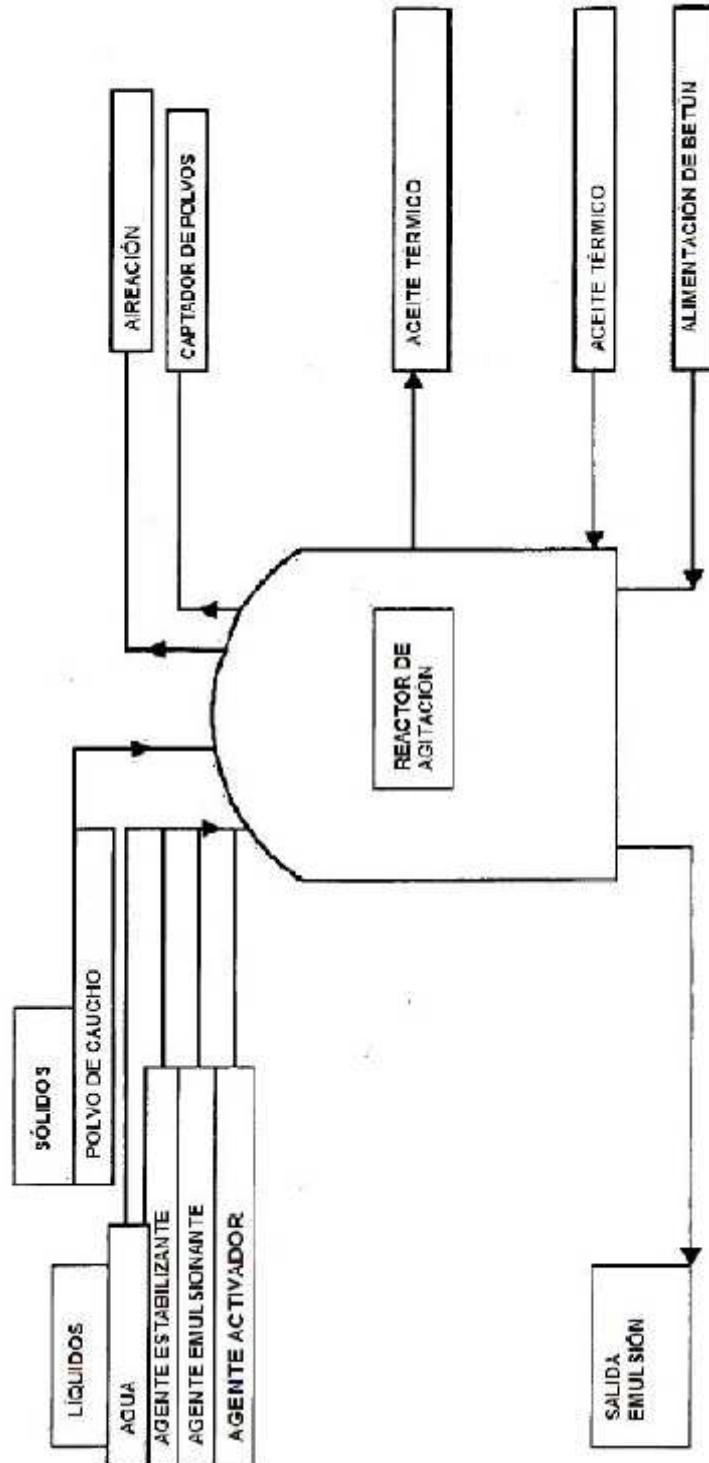
**9.** Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 1, donde en la fase jabonosa la cantidad de emulsionante asfáltico catiónico es de 5% a 15% en peso, la cantidad de agua es de 75% a 95% en peso y la cantidad de agente activador del emulsionante es de 2% a 9% en peso.

5

**10.** Proceso para la preparación de una emulsión bituminosa de acuerdo con la reivindicación 9, donde la cantidad de agente activador del emulsionante es de 4% a 7% en peso.



FIG 1



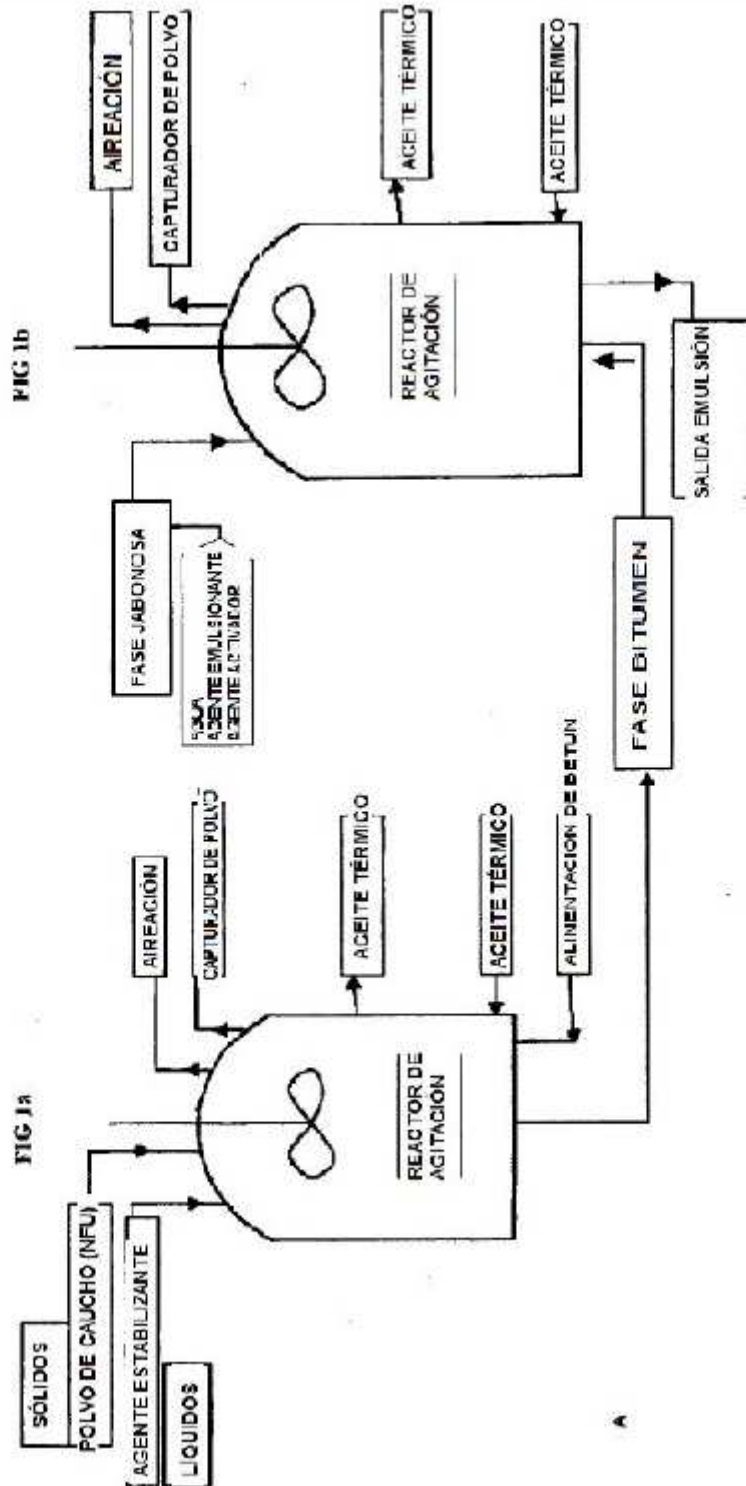
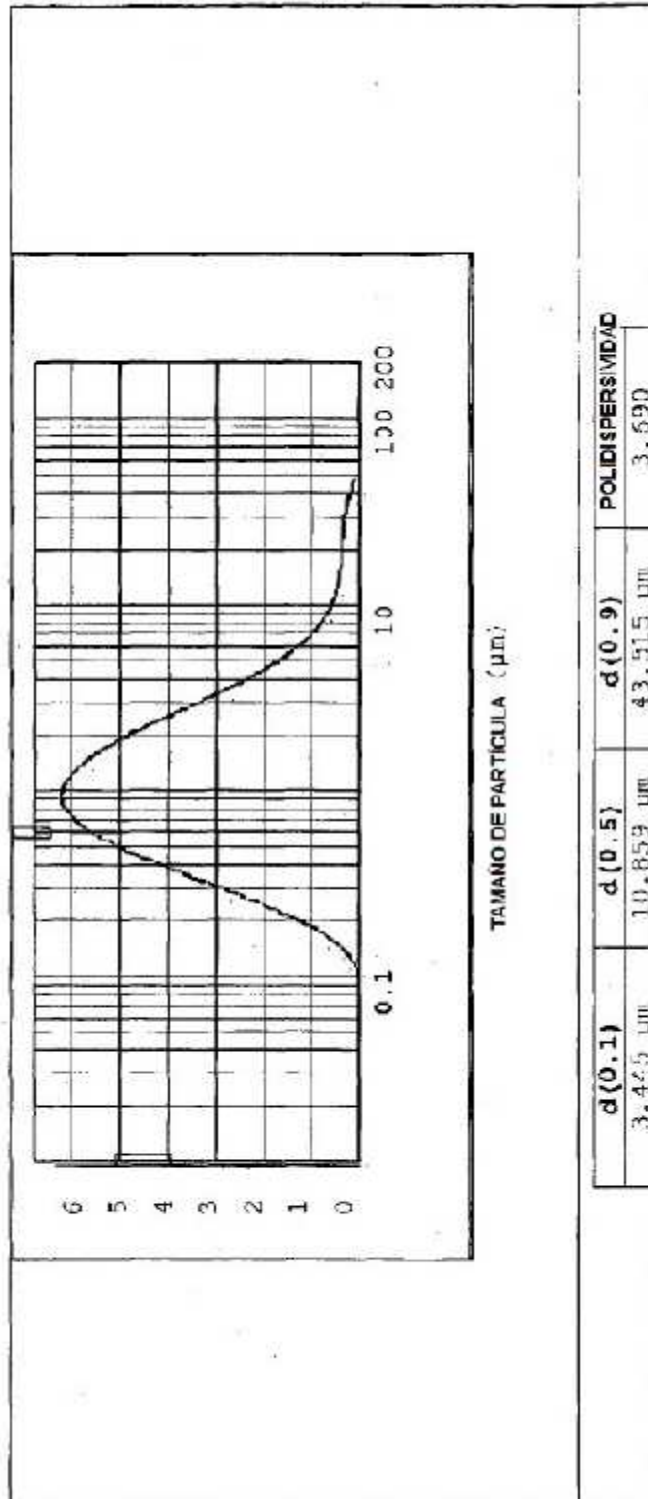
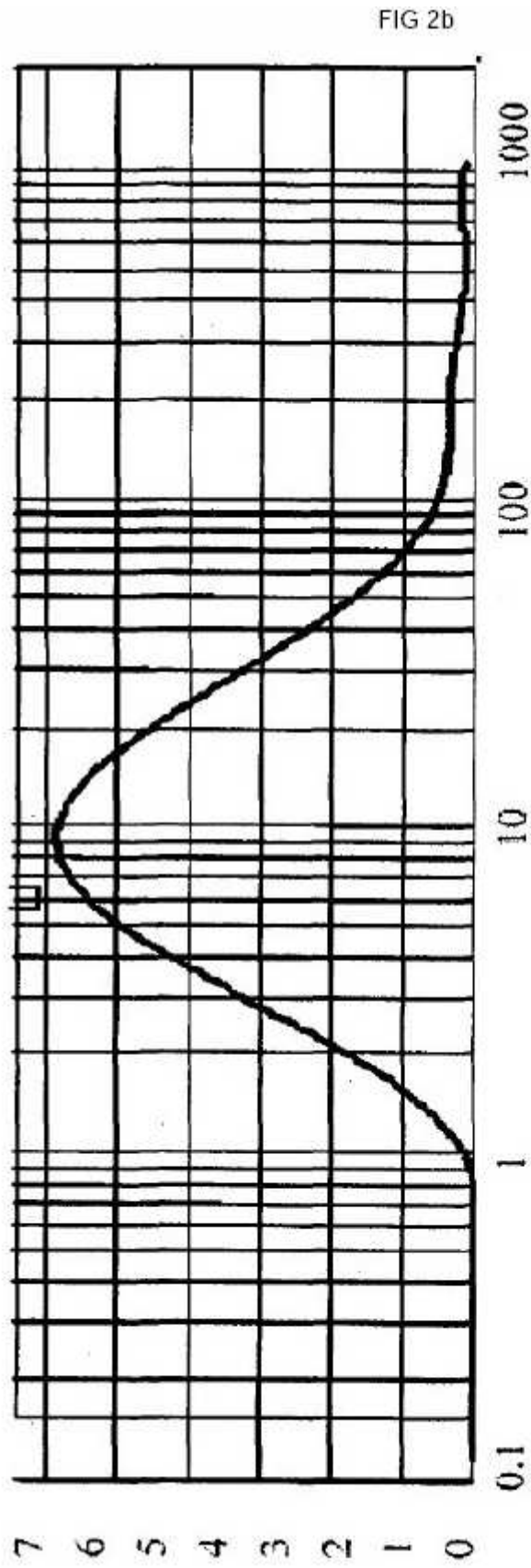


FIG 2a





TAMAÑO DE PARTÍCULA (µm)

d(0.1)	d(0.5)	d(0.9)	POLIDISPERSIVIDAD
3.002 µm	10.210 µm	43.956 µm	4.011

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA

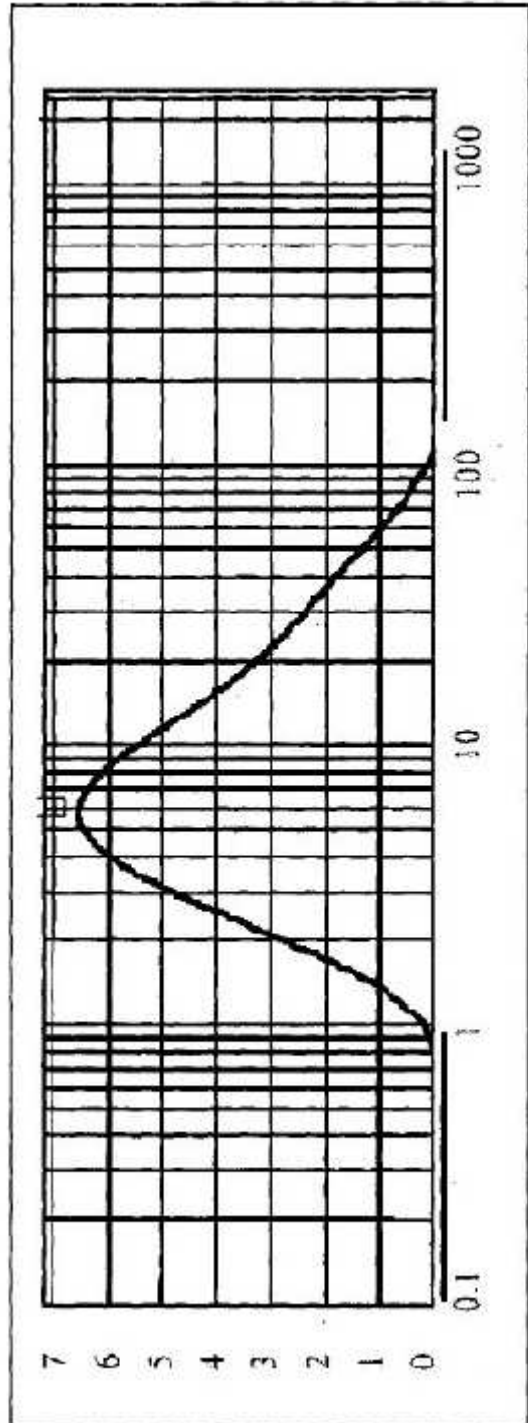
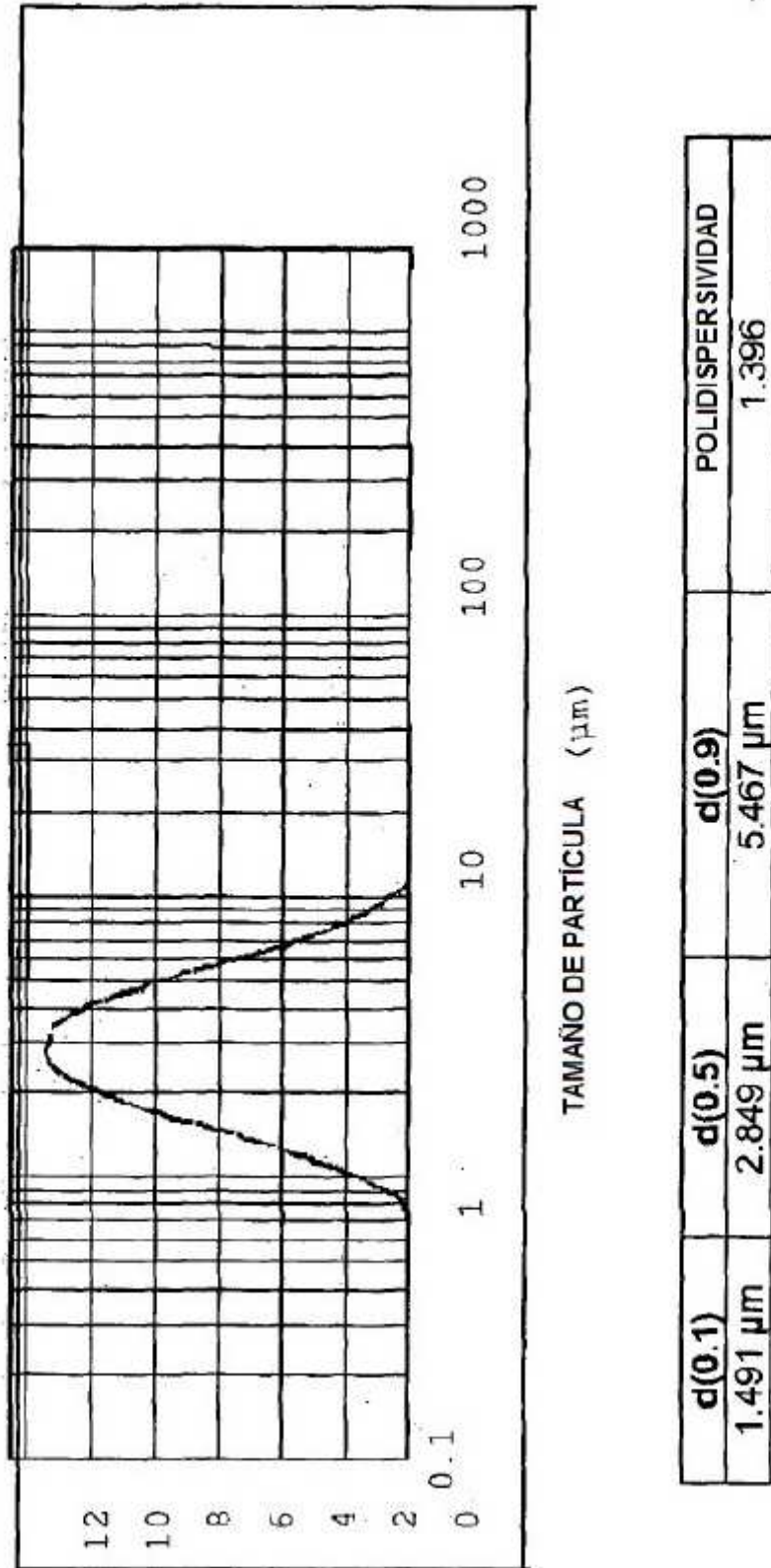


FIG 2c

TAMAÑO DE PARTÍCULA (µm)

d(0.1)	d(0.5)	d(0.9)	POLIDISPERSIDAD
3.445 µm	10.859 µm	43.515 µm	3.690

FIG 3a



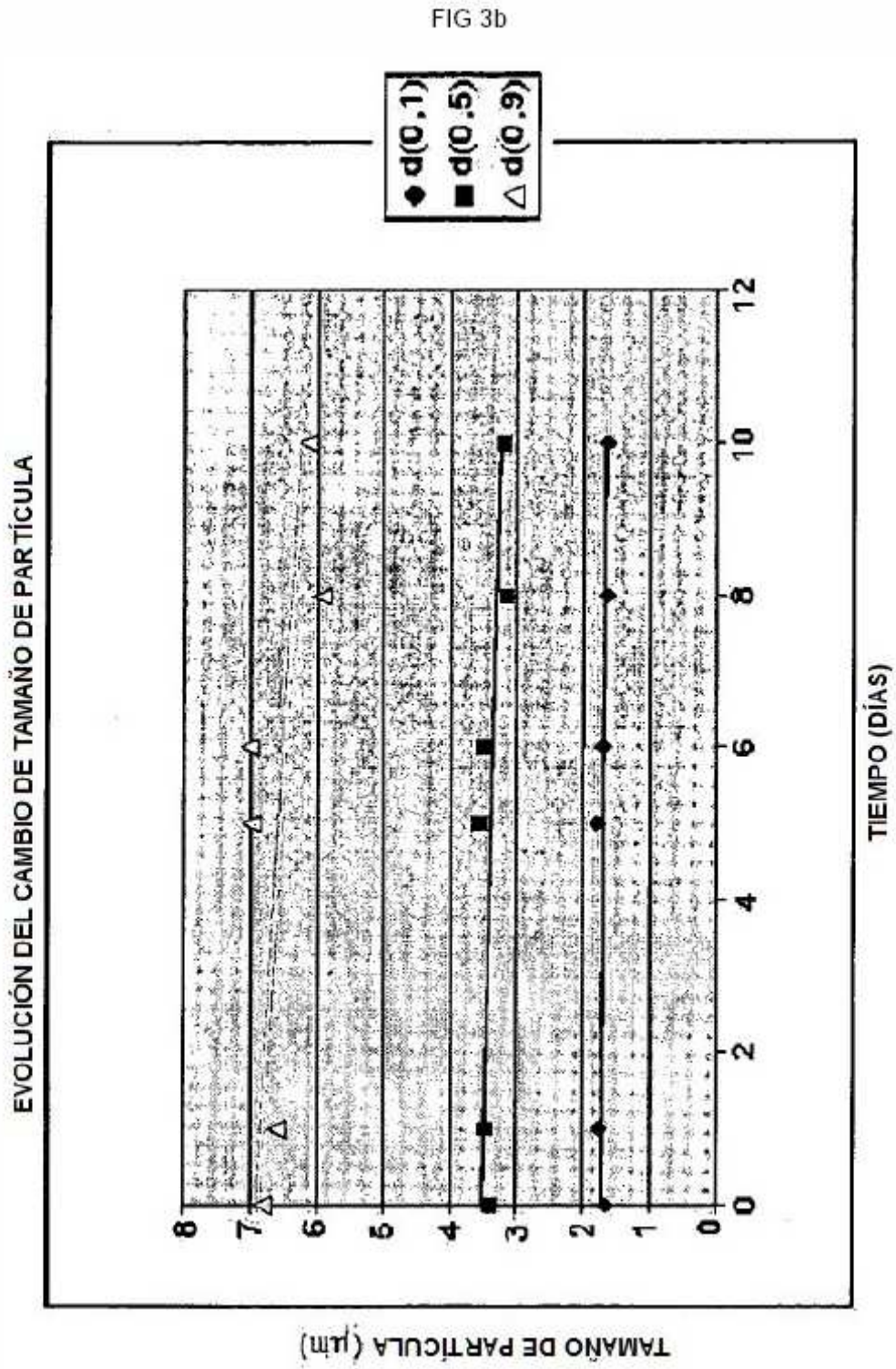
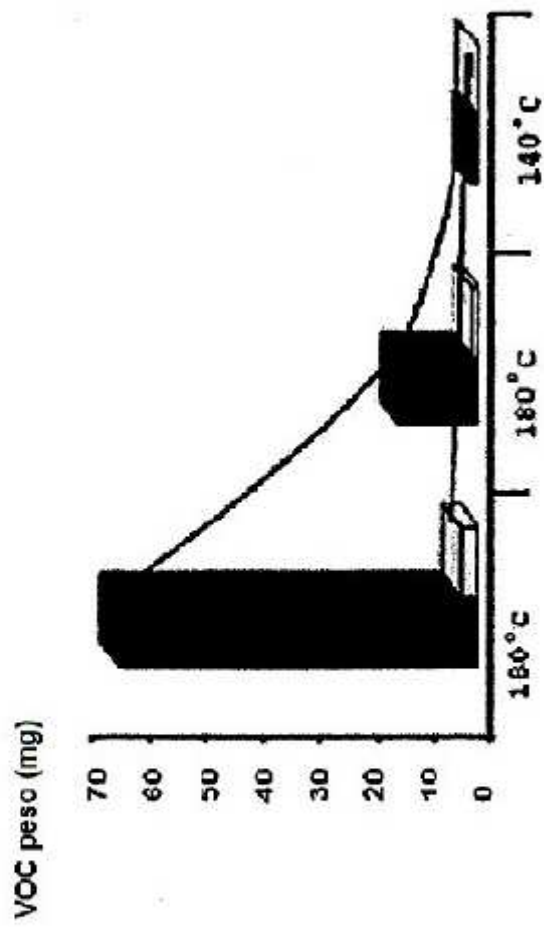


FIG 4



PESO DEL FILTRO F1 (mg)	82.9	14.1	1.6
PESO DEL FILTRO F2 (mg)	3.1	1.2	0.3



FIG 5a

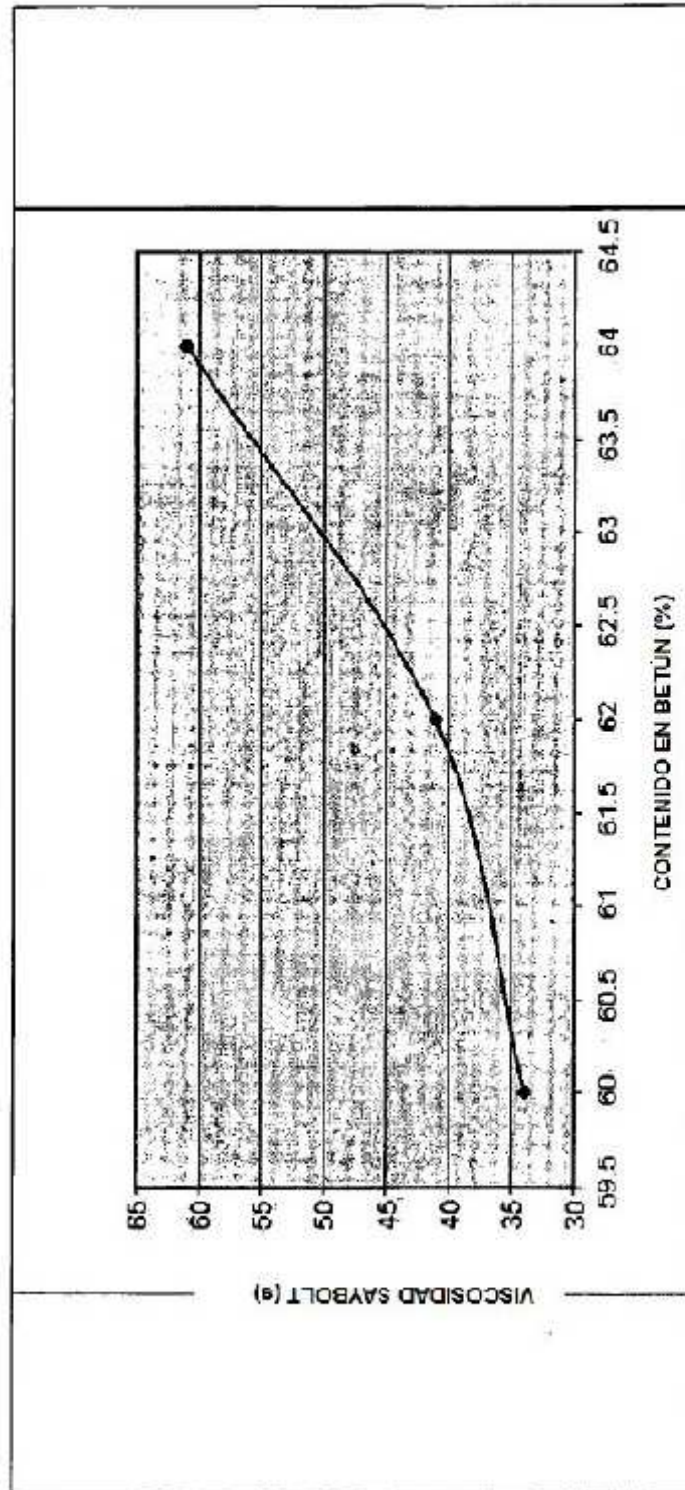


FIG 5b

