

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 190**

51 Int. Cl.:

C09K 17/32 (2006.01)

E21D 9/06 (2006.01)

C09K 17/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2019 PCT/IB2019/056273**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2020 WO20021445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2019 E 19752561 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2024 EP 3827066**

54 Título: **Aditivo espumante de bajo impacto ecotoxicológico para acondicionamiento de suelos en presencia de excavación mecanizada**

30 Prioridad:

23.07.2018 IT 201800007438

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

20.08.2024

73 Titular/es:

**MAPEI S.P.A. (100.0%)
Via Cafiero 22
20158 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**STEFANONI, MASSIMO;
SQUINZI, MARCO;
PISTOLESI, CARLO;
DAL NEGRO, ENRICO y
BOSCARO, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 977 190 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

Aditivo espumante de bajo impacto ecotoxicológico para acondicionamiento de suelos en presencia de excavación mecanizada

- 5 La presente invención se refiere al uso de aditivos espumantes en forma líquida, pastosa o en polvo para acondicionar el suelo excavado con una tuneladora. Dichos aditivos pueden clasificarse como fácilmente biodegradables y se caracterizan por un menor impacto ecotoxicológico que los productos comerciales.

Estado de la técnica

Actualmente, los túneles pueden excavar mediante dos tecnologías principales:

- 10
- uso de explosivos (el procedimiento clásico);
 - uso de equipos mecánicos.

El primer procedimiento implica la aplicación cíclica de las operaciones descritas a continuación:

- 15
- 1) Utilizando una máquina Jumbo, se perfora una serie de agujeros en el frente del túnel y se rellenan con explosivo; la disposición de los agujeros y la cantidad de explosivo se calibran de forma que se derribe la porción de roca deseada sin dañar las porciones de la misma que actuarán como soportes naturales de la excavación;
 - 2) El material excavado (llamado escombros) se retira con excavadoras y camiones;
 - 3) La excavación se sostiene mediante costillas y hormigón proyectado.

Dicho procedimiento se basa en la eliminación de la parte derecha de la roca para redistribuir las fuerzas alrededor de la excavación, dando lugar al "efecto arco", que soporta en parte la acción de consolidación de las barras de refuerzo y del hormigón proyectado.

- 20 La segunda técnica de construcción puede dividirse en dos categorías principales: el sistema de cara parcial y el sistema de cara completa (que implica excavar todo el diámetro del túnel al mismo tiempo). En el primer caso, las operaciones proceden como ya se ha descrito para el procedimiento convencional, con martillos perforadores y rompedores de rocas (en lugar de explosivos), formando gradualmente la forma del túnel que posteriormente se revestirá con hormigón armado. En el segundo caso, el avance se efectúa con una compleja máquina llamada
- 25 tuneladora (TBM), también conocida como "topo" que, además de realizar la excavación, sostiene y evita los hundimientos del frente, arrastra los escombros (mediante un tornillo y una cinta transportadora) y coloca el revestimiento final del túnel, consistente en dovelas prefabricadas de hormigón armado. Este tipo de máquina puede excavar casi todo tipo de material geológico, incluida roca compacta (tuneladora de roca dura), roca fracturada (tuneladora de doble escudo), tierra suelta y bajo acuíferos (EPB - Earth Pressure Balance machine).

- 30 Una tuneladora consta de:

- 35
- 1) el cabezal, es decir, la parte delantera en contacto directo con el frente del túnel, que sirve para excavar, sostener el frente, recoger y transportar los escombros a un sistema de evacuación;
 - 2) un sistema para transportar los escombros fuera del túnel (como una cinta transportadora);
 - 3) una cámara de excavación situada entre el cabezal de corte y el sistema de transporte de escombros, donde se recoge el material excavado. El material sale de la cámara por un transportador de tornillo sinfín o un sinfín y se deposita en un transportador de rodillos;
 - 4) un sistema de revestimiento de túneles.

- 40 El cabezal de corte está equipado con herramientas denominadas cortadores, concretamente discos de acero, que están diseñados para demoler el suelo. Los rascadores transportan la tierra a la cinta transportadora que la saca del túnel.

- 45 El avance debe realizarse con la cámara de excavación constante y completamente llena de material excavado convenientemente acondicionado, para garantizar una distribución homogénea y uniforme de la presión del suelo en el frente del túnel y evitar caídas de presión entre un empuje y el siguiente. Dichas máquinas funcionan bien cuando las capas a través de las cuales se horada el túnel son relativamente duras y rígidas, pero no rinden tan bien cuando se excavan suelos blandos y friables. Una técnica utilizada para superar este problema consiste en aplicar un agente acondicionador al suelo a través del cabezal de corte. Esto estabiliza el suelo y facilita la excavación y la extracción de tierra.

- 50 En los últimos desarrollos de esta tecnología, se han sugerido las espumas poliméricas. Tienen la considerable ventaja de que reducen considerablemente la aportación de agua al suelo. Una formulación espumante estándar comprende un agente espumante y un agente estabilizante.

Así, en funcionamiento, la espuma se inyecta directamente en el cabezal de corte en la interfaz de excavación.

El suelo excavado se caracteriza así por un contenido orgánico, derivado del uso de dichos aditivos, que interfiere en el ecosistema.

Esta influencia se define mediante pruebas ecotoxicológicas realizadas en los productos "tal cual" o en matrices acondicionadas con los aditivos según la invención.

- 5 Los productos espumantes generalmente utilizados contienen tensioactivos aniónicos. Dichos tensioactivos aniónicos suelen ser sulfatos de alcoholes C12-16 etoxilados (1-4 grupos de etoxilación). Son compuestos orgánicos salificados, generalmente en forma de sales de sodio.

Ejemplos de aditivos espumantes disponibles en el mercado son:

- 10 1. POLYFOAMER ECO 100 y POLYFOAMER FP/CC (Mapei S.p.A.);
2. FOAMEX EC, FOAMEX TR y FOAMEX SNG (Lamberti);
3. MASTERROC SLF 30, MASTERROC SLF 41, MASTERROC ACP 143 y MASTERROC SLF 32 (BASF)
4. ESPUMA SIKA TBM 101 (SIKA).

El producto más utilizado en la actualidad se denomina Polyfoamer ECO 100, que comprende del 10 al 20% en peso de una mezcla de alcoholes lineales con una cadena de alquilo etoxilado C12-C14, sulfonados y salificados con sodio.

- 15 El documento EP 1027528 ilustra un procedimiento de perforación en el que la composición del material acuoso inyectado en la cara del túnel consiste en un óxido de polietileno con un peso molecular que varía entre 2 y 8 millones y un tensioactivo aniónico que contiene sulfato.

El documento US 6172010 divulga un aditivo espumante acuoso que consiste en un tensioactivo y un polímero caracterizado por cargas opuestas, para obtener una espuma estable.

- 20 El documento US 6802673 divulga un aditivo espumante acuoso que consiste en un tensioactivo aniónico y un condensado de formaldehído de β -naftaleno sulfonato.

El documento US 4442018 divulga la composición de un aditivo para la producción de una espuma estable en fase acuosa que consiste en un polímero de ácido acrílico, un alcohol C12-C14 y C16, un alcohol C4 y C5, lauril sulfato de sodio o sulfonato de alfa-olefina, y agua.

- 25 El documento WO 2017/108382 divulga un aditivo espumante que se añade en 0,1-4% en peso a una solución acuosa que es capaz de generar espuma cuando se inyecta en la cara de un túnel para ablandar el suelo y permitir una extracción más rápida. El aditivo contiene sales de etoxisulfato de alquilo C10-C14, goma xantana y un alquilpoliglucósido.

Descripción de la invención

- 30 La presente invención se refiere al uso como aditivo espumante acondicionador de un alquil éter sulfato salificado que tiene una cadena alquílica recta o ramificada C7-C11 y un grado de etoxilación que varía entre 4 y 9 como agente acondicionador capaz de generar espuma durante la excavación mecanizada del suelo con una tuneladora. El aditivo, en forma líquida, pastosa o en polvo, genera espuma cuando se añade en porcentajes del 0,1 al 4% en peso a una solución acuosa utilizada en el frente del túnel para ablandar el suelo y permitir una extracción más rápida, y en la
35 cámara de acondicionamiento para mantener la estabilidad del frente del túnel.

Se prefiere el uso de un alquil éter sulfato salificado que tenga una cadena alquílica ramificada C7-C11 y un grado de etoxilación de 7-9. El alquil éter sulfato es preferentemente una sal sódica o potásica.

El alquil éter sulfato salificado puede utilizarse además de una solución acuosa en un porcentaje en peso del 0,1-4,0%.

- 40 El éter sulfato de alquilo salificado se utiliza en mezcla con glutamatos de acilo y poliglucósidos de alquilo, en particular en mezcla con un glutamato de acilo seleccionado entre cocoil glutamato, lauroil glutamato, miristoil glutamato, capriolil glutamato, capriolil glutamato y sus sales de sodio, o en mezcla con un poliglucósido de alquilo. Se prefieren especialmente el lauroil glutamato, en particular en forma de sal sódica, y el capril glucósido.

- 45 Los porcentajes en peso del tensioactivo o tensioactivos totales presentes en el aditivo acondicionador varían entre el 30 y el 100% para el alquil éter sulfato, entre el 5 y el 50% para los acil glutamatos y entre el 10 y el 50% para el alquil poliglucósido, obviamente con la condición de que el total sea 100.

Los tensioactivos según la invención son clasificables como fácilmente biodegradables según las directrices 301 de la OCDE.

- 50 Los aditivos también pueden contener estabilizadores de espuma capaces de aumentar la vida media de las espumas generadas. Los estabilizantes pueden ser biopolímeros. El término "biopolímeros" se refiere a los polímeros degradables por efecto de microorganismos como bacterias, hongos o algas. Se trata principalmente de polisacáridos

hidrosolubles capaces de aumentar la viscosidad de un sistema acuoso en un intervalo de pH comprendido entre 4 y 12. Los biopolímeros preferidos son la goma xantana y la goma guar.

Los aditivos se caracterizan por un menor impacto ecotoxicológico que los productos comercialmente disponibles y utilizados en las excavaciones mecanizadas.

- 5 El aditivo espumante también puede contener otros compuestos útiles para hacer frente a problemas específicos como la obstrucción debida a suelos arcillosos, para evitar un consumo elevado de las cuchillas instaladas en el cabezal de corte, o para reducir la cantidad de sales solubles en el agua presente en el suelo de excavación.

Las características y ventajas del uso según la invención se describen más particularmente en los ejemplos siguientes. Los porcentajes de los ingredientes se expresan en peso.

10 **Ejemplo 1: Composiciones de aditivos acondicionadores según la invención:**

	Partes en peso	
	Muestra 1	
	A	B
15 Alcohol etoxilado C12-C14 lineal (2-3 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	5,4	37,2
Alcohol etoxilado C9-C11 ramificado (7 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	3,0	20,7
Lauroilglutamato sódico	2,0	13,8
Caprilglucósido	3,5	24,1
20 Goma xantana	0,5	3,5
Hidróxido sódico	0,1	0,7
Agua	85,2	-

Tabla 1: Composición de formulaciones

25 La columna A muestra la composición en peso expresada como porcentaje de la formulación, mientras que la columna B muestra el porcentaje en peso del compuesto único como porcentaje del contenido activo. Se evalúa la estabilidad de la espuma generada por una solución acuosa preparada añadiendo un 2% en peso de aditivo espumante a 5000 g de agua. La estabilidad se expresa como la semivida, que indica el tiempo necesario para que el peso de la espuma se reduzca a la mitad. La prueba se realiza evaluando el tiempo en el que se libera agua equivalente a la mitad del peso/volumen de la espuma en una probeta de 250 ml. La espuma se forma mediante un generador que transporta el flujo de líquido con un caudal de aire constante a un mezclador de bolas de cristal.

Tabla 2: Vida media

	Vida media (s)
Polyfoamer ECO 100	746
Muestra 3	800

35 Los datos expuestos en la Tabla 2 demuestran que la estabilidad de las espumas generadas con los productos de menor impacto ecotoxicológico tienen vidas medias comparables o mejores que la de la espuma generada con el producto comercial.

Ejemplo 2: Capacidad de acondicionamiento de los aditivos del Ejemplo 1.

40 La capacidad de acondicionamiento de los aditivos del Ejemplo 1 se evaluó con un suelo estabilizado denominado "Vitali" (tamaño de partícula 0,075-25 mm). La espuma utilizada para acondicionar la matriz se genera a partir de una solución acuosa preparada añadiendo un 2% en peso de aditivo espumante a 5000 g de agua. La espuma se forma mediante un generador que transporta el flujo de líquido con un caudal de aire constante a un mezclador de bolas de cristal. La evaluación consiste en añadir las espumas generadas con los aditivos a tres muestras de 11 kg de árido, y

homogeneizar la mezcla en una hormigonera IMER S140 (capacidad del tambor 138 lt) durante 5 minutos. El acondicionamiento de la matriz se puntúa como clase de desprendimiento. Los resultados figuran en la tabla 3:

Tabla 3: Clase de asentamiento

<i>Clase de asentamiento (cm)</i>	
Polyfoamer ECO 100	20
Muestra 3	18

- 5 Los datos demuestran la buena capacidad de acondicionamiento de las nuevas formulaciones.

Ejemplo 3: Composición de aditivo sin alcohol con menor grado de etoxilación (presente en aditivos comerciales).

	Partes en peso (%)	
	Muestra 4	
	A	B
Alcohol etoxilado C12-C14 lineal (2-3 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	-	-
Alcohol etoxilado C9-C11 ramificado (7 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	4,0	28,0
Lauroilglutamato sódico	3,0	21,0
Caprilglucósido	6,5	45,4
Goma xantana	0,5	3,5
Solución de sosa al 30%	0,3	2,1
Agua	85,7	-

Tabla 4: Composición de muestras

- 10 La columna A muestra la composición en peso expresada como porcentaje de la formulación, mientras que la columna B muestra el porcentaje en peso del compuesto único como porcentaje del contenido activo. La muestra núm. 4 se formuló sin alcohol etoxilado lineal C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) ni sulfato de sodio.

Se evalúa la estabilidad de la espuma generada por una solución acuosa preparada añadiendo un 2% en peso de aditivo espumante a 5000 g de agua. La estabilidad se expresa como la semivida, que indica el tiempo necesario para que el peso de la espuma se reduzca a la mitad. La prueba se realiza evaluando el tiempo en el que se libera agua equivalente a la mitad del peso/volumen de la espuma en una probeta de 250 ml.

- 15

La espuma se forma mediante un generador que utiliza un flujo de aire constante.

Tabla 5: Vida media

<i>Vida media (s)</i>	
Polyfoamer ECO 100	746
Muestra 4	855

- 20 Los datos demuestran un aumento de la estabilidad de la espuma.

Ejemplo 4

Los aditivos espumantes tienen las siguientes composiciones:

	Partes en peso (%)	
	Muestra 7	
	A	B
Alcohol etoxilado C12-C14 lineal (2-3 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	-	-
Alcohol etoxilado C9-C11 ramificado (7 moles de óxido de etileno) y sulfato sódico	4,0	28,0
Lauroilglutamato sódico	3,0	21,0
Caprilglucósido	6,5	45,4
Goma xantana	0,5	3,5
Solución de sosa al 30%	0,3	2,1
Agua	85,7	-

Tabla 6: Composición de muestras

La columna A muestra la composición en peso expresada como porcentaje de la formulación, mientras que la columna B muestra el porcentaje en peso del compuesto único como porcentaje del contenido activo. La muestra núm. 7 se formuló sin alcohol etoxilado lineal C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) ni sulfato sódico, que siempre está presente como generador de espuma en los productos comerciales.

Se evalúa la estabilidad de la espuma generada por una solución acuosa preparada añadiendo un 2% en peso de aditivo espumante a 5000 g de agua. La estabilidad se expresa como la semivida, que indica el tiempo necesario para que el peso de la espuma se reduzca a la mitad. La prueba se realiza evaluando el tiempo en el que se libera agua equivalente a la mitad del peso/volumen de la espuma en una probeta de 250 ml. La espuma se forma mediante un generador que utiliza un flujo de aire constante.

Tabla 7: Vida media

<i>Vida media (s)</i>	
Polyfoamer ECO 100	746
Muestra 7	855

Los datos de la Tabla 7 demuestran un aumento de la estabilidad de la espuma.

Ejemplo 5: capacidad de acondicionamiento del aditivo del ejemplo 3.

La capacidad de acondicionamiento del aditivo del Ejemplo 3 se evaluó mediante el procedimiento descrito en el Ejemplo 2. Los resultados figuran en la tabla 8:

Tabla 8: Clase de asentamiento

<i>Clase de asentamiento (cm)</i>	
Polyfoamer ECO 100	20
Muestra 4	18

Los datos demuestran la buena capacidad de acondicionamiento de la muestra no. 4, formulada sin alcohol etoxilado lineal C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) ni sulfato de sodio, que siempre está presente como generador de espuma en los productos comerciales.

Ejemplo 6: Toxicidad acuática de un aditivo del ejemplo 1 en comparación con un aditivo comercial.

La toxicidad en un medio acuático de los aditivos denominados "Polyfoamer ECO 100" y "muestra 1", descritos en la Tabla 1, se evaluó de acuerdo con las Directrices de la OCDE sobre toxicidad aguda en peces (OCDE 203), algas (OCDE 201) y dafnias (OCDE 202). Los datos se expresan como:

- OCDE 203 CL50: concentración letal que mata al 50% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 202 y 201 EC50: concentración media efectiva que produce un efecto (distinto de la muerte) en el 50% de la población. Cuanto menor sea el valor en mg/l, mayor será la toxicidad.

Los datos se resumen en la Tabla 9:

Tabla 9: Toxicidad acuática

Directriz de la OCDE	Polyfoamer ECO 100	Muestra 1
OCDE 203: toxicidad aguda en peces CL50 (mg/l)	25	880
OCDE 202: toxicidad aguda en dafnias EC50 (mg/l)	112	650
OCDE 201: toxicidad aguda en algas EC50 (mg/l)	170	200

Los datos demuestran el menor impacto ecotoxicológico de la muestra 1. Sustituyendo parte del alcohol etoxilado lineal C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) y del sulfato de sodio por alcohol etoxilado ramificado C9-C11 (7 moles de óxido de etileno) sulfato de sodio, se obtiene un aditivo espumante con menor ecotoxicidad acuática.

Ejemplo 7: Toxicidad acuática de los aditivos del ejemplo 1 en comparación con un aditivo comercial

Se evaluó la toxicidad aguda en peces de los aditivos denominados "Polyfoamer ECO 100", "muestra 2" y "muestra 3", descritos en la Tabla 1. Los datos, obtenidos según la directriz 203 de la OCDE, se expresan como:

- OCDE 203 CL0: concentración máxima que mata al 0% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 203 CL50: concentración letal que mata al 50% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 203 CL100: concentración letal que mata al 100% de los peces en una sola exposición. Los datos se resumen en la tabla 10: cuanto menor es el valor en mg/l, mayor es la toxicidad.

Tabla 10: Toxicidad acuática

Directriz 203 de la OCDE	Polyfoamer ECO 100	Muestra 1
Toxicidad aguda en peces CL0 (mg/l)	12	100
Toxicidad aguda en peces CL50 (mg/l)	25	240
Toxicidad aguda en peces CL100 (mg/l)	50	400

Los datos demuestran el menor impacto ecotoxicológico de las muestras 2 y 3. Sustituyendo el alcohol etoxilado C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) sulfato de sodio por los tensioactivos enumerados en la tabla 1, se obtienen aditivos espumantes con menor toxicidad aguda en los peces. En particular, la toxicidad disminuye en proporción al contenido de alcohol C12-C14.

Ejemplo 8: Toxicidad aguda en peces del aditivo del ejemplo 3

La toxicidad aguda en peces de los aditivos denominados "Polyfoamer ECO 100" y "muestra 4" se evaluó según la OCDE 203. Los datos se expresan como:

- OCDE 203 CL0: concentración máxima que mata al 0% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 203 CL50: concentración letal que mata al 50% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 203 CL100: concentración letal que mata al 100% de los peces en una sola exposición. Los datos se resumen en la tabla 11: cuanto menor es el valor en mg/l, mayor es la toxicidad.

Tabla 11: Toxicidad acuática

Directriz 203 de la OCDE	Polyfoamer ECO 100	Muestra 4
Toxicidad aguda en peces CL0 (mg/l)	12	2000
Toxicidad aguda en peces CL50 (mg/l)	25	3500
Toxicidad aguda en peces CL100 (mg/l)	50	> 4000

Los datos demuestran el menor impacto ecotoxicológico de la muestra 4. Sustituyendo totalmente el sulfato sódico de alcohol etoxilado C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) por los tensioactivos enumerados en la tabla 4, se obtuvo un aditivo espumante caracterizado por una toxicidad aguda mucho menor en los peces.

Ejemplo 9: Toxicidad aguda en peces del aditivo del ejemplo 4.

Los aditivos espumantes denominados "Polyfoamer ECO 100" y "muestra 7" se evaluaron para establecer su toxicidad aguda en peces (OCDE 203).

Los datos se expresan como:

- OCDE 203 CL0: concentración máxima que mata al 0% de los peces en una sola exposición. OCDE 203 CL50: concentración letal que mata al 50% de los peces en una sola exposición.
- OCDE 203 CL100: concentración letal que mata al 50% de los peces en una sola exposición. Los datos se resumen en la tabla 12: cuanto menor es el valor expresado en mg/l, mayor es la toxicidad.

Tabla 12: Toxicidad acuática

Directriz 203 de la OCDE	Polyfoamer ECO 100	Muestra 7
Toxicidad aguda en peces CL0 (mg/l)	12	2000
Toxicidad aguda en peces CL50 (mg/l)	25	3500
Toxicidad aguda en peces CL100 (mg/l)	50	> 4000

Los datos expuestos en la Tabla 12 demuestran el impacto ecotoxicológico de la muestra 7. Sustituyendo totalmente el sulfato sódico de alcohol etoxilado C12-C14 (2-3 moles de óxido de etileno) por los tensioactivos enumerados en la tabla 6, se obtuvo un aditivo espumante caracterizado por una toxicidad aguda mucho menor en los peces.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un aditivo acondicionador del suelo en forma líquida, pastosa o en polvo, para generar espuma capaz de acondicionar el suelo durante excavaciones mecanizadas con tuneladora, que comprende un tensioactivo que incluye del 30 al 100 % en peso del tensioactivo de un tensioactivo de alquil éter sulfato salificado con una cadena alquílica recta o ramificada C7-C11 y un grado de etoxilación que varía entre 4 y 9, del 5 al 50 % en peso del tensioactivo de un acil glutamato y del 10 al 50 % en peso del tensioactivo de alquilpoliglucósidos, con la condición de que el total sea 100.
2. Uso según la reivindicación 1, en el que los acil glutamatos se seleccionan entre cocoil glutamato, lauroil glutamato, miristoil glutamato, caproil glutamato y sus sales de sodio.
3. Uso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el alquil éter sulfato tiene una cadena alquílica ramificada C7-C11 y un grado de etoxilación de 7-9.
4. Uso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el alquil éter sulfato tiene una cadena alquílica ramificada C7-C11 y un grado de etoxilación de 7-9, y está en forma de sal sódica o potásica.
5. Uso, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de un aditivo que contenga también goma xantana o goma guar como estabilizadores de la espuma.
6. Uso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aditivo se añade a una solución acuosa, en porcentajes en peso de 0,1-4,0%, para obtener una matriz **caracterizada por** un contenido de aire dependiente del grado de formación de espuma.