



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 042**

51 Int. Cl.:  
**A62D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02761329 .8**

86 Fecha de presentación : **09.08.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1450902**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.2004**

54 Título: **Material para extinguir o retardar fuego.**

30 Prioridad: **27.11.2001 US 336852 P**  
**06.08.2002 US 213703**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2007**

73 Titular/es: **Chemguard Incorporated**  
**204 S. 6th Avenue**  
**Mansfield, Texas 76063, US**

72 Inventor/es: **Clark, Kirtland, P.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 278 042 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

Material para extinguir o retardar fuego.

## 5 Antecedentes

La técnica anterior muestra el uso de agentes espumógenos formadores de películas acuosas (agentes AFFF) (del inglés: aqueous film forming foam) para la rápida extinción de fuegos de Clase B y para aumentar la seguridad promoviendo la resistencia a la reaparición de la llama o a la reactivación del fuego. Primero descritos por Francen en la Patente de EE.UU. número 3.562.156, los agentes AFFF, por definición, deben tener un coeficiente de dispersión positivo sobre el ciclohexano. Muchas patentes de EE.UU. describen la composición de los agentes AFFF que cumplen los criterios del coeficiente de dispersión positivo, como lo hacen las Patentes de EE.UU. números 4.420.434, 4.472.286, 4.999.119, 5.085.786, 5.218.021 y 5.616.273.

Todas las técnicas anteriores tienen un elemento en común, el requisito de diversas cantidades y de tipos de agentes tensioactivos, formados por compuestos químicos fluorados, para obtener el coeficiente de dispersión positivo cuando se combinan con diversos agentes tensioactivos hidrocarbonados. La Patente de EE.UU. 5.616.273 describe los agentes espumógenos formadores de películas acuosas resistentes al alcohol (AR-AFFF) y los agentes AFFF de hoy en día, usados para generar espumas formadoras de películas acuosas que tengan contenidos de flúor que oscilen entre el 0,020 y el 0,044 por ciento, en forma de premezcla. El nivel real de flúor ha sido dependiente de las especificaciones sobre el comportamiento requerido con contenidos de flúor más altos, que proporcionan un comportamiento extintor más rápido y una mayor resistencia a la reactivación del fuego. El producto con un contenido de flúor más bajo (0,020% de F) contendrá aproximadamente de 1,3% en peso de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados sólidos en el concentrado líquido al 3%, ya que estos productos contienen aproximadamente un 50% en peso de flúor.

El criterio necesario para conseguir una dispersión espontánea de dos líquidos inmiscibles ha sido mostrado por Harkins y colaboradores, *Journal Of American Chemistry*, 44, 2665 (1922). La medida de la tendencia a la dispersión espontánea de una solución acuosa sobre la superficie de disolventes no polares, tales como los hidrocarburos, viene definida por el coeficiente de dispersión (SC) (del inglés: spreading coefficient), y puede expresarse como sigue:

$$SC_{a/b} = \gamma_a - \gamma_b - \gamma_1 \quad (1)$$

donde:

35  $SC_{a/b}$  = Coeficiente de dispersión;

$\gamma_a$  = Tensión superficial de la fase hidrocarbonada inferior;

40  $\gamma_b$  = Tensión superficial de la fase acuosa superior;

$\gamma_1$  = Tensión interfacial entre la fase acuosa superior y la fase hidrocarbonada inferior.

Si el SC (coeficiente de dispersión es positivo, por teoría, una solución acuosa se dispersará, y tendrá lugar la formación de una película sobre la parte superior de la fase hidrocarbonada. Cuanto más positivo es el SC, mayor será la tendencia a dispersarse. Sin embargo, en la práctica, se ha descubierto que tiene lugar un aislamiento hermético por medio de una película visible sobre el ciclohexano hasta que el SC es superior a, entre aproximadamente +3,5 y aproximadamente +4,0, especialmente si el contenido de compuesto químico fluorado es bajo. Se sabe además en la técnica que  $\gamma_a$  se reduce a medida que la temperatura del hidrocarburo aumenta, como ocurre durante el quemado de estos combustibles. Esto disminuirá el SC eficaz durante la extinción del fuego a menos que la solución extintora del fuego tenga una  $\gamma_b$  decreciente con el aumento de la temperatura.

Los agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados han entrado recientemente en el punto de mira de la EPA (Agencia de protección del medio ambiente, de EE.UU.) y de grupos relacionados con el medio ambiente. De hecho, 3M acordó en mayo de 2000 parar la fabricación de productos basados en el perfluorooctanosulfonato (PFOS) y en el ácido perfluorooctanoico (PFOA) que incluyen los agentes tensioactivos fluorados usados en los agentes AFFF y AR-AFFF. La EPA, antes de mayo de 2000, había determinado que el PFOS constituía una amenaza a largo plazo para el medio ambiente después de que el PFOS fuese hallado en todos los animales sometidos a pruebas, y se determinó que era tóxico después de diversos estudios de alimentación a largo plazo. La EPA ha iniciado ya un programa que exige a otros productores de compuestos químicos perfluorados facilitar a la EPA información sobre sus productos. Esto permitirá que la EPA evalúe los potenciales problemas ambientales procedentes de otros agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados que están ya en el mercado. Es por lo tanto deseable tener productos extintores del fuego que no contengan agentes tensioactivos formados por productos químicos fluorados cuando se extinguen fuegos de Clase B, así como agentes AFFF, ya que se librarán de la mayoría de los exámenes detallados ambientales de la EPA.

Un ejemplo de un producto semejante se describe en el documento US 4.303.534, en el que una composición de espuma extintora del fuego contiene un fluoropolímero de alto peso molecular y un agente tensioactivo que contiene

flúor, un agente tensioactivo sintético que no contiene átomos de flúor o un agente espumógeno que contiene una proteína parcialmente hidrolizada.

5 La presente invención proporciona composiciones que requieren pocos, o que no requieren, agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados, no obstante los nuevos concentrados líquidos para luchar contra el fuego cumplen o exceden los criterios de comportamiento del agente espumógeno formador de películas acuosas (AFFF) en los fuegos de Clase B, según UL 162. Si el uso de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados está seriamente restringido por la EPA, estos agentes serán importantes para el futuro de la lucha contra el fuego.

10 El mercado comercial de agentes AFFF consta, muy principalmente, de productos que están listados en las normas UL, de forma que los consumidores puedan asegurarse de las características mínimas de comportamiento de los agentes AFFF. La norma de seguridad UL 162 trata de los concentrados líquidos y de los equipos espumógenos. La sección 3.16, de la UL 162 (séptima edición, 1997) define seis concentrados líquidos reconocidos por las UL como concentrados líquidos de baja expansión. La parte a) define el agente *formador de películas acuosas (AFFF)* como un “concentrado líquido que tiene una base de agente tensioactivo fluorado más aditivos estabilizadores”. La parte b) define una *proteína* como “un concentrado líquido que tiene una proteína hidrolizada más aditivos estabilizadores”. La parte c) define una *fluoroproteína (FP)* como “un concentrado líquido que es similar a una proteína, pero con uno o más aditivos tensioactivos fluorados”. La parte d) define una *fluoroproteína formadora de películas (FFFP)* como “un concentrado líquido que tiene tanto una proteína hidrolizada como una base tensioactiva fluorada más aditivos estabilizadores”. La parte e) define un *sintético* como “un concentrado líquido que tiene una base distinta al agente tensioactivo o a la proteína hidrolizada”. Finalmente, la parte f) define *resistente al alcohol* como un concentrado líquido destinado a extinguir tanto fuegos de combustibles polares (miscibles con agua) como de hidrocarburos.

25 La aplicación y duración de la espuma en los ensayos con fuego para ver la reactivación de la ignición, vienen dadas por la norma UL 162, Tabla 10.1, para los ensayos con fuego de Clase B. Estos criterios mínimos de comportamiento se deben cumplir para los concentrados líquidos que están en los “listados UL” como concentrados líquidos de Clase B. De los seis concentrados líquidos definidos por UL 162, únicamente el *proteínico* y el *sintético* no contienen agentes tensioactivos fluorados y, de éstos, únicamente la *proteína* tiene productos listados en UL para uso en fuegos con líquidos de Clase B. Hoy en día, únicamente los *concentrados líquidos sintéticos* están listados en las UL como agentes humectantes y están definidos por las UL como “concentrados líquidos que, cuando se añaden al agua corriente en las cantidades apropiadas, reducen materialmente la tensión superficial del agua corriente y aumentan su capacidad de penetración y de dispersión. Las espumas o las soluciones de agentes humectantes mejoran la eficacia del agua en la extinción de fuegos”.

### 35 Descripción de la invención

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición para luchar contra el fuego que comprende agua, al menos un agente tensioactivo hidrocarbonado que no contiene flúor, un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado, y un fluoropolímero de alto peso molecular que tiene un peso molecular medio de, al menos, 3000 g/mol, caracterizado porque la composición tiene un coeficiente de dispersión frente al ciclohexano entre aproximadamente -4 (mN/m) y menos de +3,5 (mN/m), y se proporciona el fluoropolímero en una cantidad en la que la composición no forma un aislamiento hermético estable sobre el ciclohexano y cumple los criterios de comportamiento de la UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, y en el que la composición contiene menos de aproximadamente 0,008% en peso de flúor por peso proporcionado por el agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado.

50 La invención proporciona, de esta forma, composiciones para usarlas como concentrados extintores del fuego, que cumplen o exceden los criterios de comportamiento de las fluoroproteínas (FP), los AFFF y los AR-AFFF para los fuegos de Clase B, según UL 162. Estas composiciones incluyen concentrados líquidos sintéticos estabilizados con polímeros fluorados de alto peso molecular (HMW-FP), que extinguen tanto fuegos del tipo Clase B no polar, como fuegos polares.

Según un aspecto más de la presente invención se proporciona un método para extinguir o retardar un fuego que comprende:

55 proporcionar una composición para luchar contra el fuego que comprende agua, al menos un agente tensioactivo hidrocarbonado que no contiene flúor, un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado y fluoropolímero de alto peso molecular que tiene un peso molecular medio de al menos 3000 g/mol, caracterizado porque la composición tiene un coeficiente de dispersión frente al ciclohexano entre aproximadamente -4 (mN/m) y menos de +3,5 (mN/m) y se proporciona el fluoropolímero en una cantidad en la que la composición no forma un aislamiento hermético estable sobre el ciclohexano y cumple los criterios de comportamiento de UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, y en el que la composición contiene menos de aproximadamente 0,008% en peso de flúor por peso proporcionado por el agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado; y

65 aplicar la composición a un área en la que se desea la extinción o el retardo del fuego.

## ES 2 278 042 T3

5 La invención proporciona de esta forma un método para extinguir fuegos de Clase B usando nuevas composiciones para luchar contra el fuego que tienen un contenido muy bajo de agente tensioactivo que tenga un compuesto químico fluorado. Este método proporciona una rápida extinción y una reactivación del fuego similar a las proporcionadas por los agentes FP, así como los agentes AFFF que tienen un alto contenido de agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado.

10 Se ha descubierto que el concentrado líquido sintético puede estabilizarse para el comportamiento en los fuegos de líquidos de Clase B (UL 162) con la adición de diversos aditivos poliméricos estabilizadores de la espuma. El aditivo polimérico válido y el nivel eficaz necesario para mejorar el concentrado líquido sintético se puede identificar y determinar mediante un ensayo de laboratorio. Especialmente eficaces al estabilizar las burbujas de la espuma de los concentrados líquidos sintéticos para líquidos de clase B son los polímeros de alto peso molecular (HMW-FP) que contienen sustituyentes perfluorados, que incluyen productos comerciales tales como Lodyne 5100, comercializado por Ciba Speciality Chemicals Corporation, Basel, Suiza; Chemguard FP-111 y FP-211, que se pueden conseguir de Chemguard Incorporated, Mansfield, Texas; y Dynax 5011, comercializado por Dynax Corporation, Elmsford, New York. Todos estos productos son aditivos para uso en agentes polares tipo AFFF (AR-AFFF). Se sabe que actúan en las formulaciones de AR-AFFF quedándose en las burbujas de la espuma y depositando una fina película impermeable al vapor entre el disolvente polar soluble en agua y la capa de espuma-agua a medida que las primeras burbujas son atacadas por el disolvente. La presente invención proporciona también agentes de base proteínica extintores del fuego sin el uso de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados.

20 El HMW-FP tiene una toxicidad más baja comparada con los agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados. En efecto, es mucho más fácil hacer una lista de polímeros (no reactivos) en el inventario TOSCA que materiales de bajo peso molecular. De forma similar, en Europa, los polímeros están eximidos de la lista EINICS. Se comprende con facilidad que a medida que los polímeros aumentan en su MW (peso molecular), su tasa de absorción a través de la piel disminuye. Además, los polímeros de alto MW se absorben rápidamente en superficies tales como tierra, rocas, etc. y están mucho menos disponibles a la entrada de vías de agua. Por lo tanto, son por lo general más benignos desde el punto de vista medioambiental que los productos químicos y agentes tensioactivos de bajo MW.

30 La presente invención está relacionada con las nuevas composiciones extintoras del fuego, especialmente útiles para extinguir fuegos de líquidos polares (solubles en agua) Clase B, según UL 162, y no polares (insolubles en agua), mediante la adición de HMW-FP válidos a diversos concentrados líquidos sintéticos en niveles eficaces. El polímero válido y el nivel eficaz se pueden determinar mediante un ensayo de laboratorio descrito en la Sección experimental de más adelante.

40 Las composiciones líquidas tensioactivas sintéticas se pueden producir en muchas concentraciones que incluyen, pero que no se limitan a, 1, 3 y 6% en peso de concentrados espumógenos, que son concentraciones comerciales típicas. Los concentrados pueden ser también inferiores al 1% en peso o superiores al 6% en peso, o incluso, si se desea, del 10% en peso. La concentración con el número más bajo para el concentrado es realmente el producto más concentrado. Por lo tanto, una parte de concentrado al 1% y 99 partes de agua da 100 partes de premezcla con la concentración de uso, mientras que tres partes al 3% y 97 partes de agua da 100 partes de premezcla. Según se utiliza aquí, el término "agua" puede incluir agua pura, desionizada o destilada, agua del grifo o corriente, agua del mar, salmuera o una solución acuosa o que contiene agua, o una mezcla capaz de servir como un componente acuoso de la composición para luchar contra el fuego.

50 Por simplicidad, aquí se ponen únicamente ejemplos de productos de concentrados al 3%, aunque se comprenderá fácilmente, por parte de los expertos en la materia, que se pueden usar productos a otras muchas concentraciones. A menos que se establezca otra cosa, todos los porcentajes aquí presentados para las composiciones están basados en el peso. Una composición general para un concentrado líquido al 3% (usado en 3 partes de concentrado por 97 partes de agua del grifo o corriente) puede incluir los siguientes componentes:

55

60

65

## ES 2 278 042 T3

Componente	% en peso (100%)
5 A Polímero fluorado de alto MW (HMW-FP)	0,2-10
B Agente tensioactivo hidrocarbonado anfótero	0-3
C Agente tensioactivo hidrocarbonado aniónico	2-10
10 D Agente tensioactivo hidrocarbonado no iónico	0-5
E Agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado	0-0,4
15 F Adyuvantes de la espuma que incluye éteres glicólicos	0-15
G Envase de protección contra la congelación	0-45
20 H Envase contra la corrosión, secuestrante y tampón	0-5
I Sustancias formadores de películas poliméricas	0-2
25 J Biocidas, agentes antimicrobianos	0-0,1
K Electrolitos	0-3
30 L Estabilizadores y espesantes poliméricos de la espuma	0-10
M Agua	el resto
35	

40 Los anteriores componentes se reducirán o se aumentarán, por consiguiente, respecto al concentrado líquido al 3% para preparar concentrados líquidos sintéticos espumógenos al 6% y al 1%, u otros niveles de concentrado. Así, para un concentrado al 1%, las cantidades anteriores pueden incrementarse por un factor 3, mientras que para un concentrado al 6% las cantidades anteriores se pueden reducir a la mitad.

45 La mayoría de los concentrados espumógenos de Clase A encajan dentro de la definición del agente tensioactivo base, anteriormente definido. Por lo tanto, se puede añadir también un HMW-FP válido (según se puede determinar a partir del ensayo de laboratorio descrito) a muchos concentrados espumógenos de Clase A. De forma similar, se puede añadir también un HMW-FP válido a un concentrado proteínico líquido al 3 o al 6% que no contenga o que contenga cantidades limitadas de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados.

50 Los HMW-FP (componente A) son productos preparados a partir de monómeros perfluorados, tanto mono- como polifuncionales, polimerizados con monómeros polifuncionales reactivos, prepolímeros o polímeros de elevado peso molecular con los sitios reactivos apropiados. Según se usa aquí con respecto a los fluoropolímeros descritos, el elevado peso molecular (HMW) se constituye para abarcar aquellos polímeros que tienen un peso molecular medio a partir de aproximadamente 3000 g/mol o superior, y más concretamente los que tienen un peso molecular medio a partir de aproximadamente 5000 g/mol o superior, y todavía más concretamente los que tienen un peso molecular medio a partir de aproximadamente 10.000 g/mol, 30.000 g/mol, 50.000 g/mol o superior. Un intervalo adecuado puede incluir los que tienen un peso molecular medio a partir de 5000 g/mol, 10.000 g/mol, 20.000 g/mol o 30.000 g/mol hasta aproximadamente 100.000 g/mol, 150.000 g/mol o más. Pueden estar particularmente indicados los aquellos polímeros solubles que tengan pesos moleculares relativamente más elevados.

60 Ejemplos de fluoropolímeros adecuados incluyen, pero no se limitan a, los descritos en las Patentes de EE.UU. números 6.156.222, 5.750.043 y 4.303.534 y la Patente Europea número EP 0756676A1, que se incorporan aquí como referencia. Szonyi y Cambon describen un polímero de adición adecuado entre el Fluotan B830, una perfluoroalquil-poliamina, y la goma xantano en *FIRE Safety Journal*, 16, (1990), páginas 353-365, que se incorpora aquí como referencia. Otro polímero perfluorado adecuado se prepara a partir de (hidroxipropil)celulosa (Hercules Klucel, peso molecular = 60.000) y cloruro de perfluorooctanilo, según se describe en *Macromolecules*, 27, 1994, páginas 65 6988-6990, que se incorpora aquí como referencia. Un polímero adecuado que se puede conseguir comercialmente (componente A) es el Lodyne 5100, que es un poliaminoácido perfluorado (aniónico) de elevado peso molecular y contiene aproximadamente 19% de flúor por peso de sólidos. Otros polímeros adecuados que se pueden conseguir

## ES 2 278 042 T3

comercialmente incluyen polioles perfluorados de elevado peso molecular, que se puede conseguir como Chemguard FP-111, que es un poliol no aniónico y contiene aproximadamente 17% de flúor por peso de sólidos, y Chemguard FP-211. El Chemguard FP-111 tiene perfluoro-colas de C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>, mientras que el Chemguard FP-211 tiene únicamente perfluoro-colas C<sub>4</sub> (CF<sub>3</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>-).

5 Dynax 5011 es un polímero aniónico de peso molecular relativamente inferior (es decir, peso molecular = 5000 g/mol) que contiene aproximadamente 18% de flúor por peso de sólidos, no funcionaba bien solo, pero lo hacía cuando se combinaba con Lodyne 5100 como una mezcla 50/50. Por lo tanto, se ha descubierto que se pueden usar eficazmente polímeros que se comporten más pobremente si se mezclan con polímeros de mayor eficacia tales como Lodyne 5100 o Chemguard FP-111.

10 Los fluoropolímeros de peso molecular elevado se pueden usar en una cantidad que proporcione un concentrado espumógeno que pueda tener desde aproximadamente 0,005% o menos, hasta aproximadamente 6% o más de flúor por peso de concentrado, más generalmente desde aproximadamente 0,01% hasta aproximadamente 4,5% de flúor por peso de concentrado. La espuma o composición final para luchar contra el fuego puede tener un contenido de flúor desde aproximadamente 0,0003% hasta aproximadamente 0,065% de flúor por peso de solución, siendo típico desde aproximadamente 0,0006% hasta aproximadamente 0,05% en peso de flúor procedente de los fluoropolímeros, y siendo más típico desde 0,001% hasta aproximadamente 0,035% por peso de flúor. Las cantidades de flúor procedentes del fluoropolímero variará en el concentrado dependiendo del tipo de concentrado empleado. Así, un concentrado al 3% puede tener desde aproximadamente 0,01% en peso de flúor hasta aproximadamente 2% en peso de flúor procedente del HMW-FP, siendo típico desde aproximadamente 0,02% hasta aproximadamente 1,5% en peso, y siendo más típico desde aproximadamente 0,05% hasta aproximadamente 1% en peso. Un concentrado espumógeno al 1% puede tener desde aproximadamente 0,03% hasta aproximadamente 6% en peso de flúor procedente del HMW-FP, siendo típico desde aproximadamente 0,06% hasta aproximadamente 4,5% en peso de flúor, y siendo más típico desde aproximadamente 0,15% hasta aproximadamente 3% en peso de flúor. Un concentrado al 6% puede tener desde aproximadamente 0,005% hasta aproximadamente 1% en flúor procedente del HMW-FP, siendo típico desde aproximadamente 0,01% hasta aproximadamente 0,5% en peso de flúor, y siendo más típico desde aproximadamente 0,025% hasta aproximadamente 0,4% en peso de flúor.

30 Los agentes tensioactivos hidrocarbonados anfóteros (componente B) incluyen, pero no se limitan a, los que contienen, en la misma molécula, amino y carboxilo, éster sulfúrico, sulfónico y similares. Están incluidas las sulfobetaínas y las alquil(C6-C14)betaínas superiores. Los productos que se pueden conseguir comercialmente incluyen Chembetaine CAS y Mirataine CS, ambas sulfobetaínas, y Deriphath 160C, un C12-amino-dicarboxilato. Estos productos son agentes espumógenos y ayudan a reducir la tensión interfacial en la solución acuosa.

35 Los agentes tensioactivos hidrocarbonados aniónicos (componente C) incluyen, pero no se limitan a, alquil-carboxilatos, sulfatos, sulfonatos y sus derivados etoxilados. Son adecuadas las sales de metal alcalino y de amonio. Son adecuados los agentes tensioactivos hidrocarbonados C8-C16, de forma más restringida los C8-C12, y siendo aún más adecuado de forma más restringida todavía los C8-C10.

40 Los agentes tensioactivos hidrocarbonados no iónicos (componente D) ayudan a reducir la tensión interfacial y a solubilizar otros componentes, especialmente en aguas duras, en agua del mar o en soluciones de salmuera. Además, sirven para controlar el drenaje de la espuma, la fluidez de la espuma, y la expansión de la espuma. Los agentes tensioactivos no iónicos incluyen, pero no se limitan a, derivados de poli(oxietileno) de alquifenoles, alcoholes lineales o ramificados, ácidos grasos, alquilaminas, alquilamidas, y glicoles acetilénicos, alquil-glicosidos, y poliglicosidos, como definió la Patente de EE.UU. 5.207.932 (incorporada aquí como referencia) y otras, y polímeros de bloque de unidades poli(oxietileno) y poli(oxipropileno).

50 Los agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados (componente E) son típicamente moléculas con una única cola perfluorada y pueden tener múltiples cabezas hidrófilas. Se pueden encontrar ejemplos de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados en muchas de la patentes relacionadas con los AFFF, que incluyen, pero que no se limitan a, los descritos en las patentes de EE.UU. números 5.616.273, 5.218.021, 5.085.786, 4.999.119, 4.472.286, 4.420.434, 4.060.489.

55 Se pueden añadir cantidades de agente tensioactivo formado por compuestos químicos fluorados para aumentar la velocidad de extinción y la resistencia a la reactivación del fuego. El contenido total de agente tensioactivo formado por compuestos químicos fluorados puede ser inferior a la mitad de los niveles típicos prácticos en ausencia de polímeros fluorados para proporcionar un comportamiento según UL 162 en los fuegos de Clase B. El agente tensioactivo fluorado puede proporcionar menos de aproximadamente 0,2% ó 0,1% de flúor en un concentrado al 3%, o menos de aproximadamente 0,006% ó 0,003% de flúor, respectivamente, en la concentración de trabajo. El contenido de flúor proporcionado por cualquier agente tensioactivo fluorado en la composición final, o en la de trabajo, en la lucha contra el fuego puede ser inferior al 0,002% o incluso al 0,001% de flúor por peso de la composición de trabajo. Esto se compara muy favorablemente con los datos de la Patente de EE.UU. número 5.207.932 que da lugar a un producto comercial con bajo contenido final de flúor activo de 0,013% de flúor (una reducción del 55% en el contenido de flúor). Los adyuvantes de la espuma (componente F) se usan para potenciar las propiedades del drenaje y la expansión de la espuma, mientras que proporcionan una acción de solubilización y anticongelante. En las Patentes de EE. UU números 5.616.273, 3.457.172, 3.422.011 y 3.579.446 se describen adyuvantes útiles de la espuma.

## ES 2 278 042 T3

Los típicos adyuvantes de la espuma son alcoholes o éteres tales como; éteres monoalquílicos de etilenglicol, éteres monolquílicos de trietilenglicol, 1-butoxi-2-propanol, glicerina, y hexilenglicol.

5 El envase de protección contra la congelación (componente G), incluye glicerina, etilenglicol, dietilenglicol, y propilenglicol. También están incluidas sales y otros sólidos que reducen el punto de congelación, tal como cloruro de calcio, de potasio, de sodio, de amonio y la urea. El componente H, el secuestrante, el tampón y el envase contra la corrosión, son agentes secuestrantes y quelantes representados por los poli(ácidos aminopolicarboxílicos), ácido etilendiaminotetraacético, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido nitrilotriacético, ácido hidroxietil-etilendiaminotriacético, y sus sales. Los tampones están representados por los tampones fosfato de Sorensen o citrato de McIlvaine. Los inhibidores de la corrosión están únicamente limitados por la compatibilidad con otros componentes de la fórmula. Estos pueden estar representados por el orto-fenilfenol, toluil-triazol, ácidos de éster fosfato.

15 El componente I es una sustancia formadora de película polimérica soluble en agua y se pueden usar para la formulación de los agentes AR-AFFF (resistentes al alcohol) que se usan para luchar contra fuegos de combustibles y de disolventes tanto polares (solubles en agua) como no polares. Estas sustancias formadoras de películas poliméricas, disueltas en agentes AR-AFFF, precipitan a partir de la solución cuando las burbujas se ponen en contacto con los disolventes polares y el combustible, y forman una película polimérica que repele el vapor en la interfase disolvente/espuma, evitando además que la espuma se deshaga. Ejemplos de compuestos adecuados incluyen gomas tixotrópicas de polisacáridos como las descritas en las Patentes de EE.UU. números 3.957.657, 4.060.132, 4.060.489, 20 4.306.979, 4.387.032, 4.420.434, 4.424.133, 4.464.267, 5.218.021, y 5.750.043. Los compuestos adecuados que se pueden conseguir comercialmente están comercializados como Rhodopol, Kelco, Keltrol, Actigum, Cecalgun, Calaxy, y Kalzan.

25 Las gomas y resinas útiles como componente I incluyen gomas ácidas tales como goma xantano, ácido péctico, ácido algínico, agar, goma de carragenanos, goma rhamnosa, goma welan, goma mannan, goma de algarrobo, goma galactomannan, pectina, almidón, ácido algínico bacteriano, succinoglucano, goma arábica, carboximetilcelulosa, heparina, goma polisacárida con ácido fosfórico, sulfato de dextrano, sulfato de dermatano, sulfato de fucano, goma karaya, goma tragacanta y goma de algarrobo sulfatada.

30 Los polisacáridos neutros útiles como componentes I incluyen: celulosa, hidroxietilcelulosa, dextrano, y dextranos modificados, glucanos neutros, hidroxipropilcelulosa, así como otros éteres y ésteres de celulosa. Los almidones modificados incluyen éteres, ésteres de almidón, almidones oxidados, y almidones digeridos enzimáticamente.

35 Los componentes J, agentes antimicrobianos y conservantes, se pueden usar para impedir la descomposición biológica de los polímeros basados en productos naturales incorporados como componentes I. Se incluyen el Kathon CG/ICP y Givgard G-4-40 fabricados por Rohm & Haas Company y Givaudan, Inc., respectivamente, y están descritos en la Patente de EE.UU. número 5.207.932, que se incorpora aquí como referencia. Se describen agentes conservantes adicionales en las patentes de agentes polares anteriormente mencionadas, números 3.957.657, 4.060.132, 4.060.489, 4.306.979, 4.387.032, 4.420.434, 4.424.133, 4.464.267, 5.218.021, y 5.750.043.

40 Los componentes K incluyen electrolitos que se pueden añadir a los agentes AFFF y AR-AFFF para equilibrar el comportamiento de tales agentes cuando se proporcionan con aguas que van desde blanda a muy dura, incluyendo agua de mar o salmuera, y para mejorar el comportamiento del agente en aguas muy blandas. Los electrolitos típicos son sales de metales monovalentes o polivalentes de los Grupos 1, 2 ó 3, o bases orgánicas. Los metales alcalinos particularmente útiles son el sodio, potasio, y litio, o los metales alcalinotérreos, especialmente magnesio, calcio, estroncio, y cinc y aluminio. Las bases orgánicas podían incluir sales de amonio, trialkilamonio, bis-amonio o similares. Los aniones del electrolito no son críticos, excepto que los haluros pueden no ser deseables desde el punto de vista de la corrosión metálica. Los sulfatos, bisulfatos, fosfatos, nitratos y similares son aceptables. Los ejemplos de sales polivalentes incluyen cosas tales como sulfato de magnesio y nitrato de magnesio.

50 Los componentes L son estabilizadores y espesantes poliméricos de la espuma que se pueden incorporar opcionalmente a los agentes AFFF y AR-AFFF para potenciar las propiedades de estabilidad de la espuma y de drenaje de la espuma. Ejemplos de estabilizadores y espesantes poliméricos son las proteínas parcialmente hidrolizadas, almidones, resinas polivinílicas tales como el poli(alcohol vinílico), poli(acrilamidas), polímeros carboxivinílicos, polipirrolidina, 55 y poli(oxietileno)glicol. Por todo el mundo se comercializan muchos concentrados tensioactivos sintéticos comerciales, e incluyen los que se pueden conseguir de Chemguard, Kidde, y Tyco. Se pueden añadir polímeros perfluorados de alto peso molecular a estos concentrados líquidos en una concentración eficaz. Estos productos incluyen: espumas de Clase A (CLASS A PLUS y SILVEX), excelentes para extinguir los incendios forestales, incendios estructurales e incendios de neumáticos; espumas de alta expansión que se venden con los nombres HI-EX, EXTRA, C2, y VEE-FOM; espumas supresoras del vapor vendidas por Chemguard como espuma VRC; espuma bomba, un producto al 6% vendido por Chemguard como AFC-380.

65 Los concentrados tensioactivos sintéticos listados como "agentes humectantes" por Underwriters Laboratory se pueden incluir también como mezclas tensioactivas básicas para usarlas en esta invención. Los productos listados por UL como "agentes humectantes" son los que siguen: Fire Strike, de Biocenter Inc.; Bio-Fire, de Envirorenu Technologies LLC; Enviro-Skin 1%, de Environmental Products Inc.; F-500, de Hazard Control Technologies Inc.; Knockdown, de Nacional Foam Inc.; Phos-Check WD881, de Solutia Inc.; Flameout, de Summit Environmental Corp. Inc.; Micro-Blazeout, de Verde Environmental Inc.; Bici-solve, de Westford Chemical Corp.

## ES 2 278 042 T3

En los ejemplos de más adelante, se hace referencia a especificaciones o procedimientos que se pueden usar en la industria para evaluar la eficacia de los concentrados tensioactivos sintéticos. Más específicamente, los ejemplos se refieren a las siguientes especificaciones y métodos de ensayo de laboratorio:

### 5 1. *Tensión superficial y tensión interfacial: Según ASTM D-1331-56*

Basado en los ensayos de laboratorio, la tensión superficial del ciclohexano usado para calcular el SC (coeficiente de dispersión) era de 24,7 mN/m. El SC respecto al ciclohexano para las composiciones para luchar contra el fuego aquí descritas pueden variar de aproximadamente -4 a 4 mN/m o más, sin formar una película a 23°C.

### 10 2. *Ensayo de laboratorio sobre la dispersión de película y la reactivación del fuego: Este ensayo puede llevarse a cabo para determinar la formación de la película y la velocidad de la película de premezclas tensioactivas sintéticas sobre el ciclohexano*

15 Se coloca sobre una superficie oscura y húmeda, una placa petri pyrex de 100 × 20 mm, de forma que sea posible una buena observación visual. Se añaden a la placa petri 50 ml de disolvente ciclohexano. Se coloca en el centro de la placa, con la punta hacia arriba, un tornillo para madera, de acero inoxidable de ~1,3 cm de largo. Se dispara el temporizador simultáneamente a la adición desde una pipeta, gota a gota, de 3 ml de premezcla en intervalos de un segundo sobre la parte superior del tornillo.

20 Cuando la superficie del disolvente está completamente cubierta con la película, se registra el tiempo de aislamiento hermético. Se deja que corra el temporizador y se retira con cuidado el tornillo para no afectar a la capa de la película. Con un encendedor, se comprueba la superficie para ver si se ha completado el aislamiento hermético. Si el aislamiento hermético no es completo o se rompe, el disolvente arde o dará un fogonazo. Las llamas se extinguen por asfixia y se registra el resultado. Se forma un aislamiento hermético estable si después de dos minutos a partir del momento en que se ha formado el aislamiento hermético, el combustible no arderá cuando se aproxime una llama a la superficie del combustible.

### 25 3. *Ensayo de laboratorio del tiempo de drenaje y la expansión de la espuma*

30 Se preparan 100 ml de una premezcla que se va a someter a ensayo con agua del grifo o con agua del mar artificial (como la definida en ASTM D1141). Se vierten 100 ml de premezcla en un mezclador Waring con un bote de vidrio. A la velocidad de mezcla, la solución de la premezcla se mezcla durante 20 segundos. La espuma generada se vierte en un cilindro graduado de 1000 ml. Se registra la altura de la espuma y se calcula la relación de la expansión de la espuma dividiendo el volumen de la espuma (ml) entre el peso de la espuma (g). Se registra el tiempo que transcurre entre el momento en que se ha parado el mezclador y el drenaje en el cilindro graduado alcanza 25,0 ml. Este tiempo se denomina tiempo de drenaje de 1/4.

### 35 4. *Ensayo de laboratorio para comprobar la estabilidad de la espuma con heptano caliente*

40 Este ensayo se puede llevar a cabo para determinar cual de los muchos HMW-FP (polímeros fluorados de alto peso molecular) puede ser útil y qué concentración puede ser necesaria para proporcionar el comportamiento extintor del fuego deseado.

45 El polímero o mezcla de polímeros que se va a evaluar se formula, normalmente, con un contenido de flúor de aproximadamente 0,3-0,5% en un concentrado líquido sintético al 3% (Blanco A, Tabla 1). El concentrado se hace en una premezcla y luego se transforma en espuma usando el procedimiento de Método de ensayo 3, descrito anteriormente.

50 Se calienta el heptano a aproximadamente 73°C y se vierten 150 ml en cada uno de los dos vasos de precipitados de 1000 ml puestos en paneles aislantes al nivel de 150 ml. Cuando la temperatura alcanza aproximadamente 70°C, se vierten en cada vaso de precipitados 150 ml de espuma previamente hecha. El tiempo empieza a contar tan pronto como cada capa de heptano está totalmente cubierta de espuma. Nota: El agua puede inmediatamente empezar a drenar desde la espuma y pasa a través del heptano hasta el fondo del vaso de precipitados. A medida que la espuma continúa el drenaje y se descompone, rompen las burbujas de vapor cerca de la superficie del heptano, como si fuera con una pipeta. Finalmente, la capa de espuma se hace más delgada y la capa de heptano rompe hacia el aire. Cuando la capa de heptano comienza a romper de forma que aproximadamente el 1% de la superficie del heptano está abierta, se para el temporizador. El tiempo de vida de la espuma se calcula mediante la ecuación:

$$60 \text{ Tiempo de vida de la espuma (minutos)} = FO_t - FC_t \quad (2)$$

donde,

65  $FC_t$  = Tiempo transcurrido hasta cubrirse de espuma

$FO_t$  = Tiempo transcurrido hasta que abre la espuma en 1%.

## ES 2 278 042 T3

El tiempo de vida de la espuma incluye el promedio de dos o más medidas desde el momento en que se cubre de espuma hasta el momento en que la espuma se rompe. Los polímeros o mezclas de polímeros útiles pueden tener tiempos de vida de la espuma iguales o superiores a 30 minutos, 40 minutos, 50 minutos, 60 minutos o más. Después de aproximadamente 60 minutos, u otro periodo de tiempo asignado, la espuma restante se decanta desde el vaso de precipitados y se pesa. A modo de ejemplo, la fórmula del Blanco A discutida más adelante tenía un tiempo de vida de espuma de únicamente 6,7 minutos y toda la espuma desapareció en 7,5 minutos.

### 5. El ensayo de fuego (heptano) de Clase B, en la parte superior, según UL 162 Tipo III, para agentes AFFF

Este ensayo se puede usar para comprobar los concentrados líquidos sintéticos como premezclas en agua del grifo y en agua de mar sintética. En los ejemplos aquí presentados, este ensayo se usó para concentrados líquidos sintéticos al 3%. Para cada ensayo con fuego, se cargaron ~250 litros de heptano en una artesa UL de acero de alta densidad, de ~4,645 m<sup>2</sup>, con suficiente agua en el fondo para dar al menos 20,3 cm de altura en la pared lateral. Se puso en un soporte una boquilla aspiradora de tipo del Ejército de EE.UU. ajustada para dar un caudal de ~9,092 litros por minuto. Se enciende el fuego, se deja que arda durante 60 segundos, y se dirige luego la espuma dirigida directamente sobre la superficie del combustible hasta que el fuego se extingue aproximadamente en un 75%. Después de ello, se puede mover la boquilla para dirigir la corriente de espuma hacia atrás y hacia delante, a través de la superficie, hasta que se obtiene la extinción de aproximadamente el 90% (tiempo de control), momento en el que el fuego puede ser combatido desde dos lados de la artesa. Se registran los tiempos cuando hay un control del 90% y en la extinción. Se continúa la aplicación de espuma durante un total de 3 minutos.

Aproximadamente a los 8 minutos, se pone un tubo de acero para salida de humos de ~0,0929 m<sup>2</sup>, a 0,03048 m de cada lado de la última esquina extinguida y se retira toda la espuma dentro del tubo. Después de esperar 9 minutos, desde que se ha cortado la espuma, se prende el combustible dentro del tubo y se deja que arda durante 1 minuto. Se retira luego el tubo y se empieza a contar el tiempo de reactivación del fuego. Cuando el fuego aumenta hasta un 20% del área de la artesa, se registra el tiempo de reactivación del fuego.

La calidad de la espuma se mide tomando la relación de expansión y el tiempo de drenaje desde la boquilla después de la realización del ensayo con fuego.

Un producto AFFF pasa el ensayo con fuego, Clase B, en la parte superior, según UL 162 tipo III, extinguiendo antes de 3 minutos y teniendo una reactivación del fuego igual o superior a 5 minutos. Los productos más fuertes dan tiempos de extinción más cortos y de reactivación del fuego, más largos.

### 6. El ensayo de fuego con isopropanol, Clase B, en la parte superior, según UL 162 Tipo III, para agentes AFFF

Este ensayo usa la misma artesa de ~4,645 m<sup>2</sup> como en el ensayo anterior del heptano (5), pero ahora la espuma se aplica a una de las paredes del fondo en vez de directamente en el combustible. La tasa de aplicación es de ~20,4575 l/m o ~4,40 l/m<sup>2</sup> desde una boquilla situada sobre un soporte. Durante la aplicación de la espuma no se permite tocar ni mover la boquilla. Se ponen en la artesa ~250 litros de isopropanol (no agua), se toma la temperatura y se prende fuego. Después de un minuto de preignición, comienza la aplicación de la espuma. La espuma se aplica durante cinco minutos, mientras, se registran los tiempos de control y de extinción.

Aproximadamente a los 13 minutos del final de la aplicación de la espuma, se pone un tubo de acero para salida de humos de ~0,0929 m<sup>2</sup>, a 0,03048 m de cada lado de la última esquina extinguida y se retira toda la espuma dentro del tubo. Después de esperar 15 minutos desde que se ha cortado la espuma, se prende el combustible dentro del tubo y se deja que arda durante 1 minuto. Se retira luego el tubo y se empieza a contar el tiempo de reactivación del fuego. Cuando el fuego aumenta hasta un 20% del área de la artesa, se registra el tiempo de reactivación del fuego.

La calidad de la espuma se mide tomando la relación de expansión y el tiempo de drenaje desde la boquilla después de la realización del ensayo con fuego.

Un producto AR-AFFF (polar) pasa este ensayo con fuego extinguiendo antes de 5 minutos y teniendo una reactivación del fuego igual o superior a 5 minutos. Los productos más fuertes dan tiempos de extinción más cortos y de reactivación del fuego, más largos.

### 7. El ensayo de fuego, Clase B, en la parte superior, según UL 162 Tipo III, para agentes fluoroproteínicos (FP)

Este ensayo se puede usar para comprobar concentrados líquidos como premezclas en agua del grifo y en agua de mar sintética. En los ejemplos aquí presentados, este ensayo se usó sobre concentrados sintéticos al 3%. Para cada ensayo con fuego, se cargan ~250 litros de heptano en una artesa UL, de acero de alta densidad, de ~4,645 m<sup>2</sup>, con suficiente agua en el fondo para dar al menos 20,3 cm de altura en la pared lateral. Se puso en un soporte una boquilla aspiradora de tipo del Ejército de EE.UU. ajustada para dar un caudal de ~13,638 litros por minuto. Se enciende el fuego, se deja que arda durante 60 segundos, y luego se dirige la espuma directamente sobre la superficie del combustible hasta que el fuego se extingue aproximadamente en un 75%. Después de ello, se puede mover la boquilla para dirigir la corriente de espuma hacia atrás y hacia delante, a través de la superficie, hasta que se obtiene la extinción de aproximadamente el 90% (tiempo de control), momento en el que el fuego puede ser combatido desde dos lados

## ES 2 278 042 T3

de la artesa. Se registran los tiempos cuando hay un control del 90% y en la extinción. Se continúa la aplicación de espuma durante un total de 5,0 minutos.

Aproximadamente a los 14 minutos, se pone un tubo de acero para salida de humos de  $\sim 0,0929 \text{ m}^2$ , a 0,030 m de cada lado de la última esquina extinguida y se retira toda la espuma dentro del tubo. Después de esperar 15 minutos desde que se ha cortado la espuma, se prende el combustible dentro del tubo y se deja que arda durante 1 minuto. Se retira luego el tubo y se empieza a contar el tiempo de reactivación del fuego. Cuando el fuego aumenta hasta un 20% del área de la artesa, se registra el tiempo de reactivación del fuego. La calidad de la espuma se mide tomando la relación de expansión y el tiempo de drenaje desde la boquilla después de la realización del ensayo con fuego.

Un producto FP pasa este ensayo con fuego extinguiendo antes de 5 minutos y teniendo una reactivación del fuego igual o superior a 5 minutos. Los productos más fuertes dan tiempos de extinción más cortos y de reactivación del fuego, más largos. Hay que indicar que los FP cuando se comparan con los agentes AFFF se aplican a razón de  $\sim 2,94 \text{ l/m}^2$  frente a  $\sim 1,984 \text{ l/m}^2$  y durante dos minutos más que los agentes AFFF; se requiere para los FP una reactivación del fuego superior a 21 minutos como mínimo, frente a 15 minutos para los agentes AFFF.

### Ejemplos

Se usaron tres concentrados tensioactivos sintéticos simples al 3% para los ejemplos dados en esta solicitud de patente; más adelante se dan los blancos A, B y C.

TABLA 1

Componente	Blanco A	Blanco B	Blanco C
	como 100%	como 100%	como 100%
Polímero fluorado de alto peso molecular (HMW-FP)	0	0	0
Agente tensioactivo fluorado	0	0	0
Chemguard HS-100	0	0,7	0
Cocoamidopropil-hidroxi- propil-betaína	0,8	0,8	0,8
Decilsulfato de sodio	4,5	4,5	5,4
Polisacárido	0	0	0,8
Butil-carbitol	5,0	5,0	5,0
Sulfato de magnesio	2,0	2,0	2,0
Agua	87,7	87,0	86,0

Chemguard HS-100 es un agente tensioactivo hidrocarbonado aniónico que se puede conseguir comercialmente, fabricado por Chemguard Inc., al 45% de sólidos en agua. La cocoamidopropil-hidroxi-  
propil-betaína usada era la que se podía conseguir como Chembetaine CAS, que una cocoamidopropil-hidroxi-  
propil-betaína con un 50% de sólidos, que se puede conseguir de Chemron. El decilsulfato de sodio usado era el que se puede conseguir como Sulfochem NADS, que es un decilsulfato de sodio en agua con un 30% de sólidos, que se puede conseguir de Chemron. El polisacárido era goma xantano ADM, de ADM. El éter de glicol DB es butil-carbitol o 2-(2-butoxi)etanol y se carga el sulfato de magnesio como heptahidratado.

## ES 2 278 042 T3

TABLA 2a

Agentes no polares al 3%	Blanco A	A1	A2	A3	A4a	A4b	A5
Polímero fluorado de alto PM (HMW-FP)	nada	5100	FP-111	FP-211	5011	5011	EMP68
% de flúor en concentración	nada	0,30	0,30	0,40	0,27	0,45	0,37
<b>Ensayos con agua de grifo</b>							
Tensión superficial*	24,6	21,6	20,3	22,1	24,3	24,3	23,0
Tensión interfacial**	0,7	2,3	2,1	2,5	3,4	3,5	2,3
Coefficiente de dispersión	-0,6	+0,8	2,3	+0,1	-3,0	-3,1	-0,6
Aislamiento hermético del ciclohexano %	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ensayo de inflamación	Fallo	Fallo	Fallo	Fallo	Fallo	Fallo	fallo
* mN/m							
** mN/m, contra ciclohexano							

# ES 2 278 042 T3

TABLA 2b

Agentes no polares al 3%	Blanco A	A6	A7	A8
Polímero fluorado de alto PM (HMW-FP)	nada	5100/FP-111	5100/FP-211	5100/5011
% de flúor en concentración	nada	0,15/0,15	115/0,20	0,15/0,14
<b>Ensayos con agua de grifo</b>				
Tensión superficial*	24,6	20,3	21,6	23,1
Tensión interfacial**	0,7	2,4	2,3	2,7
Coefficiente de dispersión	-0,6	+2,0	+0,8	-1,1
Aislamiento hermético de ciclohexano (%)	<10	<10	<10	<10
Ensayo de inflamación	Fallo	Fallo	Fallo	fallo
* mN/m				
** mN/m, contra ciclohexano				

ES 2 278 042 T3

TABLA 2c

5	<b>Agentes no polares al 3%</b>	<b>Blanco B</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4a</b>
10	Polímero fluorado de alto PM (HMW-FP)	nada	5100	FP-111	FP-211	5011
15	% de flúor en concentración	nada	0,30	0,30	0,40	0,27
20	<b>Ensayos con agua de grifo</b>					
25	Tensión superficial*	24,8	22,5	20,4	19,6	24,4
30	Tensión interfacial**	3,0	2,3	2,3	2,2	2,3
35	Coefficiente de dispersión	-3,1	-0,1	+2,0	+2,9	-2,0
40	Aislamiento hermético de ciclohexano (%)	<10	<10	<10	<10	<10
45	Ensayo de inflamación	Fallo	Fallo	Fallo	Fallo	Fallo
	* mN/m					
	** mN/m, contra ciclohexano					

Lodyne 5100, se puede conseguir de Ciba Speciality Chemicals Corporation, y contiene 6,5 de flúor como tal. Chemguard FP-111 y Chemguard FP-211, mediante ensayo tenían 3,3% de flúor, como tal, cada una de ellas. Dynax 5011 de Dynax Corporation, mediante ensayo tenía 6,3% de flúor, como tal, mientras que Forafac EMP68 de Atofina tenía 6,2% de flúor, como tal.

TABLA 3a

50	Ensayo de estabilidad de la espuma con heptano caliente							
55	<b>Agentes no polares al 3%</b>	<b>Blanco A</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4a</b>	<b>A4b</b>	<b>A5</b>
60	Vida espuma (min.)	6,7	>60	>60	>60	7,7	16,2	20,0
65	Peso de espuma (g)	0	3,6	4,1	2,4	0	0	0

ES 2 278 042 T3

TABLA 3b

Ensayo de estabilidad de la espuma con heptano caliente			
Agentes no polares al 3%	A6	A7	A8
Vida de la espuma (min.)	>60	>60	>60
Peso de la espuma (g)	3,5	4,7	3,5

TABLA 4a

Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 Tipo III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m <sup>2</sup>							
Agentes no polares al 3%	Blanco A	A1	A2	A3	A4a	A4b	A5
Heptano, °C	30	27,2	27,2	27,8	25	27,2	26,1
Agua, °C,	30	27,2	28,9	30	25	28,9	28,9
Tiempo de control*	2,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,3	1,8
Tiempo extinción*	Nada	2,8	2,7	2,0	2,4	2,3	3,2
Tiempo reactivación del fuego	N/R	>9,0 <sup>1</sup>	8,0	>10,0 <sup>2</sup>	0	0	0
Expansión de espuma	6,7	6,9	5,6	9,3	9,2	9,1	5,7
1/4 drenaje espuma	4,2	3,4	2,6	3,4	3,7	3,6	3,2
*Tiempo en minutos							
1 Quemado únicamente el 6% a los 8,0 minutos							
2 Quemado únicamente el 1% a los 9,0 minutos							

TABLA 4b

Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 Tipo III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m <sup>2</sup>				
Agentes no polares al 3%	Blanco A	A6	A7	A8
Heptano, °C	30	27,2	25	27,2
Agua, °C,	30	28,9	27,2	27,8
Tiempo de control*	2,8	1,9	1,3	1,3
Tiempo extinción*	Nada	3,0	2,1	2,3
Tiempo reactivación del fuego	N/R	6,8	7,6	7,3
Expansión de espuma	6,7	5,6	8,6	8,0
1/4 drenaje espuma	4,2	3,1	3,4	3,6
*Tiempo en minutos				

# ES 2 278 042 T3

## TABLA 5

Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 Tipo III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m <sup>2</sup>						
<b>Agentes no polares al 3%</b>	<b>Blanco B</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
Tipo de agua	Grifo	Grifo	Grifo	Grifo	Mar	Mar
Heptano, °C	27,8	27,2	26,7	27,2	27,8	23,9
Agua, °C,	32,2	30	26,7	30	32,2	26,1
Tiempo de control*	1,3	1,0	1,1	1,3	1,1	1,0
Tiempo extinción*	Nada	2,0	2,2	2,3	2,0	1,8
Tiempo reactivación del fuego	N/R	>8,0 <sup>1</sup>	>9,0 <sup>2</sup>	7,0 <sup>2</sup>	5,7	>8,0
Expansión de espuma	6,1	8,6	7,3	8,3	7,3	6,3
1/4 drenaje espuma*	4,0	3,4	5,1	4,3	4,5	3,5
*Tiempo en minutos						
1 Quemado únicamente el 6% a los 8,0 minutos						
2 Quemado únicamente el 1% a los 9,0 minutos						

## TABLA 6

Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m <sup>2</sup>				
	<b>Blanco C</b>	<b>C1</b>	<b>C6</b>	<b>C8</b>
HMW-FP	Nada	5100	5100/FP-111	5100/5011
‡ Flúor en conc.	0	0,30	0,15/0,15	0,15/0,14
Heptano, °C	27,8	27,2	26,1	25
Agua, °C,	28,4	25,6	25,6	25
Tiempo de control*	2,8	1,4	1,9	1,2
Tiempo extinción*	Nada	2,7	3,0	2,4
Tiempo reactivación del fuego	N/R	7,5	5,4	1,7
Expansión de espuma	8,6	6,9	5,9	8,8
1/4 drenaje espuma	4,7	8,3	7,4	7,6
*Tiempo en minutos				

ES 2 278 042 T3

TABLA 7

5 Ensayos con fuego en isopropanol, Clase B, UL 162 Tipo II, 3% en agua del grifo, ~4,40 l/m<sup>2</sup>

Agentes polares 3X3	Blanco C	C1	C6	C7	C8
HMW-FP	Nada	5100	5100/FP-111	5100/FP-211	5100/5011
% de flúor en conc.	0	0,30	0,15/0,15	0,15/0,20	0,15/0,14
IPA, °C	22,8	27,8	11,1	14,4	15,6
Tiempo de control*	Nada <sup>1</sup>	1,7	1,3	1,3	1,4
Tiempo extinción*	Sólo 2% <sup>1</sup>	3,0	2,5	2,3	2,8
Tiempo reactivación del fuego	N/R	7,2	6,2	9,8	1,8
Expansión de espuma	9,5	7,5	6,3	7,4	8,8
1/4 drenaje espuma*	6,5	7,2	6,0	5,7	5,4

25 \*Tiempo en minutos  
1 Después de 3,3 minutos de aplicación de espuma, únicamente está extinguido el 2%, de forma que se para el ensayo con una unidad de reserva.

TABLA 8a

35 Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 Tipo III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m<sup>2</sup>

Agentes no polares al 3%	A9	A9	A10	A10	A11
Componentes	A1+1157N	A1+1157N	A2+1157N	A2+1157N	A+1157N
% de flúor en conc.	0,30/0,10	0,30/0,10	0,30/0,10	0,30/0,10	0,10
Tipo de agua	Grifo	Mar	Grifo	Mar	Grifo
Heptano, °C	23,9	21,1	25	25	22,2
Agua, °C	23,9	22,2	28,9	25	25
Tiempo de control**	1,2	1,1	1,1	1,1	1,6
Tiempo extinción**	2,3 <sup>1</sup>	2,7	2,5	2,2	2,8
Tiempo reactivación del fuego**	8,2	8,2	16,5	8,5	2,2
Expansión de espuma	7,6	6,8	5,9	5,3	8,3
1/4 drenaje espuma**	2,7	4,0	3,7	3,2	3,0
Tensión superficial	21,0	-	20,2	-	19,8
Tensión interfacial	2,7	-	2,6	-	1,8
Coefic. dispersión	+1,0	-	+1,9	-	+3,1

65 \*Los trazos indican que no hay datos disponibles. \*\* Tiempo en minutos

# ES 2 278 042 T3

TABLA 8b

Ensayos con fuego en heptano, Clase B, UL 162 Tipo III, 3% en agua del grifo, ~1,948 l/m <sup>2</sup>				
Agentes no polares al 3%	A12	A12	A13	A14
Componentes	A+1157N	A+1157N	A+1157N	A+1157N
% de flúor en conc.	0,20	0,20	0,30	0,40
Tipo de agua	Grifo	Mar	Mar	Mar
Heptano, °C	25	25,6	25,6	25,6
Agua, °C	28,4	19,4	29,4	31,1
Tiempo de control**	1,3	1,2	1,0	0,9
Tiempo extinción**	2,4	2,0	1,7	1,4
Tiempo reactivación del fuego**	6,1	3,4	3,7	7,6
Expansión de espuma	8,5	9,1	8,6	8,5
1/4 drenaje espuma**	3,3	2,7	2,7	2,4
Tensión superficial	18,7 <sup>1</sup>	-	18,5 <sup>1</sup>	18,3 <sup>1</sup>
Tensión interfacial	2,3 <sup>1</sup>	-	2,3 <sup>1</sup>	2,3 <sup>1</sup>
Coefic. dispersión	+3,7 <sup>1</sup>	-	+3,9 <sup>1</sup>	+4,1 <sup>1</sup>
*Los trazos indican que no hay datos disponibles.				
** Tiempo en minutos				
1 Medido en agua del grifo				

### Blancos A, B y C

Las composiciones de ejemplos Blanco A, B y C se dan en la Tabla 1. El Blanco A es el concentrado tensioactivo usado para la evaluación de los HMW-FP como en las Tablas 3a y 3b usando el Ensayo de estabilidad de la espuma con heptano caliente. Éste es un concentrado básico y no un concentrado optimizado. Los HMW-FP, que incluyen productos individuales o mezclas, se pueden evaluar desde aproximadamente un contenido de flúor de 0,3 a 0,5% en un concentrado espumógeno sintético líquido al 3%.

El Blanco A (Tabla 3A) dio únicamente 6,7 minutos de vida de la espuma como se determinó mediante el Ensayo de estabilidad de la espuma con heptano caliente (Ensayo 4) y falló el ensayo con fuego de Clase B, según UL 162 (Tabla 4a). A los 3,0 minutos, el Blanco A había extinguido únicamente el 95% del fuego y únicamente el 98% cuando la espuma se agotó a los 3,8 minutos, por lo tanto, no se pudo realizar el ensayo de reactivación del fuego. A los 5,0 minutos, después de parar la aplicación de la espuma, toda la espuma había desaparecido. Este comportamiento es representativo de las espumas humectantes de Clase A y UL, sobre combustibles de Clase B a ~9,092 litros/minuto o ~1,948 l/m<sup>2</sup>). Normalmente, las espumas de Clase A requieren velocidades de aplicación más altas de ~13,64-22,73 l/minuto para extinguir el fuego de Clase B en un tiempo inferior a 3,0 minutos. Sin embargo, incluso con esta velocidad de aplicación más alta, las espumas de Clase A normalmente no han dejado espuma al comienzo del tiempo de reactivación del fuego.

En el ensayo con fuego de Clase B, según UL 162, el Blanco B, que utilizó el Blanco A más Chemguard HS-100 con 0,8 de sólidos, el fuego se extinguió en un 99,5% a los 3,0 minutos, pero continuaron ardiendo pequeñas llamas a lo largo de los bordes y aumentaron en intensidad después de 1,0 minuto, por lo tanto no se pudo realizar el ensayo de reactivación del fuego.

## ES 2 278 042 T3

El Blanco c (Tabla 1), que utilizó el Blanco A más polisacáridos con 0,8% de sólidos y 0,9% de Chembetaine CAS, únicamente extinguió el 90% del fuego de Clase B, según UL 162 (Tabla 6) en 3,0 minutos. El Blanco C, por los tanto, falló el ensayo de fuego en heptano, de Clase B, según UL 162.

### 5 *Muestras de referencia A1-A8*

Las composiciones de las muestras A1-A8 se dan en las Tablas 1, 2a, y 2b. Todos estos concentrados se prepararon mediante la adición del HMW-FP al Blanco A: Lodyne 5100, Chemguard FP-111, Chemguard FP-211, Dynax 5011; Forafac EMP68-II, y sus mezclas.

Las tensiones superficial e interfacial medidas en agua del grifo frente al aire y al ciclohexano respectivamente, se dan en las Tablas 2a y 2b. Se indicó que el Blanco A tenía tanto la tensión superficial más alta como la tensión interfacial más baja y un coeficiente de dispersión negativo de -0,6 mN/m. De las composiciones que contienen los polímeros fluorados, A1-A8, la tensión superficial más alta era de 24,3 mN/m (A4a y A4b con Dynax 5011) y la más baja era de 20,3 mN/m (A2 y A6 con Chemguard FP-111). Había menos dispersión en las tensiones interfaciales con un valor alto de 3,5 mN/m y un valor bajo de 2,1 mN/m. Por lo tanto, los coeficientes de dispersión se calcularon tan bajos como -3,1 mN/m, hasta tan altos como +2,3 mN/m. Sin embargo, aunque 5 de las 10 composiciones tenían coeficientes de dispersión positivos, ninguna de la premezclas se dispersó más del 10% sobre el heptano e inmediatamente todo se incendió y se quemó cuando se aproximó una llama a la superficie del ciclohexano.

Aquellas muestras que no contenían agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado, aunque en algunos casos tuvieran coeficientes de dispersión positivos, no aislaron herméticamente el ciclohexano ni evitaron la ignición ni el quemado del vapor. Por eso, no son, por definición, composiciones AFFF.

Ensayo de laboratorio para comprobar la estabilidad de la espuma con heptano caliente (Ensayo 4), para las muestras A1-A8 (Tablas 3a y 3b) se usó para seleccionar los HMW-FP adecuados. Los HMW-FP, que incluyen productos individuales o mezclas, se pueden evaluar con un contenido de flúor de aproximadamente 0,3% a 0,5% en un concentrado espumógeno líquido sintético, como tal.

A partir de las Tablas 3a y 3b, se ve que seis de las diez muestras tenían tiempos de vida de la espuma que excedían los 60 minutos. Las muestras A4a y A4b, que contenían Dynax 5011; la muestra A5, que contenía Forafac EMP68-II; y el Blanco A, tenían cada una de ellas unos tiempos de vida que estaban por debajo de 60 minutos, e incluso por debajo de 30 minutos.

Se descubrió que una mezcla 50/50 de Lodyne 5100/Dynax 5011 (Muestra A8), proporcionaba, sin embargo, un tiempo de vida de la espuma superior a 60 minutos, como se hicieron mezclas de Lodyne 5100/Chemguard FP-111 (Muestra A6) y Lodyne 5100/Chemguard FP-211 (A7).

Las Tablas 4a y 4b exponen la realización de los ensayos con fuego de Clase B, sobre una artesa cuadrada de ~4,645 m<sup>2</sup>, de acero UL, con ~250 litros de heptano. La velocidad de aplicación de la espuma fue de ~9,092 litros/minuto o ~1,948 l/m<sup>2</sup>. Todos los fuegos se efectuaron sobre combustible a 25-30°C y una capa inferior de agua a 25-30°C. El Blanco A y A5 fueron los únicos concentrados al 3% que fallaron al extinguir el fuego dentro del periodo de tiempos requerido de 3,0 minutos. El Blanco A también falló en el ensayo de reactivación del fuego requerido (5,0 minutos), como lo hicieron A4a, A4b, y A5. Esto se esperaba basándose en sus pobres comportamientos en el ensayo del heptano caliente con tiempos de vida de la espuma muy inferiores a 60 minutos o incluso a 30 minutos. En efecto, las composiciones que no pueden durar 60 minutos o incluso 30 minutos en el ensayo del heptano caliente no pueden tener la estabilidad necesaria para satisfacer los requisitos del ensayo de reactivación del fuego, según UL 162, equivalente a una retención de 15 minutos después de parar la aplicación de la espuma.

Se observó un excepcional comportamiento en la reactivación del fuego con las composiciones A1, A2, y A3 con Lodyne 5100 y Chemguard FP-111 y FP-211. Tenían mejor comportamiento en la reactivación del fuego que muchos agentes AFFF que contienen más de 0,4% de flúor en sólidos en forma de agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados. Las relaciones de expansión y los tiempos de drenaje estuvieron bien dentro de los valores esperados para buenos agentes extintores del fuego.

Las composiciones A1, A2, A3, A6, A7, y A8 satisficieron los requisitos del ensayo de fuego de Clase B, según UL 162, para agentes AFFF con únicamente 0,30 a 0,40% de flúor, aunque no se clasificaran como tales.

### *Muestras de referencia B1-B4a*

Las composiciones de las muestras B1-B4a vienen dadas en las Tablas 1 y 2c. Todos estos concentrados se preparan mediante la adición de los siguientes HMW-FP al Blanco B: Lodyne 5100, Chemguard FP-111, Chemguard FP-211, y Dynax 5011.

La tensión superficial y la interfacial medidas en agua del grifo frente a aire y ciclohexano, respectivamente, vienen dadas en la Tabla 2c. Hay que indicar que el Blanco B no tenía ni la tensión superficial más alta ni la tensión interfacial más alta y un coeficiente de dispersión negativo de -3,1 mN/m. De las composiciones que contienen los polímeros fluorados, B1-B4a, la tensión superficial más alta era de 24,4 mN/m (B4a con Dynax 5011) y la más baja era de 19,6

## ES 2 278 042 T3

mN/m (B3 con Chemguard FP-211). Hubo una dispersión menor en las tensiones interfaciales con un valor alto de 3,0 mN/m y un valor bajo de 2,2 mN/m. Por lo tanto, los coeficientes de dispersión se calcularon tan bajos como -3,1 mN/m y tan grandes como +2,9 mN/m. Sin embargo, aunque 2 de las 5 composiciones tenían coeficientes de dispersión positivos, ninguna de las premezclas se dispersó más del 10% en el heptano y todas se incendiaron inmediatamente y se quemaron cuando se aproximó una llama a la superficie del ciclohexano.

Las composiciones que no contenían agentes tensioactivos formados por compuestos químicos fluorados, aún teniendo en algunos casos coeficientes de dispersión positivos, no formaron un aislamiento hermético sobre el ciclohexano ni impidieron el incendio inmediato del vapor ni su combustión.

De la Tabla 5, únicamente el Blanco B falló el ensayo del fuego según UL 162 (es decir, tiempo de extinción <3 minutos, tiempo de reactivación del fuego >5 minutos), mientras que todas composiciones que contienen HMW-FP elegidas a partir del ensayo del heptano caliente (Ensayo 4) de las Tablas 3a y 3b los pasaron fácilmente. Hay que indicar que incluyendo Chemguard HS-100 en el Blanco B, en general dio tiempos de control y tiempos de extinción más rápidos. Comparando la muestra A1 con la B1 y A2, los tiempos de extinción se redujeron en 0,8 y 0,5 minutos, respectivamente. De nuevo, el comportamiento en la reactivación del fuego fue excepcional para B1 y B2 hechos con Lodyne y Chemguard FP-111.

La tabla 5 muestra los datos de comportamiento del agua del mar para B1 y B, que satisfacen completamente los requisitos del ensayo del fuego de Clase B, según UL 162, para agentes AFFF.

### *Muestras de referencia C1, C6, C7, C8*

Los agentes de tipo polar extintores del fuego se pueden preparar fácilmente usando los HMW-FP como los aquí descritos. Estas composiciones, conocidas como productos 3X3 se pueden usar en tasas de dilución del 3% tanto sobre fuegos polares como no polares. Las composiciones de los ejemplos C1, C6, C7 y C8 vienen dadas en las Tablas 1, 6 y 7. Todos estos concentrados se preparan mediante la adición de los siguientes HMW-FP al Blanco C: Lodyne 5100, y mezclas de Lodyne 5100 y Chemguard FP-111, Chemguard FP-211, y Dynax 5011. El Blanco C es similar al Blanco A con la adición de únicamente 0,8% de sólidos de polisacárido y 0,9% de sólidos de Chembetaine CAS. El contenido de polisacárido se mantuvo bajo para obtener una mejor medida de la fuerza de los HMW-FP para formar barreras de vapor sobre el isopropanol.

La Tabla 6 muestra los ensayos de fuego de Clase B Tipo III, con heptano, según UL 162, con el Blanco C, C1, C6 y C8; todos al 3%. El Blanco C no extinguió el fuego, por lo tanto no hubo reactivación del fuego. C8 proporcionó una buena extinción pero falló en el ensayo de la reactivación del fuego. C1 y C6 pasaron todos los requisitos de comportamiento frente al fuego de Clase B, Tipo III, según UL 162, aunque C6 apenas pasó el tiempo de extinción. Basándonos en los datos procedentes de las formulaciones de Chemguard HS-100, se espera que las formulaciones C puedan acelerar (extinción) con la adición de este agente tensioactivo hidrocarbonado. La Tabla 7 describe ensayos con fuego de Clase B, Tipo II, según UL 162, sobre isopropanol a ~20,4575 l/minuto o una densidad de aplicación de ~4,40 litros/m<sup>2</sup>, como se describió anteriormente (Ensayo 6); todo al 3%. El Blanco C falló en el comportamiento frente al fuego por no controlar el fuego con isopropanol. La necesidad de extra-estabilizadores de la espuma como se describe en la técnica se demuestra en este fallo. Las muestras C1, C6, C7 y C8 pasaron los requisitos del ensayo con fuego de Clase B con buenos tiempos de extinción y de reactivación del fuego. Únicamente C8 que contenía una mezcla de Lodyne 5100 y Dynax 5011 falló en el ensayo y luego únicamente la reactivación del fuego.

### *Muestras A9-A10 + muestras de referencia A11-A14*

Las Tablas 8a y 8b contienen datos que muestran el comportamiento del fuego de Clase B con heptano, según UL162, cuando se añaden niveles bajos de Forafac 1157N a las composiciones A1 y A2. Forafac 1157N, fabricado por Atocina, es un agente tensioactivo anfótero formado por compuestos químicos fluorados usado para los agentes AFFF y AR-AFFF. El producto AFFF listado en las normas UL con contenido más bajo de flúor del 3%, que usa solamente Forafac 1157N, se sabe que contiene 0,43% de flúor.

Las muestras A9 y A10 son equivalentes a las A1 y A2 con la adición de únicamente 0,10% de flúor procedente de Forafac 1157N a cada una de ellas. Hay que indicar que se redujeron los tiempos de extinción del fuego, mientras que aumentaron los tiempos de reactivación del fuego. A2 en agua del grifo tuvo un tiempo de reactivación del fuego de 16,5 minutos. El comportamiento tanto con agua del mar como con agua del grifo fue similar. Este comportamiento se obtuvo a pesar de no haber un cambio apreciable en los coeficientes de dispersión para la conversión de A1 en A9, yendo de +1,6 a +1,8 mN/m. El coeficiente de dispersión para la conversión de A2 en A10 cayó, yendo de +3,1 (A2) a +2,7 (A10) mN/m.

Si indicó que ni A9 ni A10 se dispersaron sobre ciclohexano y el incendio súbito tiene lugar inmediatamente al realizar el ensayo de la llama. Por lo tanto, ninguna de estas composiciones, a pesar de la presencia de agente tensioactivo fluorado con un nivel del 0,105 de flúor en el concentrado al 3%, puede considerarse agente AFFF.

## ES 2 278 042 T3

Los ejemplos A11 al A14 han añadido únicamente agente tensioactivo fluorado al Blanco A; no se añade HMW-FP. A12 con 0,20% de flúor procedente de Forafac 1157N fue la primera composición al 3% en pasar el ensayo con fuego de Clase B, según UL 162, pero únicamente en agua del grifo; el ensayo con fuego y agua del mar con A12 no pasó la especificación de la reactivación del fuego fallando a los 3,4 minutos. A13 con 0,30% de flúor también falló el ensayo de reactivación del fuego en agua de mar. No se obtuvo un paso del ensayo en agua de mar hasta A14, cuando se cargó Forafac 1157N en un nivel de 0,40% de flúor en el concentrado al 3%.

Incluso a un nivel tan alto de agente tensioactivo fluorado, A14 tenía todavía un más pobre comportamiento frente a la reactivación del fuego que o bien A9 o A10 con solo 0,10% de flúor como agente tensioactivo fluorado. Además, A14 no sería un agente 3X3 polar aceptable únicamente con la adición de 0,8% de polisacárido y 0,9% de Chembetaine CAS como lo fueron los concentrados sintéticos al 3% A1, A6 y A7 en la conversión a C1, C6 y C7 con únicamente el 0,30% de flúor como polímero.

Se llevaron a cabo los ensayos de aislamiento hermético del ciclohexano desde A11 a A14 en un 3% en agua del grifo para determinar las propiedades de los AFFF. A11 con 0,10% de flúor no aisló herméticamente e inmediatamente se incendió al intentar la ignición. A12, con 0,20% de flúor, se dispersó sobre el ciclohexano, pero inmediatamente se incendió al intentar la ignición. A13 (0,30% de flúor) y A14 (0,40% de flúor), aislaron herméticamente ambos el ciclohexano y pasaron el ensayo de ignición. Por lo tanto, se requería un nivel mínimo de agente tensioactivo fluorado Forafac 1157N igual a 0,30% de flúor para dar un verdadero agente AFFF usando el Blanco A. Sin embargo, no se obtuvo un comportamiento aceptable frente a la reactivación del fuego, según UL 162, en agua del mar hasta que el agente tensioactivo fluorados no estuvo presente con un 0,40% de flúor. Hay que indicar que se requirió un SC de 3,9-4,1 para conseguir un comportamiento de agente AFFF en el ensayo de aislamiento hermético del ciclohexano.

(Tabla pasa a página siguiente)

## ES 2 278 042 T3

Muestras de referencia D1 - D3

TABLA 9

5

Ensayos con fuego de Clase B, Tipo III, en heptano, según UL 162, 3% agua del grifo, ~2,94 l/m<sup>2</sup>

10

<b>Componentes</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>
	como tal, %	como tal, %	como tal, %
Chemguard FP-111	2,0	2,0	2,0
Agente tensioactivo fluora- do	0	0	0
Chemguard HS-100	0	0	1,5
Chembetaine CAS	1,6	1,6	0
Glucopon 325N	0	0	2,0
Sulfochem NOS	5,0	5,0	0
Sulfochem NADS	19,5	15,0	15,0
Urea	10,0	10,0	0
Busan 1024	0	0,1	0
Polisacárido	0	0,6	0
Éter de glicol DB	5,0	5,0	5,0
Sulfato de magnesio	2,0	2,0	2,0
Agua	54,9	58,7	72,5
<b>Comportamiento frente al fuego, agua del grifo</b>			
Temp. (heptano/agua) °C	18,3/18,3	12,8/12,8	23,9/27,2
Tiempo de control (min.)	1,1	1,0	2,7
Tiempo de extinción (min.)	2,3	2,9	4,3
Tiempo de reactivación del fuego (min.)	>10,0 <sup>1</sup>	SE0,8 <sup>2</sup>	>9,0 <sup>3</sup>
Relación de expansión de la espuma	6,4	5,2	7,5
Tiempo de ¼ de drenaje de la espuma (min.)	3,8	7,2	2,4

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

<sup>1</sup> Únicamente quemado el 8% a los 10,0 minutos

<sup>2</sup> SE = Autoextinción

<sup>3</sup> Únicamente quemado el 5% a los 10,0 minutos

## ES 2 278 042 T3

El ensayo del fuego de Clase B, Tipo III, según UL 162, reconoce una diferencia entre agentes extintores del fuego, tipo AFFF y FP. Los agentes AFFF deben extinguir en 3,0 minutos o menos en una densidad de aplicación de únicamente  $\sim 1,948 \text{ l/m}^2$ , mientras que los agentes FP únicamente necesitan para extinguir en 5,0 minutos en una densidad de aplicación de  $\sim 2,94 \text{ l/m}^2$ . Esto significa que se usan  $\sim 27,3$  litros de premezcla para los agentes AFFF mientras que se aplican  $\sim 68,2$  litros de premezcla para los agentes FP. Como se indicó anteriormente, sin embargo los requisitos de reactivación del fuego para los agentes FP son más severos que para los agentes AFFF. Los agentes FP deben tener un mínimo de 21 minutos para la reactivación del fuego a partir de cortar la espuma, comparado con los 15 minutos mínimos para la reactivación del fuego para los agentes AFFF.

A partir de los datos mostrados en la Tabla 8, se puede ver que las composiciones D1, D2 y D3 satisfacen ambos requisitos de extinción y de reactivación del fuego en el ensayo del fuego, según UL 162, en heptano con una densidad de aplicación de  $\sim 2,94 \text{ l/m}^2$ . D3 fue más lento al extinguir que D1 o D2, pero todavía tenía un excelente comportamiento de reactivación del fuego, que demuestra una notable estabilidad de la espuma sobre heptano caliente. Al empezar el ensayo de reactivación de fuego con D3, el heptano registraba todavía  $52,7^\circ\text{C}$  aunque el 100% del heptano estaba cubierto con espuma resiliente que continuó para resistir la reactivación del fuego hasta únicamente una implicación del 5% del área al cabo de 9 minutos. Esto es equivalente a más de 25 minutos de reactivación del fuego frente a los 21 minutos requeridos.

Únicamente se requirió el 2% de Chemguard FP-111, “como tal” (HMW-FP, 0,067% de flúor) para satisfacer los requisitos de comportamiento del agente FP, según UL, comparado con aproximadamente el 0,30% de flúor para una composición que satisfaga los criterios de comportamiento tipo AFFF. Se espera que los productos fluoroproteínicos funcionen bien para la inyección debajo de la superficie del depósito para extinguir fuegos en depósitos de una forma similar a los agentes FP comerciales preparados a partir de concentrados de proteínas. Estando la diferencia en que este producto no contiene concentrado de proteínas, cinc, y hierro, como sí los contienen la mayoría de los agentes FP y, por lo tanto, las formulaciones de esta invención son mucho más medioambientalmente benefactores.

Las composiciones para luchar contra el fuego que utilizan fluoropolímeros de alto peso molecular, según se describe aquí, se pueden aplicar a hidrocarburos líquidos, tanto polares como no polares, para extinguir tales líquidos durante el incendio y que pueden proporcionar una barrera durable de espuma frente al vapor sobre la superficie de tales líquidos para impedir o reducir la liberación de sus vapores combustibles. La composición se puede aplicar a la superficie de tales líquidos o puede ser introducido por debajo de la superficie, por ejemplo mediante inyección. La composición se puede aplicar en combinación con otros agentes para luchar contra el fuego. Si es necesario, semejante aplicación doble de los agentes para luchar contra el fuego, tanto en forma de espuma como de un producto químico seco o polvo. Un ejemplo de semejante agente en forma de producto químico seco o polvo es el que se puede conseguir comercialmente como Purple K. En esta aplicación doble, los agentes para luchar contra el fuego se pueden aplicar mediante el uso de boquillas adyacentes o generalmente concéntricas. En algunos casos, el agente seco o polvo se puede aplicar solo para extinguir inicialmente cualquier llama, aplicándose la espuma para impedir la reignición del combustible.

REIVINDICACIONES

1. Una composición para luchar contra el fuego que comprende agua, al menos un agente tensioactivo hidrocarbónico que no contiene flúor, un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado y un fluoropolímero de alto peso molecular, de al menos 3000 g/mol, **caracterizado** porque la composición tiene un coeficiente de dispersión frente al ciclohexano desde aproximadamente -4 (mN/m) a menos de aproximadamente +3,5 (mN/m) y el fluoropolímero se proporciona en una cantidad en la que la composición no forma un aislamiento hermético estable sobre el ciclohexano y satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, y en la que la composición contiene menos de aproximadamente el 0,008% en peso de flúor, proporcionado a partir del agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado.

2. La composición de la reivindicación 1, que comprende además un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado en una cantidad inferior a aproximadamente 0,006% en peso de flúor, de la composición para luchar contra el fuego.

3. La composición de la reivindicación 1, en la que:  
la composición para luchar contra el fuego satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para al menos dos de los agentes AFFF, agentes AR-AFFF y agentes FP.

4. La composición de la reivindicación 1, en la que:  
la composición para luchar contra el fuego satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, agentes AR-AFFF y agentes fluoroproteínicos (FP).

5. La composición de la reivindicación 1, en el que la composición tiene un contenido de flúor inferior al 0,003%, en peso, de la composición proporcionada a partir de cualquier agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado.

6. La composición de la reivindicación 1, en la que el fluoropolímero proporciona un tiempo de vida de la espuma de al menos 30 minutos.

7. La composición de la reivindicación 1, en la que:  
el fluoropolímero proporciona la composición con aproximadamente 0,0003% o más, en peso de flúor, de la composición.

8. La composición de la reivindicación 1, en la que:  
el fluoropolímero de alto peso molecular tiene un peso molecular medio de al menos 5.000 g/mol.

9. La composición de la reivindicación 1, en la que:  
el fluoropolímero de alto peso molecular tiene un peso molecular medio de al menos 10.000 g/mol.

10. Un método para extinguir o retardar un fuego que comprende:  
proporcionar una composición para luchar contra el fuego que comprende agua, al menos un agente tensioactivo hidrocarbonado que no contiene flúor, un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado y un fluoropolímero de alto peso molecular, de al menos 3000 g/mol, **caracterizado** porque la composición tiene un coeficiente de dispersión frente al ciclohexano desde aproximadamente -4 (mN/m) a menos de aproximadamente +3,5 (mN/m) y el fluoropolímero se proporciona en una cantidad en la que la composición no forma un aislamiento hermético estable sobre el ciclohexano y satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, y en la que la composición contiene menos de aproximadamente el 0,008% en peso de flúor, proporcionado a partir del agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado; y  
aplicar la composición a un área donde se desea la extinción o el retardo del fuego.

11. El método de la reivindicación 10, que comprende además:  
aplicar la composición al área en combinación con un agente seco para luchar contra el fuego.

12. El método de la reivindicación 10, en el que:  
la composición contiene un agente tensioactivo formado por un compuesto químico fluorado en una cantidad inferior a aproximadamente 0,006% en peso de flúor, de la composición para luchar contra el fuego.

## ES 2 278 042 T3

13. El método de la reivindicación 10, en el que:

la composición para luchar contra el fuego satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para al menos dos de los agentes AFFF, agentes AR-AFFF y agentes FP.

5

14. El método de la reivindicación 10, en el que:

la composición para luchar contra el fuego satisface los criterios de comportamiento, según UL 162, Clase B, para los agentes AFFF, agentes AR-AFFF y agentes fluoroproteínicos (FP).

10

15. El método de la reivindicación 10, en el que:

el fluoropolímero proporciona un tiempo de vida de la espuma de al menos 30 minutos.

15

16. El método de la reivindicación 10, en el que:

el fluoropolímero proporciona la composición con aproximadamente 0,0003% o más, en peso de flúor, de la composición.

20

17. El método de la reivindicación 10, en el que:

el fluoropolímero de alto peso molecular tiene un peso molecular medio de al menos 5.000 g/mol.

25

18. El método de la reivindicación 10, en el que:

el fluoropolímero de alto peso molecular tiene un peso molecular medio de al menos 10.000 g/mol.

30

35

40

45

50

55

60

65