

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 980**

51 Int. Cl.:

C08L 83/04 (2006.01)

C08J 9/00 (2006.01)

C08J 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2020** **PCT/FR2020/000211**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2021** **WO21014058**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2020** **E 20753791 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023** **EP 4004115**

54 Título: **Composición de silicona para espuma elastomérica**

30 Prioridad:

25.07.2019 FR 1908451

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

22.03.2024

73 Titular/es:

ELKEM SILICONES FRANCE SAS (100.0%)
21 avenue Georges Pompidou
69003 Lyon, FR

72 Inventor/es:

MARIOT, DAVID;
PELLE, AURÉLIE;
DUBOIS, JULIE y
DERVIEUX-GOBET, ESTELLE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 962 980 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

Composición de silicona para espuma elastomérica

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a nuevas composiciones de organopolisiloxanos reticulantes por poliadición, destinadas a generar una espuma de elastómero de silicona (denominada "espuma de silicona" o "espuma siliconada") de baja densidad, es decir menor que 0,20 g/cm³, y que tiene buenas propiedades físicas, mecánicas, y de resistencia al fuego.

La expresión "espuma de silicona" o "espuma siliconada" designa una composición de organopolisiloxanos en forma de espuma. Los materiales de espuma de silicona son conocidos en diversos campos de aplicación, como por ejemplo el aislamiento térmico y/o acústico, la producción de juntas flexibles, uso como elementos amortiguadores, etc. Estas aplicaciones utilizan las propiedades conocidas de los elastómeros de silicona, como estabilidad térmica, buenas propiedades mecánicas y resistencia al fuego.

La industria del transporte necesita espumas de silicona de baja densidad conservando al mismo tiempo excelentes propiedades mecánicas y de resistencia al fuego.

Las espumas de silicona son bien conocidas en la técnica y su preparación se describe en un determinado número de patentes.

Técnica anterior

Existen varias técnicas para la obtención de espumas de silicona. Nos interesan aquí las espumas de silicona obtenidas a partir de composiciones de silicona reticulantes por poliadición.

En la patente US4189545, se preparan espumas de silicona a partir de una composición reticulante por poliadición que comprende un organopolisiloxano que porta grupos vinilo unidos al silicio, un organopolisiloxano que contiene átomos de hidrógeno unidos al silicio y al agua. El agua reacciona con el organopolisiloxano con función hidruro produciendo así hidrógeno gaseoso y un silanol. El silanol reacciona entonces con el organopolisiloxano con función hidruro mediante una reacción de hidrogenocondensación, generando así una segunda molécula de hidrógeno gaseoso, mientras que otro polidiorganosiloxano que porta grupos vinilo unidos al silicio reaccionará simultáneamente mediante una reacción de adición con otro polidiorganosiloxano con función hidruro, participando así en la construcción de la red de espuma de silicona. La principal aportación por esta técnica es que se produce hidrógeno gaseoso sin adición de silanol en la composición inicial y con la adición de una pequeña cantidad de agua. La resistencia al fuego está mejorada mediante el uso de cuarzo y negro de humo. La densidad de las espumas obtenidas es elevada, 0,4 g/cm³, y no existen medidas de propiedades mecánicas.

En la patente US4590222, se preparan espumas de silicona a partir de composiciones que comprenden un organopolisiloxano lineal que porta grupos vinilo unidos al silicio, una resina de organopolisiloxano que porta grupos vinilo unidos al silicio, un catalizador a base de platino, un organohidrogenosiloxano, un organopolisiloxano portador de grupos hidroxilo en las unidades terminales de la cadena, una carga y un alcohol orgánico. En este caso, el hidrógeno gaseoso se produce por reacción entre alcohol orgánico y el organohidrogenosiloxano.

Sin embargo, las técnicas que usan alcohol u organopolisiloxanos portadores de grupos hidroxilo como fuente de agente de expansión tienden a dar espumas con densidades demasiado elevadas para muchas aplicaciones, por ejemplo las destinadas a la industria del transporte, además, cuando se consigue reducir la densidad de las espumas, esto se hace a menudo en detrimento de las propiedades mecánicas como, por ejemplo, la resistencia a la ruptura y la resistencia a la rotura.

Otra técnica consiste en usar agentes o aditivos de expansión, añadidos en la matriz de silicona, que, bajo la acción del calor, expanden el material:

- bien por descomposición con liberación de gas, caso en particular de los derivados de tipo azo, por ejemplo la azodicarbonamida, que permitirá liberar nitrógeno, gas carbónico y amoníaco. Este tipo de agente de expansión, a pesar de ser muy ampliamente usados para otros materiales, plantea graves problemas de toxicidad (liberación de hidracina),
- bien por cambio de fase (líquido a gas), particularmente en el caso de disolventes de bajo punto de ebullición.

Finalmente, una técnica alternativa consiste en introducir mecánicamente un gas (por ejemplo nitrógeno) en la matriz de silicona bajo presión, seguido de un paso a través de un mezclador dinámico, lo que permite acceder a espumas que tienen buenas características, pero que requieren equipos pesados y costosos.

Otro enfoque descrito por la patente americana nº US4418157 describe composiciones reticulantes por poliadición, precursoras de espumas de silicona, que comprenden una resina de silicona de tipo "MQ" (nomenclatura de las siliconas como se describe por ejemplo en el documento de Walter NOLL "Chemistry and Technology of Silicones", Academic Press, 1968, 2ª edición, páginas 1 a 9), que comprende eventualmente funciones de vinilo y agua. La adición de esta resina específica permite reducir la densidad de la espuma obtenida. Sin embargo, este tipo de resina es una materia prima costosa y cuya síntesis industrial requiere equipos pesados y costosos. Las espumas obtenidas tienen una densidad superior a 0,25 g/cm³.

En la referencia US6084002 se describe un ejemplo de una composición precursora de espuma de silicona que presenta buena resistencia al fuego. La composición descrita comprende una base de silicona que se reticula mediante una reacción de poliadición, un compuesto con función hidroxilo como agente de expansión y wollastonita. Las viscosidades de las composiciones preparadas en los ejemplos son todas superiores a 190.000 mPa.s, y las densidades de las espumas obtenidas están comprendidas entre 0,20 g/cm³ y 0,25 g/cm³.

Otro problema encontrado en las espumas de la técnica anterior se refiere a los tamaños y la distribución de tamaños de las burbujas del material de espuma de silicona. En efecto, cuando son demasiado grandes, conllevan una anisotropía de las propiedades físicas según los puntos de medida. Por "anisotropía de propiedades físicas" se entiende una variación de los valores medidos en función del punto de medida de la espuma de silicona.

Por "burbujas de tamaño pequeño" para una espuma de silicona, se entiende burbujas cuyo ancho (o diámetro) es menor o igual a alrededor de 1 mm, por "burbujas de tamaño mediano" el ancho (o diámetro) está comprendido entre 1 y 1,5 mm, mientras que para las "burbujas de tamaño grande" el ancho (o diámetro) es superior a 1,5 mm.

Problema técnico

A pesar de la existencia de las numerosas técnicas citadas anteriormente, existe todavía una necesidad para proporcionar a la industria, y en particular a la industria del transporte, espumas de silicona de baja densidad, es decir menor que 0,20 g/cm³. Estas espumas de silicona también deben ser visualmente uniformes con una distribución homogénea de tamaños de burbujas dentro del material espumado, tener buenas propiedades mecánicas, excelente resistencia al fuego y no liberar humos tóxicos durante su combustión.

Resumen de la invención

La presente invención tiene por lo tanto como objetivo proporcionar una nueva composición de organopolisiloxano destinada a generar, después de reticular y/o endurecer, una espuma de silicona de baja densidad, es decir menor que 0,20 g/cm³, con tamaños de burbujas cuyo ancho o diámetro es menor o igual a alrededor de 2 mm y una distribución homogénea de tamaños de burbujas dentro del material. Estas espumas de silicona también deben tener buenas propiedades mecánicas, una excelente resistencia al fuego y no liberar humos tóxicos durante su combustión.

El objeto de la invención se refiere también a un sistema bicomponentes, tricomponentes o multicomponente que tiene una buena estabilidad al almacenamiento, precursor de la composición de organopolisiloxano, capaz de generar, después de su reticulación y/o endurecimiento, una espuma de silicona.

Otro objeto de la invención es la espuma de silicona que se puede obtener por reticulación y/o endurecimiento de la composición de organopolisiloxano que tiene buenas propiedades mecánicas y de resistencia al fuego a pesar de una densidad menor que 0,2 g/cm³.

Otro objeto de la invención es el procedimiento de preparación de espuma de silicona.

Un último objeto de la invención se refiere al uso de la espuma de silicona según la invención para la preparación de espumas de relleno o juntas de espuma en el campo de la construcción, transporte, aislamiento eléctrico o electrodomésticos.

Presentación de la invención

La presente invención se refiere por lo tanto a una composición de organopolisiloxano **X**, precursor de una espuma de silicona **M**, que comprende:

a. al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ relacionados al silicio,

b. al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH,

c. una cantidad catalíticamente eficaz de al menos un catalizador de hidrosililación **C**, que es preferentemente un compuesto derivado de al menos un metal que pertenece al grupo del platino,

d. al menos un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,

e. al menos un 3% en peso con respecto a la cantidad total de composición **X** de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g,

f. al menos un 6% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado, y

g. al menos un aditivo de resistencia térmica **J**,

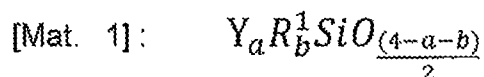
caracterizada por que la relación másica entre el cuarzo **F** y la sílice de combustión **E** está comprendida entre 0,5 y 4.

Es mérito de los inventores haber desarrollado una composición de organopolisiloxano **X** precursor de una espuma de silicona **M** con una dispersión homogénea del tamaño de las burbujas que permite alcanzar los objetivos antes mencionados: es decir una densidad menor que 0,20 g/cm³, excelente resistencia al fuego, buenas propiedades mecánicas tales como resistencia a la ruptura o a la rotura.

Presentación detallada de la invención

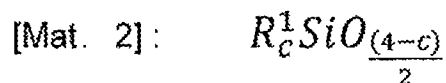
El organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ unidos al silicio, se puede formar en particular:

- al menos dos unidades siloxilo de la siguiente fórmula:



en la que:

- Y es un alquénilo de C₂-C₆, preferentemente vinilo,
- R¹ es un grupo hidrocarbonado monovalente que tiene de 1 a 12 átomos de carbono, preferentemente escogido entre los grupos alquilo que tienen de 1 a 8 átomos de carbono tales como los grupos metilo, etilo, propilo, los grupos cicloalquilo que tienen de 3 a 8 átomos de carbono y los grupos arilo que tienen 6 a 12 átomos de carbono,
- a=1 o 2, b=0, 1 o 2, y la suma a+b =2 o 3, y
- eventualmente de unidades de fórmula siguiente:



en la que R¹ tiene el mismo significado que anteriormente, y c = 2 o 3.

Preferiblemente, dichos organopolisiloxanos **A** son aceites con una viscosidad dinámica comprendida entre 100 y 100.000 mPa.s, preferentemente entre 100 y 80.000 mPa.s a 25°C, y más preferentemente entre 1.000 y 50.000 mPa.s.

A menos que se indique lo contrario, todas las viscosidades discutidas aquí corresponden a una cantidad de viscosidad dinámica a 25°C denominada "newtoniana", es decir la viscosidad dinámica que se mide, de manera conocida en sí, con un viscosímetro Brookfield a un gradiente de velocidad de cizallamiento suficientemente bajo para que la viscosidad medida sea independiente del gradiente de velocidad.

Estos organopolisiloxanos **A** tiene una estructura lineal, que consiste esencialmente en unidades de siloxilo "D" escogidas del grupo que consiste en las unidades de siloxilo Y₂SiO_{2/2}, YR¹SiO_{2/2} y R¹₂SiO_{2/2} y unidades de siloxilo "M" terminales escogidos del grupo formado por las unidades siloxilo YR¹₂SiO_{1/2}, Y₂R¹SiO_{1/2} y R¹₃SiO_{1/2}. Los símbolos Y y R¹ son como se describen anteriormente.

Como ejemplos de unidades "M" terminales, se pueden citar los grupos trimetilsiloxi, dimetilfenilsiloxi, dimetilvinilsiloxi o dimetilhexenilsiloxi.

Como ejemplos de unidades "D", se pueden citar los grupos dimetilsiloxi, metilfenilsiloxi, metilvinilsiloxi, metilbutenilsiloxi, metilhexenilsiloxi, metildecenilsiloxi o metildecadienilsiloxi.

Ejemplos de organopolisiloxanos lineales que pueden ser compuestos insaturados **A** según la invención son:

- un poli(dimetilsiloxano) con extremos dimetilvinilsililo;
- un poli(dimetilsiloxano-co-metilfenilsiloxano) con extremos dimetilvinilsililo;
- un poli(dimetilsiloxano-co-metilvinilsiloxano) con extremos dimetilvinilsililo;
- un poli(dimetilsiloxano-co-metilvinilsiloxano) con extremos trimetil-sililo; y
- un poli(metilvinilsiloxano)cíclico.

Preferiblemente, el compuesto de organopolisiloxano **A** tiene un contenido en masa de unidad alqueno comprendido entre 0,001 y 30%, preferiblemente entre 0,01 y 10%, preferiblemente entre 0,02 y 5%.

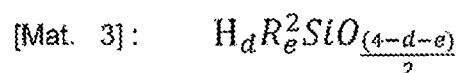
En la forma más recomendada, el organopolisiloxano **A** contiene unidades de dimetilvinilsililo terminales e incluso más preferiblemente el organopolisiloxano **A** es un poli(dimetilsiloxano) con extremos dimetilvinilsililo.

La composición de organopolisiloxano **X** comprende preferiblemente de 40 a 80% en peso de organopolisiloxano **A**, aún más preferiblemente de 50 a 70% en peso de organopolisiloxano **A**.

Según una realización, la composición de organopolisiloxano **X** no comprende organopolisiloxanos ramificados o resinas que comprenden unidades alqueno de C₂-C₆.

El compuesto **B** es un compuesto organohidrogenopolisiloxano que comprende, por molécula, al menos dos y preferiblemente al menos tres funciones hidrogenosililo o unidades Si-H,

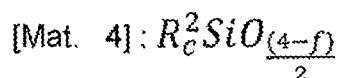
El organohidrogenopolisiloxano **B** puede ser ventajosamente un organopolisiloxano que comprende al menos dos, preferiblemente al menos tres, unidades siloxilo de la siguiente fórmula:



en la que:

- los radicales R², idénticos o diferentes, representan un radical monovalente que tiene de 1 a 12 átomos de carbono,
- d = 1 o 2, e = 0, 1 o 2 y d+e = 1, 2 o 3;

y eventualmente otras unidades de la siguiente fórmula:



en la que R² tiene el mismo significado que anteriormente, y f = 0, 1, 2 o 3.

Se entiende en las fórmulas [Mat. 3] y [Mat. 4] anterior que, si están presentes varios grupos R², pueden ser idénticos o diferentes entre sí. Preferiblemente, R² puede representar un radical monovalente escogido del grupo formado por grupos alquilo que tienen de 1 a 8 átomos de carbono, eventualmente sustituido por al menos un átomo de halógeno tal como cloro o flúor, los grupos cicloalquilo que tienen de 3 a 8 átomos de carbono y los grupos arilo que tiene de 6 a 12 átomos de carbono. R² puede escogerse ventajosamente del grupo formado por metilo, etilo, propilo, 3,3,3-trifluoropropilo, xililo, tolilo y fenilo.

En la fórmula [Mat. 3], el símbolo d es preferentemente igual a 1.

El organohidrogenopolisiloxano **B** puede tener una estructura lineal, ramificada o cíclica. El grado de polimerización es preferiblemente mayor o igual a 2. Generalmente, es menor que 5000.

Cuando se trata de polímeros lineales, éstos están constituidos esencialmente por unidades siloxilo escogidas de las unidades de las siguientes fórmulas D : $R^2_2SiO_{2/2}$ o D' : $R^2HSiO_{2/2}$, y por unidades siloxilo terminales escogidas de las siguientes unidades de fórmula M : $R^2_3SiO_{1/2}$ o M' : $R^2_2HSiO_{1/2}$ en la que R^2 tiene el mismo significado que anteriormente.

- 5 Preferiblemente, la viscosidad del organohidrogenopolisiloxano **B** está comprendida entre 1 y 5000 mPa.s, más preferiblemente entre 1 y 2000 mPa.s e incluso más preferiblemente entre 5 y 1000 mPa.s.

Ejemplos de organohidrogenopolisiloxanos que pueden ser compuestos **B** según la invención que comprenden al menos dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de silicio son:

10

- un poli(dimetilsiloxano) con extremos hidrogenodimetilsililo;
- un poli(dimetilsiloxano-co-metilhidrogenosiloxano) con extremos trimetil-sililo;
- 15 • un poli(dimetilsiloxano-co-metilhidrogenosiloxano) con extremos hidrogenodimetilsililo;
- un poli(metilhidrogenosiloxano) con extremos trimetilsililo; y
- un poli(metilhidrogenosiloxano) cíclico.

20

Cuando el organohidrogenopolisiloxano **B** tiene una estructura ramificada, se escoge preferentemente del grupo formado por resinas de siliconas de las siguientes fórmulas:

25

- M'Q en la que los átomos de hidrógeno unidos a los átomos de silicio son portados por los grupos M,
- MM'Q en la que los átomos de hidrógeno unidos a los átomos de silicio son portados por parte de las unidades M,
- MD'Q en la que los átomos de hidrógeno unidos a los átomos de silicio son portados por los grupos D,
- 30 • MDD'Q en la que los átomos de hidrógeno unidos a los átomos de silicio son portados por parte de los grupos D,
- MM'TQ en la que los átomos de hidrógeno unidos a átomos de silicio son portados por parte de las unidades M,
- 35 • MM'DD'Q en la que los átomos de hidrógeno unidos a átomos de silicio son portados por parte de las unidades M y D,
- 40 • y sus mezclas,

con M, M', D y D' tales como se definen anteriormente, T: unidad siloxilo de fórmula $R^2_3SiO_{1/2}$, y Q: unidad siloxilo de fórmula $SiO_{4/2}$ en la que R^2 tiene el mismo significado que anteriormente.

- 45 Preferiblemente, el compuesto organohidrogenopolisiloxano **B** tiene un contenido en masa de funciones hidrogenosililo Si-H comprendido entre 0,2 y 91%, más preferiblemente entre 3 y 80% e incluso más preferiblemente entre 15 y 70%.

50 Ventajosamente, la relación molar de las funciones hidrogenosililos Si-H de los compuestos **B** con respecto a las funciones alquenos de los compuestos **A** está comprendida entre 5 y 100, preferiblemente entre 10 y 90, más preferiblemente entre 15 y 65, e incluso más preferiblemente entre 20 y 55.

Parte de las funciones de hidrogenosililos del organohidrogenopolisiloxano **B** reaccionará con agua y formará hidrógeno gaseoso permitiendo una buena formación de espuma en la composición.

55

La composición de organopolisiloxano **X** comprende preferentemente de 1 a 20% en peso de organohidrogenopolisiloxano **B** e incluso más preferentemente de 3 a 15% en peso.

60 El catalizador de hidrosililación **C** puede escogerse en particular entre los compuestos de platino y de rodio, pero también entre los compuestos de silicio como los descritos en las solicitudes de patente WO2015004396 y WO2015004397, los compuestos de germanio como los descritos en las solicitudes de patente WO2016075414 o los complejos de níquel, cobalto o hierro como los descritos en las solicitudes de patente WO2016071651, WO2016071652 y WO2016071654. El catalizador **C** es preferentemente un compuesto derivado de al menos un metal que pertenece al grupo del platino. Estos catalizadores son bien conocidos. Es posible, en particular, utilizar los
65 complejos de platino y de un producto orgánico descritos en las patentes US-A-3 159 601, US A 3 159 602, US-A-3

220 972 y las patentes europeas EP-A-0.057.459, EP A 0.188.978 y EP-A-0.190.530, los complejos de platino y de organosiloxanos vinílicos descritos en las patentes US-A-3 419 593, US-A-3 715 334, US-A-3 377 432 y US A 3 814 730.

5 Preferiblemente, el catalizador **C** es un compuesto derivado de platino. En este caso, la cantidad en peso de catalizador **C**, calculada en peso de platino metálico, está generalmente comprendida entre 2 y 400 ppm en masa, preferentemente entre 5 y 200 ppm con respecto al peso total de la composición **X**.

Preferiblemente el catalizador **C** es un platino Karstedt.

10 La composición de organopolisiloxano **X** precursor de una espuma de silicona **M** comprende agua o una emulsión acuosa como agente de expansión **D**. Se puede añadir agua directamente a la composición **X**. Ventajosamente, el agua puede introducirse en forma de una emulsión acuosa, por ejemplo una emulsión de silicona directa de aceite en agua o una emulsión de silicona inversa de agua en aceite que comprende una fase continua oleosa de silicona, una fase acuosa y un estabilizador.

Según una realización, el agua se introduce a través de una emulsión de aceite de silicona en agua con un contenido de agua de alrededor de 60% en peso. Cuando se introduce agua en la composición de organopolisiloxano **X** a través de una emulsión, se mejora la dispersión del agua en la composición **X** y su estabilidad al almacenamiento.

20 Preferiblemente, la composición de organopolisiloxano **X** comprende de 0,5 a 2,5% en peso de agente de expansión **D**.

Preferiblemente, la composición de organopolisiloxano **X** comprende de 0,3 a 1,2% en peso de agua, más preferiblemente de 0,4 a 1%.

La carga mineral es una sílice de combustión **E** cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g. Ventajosamente, la superficie de la sílice de combustión se ha tratada previamente para hacerla hidrófoba. Este tratamiento se puede llevar a cabo con diversos compuestos organosilícicos habitualmente utilizados para este uso. Así, estos compuestos organosilícicos pueden ser organoclorosilanos, diorganociclopolisiloxanos, hexaorganodisiloxanos, hexaorganodisilazanos, diorganopolisiloxanos o diorganociclopolisilazanos (patentes francesas FR-A-1 126 884, FR-A-1 136 885, FR-A-1 236 505, patente inglesa GB-A-1 024 234).

Según una realización preferida, la sílice **E** se trata durante el mezclado con todo o parte del organopolisiloxano **A** según un procedimiento in situ.

Según una realización ventajosa, la sílice **E** se trata con uno o más hexaorganodisilazanos. Aún más preferiblemente, la sílice **E** se trata con hexametildisilazano solo o mezclado con diviniltetrametildisilazano.

40 Ventajosamente, la composición de organopolisiloxano **X** comprende entre 3 y 14% en peso de sílice **E**, preferentemente entre 3 y 12%, y aún más preferentemente entre 4 y 9%. Un contenido en sílice menor que 3% no permite obtener buenas propiedades mecánicas. Si el contenido de sílice **E** es mayor que 14%, la composición **X** tiene una viscosidad elevada y la densidad de la espuma **M** aumenta.

45 La composición **X** según la invención contiene también al menos otra carga mineral que es un cuarzo **F**. La combinación de estas dos cargas es necesaria para obtener una espuma **M** con las propiedades deseadas.

Como cuarzo **F**, se utiliza preferentemente un cuarzo natural triturado con una granulometría media inferior a 10 micrómetros. El cuarzo **F** puede tratarse eventualmente para mejorar su compatibilidad con los organopolisiloxanos.

50 Ventajosamente, la composición de organopolisiloxano **X** comprende entre 6 y 25% en peso de cuarzo **F**, preferentemente entre 10 y 22% en peso, incluso más preferentemente entre 13 y 20% en peso. Un contenido de cuarzo menor que 6% en peso no permite obtener una espuma con una buena resistencia al fuego. Si el contenido de cuarzo **F** es mayor que 25%, se deterioran las propiedades mecánicas de la espuma **M** obtenida después de la reticulación.

Un parámetro clave de la composición de organopolisiloxano **X** para obtener una espuma **M** con las propiedades deseadas es la relación másica Cuarzo/Sílice.

60 Para obtener el compromiso de propiedades deseadas, es decir una espuma de silicona **M** con una densidad menor que 0,20 g/cm³, una excelente resistencia al fuego y buenas propiedades mecánicas como la resistencia a la ruptura o a la rotura, la relación en masa entre el cuarzo **F** y La sílice de combustión **E** en la composición **X** debe estar comprendida entre 0,5 y 4.

65 Ventajosamente, la relación en masa entre el cuarzo **F** y la sílice de combustión **E** en la composición **X** está comprendida entre 1 y 3,6, más ventajosamente entre 1,5 y 3,2 y aún más ventajosamente entre 1,5 y 2,8.

La composición **X** según la invención comprende al menos un aditivo de resistencia térmica **J**. Estos aditivos de resistencia térmica **J** son bien conocidos por el experto en la técnica. Puede escogerse ventajosamente del grupo formado por: sales, óxidos e hidróxidos de metales tales como hierro, titanio, aluminio, níquel y cobre; sales, hidróxidos y óxidos de tierras raras tales como cerio y lantano, compuestos organofosforados, derivados del platino, negro de humo y silicatos de calcio, aluminio y/o potasio tales como, por ejemplo, mica y wollastonita.

Preferiblemente, el aditivo de resistencia térmica **J** se escoge del grupo formado por: sales, óxidos e hidróxidos de hierro, titanio o aluminio, sales, hidróxidos y óxidos de cerio y lantano, negro de humo, mica y wollastonita.

Aún más preferentemente, el aditivo de resistencia térmica se escoge del grupo formado por: sales, óxidos e hidróxidos de titanio, sales, hidróxidos y óxidos de cerio, negro de humo, mica y wollastonita.

Preferiblemente, la composición **X** según la invención comprende de 0,4 a 5% en peso de aditivos de resistencia térmica **J** y más preferiblemente entre 0,5 y 3% en peso.

Según un modo de realización, la composición **X** según la invención comprende también una goma de diorganopolisiloxano **G** que comprende al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ unidos al silicio. Las gomas de diorganopolisiloxano **G** son polímeros lineales, de alto peso molecular con una viscosidad superior a 1000 Pa.s a 25°C, preferentemente superior a 2000 Pa.s y cuya cadena de diorganopolisiloxano está constituida esencialmente por unidades de fórmula R₂Si_{2/2} y bloqueada en cada extremo por unidades de fórmula R₃SiO_{1/2}, el radical R representa un radical alquilo que tiene de 1 a 8 átomos de carbono o un radical alquénilo que tiene de 2 a 6 átomos de carbono. Sin embargo, la presencia, a lo largo de la cadena del diorganopolisiloxano, de bajas cantidades de unidades distintas de R₂Si_{2/2}, por ejemplo unidades RSi_{3/2} y/o SiO_{4/2}, no se excluye en la proporción de como máximo 2% con respecto al número de unidades R₂Si_{2/2}.

Ventajosamente, la goma de diorganopolisiloxano **G** tiene un contenido en masa de unidades de vinilo superior a 0,3% y preferiblemente superior a 0,5%. Preferiblemente, la goma de diorganopolisiloxano **G** tiene un contenido en masa de unidades de vinilo comprendido entre 0,5 y 6%, más preferiblemente entre 0,5 y 4% e incluso más preferiblemente entre 1 y 3,5%.

Según una realización, la composición **X** según la invención comprende de 0 a 4% en peso de una goma de diorganopolisiloxano **G** y más preferentemente entre 0,5 y 3% en peso.

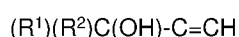
La composición **X** según la invención también puede comprender otros componentes tales como:

- un aceite **H** de diorganopolisiloxano bloqueado en cada extremo de su cadena por una unidad triorganosiloxi cuyos radicales orgánicos unidos a átomos de silicio se seleccionan entre los radicales alquilo que tienen de 1 a 8 átomos de carbono,
- un inhibidor de reticulación **I**,
- una base colorante, y
- otras cargas.

El inhibidor de reticulación **I** (o retardador de la reacción de adición) puede, por su parte, escogerse de los compuestos siguientes:

- un organopolisiloxano, ventajosamente cíclico, y sustituido por al menos un alquénilo, siendo particularmente preferido el tetrametilviniltetrasiloxano,
- piridina,
- fosfinas y fosfitos orgánicos,
- amidas insaturadas,
- maleatos alquilados, y
- alcoholes acetilénicos,

Ventajosamente, el inhibidor **I** es un alcohol acetilénico de fórmula



fórmula en la que:

- R^1 es un radical alquilo lineal o ramificado, o un radical fenilo;
- R^2 es un átomo de hidrógeno, un radical alquilo lineal o ramificado, o un radical fenilo;
- pudiendo los radicales R^1 , R^2 y el átomo de carbono situado en alfa del triple enlace formar eventualmente un ciclo; y
- siendo el número total de átomos de carbono contenidos en R^1 y R^2 de al menos 5, preferiblemente de 9 a 20.

Dichos alcoholes se escogen preferentemente entre aquellos que tienen un punto de ebullición superior a 250°C. Se pueden citar como ejemplos los siguientes productos que están disponibles comercialmente:

- 1-etinil-1-ciclohexanol;
- metil-3 dodecino-1 ol-3;
- trimetil-3,7,11 dodecino-1 ol-3;
- difenil-1,1 propino-2 ol-1;
- etil-3 etil-6 nonino-1 ol-3, y
- metil-3 pentadecino-1 ol-3.

Según el procedimiento utilizado para producir la espuma de silicona **M**, la presencia del inhibidor puede ser necesaria o no. Si es necesario, tal inhibidor de reticulación está presente en una cantidad máxima de 3000 ppm, preferiblemente en una proporción de 100 a 2000 ppm con respecto al peso total de la composición de organopolisiloxano **X**,

Ventajosamente, el inhibidor de reticulación **I** es el 1-etinil-1-ciclohexanol.

Como otras cargas, se puede añadir a la composición de organopolisiloxano **X**, cargas minerales ignífugas para mejorar la resistencia al fuego como, por ejemplo, cargas minerales hidratadas, óxidos o carbonatos de calcio o magnesio. Preferiblemente, las cargas minerales hidratadas son a base de calcio, magnesio o aluminio tales como hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$, hidróxido de aluminio $Al(OH)_3$, hidromagnesita de fórmula bruta $Mg_5(CO_3)(OH)_4H_2O$, e hidróxido de calcio. Según otra realización, se podrá añadir a la composición de organopolisiloxano **X** microesferas de vidrio huecas.

Según una realización, la composición de organopolisiloxano **X** comprende:

- a. de 40% a 80% en peso de al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alqueno de C_2-C_6 relacionados al silicio,
- b. de 1 a 20% de al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH ,
- c. de 2 a 400 ppm en masa de metal platino,
- d. de 0,3 a 2,5% en peso de un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,
- e. al menos un 3% en peso con respecto a la cantidad total de composición **X** de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m^2/g ,
- f. al menos un 6% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado, y
- g. de 0,4 a 5% en peso de al menos un aditivo de resistencia térmica **J**.

Según otra realización, la composición de organopolisiloxano **X** comprende:

- a. de 40% a 80% en peso de al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alqueno de C_2-C_6 relacionados al silicio,

b. de 1 a 20% en peso de al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH,

c. de 2 a 400 ppm en masa de metal platino,

d. de 0,3 a 2,5% en peso de un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,

e. de 3% a 14% en peso de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g,

f. de 6% a 25% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado,

g. de 0,4 a 5% en peso de al menos un aditivo de resistencia térmica **J**,

h. de 0 a 3000 ppm en masa de un inhibidor de reticulación **I**, y

i. de 0 a 4% en peso de una goma de diorganopolisiloxano **G** que comprende al menos dos grupos alqueno de C₂-C₆ unidos al silicio.

Otro objeto de la invención es un sistema bi-componente **P** precursor de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende los constituyentes **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** y **J** tales como se definen según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizándose dicho sistema bi-componente **P** por que se presenta en dos partes **P1** y **P2** distintas destinadas a mezclarse para formar dicha composición de organopolisiloxano **X** y que comprende dichos constituyentes, y una de las partes **P1** o **P2** comprende el catalizador **C** y el agente de expansión **D** y no comprende organopolisiloxano **B**.

El objeto de la invención se refiere a un sistema tri-componente **T** precursor de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende los constituyentes **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** y **J** tales como se definen según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizándose dicho sistema tri-componente **T** por que se presenta en tres partes **T1**, **T2** y **T3** distintas destinadas a mezclarse para formar dicha composición de organopolisiloxano **X** y que comprende dichos constituyentes, y

- una de las partes **T1**, **T2** o **T3** comprende el catalizador **C** y no comprende el agente de expansión **D** ni el organopolisiloxano **B**.

- una de las partes **T1**, **T2** o **T3** comprende el agente de expansión **D** y no comprende el catalizador **C** ni el organopolisiloxano **B**,

- una de las partes **T1**, **T2** o **T3** comprende el organopolisiloxano **B** y no comprende el catalizador **C** ni el agente de expansión **D**.

Se pueden considerar otros sistemas multicomponentes para mejorar la duración de almacenamiento y/u optimizar la viscosidad de cada uno de los componentes. Según una realización, puede ser interesante separar los aditivos de resistencia térmica **J** de los otros componentes y en particular del catalizador **C**.

Ventajosamente, la viscosidad de la composición de organopolisiloxano **X** según la invención es menor que 50.000 mPa.s y preferentemente menor que 40.000 mPa.s. Como se trata de una composición que comprende cargas, la viscosidad de la composición **X** se mide según el siguiente método. Las medidas de viscosidad se llevan a cabo con un reómetro Haake a 25°C, equipado con un móvil cono-plano con un ángulo de 1° y un diámetro de 20 mm. La separación entre el cono y el plano es 0,053 mm. Se deposita una muestra de algunas gotas de producto sobre el plano y después se somete a un aumento de la velocidad de cizallamiento que varía de 0 a 20 s⁻¹ en 120 segundos y después de 20 a 0 s⁻¹ en 120 s. La lectura de viscosidad se lleva a cabo a 10 s⁻¹ durante la disminución de la velocidad de cizallamiento.

Otro objeto de la invención se refiere al procedimiento de preparación de la espuma de silicona **M** que comprende las etapas siguientes:

1. a- proporcionar un sistema bi-componente **P**, tri-componente **T** o multicomponentes que comprende el conjunto de los componentes de la composición de organopolisiloxano **X** como se ha definido anteriormente,

2. b- mezclar las dos partes de dicho sistema bicomponentes **P** o las tres partes del sistema tricomponentes **T** o el conjunto de las partes del sistema multicomponentes para obtener la composición de organopolisiloxano **X**, y

3. c- dejar reticular y/o endurecer dicha composición de organopolisiloxano **X** para obtener la espuma de silicona **M**.

Durante la etapa b), la mezcla se lleva a cabo a una temperatura próxima a la temperatura ambiente, es decir entre 10 y 40°C. Se observa a veces un aumento de la temperatura de la composición **X** durante esta etapa b) según el tipo de mezclador y del cizallamiento aplicado.

Si se desea acelerar la reticulación o el endurecimiento de la espuma de silicona **M**, la etapa b) se puede llevar a cabo a una temperatura más alta, ventajosamente entre 40 y 70°C.

La etapa b) puede llevarse a cabo vía un mezclador dinámico de baja presión directamente en un molde o en un tanque agitado y después verter la composición **X** obtenida en un molde. El molde en la que se produce la reticulación y el endurecimiento podrá, después, ser cerrado o no.

Es importante tener una buena calidad de mezcla para obtener una espuma de silicona **M** homogénea y con buenas propiedades mecánicas.

La etapa c) puede tener una duración variable en función de la composición **X** y de la temperatura de la etapa b). Generalmente, se obtiene una espuma de silicona **M** con buenas propiedades después de unos pocos minutos o unas pocas horas en función de la temperatura y de la concentración en catalizador y en inhibidor en la composición **X**.

Ventajosamente, el conjunto del procedimiento de fabricación de la espuma **M** se lleva a cabo bajo barrido con aire o nitrógeno para evitar los riesgos relacionados a la liberación de hidrógeno durante el procedimiento.

Eventualmente, la espuma **M** obtenida en la etapa 3) puede someterse a una etapa de recocido. Ésta consiste en un tratamiento térmico que dura de 1 hasta varias horas, preferiblemente de 1 hasta 4 horas, a una temperatura comprendida entre 50 y 200°C, preferiblemente entre 100 y 150°C. Esta etapa de recocido puede permitir mejorar, si es necesario, la resistencia al fuego y las propiedades mecánicas de la espuma de silicona **M**.

Otro objeto de la invención es la espuma de silicona **M** obtenida por reticulación y/o endurecimiento de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define anteriormente.

La presente invención también se refiere al uso de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define anteriormente o de la espuma de silicona **M** tal como se define anteriormente para la preparación de espumas de relleno o de estanqueidad, así como juntas de espuma en el ámbito de la construcción, del transporte, del aislamiento eléctrico o de electrodoméstico.

En el campo del transporte, en particular ferroviario, esta espuma de silicona **M** se puede usar como material de acolchado para los asientos.

Ejemplos

Materias primas: en los ejemplos se usaron los siguientes compuestos.

Organopolisiloxanos vinilados - Para el conjunto de los ejemplos, el símbolo Vi indica el radical vinilo,

a1: Mezclar los polidimetilsiloxanos bloqueados por unidades de $(\text{CH}_3)_2\text{ViSiO}_{1/2}$ y cuya viscosidad está comprendida entre 3500 y 20000 mPa.s a 25°C.

Organohidrogenopolisiloxanos

b1: aceite de polimetilhidrogensiloxano bloqueado por unidades de $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ cuya viscosidad es de 30 mPa.s a 25°C.

c1: Catalizador de platino de Karstedt.

d1: Emulsión de silicona que contiene alrededor de 59,5% en peso de agua.

Sílices de combustión

f1: Sílice de combustión que tiene una superficie específica de 300 m²/g tratada con una mezcla de hexametildisilazano y de diviniltetrametildisilazano.

f2: Sílice de combustión que tiene una superficie específica de 300 m²/g tratada con hexametildisilazano.

Cuarzo

q1: Cuarzo SIKRON E600®: cuarzo triturado, cuya mitad de las partículas tienen un tamaño menor o igual a 4 micrómetros.

5 Goma organopolisiloxano

g1: Goma de diorganopolisiloxano constituida esencialmente de unidades de dimetilsiloxano y de metilvinilsiloxano que comprenden 2,4% en peso de unidades de vinilo

10 i1: Mezcla de aditivos para la resistencia térmica y la resistencia al fuego que comprende una mezcla de óxido de titanio, de mica y de hidróxido de cerio.

Inhibidor j: disolución que contiene 1% de etinilciclohexanol en un aceite de polidimetilsiloxano bloqueado por unidades $(\text{CH}_3)_2(\text{Vi})\text{SiO}_{1/2}$, que tiene una viscosidad de 600 mPa.s a 25°C

15 La Tabla 1 a continuación describe las composiciones ensayadas.

Descripción del desarrollo de los ensayos: para todos los ensayos, la sílice se mezcla previamente con una parte del organopolisiloxano de vinilo. A esta mezcla se le añade hexametildisilazano, eventualmente diviniltetrametildisilazano y agua. La mezcla así obtenida se mezcla en caliente durante dos horas y después se somete a desvolatilización. Es lo que se conoce como tratamiento hidrofobizante de sílice *in situ*.

25 Después, se añaden y se mezclan a temperatura ambiente los diferentes componentes para completar las formulaciones descritas en la Tabla 1 a continuación. La formación de espuma comienza rápidamente después de mezclar manualmente con la ayuda de un taladro equipado con un mezclador mecánico a 23°C durante alrededor de 30 segundos. La mezcla se vierte entonces en un molde.

Para determinados ensayos, se lleva a cabo una etapa de recocido durante 2 horas a 140°C.

30 Las espumas obtenidas se caracterizan según los ensayos que se describen a continuación,

En el presente documento, las abreviaturas "RIR", "AIR" y "R/d" representan respectivamente la resistencia a la ruptura en MPa, el alargamiento a la ruptura en % y la resistencia a la rotura en MPa según la norma AFNOR NF T 46002.

35 Medida del índice límite de oxígeno ILO o "LOI" en inglés (limiting oxygen index). Este índice corresponde a la proporción mínima de dioxígeno (O_2) expresada en % de una mezcla de ensayo ($\text{O}_2 + \text{N}_2$) necesaria para mantener la combustión de una muestra hacia abajo, como una vela.

40 La muestra, a temperatura ambiente, sumergida en una corriente de mezcla gaseosa en una chimenea de ensayo, se pone en contacto con una llama. Se reduce el contenido de O_2 hasta obtener el nivel crítico que corresponde a ILO. La atmósfera normal contiene alrededor de 21% de O_2 . Si el ILO de un material es mayor que este porcentaje, se dice que es autoextinguible; de lo contrario, es inflamable. Este ensayo permite comparar la resistencia al fuego de diferentes espumas de siliconas. Se desea obtener espumas de silicona con un alto ILO, lo que representa una buena resistencia al fuego.

45 La Tabla 2 a continuación presenta las propiedades de las diferentes espumas de silicona obtenidas.

[Tabla 1]

% en peso	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Comparativo 1	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Comparativo 2	Comparativo 3
a1	60,7	59,3	59,3	74,1	56,2	56,5	62,4	65,7
b1	12	12	12	12	12	12	12	12
c1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
d1	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
f1	0	0	1,53	1,53	0	1,53	0	0
i2	6,5	6,5	5,1	5,1	9,4	4,0	3,3	0
g1	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
q1	15	15	15	0	15	18,8	15	15
t1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
it	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	0,7	1,0	1,0
Relación cuarzo / SiO ₂	2,3	2,3	2,3	0	1,5	3,4	4,6	n.d.
n.d. No determinado								

Tabla 2]

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Comparativo 1	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Comparativo 2	Comparativo 3
Densidad (g/cm ³)	0.14	0.15	0.14	0.13	0.14	0.17	0.13	n.d.
R/D (MPa)	0.33	0.36	0.31	0.24	0.34	0.39	0.27	n.d.
R/R (MPa)	0.038	0.045	0.041	0.033	0.038	0.05	0.035	n.d.
AR (%)	60	70	60	80	55	55	70	n.d.
ILO	36	34	33	30	35	34	33	n.d.
Tamaño de burbujas	5	2	2	3	2	3	3	n.d.
n.d. No determinado								

El tamaño de las burbujas se caracteriza por valores de entre 1 y 5. 1 corresponde al tamaño de burbuja más pequeño y 5 al más grande. Por "burbujas de pequeño tamaño" se refiere a tamaños de burbujas cuyo ancho o diámetro es menor o igual a alrededor de 1 mm (calificación 2 o 3 en la tabla siguiente), mientras que para "burbujas de gran tamaño" el ancho o diámetro es del orden de 1,5 mm (calificación 5).

- 5 Los ensayos comparativos realizados muestran:
- 10 • que en ausencia de cuarzo, la resistencia al fuego de las espumas de silicona obtenidas es baja a pesar de la presencia de aditivos de resistencia térmica y la resistencia a la rotura es menor que 0,3 MPa (comparativo 1),
 - 15 • que en ausencia de sílice, la reticulación y la formación de espuma de la composición no se producen correctamente. La espuma se ha roto y no hay una parte suficientemente homogénea para llevar a cabo las medidas (comparativo 3),
 - una relación másica de cuarzo/sílice superior a 4 conduce a propiedades mecánicas más bajas, resistencia a la rotura menor que 0,3 MPa (comparativo 2).

20 Los Ejemplos 1 a 5 muestran que las composiciones según la invención permiten obtener una espuma de silicona M con un compromiso de propiedades totalmente satisfactorio, a saber, baja densidad, buenas propiedades mecánicas y buena resistencia al fuego.

REIVINDICACIONES

1. Composición de organopolisiloxano **X**, precursor de una espuma de silicona **M**, que comprende:
 - a. al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ relacionados al silicio,
 - b. al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH,
 - c. una cantidad catalíticamente eficaz de al menos un catalizador de hidrosililación **C**, que es preferentemente un compuesto derivado de al menos un metal que pertenece al grupo del platino,
 - d. al menos un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,
 - e. al menos un 3% en peso con respecto a la cantidad total de composición **X** de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g,
 - f. al menos un 6% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado, y
 - g. al menos un aditivo de resistencia térmica **J**, caracterizada por que la relación másica entre el cuarzo **F** y la sílice de combustión **E** está comprendida entre 0,5 y 4.
2. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, en la que la cantidad de carga mineral **E** está comprendida entre 3 y 14% en peso de dicha composición **X**.
3. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, en la que la cantidad de carga mineral **F** está comprendida entre 6 y 25% en peso de dicha composición **X**.
4. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, en la que la relación másica entre el cuarzo **F** y la sílice de combustión **E** está comprendida entre 1 y 3,6.
5. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, que comprende además una goma de organopolisiloxano **G** que comprende al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ unidos al silicio.
6. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, que comprende además un inhibidor **I**.
7. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, que comprende
 - a. de 40% a 80% en peso de al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ relacionados al silicio,
 - b. de 1 a 20% de al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH,
 - c. de 2 a 400 ppm en masa de metal platino,
 - d. de 0,3 a 2,5% en peso de un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,
 - e. al menos un 3% en peso con respecto a la cantidad total de composición **X** de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g,
 - f. al menos un 6% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado, y
 - g. de 0,4 a 5% en peso de al menos un aditivo de resistencia térmica **J**.
8. Composición de organopolisiloxano **X** según la reivindicación 1, que comprende
 - a. de 40% a 80% en peso de al menos un organopolisiloxano **A** que tiene, por molécula, al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ relacionados al silicio,
 - b. de 1 a 20% en peso de al menos un organopolisiloxano **B** que tiene, por molécula, al menos dos unidades SiH y preferentemente al menos tres unidades SiH,
 - c. de 2 a 400 ppm en masa de metal platino,
 - d. de 0,3 a 2,5% en peso de un agente de expansión **D** que es agua o una emulsión acuosa,
 - e. de 3% a 14% en peso de al menos una carga mineral **E** que es una sílice de combustión cuya superficie específica está comprendida entre 100 y 300 m²/g,
 - f. de 6% a 25% en peso con respecto a la cantidad total de la composición **X** de al menos una carga mineral **F** que es cuarzo triturado,
 - g. de 0,4 a 5% en peso de al menos un aditivo de resistencia térmica **J**,
 - h. de 0 a 3000 ppm en masa de un inhibidor de reticulación **I**, y
 - i. de 0 a 4% en peso de una goma de diorganopolisiloxano **G** que comprende al menos dos grupos alquénilo de C₂-C₆ unidos al silicio.
9. Sistema bi-componente **P** precursor de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende los constituyentes **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** y **J** tales como se definen según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizándose dicho sistema bi-componente **P** por que se presenta en dos partes **P1** y **P2** distintas destinadas a mezclarse para formar dicha composición de organopolisiloxano **X** y por que comprende dichos constituyentes, y una de las partes **P1** o **P2** comprende el catalizador **C** y el agente de expansión **D** y no comprende organopolisiloxano **B**.

10. Espuma de silicona **M** obtenida por reticulación y/o endurecimiento de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

- 5 11. Procedimiento de preparación de la espuma de silicona **M** que comprende las etapas siguientes:
- a) proporcionar un sistema bi-componente **P**, tri-componentes **T** o multicomponentes que comprende el conjunto de los componentes de la composición de organopolisiloxano **X** tal como se define según las reivindicaciones 1 a 8.
- b) mezclar las dos partes de dicho sistema bicomponentes **P** o las tres partes del sistema tricomponentes **T** o el conjunto de las partes del sistema multicomponentes para obtener la composición de organopolisiloxano **X**, y
- 10 c) dejar reticular y/o endurecer dicha composición de organopolisiloxano **X** para obtener la espuma de silicona **M**.

12. Uso de la composición de organopolisiloxano **X** según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, o de la espuma de silicona **M** según la reivindicación 10 para la preparación de espumas de relleno o juntas de espuma en el campo de la construcción, transporte, aislamiento eléctrico o electrodomésticos..