

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 743**

51 Int. Cl.:

**C08L 83/04** (2006.01)

**C08K 3/34** (2006.01)

**C09D 183/04** (2006.01)

**C08L 83/07** (2006.01)

**C09D 183/07** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00913307 .5**

96 Fecha de presentación: **31.01.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1149132**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.10.2001**

54 Título: **COMPOSICIÓN SELLANTE IGNÍFUGA.**

30 Prioridad:  
**02.02.1999 US 244226**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.01.2012**

73 Titular/es:  
**DOW CORNING CORPORATION  
2200 WEST SALZBURG ROAD  
AUBURN, MI 48611, US**

72 Inventor/es:  
**ALVAREZ, Khristopher, E. y  
SHEPHARD, Kiersten, L.**

74 Agente: **Aznárez Urbieta, Pablo**

**ES 2 372 743 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 sellante ignífuga

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a composiciones líquidas endurecibles de caucho de silicona que son útiles como sellantes ignífugos.

**Antecedentes de la invención**

10 Son conocidas composiciones de organosiloxano que se endurecen para producir sellantes de caucho de silicona reticulados mediante la reacción de poliorganosiloxanos que contienen al menos dos grupos reactivos por molécula con compuestos de organosilicio que contienen al menos tres grupos reactivos por molécula como agente reticulante. Los ingredientes reactivos de estas composiciones se envasan típicamente en dos recipientes, el agente reticulante en un recipiente y un catalizador de reacción en un segundo recipiente. La reacción de endurecimiento tiene lugar cuando se mezcla el contenido de los dos recipientes.

15 En muchos casos, la propiedad ignífuga depende de la adición de diversos ingredientes, incluyendo cargas de óxido y platino. Por ejemplo Wolfer y col., en la patente de Estados Unidos N° 5.008.317, describen retardantes de llama y elastómeros de silicona resistentes al arco que contienen un aditivo obtenido por mezcla de un polidiorganosiloxano rico en vinilo, un óxido metálico seleccionado de entre dióxido de titanio, dióxido de zirconio, óxido de zinc, óxido de Ce(III), óxido de Ce(IV), platino, y un compuesto de organosilicio que tiene un nitrógeno básico unido al silicio. DeLaTorre y col. en la patente de Estados Unidos N° 4.102.852 describen una composición de caucho de silicona vulcanizable a temperatura ambiente y autoextinguible que comprende un polímero de polidiorganosiloxano terminado en silanol, una carga de un óxido metálico, un agente reticulante alcoxi funcional, negro de carbón, platino y un catalizador de quelato de titanio.

20 La DE-A-3439745 describe una composición sellante de silicona que tiene un acetoxisilano como agente reticulante y una carga derivada de un silicato tratado en su superficie esencialmente exenta de agua seleccionado de entre un grupo que comprende silicato de aluminio, metasilicato de calcio, silicato de magnesio y/o silicato de aluminio y un metal alcalino o alcalinotérreo. La superficie del silicato está tratada con un silano organofuncional o con ácido esteárico y/o sus derivados. Las composiciones son útiles como sellantes estables durante el almacenamiento, en particular frente a la humedad atmosférica y los adhesivos.

25 La EP-A-0.739.947 describe una dispersión de polisiloxano reticulado que comprende un producto de un polímero de siloxano o mezcla polimérica y al menos un agente reticulante auto-catalizante, un agente tensioactivo y agua.

30 En Chemical Abstracts 130:238597 (03-05-1999), Huaqiao Daxue Xuebao, Ziran Kexueban (1998), 19(4), páginas 375-379 y también en Chemical Abstracts 129:303564 (07-12-1998), Huaqiao Daxue Xuebao, Ziran Kexueban (1998), 19(3), páginas 270-274 se describe una composición de caucho de silicona que comprende un caucho de vinil-metil-silicona como polímero, peróxido de benzoilo, una carga de sílice ahumada, una carga extendida tal como 5 µ de talco o un material de cuarzo, y un agente tratante tal como silano (difeníl dihidroxi).

**35 Sumario de la invención**

40 Los presentes inventores han descubierto que las composiciones de organosiloxano endurecibles que comprenden un poliorganosiloxano líquido que presenta al menos dos grupos reactivos seleccionados de entre el grupo consistente en un grupo alcoxi, hidroxilo, alquenoilo o alquínilo; un agente reticulante, un catalizador, una carga de refuerzo, y wollastonita, se endurecen para formar sellantes de caucho de silicona que tienen propiedades ignífugas inesperadamente mejoradas. Estos sellantes de caucho de silicona endurecidos liberan muy poco calor y forman estructuras duras de carbón cuando se queman. Las composiciones de la presente invención son útiles en construcciones sellantes para impedir el paso de llamas y aire así como otros vapores.

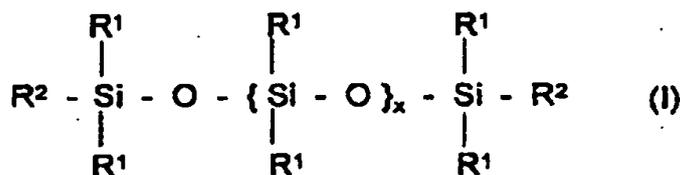
**Descripción de las figuras**

45 La Figura 1 muestra la velocidad de liberación de calor (HRR) en función del tiempo para dos muestras de caucho de silicona líquidas que se endurecieron en láminas de prueba y se quemaron en un calorímetro de cono a 50 kW/m<sup>2</sup>. Cada una de las muestras se formuló con aproximadamente un 10 por ciento en volumen de carga inorgánica. La muestra 1-1 se formuló con silicato de calcio sintético. La muestra 1-2 se formuló con wollastonita.

**Descripción detallada de la invención**

La presente invención se refiere a una composición líquida endurecible de caucho de silicona, que comprende:

50 A. un polímero líquido de poliorganosiloxano descrito por la fórmula



donde cada R<sup>1</sup> se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo, alqueniilo y haloalquilo de 1 a aproximadamente 18 átomos de carbono; cada R<sup>2</sup> se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos hidroxilo, alcoxi, alqueniilo y alquiniilo; y "x" tiene un valor de aproximadamente 10 a aproximadamente 1.500.

5

B. un compuesto de organosilicio reticulante que tiene al menos 3 grupos reactivos unidos al silicio seleccionados de entre aquellos silanos que son alquiltrialcoxisilanos o metiltrihidrosilano; compuestos de resina de organosilicio seleccionados de resinas de organosilicio compuestas principalmente por unidades siloxano tetrafuncionales de fórmula SiO<sub>4/2</sub> y unidades monofuncionales de fórmula R<sup>4</sup><sub>a</sub>R<sup>5</sup><sub>b</sub>SiO<sub>1/2</sub>, donde R<sup>4</sup> se selecciona de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono, "a" tiene un valor de 0 ó 1, "b" tiene un valor de 2 a 3, siendo la suma de a + b no superior a 3; y R<sup>5</sup> es un grupo reactivo capaz de reaccionar con el grupo unido al silicio R<sup>2</sup> del Componente (A); y resinas compuestas principalmente por unidades trifuncionales de fórmula R<sup>5</sup>SiO<sub>3/2</sub> y unidades monofuncionales; polímeros de organosiloxano de cadena corta seleccionados de poliorganosiloxanos que tienen al menos 3 átomos de hidrógeno, hidroxilo o alcoxi unidos al silicio por molécula, y copolímeros de dimetil-siloxano terminado en silanol y metilsilanol siloxano,

10

15

C. un catalizador capaz de favorecer la reacción entre los grupos R<sup>2</sup> unidos al silicio del Componente (A) y el grupo reactivo unido al silicio del Componente (B),

D. del 7 al 70 por ciento en peso de la composición total de wollastonita, y

E. una carga de refuerzo opcional.

20 La composición líquida endurecible de caucho de silicona es capaz de formar elastómeros de silicona, bajo endurecimiento, que tienen excelente capacidad ignífuga.

25

30

Los polímeros de poliorganosiloxano (A) para su utilización en las composiciones de la presente invención son líquidos bombeables descritos por la fórmula (I), donde R<sup>1</sup> es un grupo hidrocarburo monovalente seleccionado independientemente que tiene de 1 a aproximadamente 18 átomos de carbono; cada R<sup>2</sup> se selecciona de entre el grupo consistente en grupos hidroxilo, alcoxi, alqueniilo o alquiniilo; y "x" es un número entero que tiene un valor de aproximadamente 10 a 1.500. Preferentemente R<sup>1</sup> es un grupo alquilo o arilo de 1 a aproximadamente 8 átomos de carbono, por ejemplo metilo, etilo, propilo, isobutilo, hexilo, fenilo u octilo; un grupo alqueniilo tal como vinilo; o grupos haloalquilo tales como 3,3,3-trifluoropropilo. En particular, al menos el 50% de todos los grupos R<sup>1</sup> son grupos metilo y especialmente todos los grupos R<sup>1</sup> son sustancialmente grupos metilo. R<sup>2</sup> se selecciona en base al mecanismo de endurecimiento deseado, ya sea éste por condensación o por adición. En cuanto a las reacciones por condensación, R<sup>2</sup> debe ser un grupo hidroxilo o un grupo alcoxi de hasta 3 átomos de carbono. Para las reacciones por adición, R<sup>2</sup> es un grupo alqueniilo o alquiniilo de preferentemente hasta 8 átomos de carbono, especialmente vinilo, alilo o hexenilo.

Cuando la presente composición se va a endurecer mediante una reacción por adición, entonces es preferible que R<sup>2</sup> represente grupos alqueniilo. Dichos polímeros son bien conocidos en la técnica y pueden variar entre materiales viscosos y líquidos de libre fluencia. Los materiales preferentes tienen una viscosidad no superior a 250 mPa·s a 25°C, y especialmente una viscosidad de aproximadamente 0,1 a 100 mPa·s a aproximadamente 25°C.

35

De forma especialmente preferente, cuando la presente composición se va a endurecer mediante endurecimiento por adición, R<sup>2</sup> representa un grupo alqueniilo de hasta 8 átomos de carbono descrito por la fórmula -R<sup>3</sup><sub>y</sub>-CH=CH<sub>2</sub>, donde R<sup>3</sup> es un grupo hidrocarburo divalente de hasta 6 átomos de carbono, preferentemente un grupo alqueniilo de hasta 4 átomos de carbono; "y" tiene un valor de 0 ó 1; y "x" tiene un valor de aproximadamente 10 a 1.500, preferentemente aproximadamente 50 a 1.200, en especial aproximadamente de 70 a 800. Se prefiere especialmente que el poliorganosiloxano (A) sea un polímero de polidimetilsiloxano terminado en α,ω -vinildimetilsiloxi con una viscosidad a 25°C de aproximadamente 50 a 250.000 mPa·s, preferentemente de aproximadamente 100 a 100.000 mPa·s, y en especial de aproximadamente 250 a 60.000 mPa·s.

40

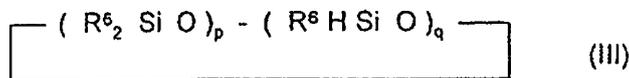
45 Cuando la presente composición se va a endurecer mediante reacción por condensación, preferentemente R<sup>2</sup> en la fórmula (I) se seleccione de entre grupos hidroxilo y alcoxi, y "x" tiene preferentemente un valor de aproximadamente 50 a 1.200, en especial de aproximadamente 70 a 800. Un ejemplo de polímero adecuado para el endurecimiento por condensación es un polímero de polidimetilsiloxano terminado en α,ω -dimetilhidroxisiloxi con una viscosidad de aproximadamente 50 a 250.000 mPa·s a 25°C.

El compuesto de organosilicio reticulante es capaz de reaccionar con el Componente (A) mencionado anteriormente. Los compuestos de organosilicio adecuados son bien conocidos en la técnica. El Componente (B) puede variar entre un material viscoso y un líquido de fluencia libre. Los materiales preferentes tienen una viscosidad no superior a 500 mPa·s a 25°C, en especial de 2 a 55 mPa·s a 25°C.

5 El Componente (B) se selecciona de entre el grupo consistente en silanos, resinas de organosilicio de bajo peso molecular y polímeros de organosiloxano de cadena corta. Silanos adecuados que pueden servir como compuestos de organosilicio reticulantes incluyen alquiltrialcoxisilanos, por ejemplo metiltrimetoxisilano, etiltrimetoxisilano, metiltrietoxisilano o metiltrihidrosilano. Los compuestos de resina de organosilicio adecuados para el Componente (B) incluyen resinas de organosilicio compuestas principalmente por unidades siloxano tetrafuncionales de fórmula  $\text{SiO}_{4/2}$  y unidades monofuncionales de fórmula  $\text{R}^4\text{R}^5\text{SiO}_{1/2}$ , donde  $\text{R}^4$  se selecciona de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono, "a" tiene un valor de 0 ó 1, "b" tiene un valor de 2 a 3, siendo la suma de  $a + b$  no superior a 3, y  $\text{R}^5$  es un grupo reactivo capaz de reaccionar con el grupo unido al silicio  $\text{R}^2$  del Componente (A);  $\text{R}^5$  se selecciona de entre el grupo consistente en hidrógeno, hidroxilo y alcoxi, según el mecanismo de endurecimiento tal como se ha descrito aquí; o resinas compuestas principalmente por unidades trifuncionales de fórmula  $\text{R}^5\text{SiO}_{3/2}$  y unidades monofuncionales. Polímeros de organosiloxano de cadena corta adecuados incluyen poliorganosiloxanos de cadena corta con al menos 3 átomos de hidrógeno, grupos hidroxilo o alcoxi unidos al silicio por molécula, tal como polimetilhidroxiloxano terminado en trimetilsiloxi que posee hasta aproximadamente 20 átomos de carbono, y copolímeros de dimetil-siloxano terminado en silanol y metilsilanol siloxano.

20 Cuando el grupo  $\text{R}^2$  en el Componente (A) es un grupo hidroxilo o alcoxi, preferentemente los sustituyentes reactivos del compuesto de organosilicio reticulante son grupos alcoxi o grupos hidroxilo, permitiendo que tenga lugar una reacción de condensación entre los dos componentes. Cuando el grupo  $\text{R}^2$  del poliorganosiloxano (A) es hidroxilo o un grupo alqueno, los sustituyentes reactivos  $\text{R}^5$  sobre el material de organosilicio reticulante pueden ser átomos de hidrógeno, permitiendo una reacción por condensación o por adición entre el material de organosilicio reticulante y el polímero de poliorganosiloxano (A). De forma especialmente preferente, para el endurecimiento por adición, cuando  $\text{R}^2$  es un grupo alqueno, el Componente (B) es preferentemente un poliorganosiloxano de cadena corta que tiene al menos 3 átomos de hidrógeno unidos al silicio.

Los compuestos preferentes para el Componente (B) cuando se desea un endurecimiento por adición son compuestos de organosilicio de fórmulas generales (II) ó (III).



30 donde  $\text{R}^6$  indica un grupo alquilo o arilo de hasta 10 átomos de carbono o un grupo haloalquilo como 3,3,3-trifluoropropilo;  $\text{R}^7$  es  $\text{R}^6$  o un átomo de hidrógeno, "p" tiene es de 0 a aproximadamente 20, "q" es de 1 a aproximadamente 70, y existen al menos 3 átomos de hidrógeno unidos al silicio presentes por molécula. Preferentemente  $\text{R}^6$  es un grupo alquilo inferior de no más de 3 átomos de carbono, en especial un grupo metilo. De forma especialmente preferente, en la fórmula II, p y q tienen valores similares o  $p = 0$  y q tiene un valor de 6 a 70, especialmente de 20 a 60. Cuando se utilizan materiales de organosilicio cíclicos, como en la Fórmula (III), preferentemente, p y q tienen valores similares o  $p = 0$  y q tiene un valor de 3 a 8. El componente (B) puede comprender una mezcla de varios compuestos de organosilicio tal como se los describen.

40 Otro compuesto preferente para el Componente (B) cuando se desea un endurecimiento por adición es el compuesto de fórmula  $(\text{HSiO})_3\text{SiR}^6$ , siendo  $\text{R}^6$  tal como se ha definido anteriormente.

El Componente (B) se utiliza en las cantidades empleadas habitualmente para elaborar composiciones líquidas endurecibles de caucho de silicona. La cantidad utilizada variará según el reticulante particular elegido y las propiedades deseadas. Preferentemente, para una composición endurecida por condensación, el reticulante está presente en cantidades de aproximadamente 0,5 a 15 partes en peso por cada 100 partes en peso de Componente (A).

45 Con el fin de obtener un producto endurecido de alta calidad utilizando el endurecimiento por adición, la relación molar entre el hidrógeno total unido al silicio en el Componente (B) y los grupos alqueno unidos al silicio proporcionados por el Componente (A) se encuentra preferentemente en el rango de 1:5 a 5:1. De forma especialmente preferente, el Componente (B) se añade en una concentración suficiente para proporcionar una relación molar entre el hidrógeno unido al silicio y el alqueno unido al silicio proporcionado por el Componente (A) en el rango de aproximadamente 1:1 a 2,5:1.

55 El catalizador (C) puede ser cualquier compuesto que catalice la reacción entre los Componentes (A) y (B). Cuando la presente composición se endurece mediante una reacción por condensación, el catalizador puede ser cualquiera de los catalizadores de condensación conocidos, tales como catalizadores basados en estaño o titanio. Compuestos de organoestaño útiles son aquellos donde la valencia del estaño es +2 ó +4. Estos compuestos de estaño son conocidos en la técnica por favorecer la reacción entre los grupos alcoxi sustituidos en el silicio y los grupos hidroxilo sustituidos en

- el silicio. Compuestos de estaño típicos útiles como catalizadores de condensación incluyen sales estannosas de ácidos carboxílicos tales como estearato estannoso, oleato estannoso, naftanato estannoso, hexoato estannoso, succinato estannoso, caprilato estannoso y octoato estannoso; y sales estánicas de ácidos carboxílicos, tales como dilaurato de dibutilestaño, diacetato de dibutilestaño, dioctoato de dibutilestaño, fiformiato de dibutilestaño y dineodecanoato de dibutilestaño, así como productos de hidrólisis parcial de los anteriores. Con el propósito de la presente invención, el dilaurato de dibutilestaño, el dineodecanoato de dimetilestaño y el octoato estannoso son los catalizadores preferentes. Es particularmente sorprendente que las composiciones de la presente invención, cuando se endurecen y prueban mediante quemado, liberan excelentemente el calor y forman carbón en presencia de catalizadores de estaño, lo que a veces puede provocar reversión de los poliorganosiloxanos a alta temperatura.
- Los catalizadores basados en titanio particularmente útiles en la presente composición tienen grupos orgánicos unidos al titanio mediante un enlace titanio-oxígeno-carbono. Los principales tipos de dichos compuestos basados en titanio son ortoésteres, tales como alcoholatos y acilatos en los que el grupo orgánico se deriva de un ácido carboxílico. El catalizador de organo-titanio puede contener asimismo ambos tipos de grupos mencionados anteriormente fijados al mismo átomo de titanio. Así, los catalizadores operativos basados en titanio incluyen aquellos de fórmula  $Ti(OR^8)_4$  siendo  $R^8$  alquilo, alcoxilalquilo o acilo, por ejemplo titanato de tetraisopropilo, tetrametoxi-etoxititanato y diacetoxititanato de diisopropilo. Los catalizadores organo-titanio preferentes para su utilización en la presente composición son los compuestos de titanio quelado o parcialmente quelado. Estos materiales se producen, por ejemplo, mediante reacción de un alcoholato tal como se menciona anteriormente con una  $\alpha$ - o  $\beta$ -dicetona o un derivado de la misma.
- El Componente (C) se utiliza en una cantidad suficiente para reticular la presente composición de caucho de silicona en el plazo de tiempo deseado, determinándose típicamente esta cantidad mediante experimentación rutinaria. Generalmente, los catalizadores de condensación se añaden en una cantidad de aproximadamente 0,01 a 10 partes en peso, preferentemente de 0,1 a 5 partes en peso, por cada 100 partes en peso de Componente (A).
- En la presente invención, los catalizadores de adición adecuados incluyen aquellos basados en metales del grupo del platino, tal como catalizadores que contienen rodio, rutenio, paladio, osmio, iridio o platino. Los catalizadores basados en platino son particularmente preferentes y pueden tomar cualquiera de las formas conocidas, desde el platino depositado sobre un soporte, por ejemplo carbón vegetal en polvo, hasta cloruro platínico, sales de platino, ácidos cloroplatínicos y formas encapsuladas de los mismos. Formas preferentes para el catalizador de platino son ácido cloroplatínico, acetilacetato de platino, complejos de haluros platinosos con compuestos insaturados tales como etileno, propileno, organovinilsiloxanos y estireno; hexametildiplatino,  $PtCl_2$ ,  $PtCl_3$ ,  $PtCl_4$  y  $Pt(CN)_3$ . El catalizador basado en platino preferente es una forma de ácido cloroplatínico, ya sea en como hexahidrato, comúnmente disponible, o en forma anhidra, tal como se describe en la patente de Estados Unidos N° 2.823.218. Un catalizador basado en platino especialmente preferente es la composición que se obtiene cuando se somete a reacción el ácido cloroplatínico con un compuesto organosilicio de alqueno tal como diviniltetrametildisiloxano, como se describe en la patente de Estados Unidos N° 3.419.593. La cantidad efectiva de catalizador basado en platino es oscila entre aproximadamente 0,1 a 1.000 partes en peso por millones de partes en peso de la composición total. Preferentemente se emplea el catalizador basado en platino (C) en una cantidad que de 20 a 100 ppm en peso de metal de platino con respecto al peso total de la composición, especialmente de 5 a 50 ppm.
- Cuando las composiciones de la presente invención se endurecen por reacción de adición, las mezclas de los Componentes (A), (B) y (C) pueden empezar a endurecerse a temperatura ambiente. Para obtener un tiempo de operación más largo o "tiempo de empleo útil", la actividad del catalizador en condiciones ambientales puede retardarse o anularse mediante la adición de un inhibidor adecuado.
- Los inhibidores conocidos para catalizadores metálicos del grupo del platino incluyen los compuestos acetilénicos descritos en la patente de Estados Unidos N° 3.445.420, de Kookootsedes y col. Los alcoholes acetilénicos tales como 2-metil-3-butin-2-ol y 1-etinil-2-ciclohexanol constituyen una clase preferente de inhibidores que suprimen la actividad del catalizador basado en platino a 25°C. Las composiciones que contienen estos catalizadores requieren típicamente un calentamiento a temperaturas de 70°C o superiores para el endurecimiento a una velocidad práctica. El endurecimiento a temperatura ambiente se lleva a cabo típicamente con dichos sistemas mediante la utilización de un sistema en dos componentes, donde el agente reticulante y el inhibidor se encuentran en un de ambos componentes y el platino está en el otro. La cantidad de platino aumenta para permitir el endurecimiento a temperatura ambiente.
- Concentraciones de inhibidor tan bajas como de un mol de inhibidor por mol de metal del grupo de platino proporcionarán en algunos casos cierta estabilidad durante el almacenamiento y una velocidad de endurecimiento satisfactoria. En otros casos, se requieren concentraciones de inhibidor de hasta 500 o más moles de inhibidor por mol de metal del grupo platino. La concentración óptima de cada inhibidor en cada composición se puede determinar fácilmente mediante experimentación rutinaria.
- El Componente (D) es wollastonita. El Componente (D) está presente en una cantidad del 7 al 70 por ciento en peso, con respecto al peso de la composición. Es preferente una wollastonita con un tamaño medio de partícula de 2 a 30  $\mu m$ . La wollastonita, también conocida como metasilicato de calcio, es un mineral de origen natural. La wollastonita utilizada en esta invención es una forma extraída de la mina, es decir una forma de tipo aguja. Típicamente, la wollastonita tiene una relación de aspecto (longitud con respecto al diámetro) de 3:1 a 30:1. Preferentemente la wollastonita tiene un tamaño medio de partícula de aproximadamente 5 a 15  $\mu m$  y una relación de aspecto superior a aproximadamente 15:1.

Las composiciones que utilizan silicatos de calcio o formas y morfologías distintas de la wollastonita no muestran la formación de carbón o bajas velocidades de liberación de calor de los de la presente invención. Por ejemplo, en los ejemplos siguientes se muestra una composición elaborada con calcio sintético, típicamente de forma esférica, y no tiene el rendimiento ignífugo deseado. La wollastonita preferente es suministrada en varios grados por NYCO® Minerals, Inc., Willsboro NY. Las composiciones que contienen menos de aproximadamente un 7 por ciento en peso de wollastonita no muestran la formación de carbón y la baja velocidad de liberación de calor de la presente invención. El límite superior de la wollastonita que es útil depende de las propiedades deseadas para la composición endurecida y no endurecida. Generalmente, la presencia de wollastonita en la composición en una cantidad superior a aproximadamente el 70 por ciento en peso resulta en composiciones no endurecidas que son demasiado espesas y, por tanto, difíciles de procesar, dando composiciones endurecidas que tienen una resistencia a la tracción y al alargamiento reducida.

El Componente (E) es una carga de refuerzo opcional, y preferentemente es hidrofóbico. Aunque se pueden elaborar las composiciones de la presente invención con los Componentes (A), (B), (C) y (D), la utilización del Componente (E) mejora propiedades tales como la tracción y el alargamiento en las composiciones endurecidas. La cantidad de Componente (E) en las presentes composiciones viene determinada en parte por las propiedades físicas deseadas para el caucho endurecido, y en parte por la viscosidad de la composición no endurecida. Las composiciones de silicona líquidas o bombeables contienen típicamente alrededor del 10 a alrededor del 60 por ciento en peso de carga de refuerzo. Preferentemente, en la presente composición, la carga de refuerzo está presente en aproximadamente el 10 al 25 por ciento en peso con respecto a la composición total. Ejemplos de cargas adecuadas incluyen sílice, dióxido de titanio, silicatos de aluminio y resinas de organosilicio. Son preferentes las cargas de sílice, en especial ahumada, o las cargas de sílice precipitada, ya que tienen las mejores propiedades de refuerzo. El tamaño medio de partícula de estas cargas puede ser tal que el diámetro oscile entre aproximadamente 0,1 y 200 µm, preferentemente alrededor de 0,2 a 5 µm, y en especial de 0,4 a 2,5 µm.

La superficie de las partículas de carga se convierte preferentemente en hidrofóbica para que sea más compatible con las presentes composiciones. La conversión de las partículas de carga en hidrofóbicas se puede realizar antes o después de la dispersión de las partículas de carga en el polímero de poliorganosiloxano. La hidrofobización se puede llevar a cabo mediante pretratamiento de las partículas de carga con ácidos grasos, silanos reactivos o siloxanos reactivos. Ejemplos de agentes hidrofobizantes adecuados incluyen ácido esteárico, dimetildiclorosilano, trimetilclorosilano, hexametildisilazano, polidimetilsiloxanos hidroxilo o metilo terminales, resinas de siloxano o mezclas de dos o más de los mismos. Se pueden emplear también otros agentes hidrofobizantes, pero los materiales citados anteriormente son los más eficaces. Las cargas ya tratadas con dichos compuestos están disponibles comercialmente de numerosas fuentes. Alternativamente, la superficie de la carga se puede convertir en hidrofóbica *in situ*, después de que su dispersión en el polímero de poliorganosiloxano. La hidrofobización se puede llevar a cabo adicionando el componente polimérico de polisiloxano antes, durante o después de la dispersión de la carga, una cantidad adecuada de un agente hidrofobizante del tipo descrito anteriormente, tal como silanos reactivos, siloxanos o ácidos grasos, y calentamiento de la mezcla de forma suficiente como para provocar la reacción, por ejemplo hasta una temperatura de al menos 40°C. La cantidad de agente hidrofobizante empleada dependerá por ejemplo de la naturaleza del agente y de la carga, y será evidente o comprobable por los especialistas en la técnica. Se debe utilizar suficiente agente hidrofóbico para proporcionar a la carga al menos un grado perceptible de hidrofobicidad.

Se pueden utilizar también resinas de silicona como cargas en la presente composición. Preferentemente se emplea una resina de tipo MQ, esto es una resina compuesta de M unidades de siloxano monovalente y Q unidades de siloxano tetravalente y preferentemente una resina compuesta esencialmente de M unidades  $R^2R_1SiO_{1/2}$  y  $R^1_3SiO_{1/2}$  y Q unidades  $SiO_{4/2}$ , donde  $R^1$  y  $R^2$  son tal como se han definido anteriormente. Preferentemente en la resina MQ,  $R^2$  es un grupo vinilo, no existiendo más del 10 por ciento en peso de grupos vinilo por molécula, en particular del 1 al 5 por ciento en peso de grupos vinilo por molécula. La resina puede encontrarse en forma sólida o líquida, aunque preferentemente la proporción entre las M unidades y las Q unidades es tal que la resina es un sólido a temperatura y presión ambiente.

Las presentes composiciones pueden contener ingredientes adicionales para modificar las propiedades de las composiciones endurecibles o del caucho de silicona endurecido preparado a partir de las mismas. Estos ingredientes adicionales incluyen, pero no se limitan a, diluyentes líquidos, cargas de no refuerzo adicionales, como tierra de diatomeas, cuarzo y carbonato de calcio; promotores de adherencia, agentes tensioactivos, estabilizadores para inhibir la degradación en presencia de calor y/o luz ultravioleta, tintes, pigmentos, prolongadores del tiempo de operación y retardantes de llama. Los poliorganosiloxanos no reactivos son el tipo preferente de diluyente. El diluyente de poliorganosiloxano no reactivo preferente es dimetilsiloxano trimetilsiloxi terminal. Las composiciones de la presente invención pueden contener también pequeñas cantidades de agua. Para que funcionen como sellantes, es preferible que las composiciones contengan un promotor de adherencia. Los promotores de adherencia para su utilización con sellantes de silicona son bien conocidos en la técnica. Los promotores de adherencia útiles como sellantes de endurecimiento por adición se seleccionan de entre compuestos de silano organofuncionales tales como glicidoxipropiltimetoxisilano, gamma-aminopropiltrietoxisilano y (etilendiaminpropil)trietoxisilano. Cuando la composición se endurece mediante endurecimiento por adición, las composiciones preferentes son quelatos de aluminio, epoxitriacoxisilanos, tetraalquiltitanato, alquilpolisilicatos y mezclas de los mismos, tales como los descritos por Gray y col. en la patente de Estados Unidos N° 5.248.715 y Gray y col., en la patente de Estados Unidos N° 5.365.921, que se incorporan aquí como referencia.

La presente invención puede encontrarse en forma de un sistema en dos partes y se prepara mediante la preparación de una Parte A y una Parte B. Una de las dos partes contiene el Componente (B) y la otra parte contiene el Componente (C). El endurecimiento empieza cuando la Parte A y la Parte B se mezclan. Cuando las composiciones de la presente invención se preparan utilizando una Parte A y una Parte B, la proporción de mezcla puede variar, dependiendo de la formulación de cada parte, de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 40:1, partes de base por cada parte de agente de endurecimiento. Proporciones de mezcla típicas son 1:1, 10:1 y 20:1. El endurecimiento completo de la presente composición requiere desde varios minutos hasta varias horas, dependiendo, entre otras cosas, del tipo y la concentración de agente reticulante y del tipo y concentración del catalizador. El endurecimiento de la composición se puede acelerar mediante calentamiento.

Las presentes composiciones son adecuadas para su utilización como sellantes en construcciones cortafuegos.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos describen composiciones endurecibles preferentes de la presente invención y no deben ser interpretados como limitativos de la invención definida en las reivindicaciones adjuntas.

Salvo indicado de otro modo, todas las partes y porcentajes de los ejemplos son en peso y las viscosidades son valores medidos a 25°C.

### Métodos de Ensayo

#### Ensayo frente al Fuego 1

Placas de prueba de acero inoxidable de 15,24 x 15,24 x 0,635 cm que presentaban una ranura de 10,16 x 0,635 cm abierta del lado opuesto se utilizaron para medir el retardo frente a la llama de las composiciones endurecidas de organosiloxano. Se prepararon composiciones de ensayo mediante mezcla a mano de una Parte A y una Parte B tal como se describe más abajo, con una proporción en partes en peso de 10:11, y se desairearon a 84,75 kPa durante 10 minutos. Se aplicó la composición extrayendo una perla con una media esfera de 1,905 x 0,635 cm (ancho x altura) en la parte inferior de la placa metálica, cubriendo el sellante la ranura. Se dejó que todas las muestras se endureciesen durante 7 días a temperatura ambiente.

Para ensayar la resistencia al fuego, se colocó cada muestra bajo un ángulo de 45° por debajo de un quemador Bunsen a 1.093°C (2.000°F) durante 15 minutos. Se colocó un termopar bajo la llama en la superficie de la muestra y otro en la parte posterior de la misma, accesible por la ranura. Durante este ensayo, las medidas de la temperatura de llama y de la temperatura del lateral posterior de la muestra se tomaron cada dos minutos durante quince minutos o hasta que la llama alcanzara el lateral posterior de la muestra. A los 15 minutos, se apartó la llama y se registró el tiempo hasta autoextinción. La muestra pasaba el ensayo si a los 15 minutos no se observaba llama alguna en el lateral posterior de la placa de acero inoxidable y, si al retirar la llama, la muestra no seguía quemándose durante más de 30 segundos. Después de enfriamiento a temperatura ambiente, se observó la integridad de la muestra quemada.

#### Ensayo frente al Fuego 2

Se emplearon placas de ensayo de acero inoxidable de 15,24 x 15,24 x 0,635 cm con una hendidura de 10,16 x 0,635 cm para medir el retardo a la llama de las composiciones endurecidas de organosiloxano. Se prepararon composiciones de ensayo mediante mezcla a mano de Parte A:Parte B 10:1 y desaireación a 84,75 kPa durante 10 minutos. Se aplicó el material extrayendo una perla de muestra con una media esfera de 1,905 x 0,635 cm (ancho x altura) en la parte inferior de la placa metálica. Se dejó que las muestras se endureciesen durante 7 días a temperatura ambiente. La placa que contenía el material endurecido se colocó en un torno de 15,2 cm de un soplete de oxiacetileno. Se registró el tiempo necesario para que la llama penetrara en la muestra y se hiciera visible en la parte posterior de la placa de acero inoxidable. Se retiró la llama cuando atravesó la muestra. Después de enfriamiento, se observó la integridad de la muestra quemada.

#### Ensayo frente al Fuego 3

Se determinó la velocidad de liberación de calor de las composiciones endurecidas de organosiloxano mediante un calorímetro de cono. En el calorímetro de cono se coloca un quemador eléctrico cónico por encima de la muestra para que emita un flujo de calor definido hacia ésta. Un encendedor de chispa se coloca encima de la superficie de la muestra y se utiliza para encender los gases volátiles que se están destilando de la misma. Cuando los volátiles se encienden, se registra el tiempo hasta la ignición y se apaga el encendedor de chispa. Se mide la concentración de oxígeno en función del tiempo para determinar la velocidad de liberación de calor. Esto se basa en el principio de que, para la mayoría de los plásticos, se libera una cantidad constante de calor por unidad de masa de oxígeno consumido en la combustión. Este calorímetro es un calorímetro de consumo de oxígeno ASTM E 1354. Dado que las concentraciones de oxígeno se determinan más fácilmente que la producción de calor con el tiempo, el calorímetro de consumo de oxígeno proporciona una manera fácil de determinar la velocidad de liberación de calor de los materiales.

Las dimensiones de las muestras de la composición endurecida de organosiloxano fueron de 0,10 m x 0,10 m x 6,3 mm. Se sometieron a prueba las muestras en una configuración horizontal en un bastidor metálico, descrito en ASTM E

1354, para impedir que las muestras se ondulasen. El flujo de calor externo era de 50 kW/m<sup>2</sup>. La velocidad de liberación de calor, HRR, se calculó en función del consumo de oxígeno.

### Ejemplo 1

5 Se compusieron muestras de composiciones líquidas de caucho de silicona y se endurecieron para demostrar el efecto de la wollastonita sobre la actuación del fuego en comparación con un silicato de calcio sintético (Celite C, World Minerals Inc., Lompoc, CA con un área superficial BET de 175 m<sup>2</sup>/g). La cantidad de wollastonita o de silicato de calcio en cada muestra era del 10 por ciento en volumen. Se utilizó el porcentaje en volumen para asegurar que estaba disponible el mismo volumen de combustible de caucho de silicona para cada muestra de ensayo. La composición de caucho de silicona se componía de un dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal, con un grado medio de polimerización (dp) de 434, un polimetilhidrogenosiloxano con extremo taponado por trimetilsililo con dp medio de 65 como agente reticulante y un catalizador de platino. La proporción entre el SiH y el Si-vinilo se mantuvo constante a 1,5:1,0 y la cantidad de Pt era de 3 ppm. Se mezclaron las composiciones en un Vacuum Power Mixer Plus de Whip Mix® Corporation, Louisville, Kentucky, y luego se prepararon muestras endurecidas mediante endurecimiento a 170°C durante 15 minutos en una configuración adecuada para el ensayo. Las muestras endurecidas se sometieron a prueba en el calorímetro de cono a un flujo de calor de 50 kW/m<sup>2</sup>. Los datos referentes a la velocidad de liberación de calor (HRR) en función del tiempo se muestran en la Figura 1. La Muestra 1-1 contiene un silicato de calcio sintético, mientras que la Muestra 1-2 contiene wollastonita. La Muestra 1-2 tiene una velocidad mayor de liberación de calor y una pérdida más alta de peso, del 28%, en comparación con el 20%. La estructura del carbón de la Muestra 1-1 es también bastante friable.

### 20 Ejemplo 2

Se formularon composiciones líquidas de caucho de silicona utilizando el endurecimiento por adición para someter a prueba la actuación del fuego. Se preparó la Parte A mediante mezcla de los ingredientes en un mezclador de carga vertical de alto esfuerzo de cizalla. Se preparó la Parte B mediante mezcla de los ingredientes en un recipiente cerrado en un rodillo. Como comparación, se utilizó el Ejemplo 2-1 que no contenía wollastonita. Se mezcló a una proporción en peso Parte A:Parte B de 1:1. El Ejemplo 2-2, que contenía wollastonita se mezcló con 10 partes en peso de A por 1 parte en peso de la Parte B. Las composiciones de los dos materiales son las siguientes. Todas las partes son partes en peso.

#### 2-1 Parte A

30	79,3 partes	dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal con una viscosidad de aproximadamente 55.000 mm <sup>2</sup> /s
	0,3 partes	complejo de platino con polidimetilsiloxano, conteniendo el 0,5% en peso de metal de platino
	15,0 partes	sílice ahumada tratada con hexametildisilazano
	0,2 partes	titanato de tetrabutilo
	0,2 partes	trimetilpropano dialil éter

#### 35 2-2 Parte B

	76 partes	dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal con una viscosidad de aproximadamente 55.000 mm <sup>2</sup> /s
	14,2 partes	sílice ahumada tratada con hexametildisilazano
40	2,3 partes	poliodiorganosiloxano trimetilsiloxi terminal con un promedio de cinco unidades de metilhidrogenosiloxano y tres unidades de dimetilsiloxano por molécula con un contenido en hidrógeno unido a silicio de aproximadamente un 0,75 por ciento en peso
	2,4 partes	ortosilicato de de n-propilo
	0,5 partes	glicidoxipropiltrimetoxisilano
45	0,02 partes	mezcla que contiene un 97% del copolímero de dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal y un 3% de etilciclohexanol

#### 2-2 Parte A

	73,8 partes	dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal con una viscosidad de aproximadamente 2.000 mm <sup>2</sup> /s
	10 partes	sílice ahumada tratada con hexametildisilazano

- 15 partes wollastonita
- 0,9 partes complejo de polidimetilsiloxano con platino que contiene un 0,5% en peso de metal de platino

**2-2 Parte B**

- 5 73 partes dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal con una viscosidad de aproximadamente 2.000 mm<sup>2</sup>/s
- 11 partes polidiorganosiloxano trimetilsiloxi terminal con un promedio de cinco unidades de metilhidrogenosiloxano y tres unidades de dimetilsiloxano por molécula, con un contenido en átomo de hidrógeno unido a silicio de aproximadamente un 0,75 por ciento en peso

**Tabla 2 Actuación frente al fuego de las Muestras 2-1 y 2-2**

Muestra	Ensayo Fuego 1	Ensayo Fuego 2, quemado con el tiempo, s	Ensayo Fuego 3, velocidad máx. liberación calor, kW/m <sup>2</sup>	Ensayo Fuego 3, pérdida de peso tras quemado, %
2-1	Falló	*	146	36
2-2	Pasó	245	126	29
*no ensayado ya que la muestra falló muy rápidamente en la Prueba al Fuego 1.				

10

La Muestra 2-1 tenía una estructura de carbón cerámico duro después del quemado, lo cual no se observó en 2-1.

**Ejemplo 3**

15 Se determinó el límite inferior de la cantidad de wollastonita en la composición endurecible de caucho de silicona en el siguiente conjunto de experimentos. Se utilizó el Ejemplo 2-2 como punto de referencia para el sellante cargado con wollastonita. La totalidad de la formulación se mantuvo constante, salvo en cuanto al nivel de wollastonita, que se redujo por incrementos que fueron compensados por el nivel de dimetilsiloxano dimetilvinilsiloxi terminal. La Parte A de la Muestra 3-1 contenía un 8% en peso de wollastonita, dando una concentración de wollastonita del 7,3% en la composición total. A este nivel de wollastonita, la Muestra 3-1 tenía una actuación del fuego ligeramente reducida, lo que se observa en la Tabla 3.

20

**Tabla 3 Actuación del fuego de las Muestras 3-1 y 3-2**

Muestra	Ensayo Fuego 1	Ensayo Fuego 2, quemado con el tiempo, s	Ensayo Fuego 3, velocidad máx. liberación calor, kW/m <sup>2</sup>	Ensayo Fuego 3, pérdida de peso tras quemado, %
2-2	Pasó	245	126	29
3-1	Falló	90	143	31

**Ejemplo 4**

25 Se evaluó un sellante típico de silicona con endurecimiento por adición utilizando un catalizador de estaño, Muestra 4-1, en cuanto a la actuación frente al fuego utilizando el Ensayo frente al Fuego 3. Se formuló la Muestra 4-2 con wollastonita en lugar de carbonato de calcio. Las formulaciones son las siguientes, con todas las partes en partes en peso. Diez partes en peso de la Parte A se mezclaron con 1 parte en peso de la Parte B.

**4-1 Parte A**

- 1,4 partes dimetilsiloxano silanol terminal con una viscosidad de 41 mm<sup>2</sup>/s
- 30 46,5 partes carbonato de calcio precipitado tratado
- 52,1 partes polímero funcional de dimetilsiloxano silanol terminal de extremo taponado parcialmente con alquilo con una viscosidad de aproximadamente 10.000 mm<sup>2</sup>/s

**4-1 Parte B**

- 0,2 partes dineodecanoato de dimetilestaño
- 1,5 partes sílice ahumada tratada con trimetilo
- 50,1 partes dimetilsiloxano silanol terminal con una viscosidad de 350 mm<sup>2</sup>/s
- 5 16,1 partes Negro de Carbón
- 7,9 partes glicidoxipropiltrimetoxisilano
- 7,0 partes gamma-aminopropiltrimetoxisilano
- 17,2 partes metiltrimetoxisilano

10 **4-2 Parte A**

Similar a 4-1 Parte A, salvo que el carbonato de calcio precipitado tratado fue sustituido por wollastonita.

**4-2 Parte B**

Misma formulación que 4-1 Parte B.

- 15 Se sometieron a prueba las Muestras 4-1 y 4-2 en el calorímetro de cono para determinar la velocidad de liberación de calor, que se puede observar en la Tabla 4. Al sustituir el carbonato de calcio por wollastonita se produjo una reducción significativa en la velocidad de liberación de calor y una disminución de la cantidad de polímero que se consumió durante el fuego.

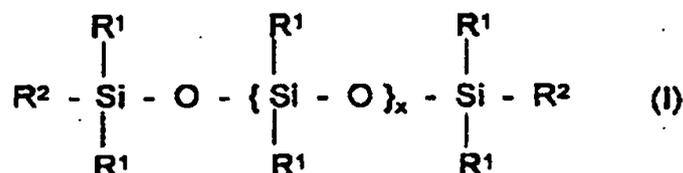
**Tabla 4 Actuación frente al fuego de los Ejemplos 4-1 y 4-2**

Muestra	Ensayo Fuego 3, velocidad máx. de liberación de calor, kW/m <sup>2</sup>	Ensayo Fuego 3, pérdida de peso después de quemado, %
4-1	103	23
4-2	85	18

REIVINDICACIONES

1. Composición líquida endurecible de caucho de silicona, que comprende:

A. un polímero líquido de poliorganosiloxano descrito por la fórmula



5 donde cada R<sup>1</sup> se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo, alquenoilo y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono; cada R<sup>2</sup> se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos hidroxilo, alcoxi, alquenoilo y alquinoilo; y "x" tiene un valor de 10 a 1.500.

10 B. un compuesto de organosilicio reticulante que tiene al menos 3 grupos reactivos unidos al silicio seleccionados de entre aquellos silanos que son alquiltrialcoxisilanos o metiltrihidrosilano; compuestos de resina de organosilicio seleccionados de resinas de organosilicio compuestas principalmente por unidades siloxano tetrafuncionales de fórmula SiO<sub>4/2</sub> y unidades monofuncionales de fórmula R<sup>4</sup><sub>a</sub>R<sup>5</sup><sub>b</sub>SiO<sub>1/2</sub>, donde R<sup>4</sup> se selecciona de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono, "a" tiene un valor de 0 ó 1, "b" tiene un valor de 2 a 3, siendo la suma de a + b no superior a 3; y R<sup>5</sup> es un grupo reactivo capaz de reaccionar con el grupo unido al silicio R<sup>2</sup> del Componente (A); y resinas compuestas principalmente por unidades trifuncionales de fórmula R<sup>6</sup>SiO<sub>3/2</sub> y unidades monofuncionales; polímeros de organosiloxano de cadena corta seleccionados de poliorganosiloxanos que tienen al menos 3 átomos de hidrógeno, hidroxilo o alcoxi unidos al silicio por molécula, y copolímeros de dimetilsiloxano terminado en silanol y metilsilanolsiloxano,

20 C. un catalizador capaz de favorecer la reacción entre los grupos R<sup>2</sup> unidos al silicio del Componente (A) y el grupo reactivo unido al silicio del Componente (B),

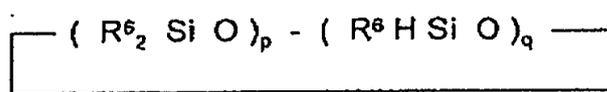
D. del 7 al 70 por ciento en peso de la composición total de wollastonita.

25 2. Composición según la reivindicación 1, caracterizada porque el Componente (A) comprende un polímero de polidimetilsiloxano bloqueado en su extremo por α,ω-dimetilvinilsiloxi con una viscosidad de 50 a 250.000 mPa·s a 25°C.

3. Composición según la reivindicación 1, caracterizada porque el Componente (A) comprende un polímero de polidimetilsiloxano terminado en α,ω-hidroxi con una viscosidad de 50 a 250.000 mPa·s a 25°C.

30 4. Composición según la reivindicación 1, caracterizada porque (B) es un poliorganosiloxano de cadena corta que tiene al menos 3 grupos reactivos unidos al silicio por cada molécula seleccionados de entre el grupo consistente en hidrógeno, hidroxilo y alcoxi.

5. Composición según la reivindicación 1, caracterizada porque (B) se selecciona de entre el grupo consistente en los compuestos descritos por R<sup>7</sup>R<sup>6</sup><sub>2</sub>SiO(R<sup>6</sup><sub>2</sub>SiO)<sub>p</sub>(R<sup>6</sup>HSiO)<sub>q</sub>SiR<sup>6</sup><sub>2</sub>R<sup>7</sup>,

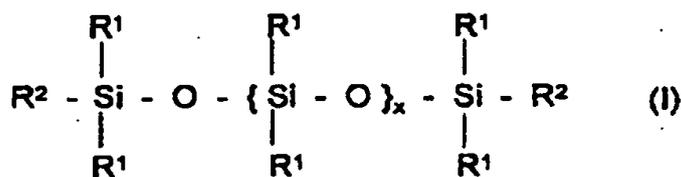


y (HSiO)<sub>3</sub>SiR<sup>6</sup>

35 donde R<sup>6</sup> indica un grupo alquilo o arilo de hasta 10 átomos de carbono, R<sup>7</sup> es un grupo R<sup>6</sup> o un átomo de hidrógeno, p tiene un valor de 0 a 20, q tiene un valor de 1 a 70, y existen al menos 3 átomos de hidrógeno unidos al silicio presentes por molécula.

40 6. Composición según la reivindicación 1, caracterizada porque el Componente (D) tiene un número de tamaño medio de partícula de aproximadamente 5 a 15 μm y una relación de aspecto superior a aproximadamente 15:1.

7. Composición según la reivindicación 1 que incluye un Componente (E) que comprende una sílice hidrofóbica añadida en aproximadamente un 10 a un 25 por ciento en peso con respecto a la composición total.
8. Composición según la reivindicación 1 que incluye un Componente (E) que comprende una resina de silicona.
- 5 9. Composición según la reivindicación 8, caracterizada porque la resina de silicona se compone esencialmente de M unidades  $R^2R^1_2SiO_{1/2}$  y  $R^1_3SiO_{1/2}$  y Q unidades  $SiO_{4/2}$ , donde cada  $R^1$  se selecciona independientemente del grupo consistente en grupos alquilo, alqueno, arilo y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono, y cada  $R^2$  se selecciona independientemente del grupo consistente en grupos hidroxilo, alcoxi, alqueno y alquino.
10. Sello ignífugo formado por el endurecimiento de una composición líquida de caucho de silicona que comprende
- A. un polímero líquido de poliorganosiloxano descrito por la fórmula



10

donde cada  $R^1$  se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos alquilo, arilo, alqueno y haloalquilo de 1 a 18 átomos de carbono; cada  $R^2$  se selecciona, independientemente, de entre el grupo consistente en grupos hidroxilo, alcoxi, alqueno y alquino; y "x" tiene un valor de 10 a 1.500.

15

- B. un compuesto de organosilicio reticulante que tiene al menos 3 grupos reactivos unidos al silicio seleccionados de entre aquellos silanos que son alquiltrialcoxisilanos o metiltrihidrosilano; compuestos de resina de organosilicio seleccionados de resinas de organosilicio compuestas principalmente por unidades siloxano tetrafuncionales de fórmula  $SiO_{4/2}$  y unidades monofuncionales de fórmula  $R^4_aR^5_bSiO_{1/2}$ , donde  $R^4$ ,  $R^5$ , "a" y "b" son como se han definido anteriormente; y resinas compuestas principalmente por unidades trifuncionales de fórmula  $R^5SiO_{3/2}$  y unidades monofuncionales; polímeros de organosiloxano de cadena corta seleccionados de poliorganosiloxanos que tienen al menos 3 átomos de hidrógeno, hidroxilo o alcoxi unidos al silicio por molécula, y copolímeros de dimetilsiloxano terminado en silanol y metilsilanolsiloxano,

20

25

- C. un catalizador capaz de favorecer la reacción entre los grupos  $R^2$  unidos al silicio del Componente (A) y el grupo reactivo unido al silicio del Componente (B),
- D. del 7 al 70 por ciento en peso de la composición total de wollastonita.

Figura 1

HRR en Función del Tiempo para Elastómeros Modelo

