

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 183**

51 Int. Cl.:

**C08G 75/02** (2006.01)

**B01J 13/04** (2006.01)

**B32B 27/00** (2006.01)

**C08J 3/20** (2006.01)

**C09K 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2015** **E 15819930 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** **EP 3227359**

54 Título: **Selladores de polioéter con tiempo de trabajo ampliado**

30 Prioridad:

**04.12.2014 US 201414560289**

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

**28.06.2019**

73 Titular/es:

**PRC-DESOTO INTERNATIONAL, INC. (100.0%)  
12780 San Fernando Road  
Sylmar, California 91342, US**

72 Inventor/es:

**CAI, JUEXIAO y  
LIN, RENHE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 718 183 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**

Selladores de politioéter con tiempo de trabajo ampliado

5 **Campo**

La presente divulgación se refiere a composiciones de politioéter terminado en tiol y selladores preparados a partir de composiciones de politioéter terminado en tiol que tienen un tiempo de trabajo ampliado y velocidades de curado rápidas.

10

**Antecedentes**

Se sabe que los politioéteres terminados en tiol son útiles en aplicaciones de selladores aeroespaciales. Los selladores aeroespaciales deben cumplir una serie de exigentes requisitos de rendimiento que incluyen adherencia, resistencia a la tracción, alargamiento, resistencia al combustible y estabilidad a altas temperaturas. Los selladores típicos de politioéter se caracterizan por un tiempo de trabajo relativamente corto de menos de 12 horas.

15

Se desean formulaciones de selladores de politioéter terminado en tiol que exhiban un tiempo de trabajo ampliado y que se curen rápidamente al final del tiempo de trabajo.

20

El documento US 2014/0110881 A1 se refiere a composiciones útiles en aplicaciones de selladores aeroespaciales que comprenden polímeros que contienen azufre, tales como politioéteres y polisulfuros, poliepóxidos, y catalizadores de amina de liberación controlada. Estas composiciones exhiben una vida útil prolongada y proporciona velocidades de curado controladas.

25

El documento WO 2013/192480 A2 se refiere al uso de químicas de curado de adición de Michael en composición que comprenden polímeros que contienen azufre, tales como politioéteres y polisulfuros que incluyen catalizadores de amina de liberación controlada útiles en una aplicación de selladores aeroespaciales.

30

El documento US 2013/0137817 A1 se dirige a composiciones selladoras líquidas basadas en polisulfuro, capaces de curarse a petición y el procedimiento de preparación de la composición selladora líquida que incluye un polisulfuro, un agente de reticulación; y opcionalmente un catalizador.

35

El documento US 2014/0272287 A1 se refiere a composiciones curables que exhiben una vida útil prolongada y que contienen politioéteres terminados en tiol y agentes de curado de poliepoxi encapsulado.

El documento WO 99/55454 A1 se refiere a materiales activos encapsulados, especialmente a catalizadores, aceleradores y agentes de curado encapsulados.

40

El documento US 2007/0173602 A1 se refiere a composiciones que se curan por reacción de acrilatos multifuncionales con compuestos de metileno activo a través de una reacción de adición de Michael a carbono utilizando catalizadores base encapsulados.

**Sumario**

45

Los selladores de politioéter terminado en tiol curados con epoxi que incluyen un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismo exhiben un tiempo de trabajo ampliado y cumplen con los exigentes requisitos de rendimiento de las aplicaciones de selladores aeroespaciales.

50

En un primer aspecto, se proporcionan composiciones, que comprenden un prepolímero de politioéter terminado en tiol, un agente de curado epoxi y un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos.

55

En un segundo aspecto, se proporciona un sellador curado preparado a partir de una composición proporcionada por la presente divulgación.

En un tercer aspecto, se proporcionan métodos de sellado de una o más superficies, que comprenden aplicar una composición proporcionada por la presente descripción a una o más superficies, y curar la composición para sellar las una o más superficies.

60

**Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es un gráfico que muestra el estado de curado con el tiempo de selladores proporcionado por la presente divulgación.

65

Ahora se hace referencia a ciertas realizaciones de composiciones y métodos. Las realizaciones desveladas no tienen por objeto ser limitantes de las reivindicaciones. Por el contrario, las reivindicaciones tienen por objeto cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes.

## 5 Descripción detallada

Un guión ("-") que no está entre dos letras o símbolos se usa para indicar un punto de unión para un sustituyente o entre dos átomos. Por ejemplo, -CONH<sub>2</sub> está unido a través del átomo de carbono.

10 "Alcanodiilo" se refiere a un grupo hidrocarburo acíclico, saturado, de cadena ramificada o de cadena lineal, que tiene, por ejemplo, de 1 a 18 átomos de carbono (C<sub>1-18</sub>), de 1 a 14 átomos de carbono (C<sub>1-14</sub>), de 1 a 6 átomos de carbono (C<sub>1-6</sub>), de 1 a 4 átomos de carbono (C<sub>1-4</sub>), o de 1 a 3 átomos de hidrocarburo (C<sub>1-3</sub>). Se apreciará que un alcanodiilo ramificado tenga un mínimo de tres átomos de carbono. En ciertas realizaciones, el alcanodiilo es

15 alcanodiilo C<sub>2-14</sub>, alcanodiilo C<sub>2-10</sub>, alcanodiilo C<sub>2-8</sub>, alcanodiilo C<sub>2-6</sub>, alcanodiilo C<sub>2-4</sub> y, en ciertas realizaciones, alcanodiilo C<sub>2-3</sub>. Los ejemplos de grupos alcanodiilo incluyen metano-diilo (-CH<sub>2</sub>-), etano-1,2-diilo (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-), propano-1,3-diilo e isopropano-1,2-diilo (p. ej., -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- y -CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>-), butano-1,4-diilo (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-), pentano-1,5-diilo (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-), hexano-1,6-diilo (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-), heptano-1,7-diilo, octano-1,8-diilo, nonano-1,9-diilo, decano-1,10-diilo, dodecano-1,12-diilo, y similares.

20 "Alcanocicloalcano" se refiere a un grupo hidrocarbonado saturado que tiene uno o más grupos cicloalquilo y/o cicloalcanodiilo y uno o más grupos alquilo y/o alcanodiilo, en los que cicloalquilo, cicloalcanodiilo, alquilo y alcanodiilo se definen en la presente memoria. En ciertas realizaciones, cada uno de los grupos cicloalquilo y/o cicloalcanodiilo es C<sub>3-6</sub>, C<sub>5-6</sub>, y en ciertas realizaciones, ciclohexilo o ciclohexanodiilo. En ciertas realizaciones, cada uno de los grupos alquilo y/o alcanodiilo es C<sub>1-6</sub>, C<sub>1-4</sub>, C<sub>1-3</sub>, y en ciertas realizaciones, metilo, metanodiilo, etilo o

25 etano-1,2-diilo. En ciertas realizaciones, el grupo alcanocicloalcano es alcanocicloalcano C<sub>4-18</sub>, alcanocicloalcano C<sub>4-16</sub>, alcanocicloalcano C<sub>4-12</sub>, alcanocicloalcano C<sub>4-8</sub>, C<sub>6-12</sub>, alcanocicloalcano C<sub>6-10</sub>, y en ciertas realizaciones, alcanocicloalcano C<sub>6-9</sub>. Los ejemplos de grupos alcanocicloalcano incluyen 1,1,3,3-tetrametilciclohexano y ciclohexilmetano.

30 "Alcanocicloalcanodiilo" se refiere a un dirradical de un grupo alcanocicloalcano. En ciertas realizaciones, el grupo alcanocicloalcanodiilo es alcanocicloalcanodiilo C<sub>4-18</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>4-16</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>4-12</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>4-8</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-12</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-10</sub>, y en ciertas realizaciones, alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-9</sub>. Los ejemplos de grupos alcanocicloalcanodiilo incluyen 1,1,3,3-tetrametilciclohexano-1,5-diilo y ciclohexilmetano-4,4'-diilo.

35 "Alquilo" se refiere a un grupo hidrocarburo acíclico, saturado, de cadena ramificada o lineal, que tiene, por ejemplo, de 1 a 20 átomos de carbono, de 1 a 10 átomos de carbono, de 1 a 6 átomos de carbono, de 1 a 4 átomos de carbono, o de 1 a 3 átomos de carbono. Se apreciará que un alquilo ramificado tenga un mínimo de tres átomos de carbono. En ciertas realizaciones, el grupo alquilo es alquilo C<sub>1-6</sub>, alquilo C<sub>1-4</sub>, y en ciertas realizaciones, alquilo C<sub>1-3</sub>.

40 Los ejemplos de grupos alquilo incluyen metilo, etilo, n-propilo, iso-propilo, n-butilo, iso-butilo, terc-butilo, n-hexilo, n-decilo, tetradecilo, y similares. En ciertas realizaciones, el grupo alquilo es alquilo C<sub>1-6</sub>, alquilo C<sub>1-4</sub>, y en ciertas realizaciones, alquilo C<sub>1-3</sub>. Se apreciará que un alquilo ramificado tenga al menos tres átomos de carbono.

45 "Cicloalcanodiilo" se refiere a un grupo hidrocarburo monocíclico o policíclico saturado dirradical. En ciertas realizaciones, el grupo cicloalcanodiilo es cicloalcanodiilo C<sub>3-12</sub>, cicloalcanodiilo C<sub>3-8</sub>, cicloalcanodiilo C<sub>3-6</sub>, y en ciertas realizaciones, cicloalcanodiilo C<sub>5-6</sub>. Los ejemplos de grupos cicloalcanodiilo incluyen ciclohexano-1,4-diilo, ciclohexano-1,3-diilo y ciclohexano-1,2-diilo.

50 Como se usa en la presente memoria, "polímero" se refiere a oligómeros, homopolímeros y copolímeros, que pueden curarse o no curarse. A menos que se indique lo contrario, los pesos moleculares son pesos moleculares promedio en número para materiales poliméricos indicados como "M<sub>n</sub>" de acuerdo con lo determinado, por ejemplo, por cromatografía de permeación en gel utilizando un estándar de poliestireno de una manera reconocida en la técnica. A menos que se indique lo contrario, los pesos moleculares son pesos moleculares promedio en número para materiales poliméricos indicados como "M<sub>n</sub>" como se puede determinar, por ejemplo, mediante cromatografía

55 de permeación en gel utilizando un estándar de poliestireno de una manera reconocida en la técnica.

Los "prepolímeros" se refieren a polímeros antes del curado. En general, los prepolímeros proporcionados por la presente divulgación son líquidos a temperatura ambiente. "Aductos" se refiere a prepolímeros que están funcionalizados con un grupo terminal reactivo; sin embargo, los prepolímeros también pueden contener grupos

60 funcionales terminales. Así, los términos prepolímero y aducto se usan indistintamente. El término aducto se usa a menudo para referirse a un prepolímero que es un intermedio en una secuencia de reacción usada para preparar un prepolímero.

Ahora se hace referencia en detalle a ciertas realizaciones de compuestos, composiciones y métodos. Las realizaciones desveladas no tienen por objeto ser limitantes de las reivindicaciones. Por el contrario, las reclamaciones tienen por objeto cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes.

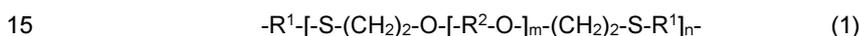
65

Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación incluyen un prepolímero de politioéter terminado en tiol, un agente de curado epoxi y un catalizador de amina terciaria latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, una composición se formula como un sellador, tal como un sellador aeroespacial.

5 Las composiciones y formulaciones selladoras proporcionadas por la presente divulgación incluyen un prepolímero de politioéter terminado en tiol.

10 Ejemplos de prepolímeros de politioéter terminado en tiol adecuados se desvelan, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos n.º 6.172.179.

En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende un prepolímero de politioéter terminado en tiol que comprende una cadena principal que comprende la estructura de Fórmula (1):



en la que,

20 cada R<sup>1</sup> se selecciona independientemente entre un grupo n-alcanodiilo C<sub>2-10</sub>, un grupo alcanodiilo ramificado C<sub>3-6</sub>, un grupo cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, un grupo alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-10</sub>, un grupo heterocíclico, un grupo  $[-(CHR^3)_p-X-]_q-(CHR^3)_r$ , en el que cada R<sup>3</sup> se selecciona entre hidrógeno y metilo;

25 cada R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre un grupo n-alcanodiilo C<sub>2-10</sub>, un grupo alcanodiilo ramificado C<sub>3-6</sub>, un grupo cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, un grupo alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-14</sub>, un grupo heterocíclico y un grupo  $[-(CH_2)_p-X-]_q-(CH_2)_r$ ;

30 cada X se selecciona independientemente entre O, S y -NR-, en la que R se selecciona entre hidrógeno y metilo; m varía de 0 a 50;

n es un número entero que varía de 1 a 60;

p es un número entero que varía de 2 a 6;

q es un número entero que varía de 1 a 5; y

r es un número entero que varía de 2 a 10.

35 En ciertas realizaciones de un prepolímero de Fórmula (1), R<sup>1</sup> es  $[-(CHR^3)_p-X-]_q-(CHR^3)_r$  en el que cada X se selecciona independientemente entre -O- y -S-. En ciertas realizaciones en las que R<sup>1</sup> es  $[-(CHR^3)_p-X-]_q-(CHR^3)_r$ , cada X es -O- y en ciertas realizaciones, cada X es -S-.

40 En ciertas realizaciones de un prepolímero de Fórmula (1), R<sup>1</sup> es  $[-(CH_2)_p-X-]_q-(CH_2)_r$  en la que cada X se selecciona independientemente entre -O- y -S-. En ciertas realizaciones en las que R<sup>1</sup> es  $[-(CH_2)_p-X-]_q-(CH_2)_r$ , cada X es -O- y en ciertas realizaciones, cada X es -S-.

45 En ciertas realizaciones o en un prepolímero de Fórmula (1), R<sup>1</sup> es  $[-(CH_2)_p-X-]_q-(CH_2)_r$ , en la que p es 2, X es O, q es 2, r es 2, R<sup>2</sup> es etanodiilo, m es 2 y n es 9.

En ciertas realizaciones de un prepolímero de Fórmula (1), cada R<sup>1</sup> se deriva de dimercaptodioxaoctano (DMDO) y en ciertas realizaciones, cada R<sup>1</sup> se deriva de dimercaptodietilsulfuro (DMDS).

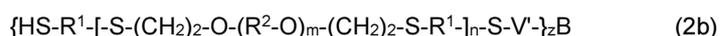
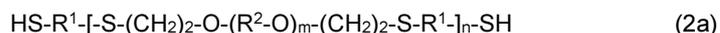
45 En ciertas realizaciones de Fórmula (1), cada m es independientemente un número entero de 1 a 3. En ciertas realizaciones, cada m es igual y es 1, 2, y en ciertas realizaciones, 3.

50 En ciertas realizaciones de Fórmula (1), n es un número entero de 1 a 30, un número entero de 1 a 20, un número entero de 1 a 10, y en ciertas realizaciones, y un número entero de 1 a 5. Además, en ciertas realizaciones, n puede ser cualquier número entero de 1 a 60.

55 En ciertas realizaciones de Fórmula (1), cada p se selecciona independientemente entre 2, 3, 4, 5 y 6. En ciertas realizaciones, cada p es igual y es 2, 3, 4, 5 o 6.

Ejemplos de prepolímeros de politioéter terminado en tiol adecuados se desvelan, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos n.º 6.172.179. En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende Permapol® P3.1E, disponible en PRC-DeSoto International Inc., Sylmar, CA.

60 En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende un prepolímero de politioéter terminado en tiol seleccionado entre un politioéter terminado en tiol de Fórmula (2a), un prepolímero de politioéter terminado en tiol de Fórmula (2b), y una combinación de los mismos:



en la que,

5 cada R<sup>1</sup> se selecciona independientemente entre alcanodiilo C<sub>2-10</sub>, cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-14</sub>, heterocicloalcanodiilo C<sub>5-8</sub> y  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ , en la que,

p es un número entero de 2 a 6;

q es un número entero de 1 a 5;

r es un número entero de 2 a 10;

10 cada R<sup>3</sup> se selecciona independientemente entre hidrógeno y metilo;

y

cada X se selecciona independientemente entre -O-, -S-, y -NR-,

en la que R se selecciona entre hidrógeno y metilo;

15 cada R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre alcanodiilo C<sub>1-10</sub>, cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-14</sub>, y  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ , en la que p, q, r, R<sup>3</sup> y X son como se definen para R<sup>1</sup>;

m es un número entero de 0 a 50;

n es un número entero de 1 a 60;

B representa un núcleo de un agente de polifuncionalización de valencia z B(-V)<sub>z</sub>,

en el que,

20 z es un número entero de 3 a 6; y

cada V es un resto que comprende un grupo terminal reactivo con un tiol; y

cada -V'- se deriva de la reacción de -V con un tiol.

25 En ciertas realizaciones de la Fórmula (2a) y en la Fórmula (2b), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-X}]_q(\text{CH}_2)_r$ , en la que p es 2, X es -O-, q es 2, r es 2, R<sup>2</sup> es etanodiilo, m es 2, y n es 9.

En ciertas realizaciones de Fórmula (2a) y Fórmula (2b), R<sup>1</sup> se selecciona entre alcanodiilo C<sub>2-6</sub> y  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ .

30 En ciertas realizaciones de Fórmula (2a) y Fórmula (2b), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ , y en ciertas realizaciones X es -O- y en ciertas realizaciones, X es -S-.

35 En ciertas realizaciones de Fórmula (2a) y Fórmula (2b), en las que R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ , p es 2, r es 2, q es 1, y X es -S-; en ciertas realizaciones, en las que p es 2, q es 2, r es 2, y X es -O-; y en ciertas realizaciones, p es 2, r es 2, q es 1 y X es -O-.

En ciertas realizaciones de Fórmula (2a) y Fórmula (2b), en las que R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q[-(\text{CHR}^3)_r]$ , cada R<sup>3</sup> es hidrógeno, y en ciertas realizaciones, al menos un R<sup>3</sup> es metilo.

40 En ciertas realizaciones de Fórmula (2a) y Fórmula (2b), cada R<sup>1</sup> es idéntico, y en ciertas realizaciones, al menos un R<sup>1</sup> es diferente.

45 Se pueden usar varios métodos para preparar politioéteres terminados en tiol de Fórmula (2a) y Fórmula (2b). Ejemplos de politioéteres terminados en tiol adecuados, y métodos para su producción, se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 6.172.179. Dichos politioéteres terminados en tiol pueden ser difuncionales, es decir, polímeros lineales que tienen dos grupos tiol terminales, o polifuncionales, es decir, los polímeros ramificados tienen tres o más grupos tiol terminales. Los politioéteres terminados en tiol adecuados están disponibles comercialmente, por ejemplo, como Permapol® P3.1E, en PRC-DeSoto International Inc., Sylmar, CA.

50 En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol puede comprender una mezcla de diferentes politioéteres terminados en tiol y los politioéteres terminados en tiol pueden tener la misma o una funcionalidad diferente. En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol tiene una funcionalidad promedio de 2 a 6, de 2 a 4, de 2 a 3, de 2,05 a 2,8, y en ciertas realizaciones, de 2,05 a 2,5. Por ejemplo, un prepolímero de politioéter terminado en tiol puede seleccionarse entre un politioéter terminado en tiol difuncional, un politioéter terminado en tiol trifuncional y una combinación de los mismos.

60 En ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol puede prepararse haciendo reaccionar un politiol y un dieno, tal como un éter divinílico, y las cantidades respectivas de los reactivos usados para preparar los politioéteres se eligen para producir grupos tiol terminales. Así, en algunos casos, (n o > n, tal como n+1) moles de un politiol, tal como un ditiol o una mezcla de al menos dos ditiolos diferentes y aproximadamente 0,05 moles a 1 moles, tal como 0,1 moles a 0,8 moles, de un agente polifuncionalizador terminado en tiol, pueden reaccionar con (n) moles de un dieno, tal como un éter divinílico, o una mezcla de al menos dos dienos diferentes, tal como un éter divinílico. En ciertas realizaciones, un agente polifuncionalizador terminado en tiol está presente en la mezcla de reacción en una cantidad suficiente para proporcionar un politioéter terminado en tiol que tiene una funcionalidad promedio de 2,05 a 3, tal como de 2,1 a 2,8, o de 2,1 a 2,6.

La reacción utilizada para preparar un prepolímero de politioéter terminado en tiol puede ser catalizada por un catalizador de radicales libres. Los catalizadores de radicales libres adecuados incluyen compuestos azoicos, por ejemplo compuestos de azobisnitrilo, tales como azo(bis)isobutironitrilo (AIBN); peróxidos orgánicos, tales como peróxido de benzoilo y peróxido de t-butilo; y peróxidos inorgánicos, tales como peróxido de hidrógeno. La reacción también puede efectuarse por irradiación con luz ultravioleta con o sin un iniciador/fotosensibilizador de radicales. También se pueden usar métodos de catálisis iónica, que usan bases orgánicas o inorgánicas, p. ej., trietilamina.

Los prepolímeros de politioéter terminado en tiol adecuados pueden producirse haciendo reaccionar un éter divinílico o mezclas de éteres divinílicos con un exceso de ditiol o mezclas de ditioles.

De este modo, en ciertas realizaciones, un prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende el producto de reacción de los reactivos que comprende:

(a) un ditiol de Fórmula (3):



en la que

$R^1$  se selecciona entre alcanodiilo  $C_{2-6}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-10}$ , heterocicloalcanodiilo  $C_{5-8}$ , y  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ ; en la que,

cada  $R^3$  se selecciona independientemente entre hidrógeno y metilo;

cada X se selecciona independientemente entre -O-, -S-, -NH-, y -NR-, en la que R se selecciona entre hidrógeno y metilo;

p es un número entero de 2 a 6;

q es un número entero de 1 a 5; y

r es un número entero de 2 a 10; y

(b) un éter divinílico de Fórmula (4):



en la que,

cada  $R^2$  se selecciona independientemente entre alcanodiilo  $C_{1-10}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-14}$ , y  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ , en la que p, q, r,  $R^3$  y X son como se han definido anteriormente; y m es un número entero de 0 a 50.

Y, en ciertas realizaciones, los reactivos pueden comprender (c) un compuesto polifuncional, tal como un compuesto polifuncional  $B(-V)_z$ , en el que B, -V, y z son como se definen en la presente memoria.

En ciertas realizaciones, los ditioles adecuados para su uso en la preparación de prepolímeros de politioéter terminado en tiol incluyen aquellos que tienen la estructura de Fórmula (3):



en la que,  $R^1$  se selecciona entre alcanodiilo  $C_{2-6}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-10}$ , heterocicloalcanodiilo  $C_{5-8}$ , y  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ ; en la que,

cada  $R^3$  se selecciona independientemente entre hidrógeno y metilo;

cada X se selecciona independientemente entre -O-, -S-, y -NR-

en la que R se selecciona entre hidrógeno y metilo;

p es un número entero de 2 a 6;

q es un número entero de 1 a 5; y

r es un número entero de 2 a 10.

En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3),  $R^1$  es  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ .

En ciertas realizaciones de un compuesto de Fórmula (3), X se selecciona entre -O- y -S-, y por lo tanto  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$  en la Fórmula (3) es  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-O-}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$  o  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-S-}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ . En ciertas realizaciones, p y r son iguales, tales como cuando p y r son dos.

En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3),  $R^1$  se selecciona entre alcanodiilo  $C_{2-6}$  y  $-[(-\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(-\text{CHR}^3)_r$ .

En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CHR}^3)_r$ , y en ciertas realizaciones X es -O-, y en ciertas realizaciones, X es -S-.

5 En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3) en la que R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CHR}^3)_r$ , p es 2, r es 2, q es 1, y X es -S-; en ciertas realizaciones, en las que p es 2, q es 2, r es 2, y X es -O-; y en ciertas realizaciones, p es 2, r es 2, q es 1 y X es -O-.

10 En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3) en la que R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CHR}^3)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CHR}^3)_r$ , cada R<sup>3</sup> es hidrógeno, y en ciertas realizaciones, al menos un R<sup>3</sup> es metilo.

En ciertas realizaciones de un ditiol de Fórmula (3), cada R<sup>1</sup> se deriva de dimercaptodioxaoctano (DMDO) y en ciertas realizaciones, cada R<sup>1</sup> se deriva de dimercaptodietilsulfuro (DMDS).

15 En ciertas realizaciones de Fórmula (3), cada m es independientemente un número entero de 1 a 3. En ciertas realizaciones, cada m es igual y es 1, 2, y en ciertas realizaciones, 3.

20 En ciertas realizaciones de Fórmula (3), n es un número entero de 1 a 30, un número entero de 1 a 20, un número entero de 1 a 10, y en ciertas realizaciones, y un número entero de 1 a 5. Además, en ciertas realizaciones, n puede ser cualquier número entero de 1 a 60.

En ciertas realizaciones de Fórmula (3), cada p se selecciona independientemente entre 2, 3, 4, 5 y 6. En ciertas realizaciones, cada p es igual y es 2, 3, 4, 5 o 6.

25 Los ejemplos de ditiolos adecuados incluyen, por ejemplo, 1,2-etanoditiol, 1,2-propanoditiol, 1,3-propanoditiol, 1,3-butanoditiol, 1,4-butanoditiol, 2,3-butanoditiol, 1,3-pentanoditiol, 1,5-pentanoditiol, 1,6-hexanoditiol, 1,3-dimercapto-3-metilbutano, dipentenodimercaptano, etilciclohexilditiol (ECHDT), dimercaptodietilsulfuro, dimercaptodietilsulfuro sustituido con metilo, dimercaptodietilsulfuro sustituido con dimetilo, dimercaptodioxaoctano, 1,5-dimercapto-3-oxapentano, y una combinación de cualquiera de los anteriores.

30 En ciertas realizaciones, un ditiol puede tener uno o más grupos colgantes seleccionados entre un grupo alquilo inferior (p. ej., C<sub>1-6</sub>), un grupo alcoxi inferior y un grupo hidroxilo. Los grupos colgantes de alquilo adecuados incluyen, por ejemplo, alquilo lineal C<sub>1-6</sub>, alquilo ramificado C<sub>3-6</sub>, ciclopentilo y ciclohexilo.

35 Otros ejemplos de ditiolos adecuados incluyen dimercaptodietilsulfuro (DMDS) (en la fórmula (3), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CH}_2)_r$ , en la que p es 2, r es 2, q es 1, y X es -S-); dimercaptodioxaoctano (DMDO) (en la Fórmula (3), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CH}_2)_r$ , en la que p es 2, q es 2, r es 2, y X es -O-); y 1,5-dimercapto-3-oxapentano (en la Fórmula (3), R<sup>1</sup> es  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-X}]_q\text{-}(\text{CH}_2)_r$ , en la que p es 2, r es 2, q es 1, y X es -O-). También es posible usar ditiolos que incluyan tanto heteroátomos en la cadena principal de carbono como grupos alquilo colgantes, tales como grupos metilo. Dichos compuestos incluyen, por ejemplo, DMDS sustituido con metilo, tal como HS-CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)-S-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-SH, HS-CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>-S-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-SH y DMDS sustituido con dimetilo, tal como HS-CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)-S-CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>-SH y HS-CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>-S-CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)-SH.

45 Los éteres divinílicos adecuados para preparar politioéteres terminados en tiol incluyen, por ejemplo, los éteres divinílicos de Fórmula (4):



50 en la que R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) se selecciona entre un grupo alcanodiilo C<sub>2-6</sub>, un grupo alcanodiilo ramificado C<sub>3-6</sub>, un grupo cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, un grupo alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-10</sub>, y  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-O}]_q\text{-}(\text{CH}_2)_r$ , en la que p es un número entero que varía de 2 a 6, q es un número entero de 1 a 5, y r es un número entero de 2 a 10. En ciertas realizaciones de un éter divinílico de Fórmula (4), R<sup>2</sup> es un grupo n-alcanodiilo C<sub>2-6</sub>, un grupo alcanodiilo ramificado C<sub>3-6</sub>, un grupo cicloalcanodiilo C<sub>6-8</sub>, un grupo alcanocicloalcanodiilo C<sub>6-10</sub>, y en ciertas realizaciones,  $[-(\text{CH}_2)_p\text{-O}]_q\text{-}(\text{CH}_2)_r$ .

55 Los éteres divinílicos adecuados incluyen, por ejemplo, compuestos que tienen al menos un grupo oxialcanodiilo, tal como de 1 a 4 grupos oxialcanodiilo, es decir, compuestos en los que m en la Fórmula (4) es un número entero que varía de 1 a 4. En ciertas realizaciones, m en la Fórmula (4) es un número entero que varía de 2 a 4. También es posible emplear mezclas de éter divinílico disponibles en el mercado que se caracterizan por un valor promedio no integral para el número de unidades de oxialcanodiilo por molécula. Por lo tanto, m en la Fórmula (4) también puede tomar valores de números racionales que varían de 0 a 10,0, tales como de 1,0 a 10,0, de 1,0 a 4,0, o de 2,0 a 4,0.

65 Los ejemplos de éteres vinílicos adecuados incluyen, éter divinílico, etilenglicol divinil éter (EG-DVE) (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es etanodiilo y m es 1), butanodiol divinil éter (BD-DVE) (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es butanodiilo y m es 1), hexanodiol divinil éter (HD-DVE) (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es hexanodiilo y m es 1), dietilenglicol divinil éter (DEG-DVE) (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es etanodiilo y m es 2), trietilenglicol divinil éter (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es etanodiilo y m es 3), tetraetilenglicol divinil éter (R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es etanodiilo y m es 4), ciclohexanodimetanol divinil éter,

politetrahidrofuril divinil éter; monómeros de éter trivinílico, tales como trimetilolpropano trivinil éter; monómeros de éter tetrafuncionales, tales como pentaeritritol tetravinil éter; y combinaciones de dos o más de tales monómeros de éter polivinílico. Un éter polivinílico puede tener uno o más grupos colgantes seleccionados entre grupos alquilo, grupos hidroxilo, grupos alcoxi y grupos amina.

5 En ciertas realizaciones, los éteres divinílicos en los que R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es alcanodiilo ramificado C<sub>3-6</sub> se pueden preparar haciendo reaccionar un compuesto polihidroxilado con acetileno. Los ejemplos de éteres divinílicos de este tipo incluyen compuestos en los cuales R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es un grupo metanodiilo sustituido con alquilo, tal como -CH(-CH<sub>3</sub>)-, para el cual R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es etanodiilo y m es 3 o un etanodiilo sustituido con alquilo.

10 Otros éteres divinílicos útiles incluyen compuestos en los que R<sup>2</sup> en la Fórmula (4) es politetrahidrofurilo (poli-THF) o polioxicanodiilo, tales como los que tienen un promedio de aproximadamente 3 unidades monoméricas.

15 Se pueden usar dos o más tipos de monómeros de éter polivinílico de Fórmula (4). Así, en ciertas realizaciones, se pueden usar dos ditioles de Fórmula (3) y un monómero de éter polivinílico de Fórmula (4), un ditiole de Fórmula (3) y dos monómeros de éter polivinílico de Fórmula (4), dos ditioles de Fórmula (3) y dos monómeros de éter divinílico de Fórmula (4) y más de dos compuestos de una o ambas Fórmula (3) y Fórmula (4) para producir varios politioéteres terminados en tiol.

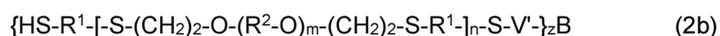
20 En ciertas realizaciones, un monómero de éter polivinílico comprende 20 a menos de 50 por ciento en moles de los reactivos utilizados para preparar un politioéter terminado en tiol, y en ciertas realizaciones, 30 a menos de 50 por ciento en moles.

25 En ciertas realizaciones proporcionadas por la presente divulgación, las cantidades relativas de ditioles y éteres divinílicos se seleccionan para producir politioéteres que tienen grupos tiol terminales. Así, un ditiole de Fórmula (3) o una mezcla de al menos dos ditioles diferentes de Fórmula (3), se puede hacer reaccionar con un éter divinílico de Fórmula (4) o una mezcla de al menos dos éteres divinílicos diferentes de Fórmula (4) en cantidades relativas, tales que la relación molar de grupos tiol a grupos alqueno es superior a 1:1, tal como de 1,1 a 2,0:1,0.

30 La reacción entre ditioles y éteres divinílicos y/o politioles y éteres polivinílicos puede catalizarse mediante un catalizador de radicales libres. Los catalizadores de radicales libres adecuados incluyen, por ejemplo, compuestos azoicos, por ejemplo azobisisobutironitrilo (AIBN); peróxidos orgánicos, tales como peróxido de benzoilo y peróxido de t-butilo; y peróxidos inorgánicos, tales como peróxido de hidrógeno. El catalizador puede ser un catalizador de radicales libres, un catalizador iónico o radiación ultravioleta. En ciertas realizaciones, el catalizador no comprende compuestos ácidos o básicos, y no produce compuestos ácidos o básicos tras la descomposición. Los ejemplos de catalizadores de radicales libres incluyen catalizadores de tipo azo, tales como Vazo®-57 (Du Pont), Vazo®-64 (Du Pont), Vazo®-67 (Du Pont), V-70® (Wako Specialty Chemicals), y V-65B® (Wako Specialty Chemicals). Ejemplos de otros catalizadores radicales libres son peróxidos de alquilo, tales como peróxido de t-butilo. La reacción también puede efectuarse por irradiación con luz ultravioleta con o sin un resto de fotoiniciación catiónica.

45 Los prepolímeros de politioéter terminado en tiol proporcionados por la presente divulgación pueden prepararse combinando al menos un ditiole de Fórmula (3) y al menos un éter divinílico de Fórmula (4) seguido de la adición de un catalizador apropiado, y llevando a cabo la reacción a temperatura de 30 °C a 120 °C, tal como 70 °C a 90 °C, durante un tiempo de 2 horas a 24 horas, tal como 2 horas a 6 horas.

50 Como se describe en la presente memoria, los prepolímeros de politioéter terminado en tiol pueden comprender un prepolímero de politioéter polifuncional, es decir, pueden tener una funcionalidad promedio superior a 2,0. Los politioéteres terminados en tiol polifuncionales adecuados incluyen, por ejemplo, aquellos que tienen la estructura de Fórmula (2b):



55 en la que z tiene un valor promedio superior a 2,0 y, en ciertas realizaciones, un valor entre 2 y 3, un valor entre 2 y 4, un valor entre 3 y 6, y en ciertas realizaciones, es un número entero de 3 a 6.

60 Los agentes polifuncionales adecuados para su uso en la preparación de tales polímeros polifuncionales terminados en tiol incluyen agentes trifuncionalizantes, es decir, compuestos en los que z es 3. Los agentes trifuncionalizantes adecuados incluyen, por ejemplo, cianurato de trialilo (TAC), 1,2,3-propanetriol, tritioles que contienen isocianurato, y combinaciones de los mismos, como se desvela en la publicación de solicitud de Estados Unidos n.º 2010/0010133, y los isocianuratos como se desvela, por ejemplo, en la publicación de solicitud de Estados Unidos n.º 2011/0319559. Otros agentes de polifuncionalización útiles incluyen trimetilolpropano trivinil éter y los politioles descritos en las patentes de EE.UU. n.º 4.366.307; 4.609.762; y 5.225.472. También se pueden utilizar mezclas de agentes de polifuncionalización. Como resultado, los politioéteres proporcionados por la presente divulgación pueden tener un amplio intervalo de funcionalidades promedio. Por ejemplo, los agentes trifuncionalizantes pueden proporcionar un promedio de funcionalidades de 2,05 a 3,0, tales como de 2,1 a 2,6. Se pueden lograr intervalos

más amplios de funcionalidad promedio mediante el uso de agentes de polifuncionalización de funcionalidad tetrafuncional o superior. La funcionalidad también puede estar determinada por factores como la estequiometría, como entenderán los expertos en la materia.

5 En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación comprenden un agente de curado de poliepoxi. Un poliepoxi se refiere a un compuesto que tiene dos o más grupos epoxi reactivos. En ciertas realizaciones, una resina poliepoxi es difuncional y en ciertas realizaciones, incluye una combinación de poliepoxis que tienen diferentes funcionalidades epoxi. En ciertas realizaciones, un poliepoxi puede incluir una combinación de resinas de poliepoxi. En ciertas realizaciones, una resina de poliepoxi es líquida a temperatura ambiente.

10 Los ejemplos de agentes de curado poliepoxicos adecuados incluyen, por ejemplo, resinas de poliepoxi, tales como diepoxido de hidantoína, éter diglicídico de bisfenol-A, éter diglicídico de bisfenol-F, epóxidos tipo Novolac®, tales como DEN™ 438 y DEN™ 431, ciertos productos resinas insaturadas epoxidadas, y combinaciones de cualquiera de los anteriores.

15 En ciertas realizaciones, un poliepoxi comprende un poliepoxi seleccionado entre una resina epoxi Novolac®, tal como DEN® 431, una resina epoxi derivada de bisfenol A/epiclorhidrina, tal como EPON® 828, o una combinación de las mismas. En ciertas realizaciones, un agente de curado de poliepoxi es una combinación de una resina epoxi Novolac® y una resina epoxi derivada de bisfenol A/epiclorhidrina. En tales realizaciones, la relación en peso de resina epoxi Novolac® a resina epoxi derivada de bisfenol A/epiclorhidrina es de aproximadamente 0,25:1 a aproximadamente 4:1, de aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 2:1, de aproximadamente 0,75:1 a aproximadamente 1,5:1 y en ciertas realizaciones, aproximadamente 1:1.

20 En ciertas realizaciones, una composición proporcionada por la presente divulgación incluye de 1 % en peso a 13 % en peso del peso total de la composición, de 2 % en peso a 12 % en peso, de 3 % en peso a 11 % en peso, de 4 % en peso a 10 % en peso, de 5 % en peso a 9 % en peso, de 6 % en peso a 8 % en peso, y en ciertas realizaciones, aproximadamente 7 % en peso.

25 Otros ejemplos de resinas poliepoxicas adecuadas incluyen una resina epoxi tipo bisfenol A, una resina epoxi tipo bisfenol A bromada, una resina epoxi tipo bisfenol F, una resina epoxi tipo bifenilo, una resina epoxi tipo Novolac, una resina epoxi alicíclica, una resina epoxi de tipo naftaleno, una resina epoxi de la serie éter o de la serie poliéter, un polibutadieno que contiene un anillo de oxirano y un copolímero epoxi de silicona.

30 Los ejemplos adicionales de resinas poliepoxicas adecuadas incluyen una resina epoxi de tipo bisfenol A que tiene un peso molecular promedio de aproximadamente 400 o menos; una resina epoxi de tipo bisfenol A polifuncional ramificada, tal como p-glicidioxifenil dimetiltolilbisfenol A diglicidil éter; una resina epoxi tipo bisfenol F; una resina epoxi de tipo fenol novolac que tiene un peso molecular promedio de aproximadamente 570 o menos; una resina epoxi alicíclica, tal como vinil(3,4-ciclohexeno)dióxido, metil 3,4-epoxiciclohexilcarboxilato (3,4-epoxiciclohexilo), bis (3,4-epoxi-6-metilciclohexilmetil)adipato y 2-(3,4-epoxiciclohexilo)-5,1-espiro(3,4-epoxiciclohexilo)-m-dioxano; una resina epoxi de tipo bifenilo, tal como 3,3',5,5'-tetrametil-4,4'-diglicidiloxibifenilo; una resina epoxi de tipo glicidil éster, tal como hexahidroftalato de diglicidilo, diglicidil 3-metilhexahidro ftalato y hexahidrotereftalato de diglicidilo; una resina epoxi de tipo glicidilamina, tal como diglicidilaminilina, diglicidiltoluidina, triglicidil-p-aminofenol, tetraglicidil-m-xileno diamina, tetraglicidilbis(aminometil)ciclohexano; una resina epoxi de tipo hidantoína, tal como 1,3-diglicidil-5-metil-5-etilhidantoína; y se puede mencionar una resina epoxi que contiene un anillo de naftaleno. Asimismo, se puede usar una resina epoxi que tenga silicona, tal como 1,3-bis(3-glicidoxi-propil)-1,1,3,3-tetrametildisiloxano. Además, un compuesto de diepoxido, tal como (poli)etilenglicol diglicidil éter, (poli)propilenglicol diglicidil éter, butanodiol diglicidil éter y neopentilglicol diglicidil éter; y un compuesto de triepoxido, tal como trimetilolpropano triglicidil éter y glicerina triglicidil éter.

35 Los ejemplos de resinas epoxídicas disponibles comercialmente adecuadas para su uso en composiciones proporcionadas por la presente divulgación incluyen derivados de poliglicidil de compuestos fenólicos, tales como los disponibles con los nombres comerciales EPON 828, EPON 1001, EPON 1009 y EPON 1031 de Resolution Performance Products LLC; y DER 331, DER 332, DER 334 y DER 542 de Dow Chemical Co. Otras resinas epoxídicas adecuadas incluyen poioxepóxidos preparados a partir de polioles y similares y derivados de poliglicidilos de fenol-formaldehído Novolacs, estos últimos disponibles comercialmente con el nombre comercial DEN 431, DEN 438 y DEN 439 de Dow Chemical Company. Los análogos de Cresol también están disponibles comercialmente ECN 1235, ECN 1273 y ECN 1299 de Ciba Specialty Chemicals, Inc. SU-8 es un epoxi Novolac de tipo bisfenol A disponible en Resolution Performance Products LLC. Los aductos de poliglicidilos de aminas, aminoalcoholes y ácidos policarboxílicos también son útiles en esta invención, cuyas resinas disponibles comercialmente incluyen las siguientes: GLYAMINE 135, GLYAMINE 125 y GLYAMINE 115 de F.I.C. Corporation; ARALDITE MY-720, ARALDITE MY-721, ARALDITE 0500 y ARALDITE 0510 de Ciba Specialty Chemicals, Inc. y PGA-X y PGA-C de Sherwin-Williams Co.

40 Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación incluyen uno o más catalizadores de amina latentes seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos.

- Un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos se refiere a un catalizador de amina que se selecciona entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos se libera lentamente o se difunde desde una barrera a temperatura ambiente. La liberación o difusión del catalizador de amina seleccionado
- 5 entre catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos puede acelerarse a una temperatura elevada, sin embargo, a temperatura ambiente, el tiempo de liberación proporciona un tiempo de trabajo ampliado o una vida útil de la composición. Por lo tanto, una composición que contiene un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos proporciona una larga vida útil y cuando se mezcla con reactivos tales
- 10 como un politioéter terminado en tiol y un poliepoxi, proporciona un tiempo de trabajo ampliado y un tiempo de curado rápido. Un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos no requiere necesariamente activación, tal como una exposición a una temperatura elevada para liberar el catalizador.
- 15 Un catalizador de amina adecuado seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos para su uso en composiciones de la presente divulgación es capaz de catalizar la reacción entre los grupos tiol y epoxi.
- Los ejemplos de compuestos de imidazol adecuados incluyen 1-(2-hidroxiopropil)imidazol, imidazol, 2-metilimidazol, 2-etilimidazol, 2-isopropilimidazol, 2-undecilimidazol, 2-dodecilimidazol, 2-fenilimidazol, 2-etil-4-metilimidazol, 2-benzilimidazol, 2,4,5-trimetilimidazol y una combinación de cualquiera de los anteriores.
- Otros ejemplos de imidazoles adecuados incluyen imidazoles sustituidos, tales como imidazoles sustituidos con alquilo, incluyendo 2-metilimidazol, 2-etil-4-metilimidazol, 2,4-dimetilimidazol, butilimidazol, 2-heptadecenil-4-
- 25 metilimidazol, 2-undecenilimidazol, 1-vinil-2-metilimidazol, 2-n-heptadecilimidazol, 2-undecilimidazol, 2-heptadecilimidazol, 1-bencil-2-metilimidazol, 1-propil-2-metilimidazol, 1-cianoetil-2-metilimidazol, 1-cianoetil-1-cianoetil-2-undecilimidazol, 1-cianoetil-2-fenilimidazol, 1-guanaminoetil-2-metilimidazol y productos de adición de un imidazol y ácido trimelítico, 2-n-heptadecil-4-metilimidazol; e imidazoles sustituidos con arilo, que incluyen fenilimidazol, bencilimidazol, 2-metil-4,5-difenilimidazol, 2,3,5-trifenilimidazol, 2-estirilimidazol, 1-(dodecil bencil)-2-
- 30 metilimidazol, 2-(2-hidroxilo-4-t-butilfenil)-4,5-difenilimidazol, 2-(2-metoxifenil)-4,5-difenilimidazol, 2-(3-hidroxifenil)-4,5-difenilimidazol, 2-(p-dimetilaminofenil)-4,5-difenilimidazol, 2-(2-hidroxifenil)-4,5-difenilimidazol, di(4,5-difenil-2-imidazol)-benceno-1,4,2-naftil-4,5-difenilimidazol, 1-bencil-2-metilimidazol y 2-p-metoxiestirilimidazol.
- En ciertas realizaciones, los catalizadores de amina latentes seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos imidazol es un aducto de imidazol y epoxi. Se puede obtener un aducto de imidazol y epoxi haciendo reaccionar un compuesto de imidazol con un compuesto epoxi. Un compuesto de imidazol puede ser, por ejemplo, cualquiera de los desvelados en la presente memoria. Los ejemplos de compuestos epoxi adecuados para formar un aducto de imidazol y epoxi incluyen 1,2-
- 35 epoxibutano, 1,2-epoxihexano, 1,2-epoxioctano, óxido de estireno, n-butil glicidil éter, hexil glicidil éter, fenil glicidil éter, glicidil acetato, glicidil butirato, glicidil hexoato y glicidil benzoato. Los ejemplos de aductos de imidazol y epoxi adecuados formados por la adición de un compuesto de imidazol a un compuesto epoxi incluyen, por ejemplo, NOVACURE HX-3722 (un aducto de imidazol/epoxi bisfenol A encapsulado, dispersado en epoxi bisfenol A) y también se puede usar NOVACURE HX-3921 HP, comercialmente disponible en Asahi-Ciba, Ltd.
- 45 Los ejemplos de catalizadores de amina latentes adecuados seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos incluyen Technicure® LC-80 y Technicure® 101 (disponibles en A&C Catalyt).
- En ciertas realizaciones, un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos es un catalizador de inclusión en el que se incorpora un catalizador de imidazol dentro de un complejo de inclusión. Los ejemplos de catalizadores de inclusión en imidazol adecuados incluyen los proporcionados por Nippon Soda Co., Ltd. En un complejo de inclusión, un agente de curado se compleja con una molécula huésped por medio de la cristalización. En un catalizador de
- 50 inclusión, una molécula huésped, como un imidazol, se temple entre las moléculas del huésped para formar un complejo de inclusión. Tras la exposición al calor, tal como la temperatura ambiente, el complejo de inclusión se disocia para liberar la molécula huésped. El complejo de inclusión contiene un catalizador de imidazol amina tal como 2-metilimidazol, 2-etil-4-1*H*-metilimidazol, (4-metil-2-fenil-1*H*-imidazol-5-il)metanol, y 1-(2-cianoetil)-2-etil-4-metilimidazol. Un ejemplo de un catalizador de inclusión en imidazol es Nissocure™ TIC-188 disponible en Nisso America, Inc.
- 60 Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden comprender uno o más componentes adicionales adecuados para su uso en selladores aeroespaciales y la selección depende, al menos en parte, de las características de rendimiento deseadas del sellador curado en condiciones de uso.
- 65 En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación comprenden un silano etilénicamente insaturado, tal como, por ejemplo, un silano etilénicamente insaturado que contiene azufre, que

puede mejorar la adhesión de un sellador curado a un sustrato metálico. Como se usa en la presente memoria, el término silano etilénicamente insaturado que contiene azufre se refiere a un compuesto molecular que comprende, dentro de la molécula, (i) al menos un átomo de azufre (S), (ii) al menos uno, en algunos casos, al menos dos, enlaces carbono-carbono etilénicamente insaturados, tales como dobles enlaces carbono-carbono (C=C); y (iii) al menos un grupo silano,  $-\text{Si}(-\text{R})_m(-\text{OR})_{3-m}$ , en la que cada R se selecciona independientemente entre hidrógeno, alquilo, cicloalquilo, arilo y otros, y m se selecciona entre 0, 1, y 2. Ejemplos de silanos etilénicamente insaturados se desvelan en la publicación de Estados Unidos n.º 2012/0040104.

En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación comprenden uno o más de un promotor de adhesión. Puede estar presente uno o más promotores de adhesión adicionales en una cantidad de 0,1 % en peso a 15 % en peso de una composición, menos de 5 % en peso, menos de 2 % en peso, y en ciertas realizaciones, menos de 1 % en peso, basado en el peso seco total de la composición. Los ejemplos de promotores de adhesión incluyen compuestos fenólicos, tales como resina fenólica Methylon®, y organosilanos, tales como epoxi, mercapto o silanos aminofuncional, tal como Silquest® A-187 y Silquest® A-100. Otros promotores de adhesión útiles son conocidos en la técnica. En ciertas realizaciones, el promotor de adhesión incluye T-1601, disponible de PRC-DeSoto International.

Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden comprender uno o más tipos diferentes de carga. Las cargas adecuadas incluyen cargas inorgánicas, tales como negro de carbono y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), sílice, polvos de polímeros y cargas ligeras. Las cargas ligeras adecuadas incluyen, por ejemplo, las descritas en la patente de Estados Unidos n.º 6.525.168. En ciertas realizaciones, una composición incluye 5 % en peso a 60 % en peso de la carga o combinación de cargas, 10 % en peso a 50 % en peso, y en ciertas realizaciones, de 20 % en peso a 40 % en peso, basado en el peso seco total de la composición. Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden incluir además uno o más colorantes, agentes tixotrópicos, aceleradores, retardadores del fuego, promotores de adhesión, disolventes, agentes de enmascaramiento, o una combinación de cualquiera de los anteriores. Como puede apreciarse, las cargas y aditivos empleados en una composición pueden seleccionarse de modo que sean compatibles entre sí así como también el componente polimérico, el agente de curado o catalizador.

En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación incluyen partículas de carga de baja densidad. Como se usa en la presente memoria, baja densidad, cuando se usa con referencia a tales partículas significa que las partículas tienen una gravedad específica de no más de 0,7, en ciertas realizaciones no más de 0,25, y en ciertas realizaciones, no más de 0,1. Las partículas de carga ligeras adecuadas a menudo caen dentro de dos categorías: microesferas y partículas amorfas. La gravedad específica de las microesferas puede variar de 0,1 a 0,7 e incluye, por ejemplo, espuma de poliestireno, microesferas de poliacrilatos y poliolefinas, y microesferas de sílice que tienen tamaños de partículas que varían de 5 micrómetros a 100 micrómetros y una gravedad específica de 0,25 (Eccospheres®). Otros ejemplos incluyen microesferas de alúmina/sílice que tienen tamaños de partículas en el intervalo de 5 micrómetros a 300 micrómetros y una gravedad específica de 0,7 (Fillite®, microesferas de silicato de aluminio que tienen una gravedad específica de aproximadamente 0,45 a aproximadamente 0,7 (Z-Light®), microesferas de copolímero de polivinilideno recubiertas con carbonato de calcio que tienen un peso específico de 0,13 (Dualite® 6001AE), y microesferas de copolímero de acrilonitrilo recubiertas con carbonato de calcio tales como Dualite® E135, con un tamaño de partículas promedio de aproximadamente 40  $\mu\text{m}$  y una densidad de 0,135 g/cc (Henkel). Las cargas adecuadas para disminuir la gravedad específica de la composición incluyen, por ejemplo, microesferas huecas tales como microesferas Expancel® (disponibles en AkzoNobel) o microesferas poliméricas de baja densidad Dualite® (disponibles en Henkel). En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación incluyen partículas de carga ligeras que comprenden una superficie exterior recubierta con un revestimiento delgado, tales como las descritas en la publicación de Estados Unidos n.º 2010/0041839.

En ciertas realizaciones, una carga de baja densidad comprende menos del 2 % en peso de una composición, menos del 1,5 % en peso, menos del 1,0 % en peso, menos del 0,8 % en peso, menos del 0,75 % en peso, menos del 0,7 % en peso y en ciertas realizaciones, menos del 0,5 % en peso de una composición, en la que el % en peso se basa en el peso total de sólidos en seco de la composición.

En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación comprenden al menos una carga que es eficaz para reducir la gravedad específica de la composición. En ciertas realizaciones, la gravedad específica de una composición es de 0,8 a 1, de 0,7 a 0,9, de 0,75 a 0,85, y en ciertas realizaciones, es de aproximadamente 0,8. En ciertas realizaciones, la gravedad específica de una composición es inferior a aproximadamente 0,9, inferior a aproximadamente 0,8, inferior a aproximadamente 0,75, inferior a aproximadamente 0,7, inferior a aproximadamente 0,65, inferior a aproximadamente 0,6, y en ciertas realizaciones, inferior a aproximadamente 0,55.

Una composición también puede incluir cualquier número de aditivos de acuerdo con se desee. Los ejemplos de aditivos adecuados incluyen plastificantes, pigmentos, tensioactivos, promotores de la adhesión, agentes tixotrópicos, retardadores del fuego, agentes enmascaradores y aceleradores (tales como aminas, incluyendo 1,4-diaza-biciclo[2.2.2]octano, DABCO®), y combinaciones de cualquiera de los anteriores. Cuando se usan, los aditivos

pueden estar presentes en una composición en una cantidad que varía, por ejemplo, de aproximadamente 0 % en peso a 60 % en peso. En ciertas realizaciones, los aditivos pueden estar presentes en una composición en una cantidad que varía de aproximadamente 25 % en peso a 60 % en peso.

- 5 En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden incluir un prepolímero adicional que contiene azufre terminado en tiol tal como, por ejemplo, un polisulfuro terminado en tiol o un poliformal que contiene azufre terminado en tiol.

10 Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación se pueden usar, por ejemplo, en selladores, recubrimientos, encapsulantes y composiciones de revestimiento con molde perdido. Un sellador incluye una composición capaz de producir una película que tiene la capacidad de resistir condiciones operativas, tales como la humedad y la temperatura, y al menos bloquear parcialmente la transmisión de materiales, tales como agua, combustible y otros líquidos y gases. Una composición de recubrimiento incluye un recubrimiento que se aplica a la superficie de un sustrato para, por ejemplo, mejorar las propiedades del sustrato, tales como el aspecto, la adherencia, la humectabilidad, la resistencia a la corrosión, la resistencia al desgaste, la resistencia al combustible y/o la resistencia a la abrasión. Se puede usar un sellador para sellar superficies, alisar superficies, rellenar huecos, sellar juntas, sellar aperturas y otras características. Una composición de revestimiento con molde perdido incluye un material útil en un conjunto electrónico para proporcionar resistencia a golpes y vibraciones y para excluir la humedad y los agentes corrosivos. En ciertas realizaciones, las composiciones selladoras proporcionadas por la presente divulgación son útiles, p. ej., como selladores aeroespaciales y como forros para depósitos de combustible.

En ciertas realizaciones, las composiciones que contienen prepolímeros de polioéter terminado en tiol, agentes de curado epoxi y catalizadores de amina latentes seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos se formulan como selladores.

25 En ciertas realizaciones, las composiciones, tales como selladores, pueden proporcionarse como composiciones de paquetes múltiples, tales como composiciones de dos paquetes, en los que un paquete comprende uno o más prepolímeros de polioéter terminado en tiol y uno o más catalizadores de amina latentes seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos y un segundo paquete comprende uno o más agentes de curado epoxi. Se pueden agregar aditivos y/u otros materiales a cualquiera de los paquetes, de acuerdo con se desee o sea necesario. Los dos paquetes se pueden combinar y mezclar antes de su uso. En ciertas formas de realización, la vida útil de los uno o más polioéteres terminados en tiol y epoxis mixtos es de al menos 48 horas, al menos 72 horas, al menos 96 horas y, en ciertas realizaciones, al menos 120 horas, en los que la vida útil se refiere a el periodo de tiempo en que la composición mezclada permanece manejable después de la mezcla. Como se usa en la presente memoria, la vida útil también se refiere al tiempo de trabajo de una composición. En ciertas realizaciones, como se ilustra en la Tabla 3, el tiempo de trabajo útil se define como el punto durante el curado en el que hay una ligera gelificación pero el sellador todavía es móvil y se puede extender. En ciertas realizaciones, la vida útil es de aproximadamente 25 horas a aproximadamente 100 horas, de aproximadamente 30 horas a aproximadamente 90 horas, de aproximadamente 40 horas a aproximadamente 80 horas. En ciertas realizaciones, una composición proporcionada por la presente divulgación cura una superficie libre de pegajosidad a temperatura ambiente de 50 horas a 200 horas, de 75 horas a 175 horas, y en ciertas realizaciones de aproximadamente 100 horas a aproximadamente 200 horas. En ciertas realizaciones, una composición proporcionada por la presente divulgación cura a una dureza Shore A de 20 A a temperatura ambiente en un plazo de 50 horas a 200 horas, de 75 horas a 175 horas, y en ciertas realizaciones de aproximadamente 100 horas a aproximadamente 200 horas.

50 En ciertas realizaciones, una composición selladora contiene de aproximadamente 30 % a aproximadamente 70 % en peso de un prepolímero de polioéter terminado en tiol, de aproximadamente 35 % en peso a aproximadamente 65 % en peso, de aproximadamente 40 % en peso a aproximadamente 60 % en peso y en ciertas realizaciones de aproximadamente 45 % en peso a aproximadamente 55 % en peso de un prepolímero de polioéter terminado en tiol. En ciertas realizaciones, una composición selladora contiene de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 12 % en peso de un agente de curado epoxi, de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 11 % en peso, de aproximadamente 4 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, y en ciertas realizaciones, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 9 % en peso de un agente de curado epoxi. En ciertas realizaciones, una composición selladora contiene de aproximadamente 0,2 % en peso a aproximadamente 6 % en peso de un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos, de aproximadamente 0,3 % en peso a aproximadamente 5 % en peso, de 0,4 % en peso a aproximadamente 4 % en peso, y en ciertas realizaciones, de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 3 % en peso de un catalizador de amina latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos. En cada una de estas composiciones, % en peso se refiere al peso con respecto al peso total de la composición.

65 Las composiciones, incluidos los selladores, proporcionadas por la presente divulgación pueden aplicarse a cualquiera de varios sustratos. Los ejemplos de sustratos a los que se puede aplicar una composición incluyen metales tales como titanio, acero inoxidable y aluminio, cualquiera de los cuales puede ser anodizado, imprimado, recubierto de orgánicos o recubierto de cromato; epoxi; uretano; grafito; compuesto de fibra de vidrio; Kevlar®;

acrílicos y policarbonatos. En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden aplicarse a un recubrimiento sobre un sustrato, tal como un recubrimiento de poliuretano.

5 Las composiciones proporcionadas por la presente divulgación pueden aplicarse directamente sobre la superficie de un sustrato o sobre una capa inferior mediante cualquier proceso de recubrimiento adecuado.

Además, se proporcionan métodos para sellar una apertura utilizando una composición proporcionada por la presente descripción. Estos métodos comprenden, por ejemplo, aplicar una composición proporcionada por la presente divulgación a una superficie para sellar una apertura, y curar la composición. En ciertas realizaciones, un método para sellar una apertura comprende aplicar una composición selladora proporcionada por la presente divulgación a superficies que definen una apertura y curan el sellador, para proporcionar una apertura sellada.

10 En ciertas realizaciones, una composición se puede curar en condiciones ambientales, en las que las condiciones ambientales se refieren a una temperatura de 20 °C a 25 °C y humedad atmosférica. En ciertas realizaciones, una composición puede curarse en condiciones que abarcan una temperatura de 0 °C a 100 °C y una humedad de 0 % de humedad relativa a 100 % de humedad relativa. En ciertas realizaciones, una composición puede curarse a una temperatura más alta, tal como al menos 30 °C, al menos 40 °C, y en ciertas realizaciones, al menos 50 °C. En ciertas realizaciones, una composición puede curarse a temperatura ambiente, p. ej., a 25 °C.

20 En ciertas realizaciones, cuando el curado a temperatura ambiente, el sellador proporcionado por la presente divulgación cura a una superficie libre de pegajosidad en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 200 horas después de mezclar los componentes del sellador, en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 150 horas, en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 150 horas, y en ciertas realizaciones, en un plazo de aproximadamente 100 horas a aproximadamente 200 horas.

25 En ciertas realizaciones, cuando se cura a temperatura ambiente, un sellador proporcionado por la presente divulgación cura hasta una dureza de al menos 20 Shore A en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 250 horas después de mezclar los componentes del sellador, en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 200 horas, en un plazo de aproximadamente 50 horas a aproximadamente 150 horas, y en ciertas realizaciones en un plazo de aproximadamente 100 horas a aproximadamente 200 horas.

30 En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación se curan rápidamente al final del tiempo de trabajo. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, un sellador cura, a temperatura ambiente, a una superficie libre de pegajosidad dentro de las 24 horas posteriores al momento en que el sellador ya no es manejable (final del tiempo de trabajo), en un plazo de 36 horas, y en ciertas realizaciones, en un plazo de 48 horas. En ciertas realizaciones, un sellador cura, a temperatura ambiente, a una dureza Shore A de 20A en un plazo de 24 horas posteriores al momento en que el sellador ya no es manejable (final del tiempo de trabajo), en un plazo de 36 horas, y en ciertas realizaciones, en un plazo de 48 horas.

40 El tiempo para formar un sellado manejable utilizando composiciones curables de la presente divulgación puede depender de varios factores como pueden apreciar los expertos en la materia, y como se define por los requisitos de las normas y especificaciones aplicables. En general, las composiciones curables de la presente divulgación desarrollan una adherencia dentro de las 24 horas a las 30 horas, y el 90 % de la adherencia total se desarrolla de 2 días a 3 días, después de la mezcla y la aplicación a una superficie. En general, la adherencia total así como otras propiedades de las composiciones curadas de la presente divulgación se desarrollan completamente dentro de los 7 días siguientes a la mezcla y aplicación de una composición curable a una superficie.

45 En ciertas realizaciones, los selladores proporcionados por la presente divulgación se pueden usar para sellar superficies en vehículos aeronáuticos y aeroespaciales. Los selladores se pueden usar para sellar aperturas, tales como las aperturas asociadas con los tanques de combustible. Para sellar una apertura, se puede aplicar un sellador a una superficie o una o más superficies que definen una apertura y el sellador se deja curar para sellar la apertura.

50 Para aplicaciones de selladores aeroespaciales, puede ser deseable que un sellador cumpla con los requisitos de Mil-S-22473E (Grado de Sellador C) con un espesor curado de 20 mi, exhiba un alargamiento superior a 200 %, una resistencia a la tracción superior a 250 psi, y excelente resistencia al combustible, y mantenga estas propiedades en un amplio intervalo de temperaturas de -67 °F a 360 °F. En general, el aspecto visual del sellador no es un atributo importante. Antes del curado, es deseable que los componentes mezclados tengan un tiempo útil de trabajo o vida útil de al menos 24 horas y tengan un tiempo de curado hasta un estado de adherencia a temperatura ambiente dentro de las 24 horas de la vida útil. El tiempo útil de trabajo o la vida útil se refiere al periodo de tiempo durante el cual la composición sigue siendo manejable para la aplicación a temperaturas ambiente después de que se libere el catalizador.

60 Las composiciones curadas desveladas en la presente memoria, tales como selladores curados, exhiben propiedades aceptables para su uso en aplicaciones aeroespaciales. En general, es deseable que los selladores utilizados en aplicaciones aeronáuticas y aeroespaciales exhiban las siguientes propiedades: fuerza de adherencia superior a 20 libras por pulgada lineal (pli) en sustratos 3265B de Especificación de Material Aeroespacial (AMS)

determinada en condiciones secas, después de la inmersión en FRC tipo I durante 7 días, y después de la inmersión en una solución de NaCl al 3 % de acuerdo con las especificaciones de prueba AMS 3265B; resistencia a la tracción entre 300 libras por pulgada cuadrada (psi) y 400 psi; resistencia al desgarramiento superior a 50 libras por pulgada lineal (pli); alargamiento entre 250 % y 300 %; y una dureza superior a 40 Durómetro A. Estas y otras propiedades selladoras curadas apropiadas para aplicaciones aeronáuticas y aeroespaciales se desvelan en AMS 3265B. También es deseable que, cuando estén curadas, las composiciones de la presente divulgación utilizadas en aplicaciones de aviación y aeronaves exhiban un porcentaje de aumento de volumen no superior al 25 % después de la inmersión durante una semana a 60 °C (140 °F) y presión ambiental en el FRC tipo I. Otras propiedades, intervalos y/o umbrales pueden ser apropiados para otras aplicaciones de selladores.

Por lo tanto, en ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas por la presente divulgación son resistentes al combustible. Como se usa en la presente memoria, el término "resistente al combustible" significa que una composición, cuando se aplica a un sustrato y se cura, puede proporcionar un producto curado, tal como un sellador, que exhibe un porcentaje de aumento de volumen no superior al 40 %, en algunos casos no más del 25 %, en algunos casos no más del 20 %, en otros casos no más del 10 %, después de la inmersión durante una semana a 140 °F (60 °C) y presión ambiente en el fluido de referencia de chorro (FRC) I de acuerdo con métodos similares a los descritos en la norma ASTM D792 (Asociación Americana para Pruebas y Materiales) o AMS 3269 (Especificación de Material Aeroespacial). El fluido de referencia de chorro FRC tipo I, como se emplea para la determinación de la resistencia al combustible tiene la siguiente composición: tolueno: 28 % ± 1 % en volumen; ciclohexano (técnico): 34 % ± 1 % en volumen; isooctano: 38 % ± 1 % en volumen; y disulfuro de dibutilo terciario: 1 % ± 0,005 % en volumen (véase AMS 2629, publicada el 1 de julio de 1989, § 3.1.1, etc., disponible en SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices)).

En ciertas realizaciones, las composiciones proporcionadas en la presente memoria proporcionan un producto curado, tal como un sellador, que exhibe un alargamiento a la tracción de al menos 100 % y una resistencia a la tracción de al menos 400 psi cuando se mide de acuerdo con el procedimiento descrito en AMS 3279, § 3.3. 17.1, procedimiento de prueba AS5127/1, § 7.7.

En ciertas realizaciones, los selladores curados proporcionados por la presente divulgación cumplen con los criterios de rendimiento de SAE AS5127/1 B, que incluyen propiedades tales como hinchazón del combustible, pérdida de peso, dureza, resistencia a la tracción, alargamiento, fuerza de adherencia y resistencia al cizallamiento del solapado. Estos criterios de rendimiento se resumen en la Tabla 14 de la presente divulgación.

En ciertas realizaciones, un sellador curado que comprende una composición proporcionada por la presente divulgación cumple o excede los requisitos para selladores aeroespaciales de acuerdo con lo establecido en AMS 3277.

También se desvelan aperturas y superficies, que incluyen aperturas y superficies de vehículos aeroespaciales, selladas con composiciones proporcionadas por la presente divulgación.

## Ejemplos

Las realizaciones proporcionadas por la presente divulgación se ilustran adicionalmente mediante referencia a los siguientes ejemplos, que describen composiciones y selladores proporcionados por la presente divulgación. Resultará evidente para los expertos en la materia que puedan ponerse en práctica muchas modificaciones, tanto de los materiales como de los métodos, sin apartarse del alcance de la divulgación.

### Ejemplo 1

#### Formulación comparativa de selladores

Una formulación de sellador comparativo consistió en dos partes, uny un acelerador. Los componentes para la formulación de Ise enumeran en la Tabla 1 y para la composición del acelerador en la Tabla 2.

Tabla 1. Composición de base del Ejemplo comparativo 1.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butyl titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2

Composición	Peso, g
Aceite de tung	1,41
DABCO® 33-LV	1,05
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
**Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

Tabla 2. Composición aceleradora del Ejemplo comparativo 1.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

5 Los componentes de la mezcla y el acelerador se mezclaron por separado y la mezcla se mantuvo a temperatura ambiente durante 24 horas antes de que la mezcla y el acelerador se combinaran.

Se preparó un sellador mezclando 100 g de la mezcla y 18,5 g del acelerador.

10 El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la FIG. 1 de acuerdo con la escala indicada en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación del estado de curado.

Escala	Estado de curado
1	Sellador mezclado recientemente
2	Ligeramente más viscoso que el sellador mezclado recientemente
3	Notablemente más viscoso que el sellador mezclado recientemente
4	Ligeramente gelificante, pero el sellador es móvil y extensible
5	Gelificado y no extensible
6	Ligeramente más gelificado
7	Casi curado, pero no libre de pegajosidad
8	Libre de pegajosidad
9	Dureza Shore A 20 A
10	Dureza Shore A 35 A
11	Dureza Shore A 45 A

15 Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

#### Ejemplo 2

#### 20 Formulación del sellador 2

Una formulación selladora consistía en dos partes, una y un acelerador. Los componentes de la formulación de la parte 1 se enumeran en la Tabla 4 y de la composición del acelerador en la Tabla 5.

25

Tabla 4

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butyl titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2
Aceite de tung	1,41
Etil acetato	10,63
Technicure® 101***	2,13

Composición	Peso, g
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
**Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
***Disponible de A&C Catalyst, Inc.	

Tabla 5. Composición del acelerador del Ejemplo 2.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

5 Las composiciones de base y del acelerador se prepararon por separado y se mezclaron, y las composiciones se mantuvieron a temperatura ambiente durante veinticuatro (24) horas antes de la combinación.

Se preparó un sellador mezclando 100 g de Icon 18,5 g del acelerador.

10 El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la Figura 1 de acuerdo con la escala enumerada en la Tabla 3.

Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, la fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

15 Ejemplo 3

#### Formulación del sellador 3

20 Una formulación selladora consistía en dos partes, uny un acelerador. Los componentes de la formulación de Ise enumeran en la Tabla 6 y de la composición del acelerador en la Tabla 7.

Tabla 6. Composición de base del Ejemplo 3

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butil titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2
Aceite de tung	1,41
DABCO® 33-LV	1,05
Etil acetato	10,63
Technicure® LC-80***	2,66
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
**Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
***Imidazol encapsulado disponible de A&C Catalyst, Inc.	

25

Tabla 7. Composición del acelerador del Ejemplo 3.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

Las composiciones de ly del acelerador se prepararon por separado y se mezclaron, y se mantuvieron a temperatura ambiente durante veinticuatro (24) horas antes de combinarlas.

Se preparó un sellador mezclando 100 g de Icon 18,5 g del acelerador.

5 El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la Figura 1 de acuerdo con la escala enumerada en la Tabla 3.

10 Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, la fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Ejemplo 4

15 Formulación del sellador 4

Una formulación selladora consistía en dos partes, uny un acelerador. Los componentes para la formulación de lse enumeran en la Tabla 8 y para la composición del acelerador en la Tabla 9.

20

Tabla 8. Composición de base del Ejemplo 4.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butyl titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2
Aceite de tung	1,41
DABCO® 33-LV	1,05
Etil acetato	10,63
Nissocure® TIC-188***	7,08
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc. **Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc. ***Catalizado de inclusión en imidazol disponible en Nisso-Soda, Japón.	

Tabla 9. Composición del acelerador del Ejemplo 4.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

25 Las composiciones de ly del acelerador se prepararon por separado y se mezclaron, y las composiciones se mantuvieron a temperatura ambiente durante veinticuatro (24) horas antes de la combinación.

Se preparó un sellador mezclando 100 g de Icon 18,5 g del acelerador.

30 El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la Figura 1 de acuerdo con la escala enumerada en la Tabla 3.

Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, la fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

35

Ejemplo 5 (no forma parte de la invención como se reivindica)

Formulación del sellador 5

40 Una formulación selladora consistía en dos partes, uny un acelerador. Los componentes para la formulación de lse

enumeran en la Tabla 10 y para la composición del acelerador en la Tabla 11.

Tabla 10. Composición de base del Ejemplo 5.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butyl titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2
Aceite de tung	1,41
DBU encapsulado***	1,77
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
**Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
***DBU encapsulado está disponible en Salvona Technologies LLC (New Jersey) como EID-8519-01- DBU es 1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-eno.	

5

Tabla 11. Composición del acelerador del Ejemplo 5.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

Las composiciones de la del acelerador se prepararon por separado y se mezclaron, y las composiciones se mantuvieron a temperatura ambiente durante veinticuatro (24) horas antes de la combinación.

10 Se preparó un sellador mezclando 100 g de Icon 18,5 g del acelerador.

El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la Figura 1 de acuerdo con la escala enumerada en la Tabla 3.

15 Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, la fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Ejemplo 6

20

#### Formulación del sellador 6

Una formulación selladora consistía en dos partes, una un acelerador. Los componentes para la formulación de Ise enumeran en la Tabla 12 y para la composición del acelerador en la Tabla 13.

25

Tabla 12. Composición de base del Ejemplo 6.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	0,97
Sílice	1,46
Carbonato de calcio	53,5
Hidróxido de aluminio	9,73
Tetra n-butyl titanato	0,49
Dióxido de titanio	0,97
Resina fenólica	1,46
Prepolímero Permapol® 3,1 E**	107
Silano	0,2
Aceite de tung	1,41
DABCO® 33-LV	1,05
Etil acetato	10,63
Nissocure® TIC-188***	7,08

Composición	Peso, g
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
**Prepolímero de Permapol® 3,1E; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	
***Catalizado de inclusión en imidazol disponible en Nisso-Soda, Japón.	

Tabla 13. Composición del acelerador del Ejemplo 6.

Composición	Peso, g
Promotor de la adhesión*	5,7
Carbonato de calcio	50,4
Plastificante	40
Negro de carbono	24
Resina epoxi, DEN® 431	50
Resina epoxi, EPON® 828	50
*Promotor de la adhesión T-1601; disponible en PRC-DeSoto International, Inc.	

5 Las composiciones de ly del acelerador se prepararon por separado y se mezclaron, y las composiciones se mantuvieron a temperatura ambiente durante veinticuatro (24) horas antes de la combinación.

Se preparó un sellador mezclando 100 g de Icon 18,5 g del acelerador.

10 El sellador se dejó curar a temperatura ambiente y el estado del curado se controló periódicamente y se clasificó como se muestra en la Figura 1 de acuerdo con la escala enumerada en la Tabla 3.

15 Además, la resistencia a la tracción, el alargamiento, la fuerza de adherencia, la resistencia al cizallamiento del solapado, la hinchazón del combustible, la pérdida de peso y la dureza del sellador curado se midieron de acuerdo con SAE AS5127/1B. Los resultados se muestran en la Tabla 14. La marca "-" significa que no se realizaron mediciones.

Tabla 14. Resultados.

Propiedad selladora	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
Resistencia a la tracción en seco*, psi	406	469	-	-	-	-
alargamiento en seco*, %	278	313	-	-	-	-
Dureza en seco*, Shore A	48	45	43	44	46	43
Resistencia a la tracción después de la inmersión en combustible**, psi	357	620	-	-	-	-
Alargamiento después de la inmersión en combustible**, %	282	306	-	-	-	-
Dureza después de la inmersión en combustible**, Shore A	43	40	-	-	-	-
Hinchazón de combustible**, %	18,2	15,6	13,9	13,5	16,6	13,0
Pérdida de peso**, %	2,6	3,4	3,07	3,03	2,92	3,02
Resistencia al cizallamiento del solapado en seco/% cohesivo en un sustrato MIL-C-27725*, psi/%	458/100 %	505/100 %	-	-	-	-
Resistencia al cizallamiento del solapado/% cohesivo después de la inmersión en combustible en sustrato MIL-C-27725**, psi	365/100 %	378/100 %				
Fuerza de adherencia en seco/% cohesivo en sustrato MIL-C-27725*, pli/%	65/100 %	63/100 %	-	-		-
Fuerza de adherencia/% cohesivo después de la inmersión en combustible en sustrato MIL-C-27725**, pli/%	38/100 %	40/100 %	-	-		-
*Sin inmersión de FRC tipo I.						
**Sumergido en FRC tipo I a 140 °F durante 7 días.						

20 Los resultados demuestran que el uso de catalizadores de amina terciaria latentes seleccionados entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol y epoxi, y una combinación de los mismos en

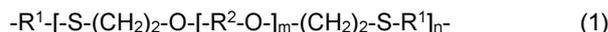
composiciones selladoras de tiol-epoxi puede proporcionar un tiempo de trabajo ampliado, curarse rápidamente al final del tiempo de curado, y proporcionar un sellador curado que cumple los exigentes requisitos de rendimiento de las aplicaciones de selladores aeroespaciales.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende:

- 5 un prepolímero de politioéter terminado en tiol;  
un agente de curado epoxi; y  
un catalizador de amina terciaria latente seleccionado entre un catalizador de inclusión en imidazol, un aducto de imidazol-epoxi y una combinación de los mismos.

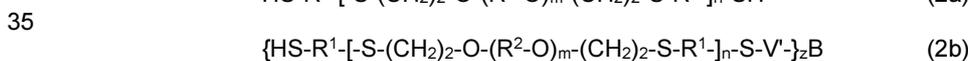
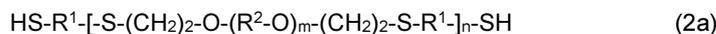
10 2. La composición de la reivindicación 1, en la que el prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende un politioéter terminado en tiol que comprende una cadena principal que comprende la estructura de Fórmula (1):



15 en la que,

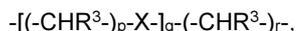
- cada  $R^1$  se selecciona independientemente entre un grupo n-alcanodiilo  $C_{2-10}$ , un grupo alcanodiilo ramificado  $C_{3-6}$ , un grupo cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , un grupo alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-10}$ , un grupo heterocíclico, un grupo  $-[(-CHR^3)_p-X-]_q-(CHR^3)_r-$ , en donde cada  $R^3$  se selecciona entre hidrógeno y metilo;
- 20 cada  $R^2$  se selecciona independientemente entre un grupo n-alcanodiilo  $C_{2-10}$ , un grupo alcanodiilo ramificado  $C_{3-6}$ , un grupo cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , un grupo alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-14}$ , un grupo heterocíclico y un grupo  $-[(-CH_2)_p-X-]_q-(CH_2)_r-$ ;
- cada X se selecciona independientemente entre O, S y -NR-, en donde R se selecciona entre hidrógeno y metilo; m varía de 0 a 50;
- 25 n es un número entero que varía de 1 a 60;  
p es un número entero que varía de 2 a 6;  
q es un número entero que varía de 1 a 5; y  
r es un número entero que varía de 2 a 10.

30 3. La composición de la reivindicación 1, en la que el prepolímero de politioéter terminado en tiol comprende un prepolímero de politioéter terminado en tiol seleccionado de un prepolímero de politioéter terminado en tiol de Fórmula (2a), un politioéter terminado en tiol de Fórmula (2b) y una combinación de los mismos:



en las que,

40 cada  $R^1$  se selecciona independientemente entre alcanodiilo  $C_{2-10}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-14}$ , heterocicloalcanodiilo  $C_{5-8}$  y



45 en la que,

- p es un número entero de 2 a 6;  
q es un número entero de 1 a 5;  
r es un número entero de 2 a 10;
- 50 cada  $R^3$  se selecciona independientemente entre hidrógeno y metilo;  
y  
cada X se selecciona independientemente entre -O-, -S-, y -NR-,  
en donde R se selecciona entre hidrógeno y metilo;

55 cada  $R^2$  se selecciona independientemente entre alcanodiilo  $C_{1-10}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-14}$  y  $-[(CHR^3)_p-X-]_q-(CHR^3)_r-$ , en donde p, q, r,  $R^3$  y X son como se definen para  $R^1$ ;

m es un número entero de 0 a 50;  
n es un número entero de 1 a 60;  
B representa un núcleo de un agente de polifuncionalización de valencia z que responde a  $B(-V)_z$ ,  
60 en donde,

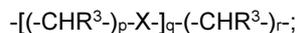
z es un número entero de 3 a 6; y  
cada V es un resto que comprende un grupo terminal reactivo con un tiol; y  
cada -V'- se deriva de la reacción de -V con un tiol.

65 4. La composición de la reivindicación 1, en la que el politioéter terminado en tiol comprende el producto de reacción entre reactivos que comprende:

(a) un ditiol de Fórmula (3):



5 en la que  
 $R^1$  se selecciona entre alcanodiilo  $C_{2-6}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-10}$ , heterocicloalcanodiilo  $C_{5-8}$ , y



10 en donde,

15 cada  $R^3$  se selecciona independientemente entre hidrógeno y metilo;  
 cada X se selecciona independientemente entre -O-, -S-, -NH- y -NR-, en donde R se selecciona entre hidrógeno y metilo;  
 p es un número entero de 2 a 6;  
 q es un número entero de 1 a 5; y  
 r es un número entero de 2 a 10; y

20 (b) un éter divinílico de Fórmula (4):



25 en la que,

cada  $R^2$  se selecciona independientemente entre alcanodiilo  $C_{1-10}$ , cicloalcanodiilo  $C_{6-8}$ , alcanocicloalcanodiilo  $C_{6-14}$ , y  $\text{--[(-CHR}^3\text{)-}_p\text{-X-]}_q\text{(-CHR}^3\text{)-}_r\text{}$ , en donde p, q, r,  $R^3$  y X son como se han definido para  $R^1$ ; y m es un número entero de 0 a 50.

30 5. La composición de la reivindicación 4, en la que los reactivos comprenden (c) un compuesto polifuncional tal como un compuesto polifuncional  $B(-V)_z$ ,  
 en donde,

B representa un núcleo de un agente de polifuncionalización de valencia z que responde a  $B(-V)_z$ , en donde,

35 z es un número entero de 3 a 6; y  
 cada V es un resto que comprende un grupo terminal reactivo con un tiol; y cada  $-V'$  se deriva de la reacción de -V con un tiol.

40 6. La composición de la reivindicación 1, en la que el prepolímero de politioéter terminado en tiol se **caracteriza por** una funcionalidad de tiol promedio de 2,05 a 2,8.

7. La composición de la reivindicación 1, en la que el agente de curado epoxi se selecciona entre una resina epoxi novolaca, una resina epoxi derivada de bisfenol A/epiclorhidrina y una combinación de los mismos.

45 8. Una composición selladora que comprende la composición de la reivindicación 1.

9. La composición de la reivindicación 8, **caracterizada por** un tiempo de trabajo de aproximadamente 40 horas a aproximadamente 120 horas a temperatura ambiente.

50 10. La composición de la reivindicación 8, que cura hasta el estado de adherencia en un plazo de 24 horas a 48 horas a temperatura ambiente después del momento en que la composición ya no es manejable.

11. La composición de la reivindicación 8, que cura hasta una dureza Shore A de 20 A en un plazo de 24 horas a 48 horas a temperatura ambiente después del momento en que la composición ya no es manejable.

55 12. Un sellador curado preparado a partir de la composición de la reivindicación 8.

13. Un método para sellar una o más superficies, que comprende:

60 aplicar una composición de la reivindicación 8 a una o más superficies; y  
 curar la composición de la reivindicación 8 para sellar una o más superficies.

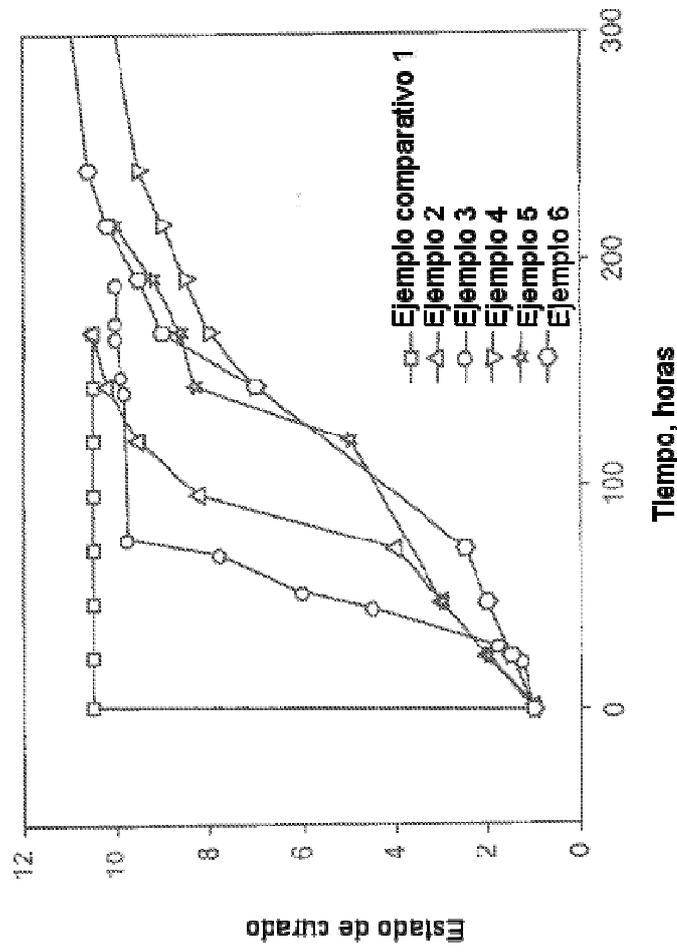


FIG. 1