

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 190**

51 Int. Cl.:

**H01B 7/02** (2006.01)  
**H01B 3/44** (2006.01)  
**C08J 3/22** (2006.01)  
**C08L 23/08** (2006.01)  
**B29C 35/02** (2006.01)  
**B29C 47/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2011 E 11724244 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2582743**

54 Título: **Composición de polímero apto para reticulación con silano**

30 Prioridad:

**21.06.2010 EP 10166636**

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

**22.05.2014**

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)  
Wagramerstrasse 17-19  
1220 Vienna , AT**

72 Inventor/es:

**DAHLEN, KRISTIAN;  
FAGRELL, OLA;  
FOSSUM, KJELL;  
HJERTBERG, THOMAS;  
NYLANDER, PERRY y  
PRIETO, OSCAR**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 462 190 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Composición de polímero apto para reticulación con silano

5 La presente invención se refiere a una composición polimérica que comprende una poliolefina apta para reticulación con grupos silano hidrolizables y un catalizador de condensación de silanol, a un uso de la composición polimérica para producir un cable para el transporte de energía, a la preparación de un método de un cable para el transporte de energía, que comprende dicha composición, incluyendo el método la etapa de reticular una capa de cable para el transporte de energía, a un cable para el transporte de energía que comprende dicha composición y a un cable para el transporte de energía apto para reticulación que comprende dicha composición.

10 Se conoce la reticulación de poliolefinas por medio de aditivos y esto mejora varias de las propiedades de la poliolefina, tales como resistencia mecánica y resistencia térmica y química. La reticulación se puede llevar a cabo por medio de condensación de grupos silanol presentes en la poliolefina que se puede obtener por medio de hidrolización de grupos silano. Se puede introducir un compuesto de silano como grupo apto para reticulación en una poliolefina, por ejemplo, injertando el grupo de silano sobre la poliolefina, o por medio de copolimerización de monómeros de olefina y monómeros que contienen grupos silano. Dichas técnicas se conocen por ejemplo a partir del documento US 4.413.066, documento US 4.297.310, documento US 4.351.876, documento US 4.397.981, documento US 4.446.283 y documento US 4.456.704.

20 Como se sabe bien la composición polimérica es útil para producir una amplia variedad de artículos. Por ejemplo, normalmente, los polímeros se usan para preparar capas de aplicaciones de alambre o cable (W & C), de manera que se pueden reticular una o más de las capas. Se define cable para el transporte de energía como un cable que transfiera energía que opera a un nivel de voltaje, normalmente que opera a un voltaje mayor que 100 V. El voltaje aplicado al cable para el transporte de energía puede ser alterno (AC), directo (DC) o transitorio (impulso). Además, normalmente la composición polimérica se usa como material de capa, por ejemplo, en un cable de DC o AC de bajo voltaje (LV), voltaje medio (MV), alto voltaje (HV) o voltaje extra elevado (EHV), términos que son conocidos e indican el nivel del voltaje de operación.

25 Los cables para el transporte de energía para voltajes bajos (LV) operan normalmente a voltajes por debajo de 3 kV. Los cables LV y en algunas realizaciones los cables de voltaje medio (MV) normalmente comprenden un conductor eléctrico que está revestido con una capa de aislamiento.

30 Los cables para el transporte de energía de voltaje medio (MV) y alto (HV), y en algunas realizaciones también los cables para el transporte de energía de LV, comprenden un conductor rodeado al menos por una capa semiconductor interna, una capa de aislamiento y una capa semiconductor externa, en ese orden. Los cables MV y HV operan a cualesquiera niveles de voltaje usados para otras aplicaciones diferentes de los voltajes bajos. Un cable de MV típico, normalmente opera a voltajes de 3 a 36 kV, y un cable de HV típico a voltajes mayores que 36 kV.

35 Para la reticulación de poliolefinas que contienen grupos de silano hidrolizables, se debe usar un catalizador de condensación de silanol. Los catalizadores convencionales son, por ejemplo, compuestos orgánicos de estaño, cinc, hierro, plomo o cobalto tales como dilaurato de dibutil estaño (DBTDL). No obstante, se sabe que DBTDL tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente natural cuando se instalan los productos reticulados, tales como cables, en el suelo. Además, es también un material peligroso para trabajar con él.

40 El documento CA 50288 describe catalizadores de Ti para curar polímeros con funcionalidad epoxi. El documento GB 1377737 describe el injertado de una poliolefina por medio de radiación UV con un compuesto de silano. La poliolefina injertada se reticula posteriormente con un carboxilato de metal, éster de titanio o quelato de titanio. El catalizador usado en los ejemplos es laurato de dibutilestaño. No se menciona el uso en aplicaciones de alambre y cable (W & C). El documento WO 2007032885 describe catalizadores de estaño para aplicaciones de reticulación de W & C.

45 Además, es un objeto de la presente invención proporcionar un catalizador de condensación de silanol adicional para una composición polimérica que comprende una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables, que evita los inconvenientes de DBTDL, es decir, es más respetuoso con el medio ambiente y menos peligroso para trabajar con el mismo.

**Descripción de la invención**

50 Sorprendentemente, se ha descubierto que los objetivos anteriores se pueden conseguir con un nuevo tipo de catalizador de condensación de silanol que es altamente ventajoso para la reticulación de silano de una composición polimérica y una capa de un cable.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un cable para el transporte de energía que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende una composición polimérica que comprende

55 (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables basado en la cantidad total del

(de los) componente(s) polimérico(s) presente(s) en la composición polimérica

(b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II):



5 en la que en la fórmula (I),

Me es un metal de transición del grupo 4 de la Tabla Periódica de los Elementos (de acuerdo con la nomenclatura IUPAC de la industria orgánica 1989);

n es un número entero de 0 a 3;

m es un número entero de 0 a 4,

10 o es un número entero entre 0 y 4, en el que  $n+m+o$  es 4, y al menos m u o son diferentes de 0;

cada  $\text{R}^1$  es, de manera independiente, un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); y

15 cada  $\text{R}^2$  es, de manera independiente, un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); o es un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted; con la condición de que si o es 0, entonces al menos uno de  $\text{R}^2$  es un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted;

o  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$ , o dos grupos  $\text{R}^1$  o dos grupos  $\text{R}^2$  forman junto con Me un sistema de anillo;

20 cada Z es de forma independiente un átomo de halógeno;

o en la que en la fórmula (II),

Me y  $\text{R}^1$  tiene el significado que se define en la fórmula (I) anterior, y  $\text{R}^2$  tiene el significado que se define en la fórmula (I) anterior, pero sin la condición anterior;

n es un número entero entre 0 y 3

25 m es un número entero entre 0 y 3

o es un número entero entre 0 y 3, en el que  $n+m+o$  es 3; y

$\text{R}^3$ , de manera independiente, tiene el mismo significado que se ha definido para  $\text{R}^1$  en la fórmula (I) anterior o  $\text{R}^2$  en la fórmula (I) anterior, pero con la condición anterior.

30 El compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) (b) es un catalizador más respetuoso con el medio ambiente en comparación por ejemplo con catalizadores de base de estaño. El compuesto de fórmula (I) o (II) tiene una eficacia de reticulación inesperadamente buena, expresada por ejemplo como propiedades de deposición en caliente o contenido de gel como se define a continuación bajo los métodos de Determinación. El compuesto de catalizador de silanol de fórmula (I) o (II) (b) puede sorprendentemente usarse como catalizador de reticulación en cantidades industrialmente apropiadas para producir capas de cable reticuladas con las propiedades mecánicas que se demandan para un cable para el transporte de energía. La composición polimérica reticulada de la invención tiene también propiedades eléctricas buenas necesarias en el campo de W&C.

35 La composición polimérica de la invención como se ha definido anteriormente o a continuación se denomina en la presente memoria también de forma abreviada "composición polimérica". Como para los componentes de la composición polimérica, la poliolefina que porta los grupos (a) silano hidrolizables es denominada en la presente memoria de forma abreviada "poliolefina (a)" y el compuesto (b) de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) es denominado en la presente memoria también de forma abreviada como "compuesto de fórmula (I) o (II)".

40 Además, la expresión "composición polimérica" significa en la presente memoria la combinación de una poliolefina (a) y el compuesto de fórmula (I) o (II) que se forma antes o después de la formación de un artículo conformado, tal como una capa de un cable.

45

La invención además proporciona un uso de un compuesto de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación para reticular al menos una capa de un cable para el transporte de energía, que comprende dicha poliolefina (a).

5 Las siguientes realizaciones preferidas, propiedades y subgrupos de la poliolefina (a) y los componentes del compuesto de fórmula (I) o (II), de la composición polimérica y del artículo son independientemente generalizables de manera que se pueden usar en cualquier orden o combinación para definir de manera adicional las realizaciones preferidas de la composición polimérica y el cable para el transporte de energía de la invención. Además, a menos que se afirme lo contrario, resulta evidente que las descripciones concretas de la poliolefina (a) aplican a la poliolefina antes de la reticulación opcional.

10 **Compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) (b) (= compuesto de fórmula (I) o (II))**

Naturalmente, la composición polimérica puede comprender dos o más compuestos de fórmula (I) o (II), o cualesquiera mezclas de compuestos de fórmula (I) y (II), preferentemente un compuesto de fórmula (I) o (II).

15 Un grupo hidrocarbilo puede ser lineal, ramificado o cíclico o una mezcla de grupos cíclicos y lineales o ramificados. Para evitar la duda, el término "hidrocarbilo" usado en la presente memoria no significa grupos cíclicos aromáticos como resulta evidente a partir de las definiciones usadas en la presente memoria, es decir, los grupos cíclicos aromáticos se definen como hidrocarbilo aromático. La expresión "parcialmente insaturado" significa que el resto puede comprender uno o más dobles o triples enlaces e incluye radicales alqueno que comprenden al menos un doble enlace y radicales alquino que comprenden al menos un triple enlace. En el caso de "hidrocarbilo cíclico parcialmente insaturado" puede haber uno o más dobles enlaces en los sistemas de anillo lo que significa que el anillo es no aromático para diferenciar dichos restos de anillo "parcialmente insaturado" de los "anillos aromáticos" tales como los radicales fenilo o piridilo.

20 La expresión "monocíclico" incluye sistemas de anillo monocíclicos, tales como ciclopentilo, ciclohexilo, cicloheptilo o fenilo. La expresión "multicíclico" significa en la presente memoria sistemas de anillo condensados, tales como naftilo.

Cada uno de los subgrupos preferidos siguientes de los sustituyentes son generalizables y se pueden combinar en cualquier combinación en los compuestos de fórmula (I) o (II):

En los compuestos de fórmula (I) y los compuestos de fórmula (II): Me es preferentemente Ti, Zr o Hf, más preferentemente Ti o Zr.

30 En los compuestos de fórmula (I): n es preferentemente de 1 a 3, más preferentemente 1 ó 2, m es preferentemente de 1 a 3, más preferentemente 2 ó 3, o es preferentemente 0 ó 1, más preferentemente 0.

En los compuestos de fórmula (II): n es preferentemente de 1 a 3, más preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 0, m es preferentemente de 1 a 3, más preferentemente 2 ó 3, o es preferentemente 0 ó 1. Además, preferentemente en los compuestos (II), al menos m u o es diferente de 0.

35 En compuestos preferidos de fórmula (I) o en compuestos preferidos de fórmula (II):

Preferentemente, el heteroátomo está seleccionado entre O, S, P, N, Si, B o halógeno (F, Cl, Br o I), más preferentemente entre O, S, P, N o Si. La posición del heteroátomo en el grupo hidrocarbilo no está limitada. El(los) heteroátomo(s) puede, de este modo, estar en cualquiera de las posiciones: al comienzo de, al final de o dentro (es decir, interrumpiendo las uniones C-C) del grupo hidrocarbilo.

40 Preferentemente, cada  $R^1$  es de manera independiente  $-X_w-R^1$ , en la que w es 0 o 1; X es un heteroátomo como se ha definido anteriormente, preferentemente O, S, P, N, Si, más preferentemente O, más preferentemente, cada  $R^1$  es de manera independiente  $X_w-R^1$ , en la que w es 0 o w es 1 y X es O; y  $R^1$  es un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s), o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s).

45 Preferentemente, al menos 1, preferentemente 2 o 3 de  $R^2$  es, de manera independiente, un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brønsted, más preferentemente  $-Y-R^2$ ; Y es preferentemente  $-OC(=O)$ ,  $-C(=O)-O-C(=O)-$ ,  $-NR^4C(=O)$ ,  $OC(=O)NR^4$ ,  $-OC(=O)O-$ ,  $-NR^4C(=O)OR-$ ,  $-C(=O)NC(=O)$ ,  $-OS(=O)_2-$ ,  $OP(=O)_2-$ ,  $-NR^4S(=O)_2$ ,  $-OS(=O)_2NR^4$ ,  $-SC(=O)-$ ,  $-OPR^5(=O)O$ ,  $-OP(=O)(OR^5)O-$  o  $-OPR^5(=O)OP(=O)(=OR^2)O-$ , en la que cada  $R^4$  es de manera independiente H o un grupo hidrocarbilo lineal, preferentemente un grupo alquilo (C1-C8), más preferentemente  $R^4$  es H; y cada  $R^5$  es de manera independiente H o  $R^2$  es como se define a continuación; y cada  $R^2$  es de manera independiente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s).

50

Más preferentemente, cada  $R^2$  es de manera independiente  $-\text{OC}(=\text{O})-\text{R}^2$ ,  $-\text{OS}(=\text{O})_2-\text{R}^2$ ,  $-\text{OP}(=\text{O})_2-\text{R}^2$ ,  $-\text{OPR}^5(=\text{O})\text{OP}(=\text{O})(\text{O}-\text{R}^2)_2$ , en la que  $\text{R}^5$  es como se ha definido anteriormente o a continuación, preferentemente  $\text{R}^5$  es H; o  $-\text{OP}(=\text{O})(\text{OR}^5)\text{O}-\text{R}^2$ , en la que  $\text{R}^5$  es como se ha definido anteriormente, preferentemente  $\text{R}^5$  es  $\text{R}^2$  como se ha definido anteriormente o a continuación. Más preferentemente,  $\text{R}^2$  es  $-\text{OC}(=\text{O})-\text{R}^2$  o  $-\text{OS}(=\text{O})_2-\text{R}^2$ .

- 5 En los compuestos preferidos de fórmula (II):  $\text{R}^3$  es preferentemente un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brønsted, más preferentemente  $\text{R}^3$  tiene el significado que se ha definido para Y anteriormente, más preferentemente  $-\text{OP}(=\text{O})(\text{OR}^5)\text{O}-$ , en la que  $\text{R}^5$  es como se ha definido anteriormente, más preferentemente  $\text{R}^2$  como se ha definido anteriormente o a continuación, más preferentemente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido como se define a continuación o en las reivindicaciones.
- 10 El grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que contiene opcionalmente uno o más heteroátomo(s) como restos  $\text{R}1$  o  $\text{R}2$  de sustituyentes  $\text{R}^1$  o sustituyentes  $\text{R}^2$  de los Compuestos (I) o Compuestos (II) es más preferentemente
- (i) un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado y opcionalmente sustituido;
- 15 (ii) un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado y opcionalmente sustituido que porta un resto hidrocarbilo cíclico saturado o parcialmente insaturado o un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido que porta un resto hidrocarbilo aromático; preferentemente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido que porta un resto de hidrocarbilo cíclico saturado o parcialmente insaturado; o
- (iii) un grupo hidrocarbilo cíclico saturado o parcialmente insaturado opcionalmente sustituido.
- 20 Cada uno de las opciones anteriores, (i), (ii) y (iii), como grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, sustituido o no sustituido, puede de manera independiente contener uno o más hetero átomos, preferentemente uno o dos, que es/son preferentemente, y de manera independiente, O o N, preferentemente un átomo de O.
- 25 El grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como restos  $\text{R}1$  o  $\text{R}2$  de los Compuestos (I) o Compuestos (II) es un arilo mono o policíclico que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un arilo mono o policíclico con un átomo de anillo de carbono, más preferentemente un resto fenilo. El grupo hidrocarbilo aromático puede portar uno o más sustituyentes y, si está presente, entonces preferentemente (i) un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido como se definido anteriormente.
- 30 Más preferentemente, los restos  $\text{R}1$  y  $\text{R}2$  de los Compuestos (I) o Compuestos (II) están cada uno seleccionados de forma independiente
- entre un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado opcionalmente sustituido; que es preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido, un grupo alquenilo (C2-C50) lineal o ramificado
- 35 opcionalmente sustituido o un grupo alquinilo (C2-C30) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado;
- entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, que es preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo
- 40 opcionalmente sustituido; o
- entre un alquilo(C1-C20)(O-alquilo (C1-C20))<sub>p</sub> lineal o ramificado, alquilo(C1-C20)(O-alquenilo(C1-C20))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C20)-(O-alquilo(C1-C20))<sub>e</sub>alquenilo(C1-C20))<sub>f</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1, 2 ó 3, e es 0, 1 ó 2 y f es 0, 1 ó 2; preferentemente un alquilo(C1-C12)(O-alquilo(C1-C12))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C12)(O-alquenilo(C1-C12))<sub>p</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1 ó 2. El grupo hidrocarbilo está sustituido
- 45 opcionalmente, y preferentemente, con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados cada uno de forma independiente entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido, como se ha definido anteriormente, preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, más preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, incluso más preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado.
- 50 Dos o más grupos  $\text{R}^1$  pueden ser idénticos o diferentes. En el caso de dos o más grupos  $\text{R}^1$ , estos son preferentemente idénticos.
- Dos o más grupos  $\text{R}^2$  pueden ser idénticos o diferentes. En el caso de dos o más grupos  $\text{R}^2$ , estos son preferentemente idénticos.

En el caso de compuestos de fórmula (I), en los que al menos uno grupo(s)  $R^2$  es un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brønsted y uno o más grupo(s)  $R^2$  es(son) diferente(s) de un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brønsted, entonces el otro uno o más de dichos grupo  $R^2$  puede, de manera independiente, ser idéntico a o diferente de uno o más grupo(s)  $R^1$ .

5 Los compuestos preferidos de la invención son los compuestos de fórmula (I) como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones.

Compuestos incluso más preferidos de fórmula (I) son en los que Me, n, m y o son como se ha definido anteriormente; cada  $R^1$  es de manera independiente como se ha definido anteriormente, preferentemente  $-X_w-R^1$ , en la que w es 0 ó 1; X es un heteroátomo como se ha definido anteriormente, X es preferentemente O, S, P, N o Si, más preferentemente O, más preferentemente  $R^1$  es  $X_w-R^1$ , en la que w es 0 o w es 1 y X es O; el resto  $R^1$  está seleccionado

entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s), como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado y opcionalmente sustituido como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado; o

entre un alquilo(C1-C20)(O-alquilo (C1-C20))<sub>p</sub> lineal o ramificado, alquilo(C1-C20)(O-alqueno(C1-C20))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C20)-(O-alquilo(C1-C20))<sub>e</sub>alqueno(C1-C20))<sub>f</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1, 2 ó 3, e es 0, 1 ó 2 y f es 0, 1 ó 2; preferentemente un alquilo(C1-C12)(O-alquilo(C1-C12))<sub>p</sub> lineal o ramificado o alquilo(C1-C12)(O-alqueno(C1-C12))<sub>p</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1 ó 2;

y cada  $R^2$  es de manera independiente un grupo seleccionado entre un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brønsted, más preferentemente cada  $R^2$  es de manera independiente  $Y-R^2$  como se ha definido anteriormente, en la que Y es preferentemente  $-OC(=O)$ ,  $-C(=O)-O-C(=O)-$ ,  $-NR^4C(=O)-$ ,  $-OC(=O)NR^4-$ ,  $-OC(=O)O-$ ,  $-NR^4C(=O)OR-$ ,  $C(=O)NC(=O)-$ ,  $-OP(=O)_2-$ ,  $-NR^4S(=O)_2$ ,  $OS(=O)_2NR^4-$ ,  $-SC(=O)-$ ,  $-OPR^5(=O)O$ ,  $-OP(=O)(OR^5)O-$  o  $-OPR^5(=O)OP(=O)(=OR^5)O-$  o  $-OS(=O)_2$ , en la que cada  $R^4$  es de manera independiente H o un grupo hidrocarbilo lineal, que es preferentemente un grupo alquilo (C1-C8), o, más preferentemente  $R^4$  es H; y cada  $R^5$  es de manera independiente H o tiene el significado que se ha definido para el resto  $R^2$  anteriormente o a continuación; y cada resto  $R^2$  es de manera independiente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como se ha definido anteriormente.

En un subgrupo preferido de los compuestos de fórmula (I),  $R^2$  está seleccionado, de manera independiente, entre  $-OC(=O)-R_2$ ,  $-OP(=O)_2-R_2$ ,  $-OPR^5(=O)OP(=O)(O-R_2)_2$  (en la que  $R^5$  es como se ha definido anteriormente, preferentemente H),  $OP(=O)(OR^5)O-R_2$  (en la que cada  $R^5$  es como se ha definido anteriormente, preferentemente  $R_2$  como se ha definido anteriormente o a continuación) o  $-OS(=O)_2-R_2$ ; y  $R_2$  es como se ha definido anteriormente o a continuación. En este subgrupo preferido de compuestos de fórmula (I) cada  $R^2$  está seleccionado, de forma independiente, entre

(a)  $-OC(=O)-R_2$ ,  $OP(=O)_2-R_2$ ,  $-OPR^5(=O)OP(=O)(O-R_2)_2$  (en la que  $R^5$  es como se ha definido anteriormente, preferentemente H), o  $-OP(=O)(OR^5)O-R_2$  (en la que  $R^5$  es preferentemente  $R_2$ ); y un resto  $R_2$  está seleccionado de forma independiente

entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado opcionalmente sustituido; preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alquilo(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado; o

entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de carbono de anillo, más preferentemente un grupo fenilo opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo, y en el que el grupo hidrocarbilo está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente con 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, de forma independiente, entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre grupos alquilo(C1-C20) lineal o ramificado;

o

(b)  $R_2$  es  $OS(=O)_2-R_2$ , y  $R_2$  está seleccionado

- entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomos (s) como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado; preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido, un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alqueno(C2-C30) lineal o ramificado
- 5 opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado; o
- entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se de ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo
- 10 opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, cada uno de forma independiente, entre grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C50) lineales o ramificados, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C30) lineales o ramificados, más preferentemente
- 15 entre grupos alquilo(C1-C20) lineales o ramificados.
- El catalizador (b) de condensación de silanol más preferido de la invención es un subgrupo (Ia) de los compuestos (I) de la invención, en el que
- Me es Ti, Zr o Hf, más preferentemente Ti o Zr;
- n es 1 ó 2; m es 2 ó 3; o es 0;
- 20 cada R<sup>1</sup> es, de manera independiente, como se ha definido anteriormente, preferentemente -Xw-R1, en la que w es 0 ó 1; X es un heteroátomo como se ha definido anteriormente, X es preferentemente O, S, P, N ó Si, más preferentemente O, y más preferentemente, R<sup>1</sup> es Xw-R1, en la que w es 0 o w es 1 y X es O; el resto R1 está seleccionado entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado,
- 25 preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o
- entre un alquilo(C1-C20)(O-alquilo (C1-C20))<sub>p</sub> lineal o ramificado, alquilo(C1-C20)(O-alqueno(C1-C20))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C20)-(O-alquilo(C1-C20))<sub>e</sub>alqueno(C1-C20))<sub>f</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1, 2 ó 3, e es 0, 1 ó 2 y f es 0, 1 ó 2; preferentemente un alquilo(C1-C12)(O-alquilo(C1-C12))<sub>p</sub> lineal o ramificado o alquilo(C1-C12)(O-alqueno(C1-C12))<sub>p</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1 ó 2; y
- 30 cada R<sup>2</sup> está seleccionado, de manera independiente, entre
- a) -OC(=O)-R2, -OP(=O)<sub>2</sub>-R2, -OPR<sup>5</sup>(=O)OP(=O)(O-R2)<sub>2</sub> (en la que R<sup>5</sup> es como se ha definido anteriormente, preferentemente H) o -OP(=O)(OR<sup>5</sup>)O-R2 (en la que cada R<sup>5</sup> es preferentemente un resto R2 como se define a continuación), más preferentemente -OC(=O)-R2 o -OPR<sup>5</sup>(=O)OP(=O)(O-R2)<sub>2</sub> (en la que R<sup>5</sup> es H); y cada resto R2
- 35 está seleccionado, de manera independiente
- entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado opcionalmente sustituido; preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido, un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alqueno(C2-C30)
- 40 lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado y más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o
- entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo
- 45 opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo, y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, cada uno de forma independiente, entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente grupos alquilo (C1-C50) lineales o ramificados, preferentemente entre grupo alquilo (C1-C30) lineales o ramificados, más preferentemente entre
- 50 grupos alquilo (C1-C20) lineales o ramificados y más preferentemente entre grupos alquilo (C1-C12) lineales o ramificados; incluso más preferentemente cada resto R2 es de manera independiente un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado y más preferentemente entre grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado;
- o
- 55 (b) R<sup>2</sup> es -OS(=O)<sub>2</sub>-R2; y el resto R2 está seleccionado

entre un grupo alqueno (C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alqueno (C2-C30) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o

- 5 entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo, y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, cada uno de forma independiente, entre grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo (C1-C50) lineales o ramificados, preferentemente entre grupos alquilo (C1-C30) lineales o ramificados, más preferentemente entre grupos alquilo (C1-C20) lineales o ramificados, y más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado.
- 10
- 15 Compuestos (I) y (II) apropiados se conocen bien y pueden estar, por ejemplo, disponibles comercialmente o se pueden preparar de acuerdo con, o de forma análoga, a los métodos de preparación conocidos descritos en la bibliografía química.

**Polioléfina que porta grupos (a) silano hidrolizables (= poliolefina (a))**

- 20 Cuando en la presente memoria se hace referencia a un "polímero", por ejemplo, una poliolefina, tal como polietileno, se entiende que significa tanto un homo- como un copolímero, por ejemplo, un homopolímero y un copolímero de una olefina, tal como un homopolímero y copolímero de etileno.

Se pueden introducir los grupos silano hidrolizables en la poliolefina de la poliolefina (a) por medio de copolimerización de la olefina, por ejemplo, monómeros de etileno con al menos comonómeros que contienen grupo(s) silano o por medio de injertado de un compuesto que contiene grupo(s) silano en la poliolefina. Preferentemente, el injertado se lleva a cabo por medio de una reacción de radicales, por ejemplo, en presencia de un agente de formación de radicales (tal como un peróxido). Ambas técnicas se conocen bien en la técnica.

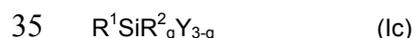
25

Preferentemente, la poliolefina que porta los grupos (a) silano hidrolizables es un copolímero de olefina con un comonómero que porta grupo(s) silano y, opcionalmente, con otro(s) comonómero(s); o es un homopolímero o un copolímero de olefina con grupos silano que se introducen por medio de injertado de un compuesto que contiene grupo(s) silano en el polímero de poliolefina.

30

Como se sabe, "comonómero" se refiere a unidades comonoméricas copolimerizables.

El comonómero que contiene grupo(s) silano para copolimerizar grupos silano o el compuesto que contiene grupo(s) silano para injertar los grupos silano con el fin de producir una poliolefina (a) es preferentemente un compuesto de silano insaturado representado por medio de la fórmula



en la que

$R^1$  es un hidrocarbilo etilénicamente insaturado, grupo hidrocarbilo o (met)acriloxi hidrocarbilo,

$R^2$  es un grupo hidrocarbilo saturado alifático,

Y, que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y

- 40 q es 0, 1 ó 2.

Ejemplos específicos de compuesto de silano insaturado son aquellos en los cuales  $R^1$  es vinilo, aliilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxi propilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquilo o arilamino; y  $R^2$ , si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo.

Un compuesto de silano insaturado preferido viene representado por medio de la fórmula



en la que A es un grupo hidrocarbilo que tiene 1-8 átomos de carbono, preferentemente 1-4 átomos de carbono; o compuestos de silano apropiados son por ejemplo gamma-(met)acriloxipropil trimetoxisilano, gamma(met)acriloxipropil trietoxisilano y vinil triacetoxisilano o combinaciones de dos o más de ellos.

Los compuestos más preferidos son vinil trimetoxisilano, vinil bismetoxietoxisilano, vinil trietoxisilano.

El comonomero apropiado que contiene grupo(s) de silano para copolimerizar grupos silano o el compuesto que contiene grupo(s) silano para injertar grupos silano con el fin de producir la poliolefina (a) son bien conocidos y pueden, por ejemplo, estar disponibles comercialmente o se pueden preparar de acuerdo con, o de manera análoga a, los métodos de preparación conocidos descritos en la bibliografía química.

5 Una poliolefina apropiada para la poliolefina que porta los grupos (a) silano hidrolizables puede ser cualquier poliolefina, tal como una poliolefina convencional, que se puede usar para producir un artículo, preferentemente una capa de cable de un cable de la presente invención. Por ejemplo, dichas poliolefinas apropiadas se conocen bien y, por ejemplo, se encuentran disponibles comercialmente o se pueden preparar de acuerdo con, o de manera análoga a, los procesos de polimerización conocidos descritos en la bibliografía química.

10 La poliolefina (a) para la composición polimérica está preferentemente seleccionada entre un polipropileno (PP) o un polietileno (PE), preferentemente entre un polietileno, que porta grupos silano hidrolizables.

15 En el caso de que la poliolefina (a) sea un copolímero de etileno con al menos un comonomero diferente de un comonomero que contiene grupo(s) silano (denominado en la presente memoria de forma abreviada como "otro comonomero") y donde el(los) grupo(s) silano está(n) incorporado(s) por medio de injertado o copolimerización con un comonomero que contiene grupo(s) silano, entonces dicho otro comonomero apropiado está seleccionado entre comonomero(s) no polar(es) o comonomeros polares, o cualquiera de sus mezclas. A continuación, se describen otros comonomeros no polares preferidos y comonomeros polares, en relación con el polietileno producido en un proceso de alta presión.

20 La poliolefina (a) preferida es un polietileno producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas o un polietileno producido en un proceso de alta presión, que porta grupos silano hidrolizables.

"Catalizador de polimerización de olefina" significa preferentemente en la presente memoria un catalizador de coordinación convencional. Preferentemente, está seleccionado entre un catalizador de Ziegler-Natta, catalizador de sitio único cuyo término comprende un metaloceno y un catalizador que no es de metaloceno, o un catalizador de cromo, o cualquiera de sus mezclas. Los términos tienen un significado conocido.

25 Con frecuencia, el polietileno polimerizado en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas se denomina "polietileno de baja presión" para distinguirlo claramente del polietileno producido en un proceso de alta presión. Ambas expresiones se conocen bien en el campo de las poliolefinas. Se puede producir polietileno de baja presión en un proceso de polimerización que opera en otros en condiciones de bloque, suspensión, disolución o fase gas o cualquiera de sus combinaciones. Normalmente, el catalizador de polimerización de olefinas es un catalizador de coordinación.

30 Más preferentemente, la poliolefina (a) está seleccionada entre un homopolímero o un copolímero de etileno producido en presencia de un catalizador de coordinación o producida en un proceso de polimerización a alta presión, que porta grupos silano hidrolizables.

35 En una primera realización de la poliolefina (a) de la composición polimérica de la invención, la poliolefina (a) es polietileno (PE) de baja presión que porta grupos silano hidrolizables. Dicho PE de baja presión está preferentemente seleccionado entre un copolímero de etileno de muy baja densidad (VLDPE), un copolímero de etileno lineal de baja densidad (LLDPE), un copolímero de etileno de densidad media (MDPE) o un copolímero u homopolímero de etileno de alta densidad (HDPE). Estos tipos bien conocidos se nombran de acuerdo con su área de densidad. El término VLDPE incluye en la presente memoria polietilenos que también se conocen como plástómeros y elastómeros y abarca el intervalo de densidad de 850 a 909 kg/m<sup>3</sup>. El LLDPE tiene una densidad de 909 a 930 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 910 a 929 kg/m<sup>3</sup>, más preferentemente de 915 a 929 kg/m<sup>3</sup>. El MDPE tiene una densidad de 930 a 945 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 931 a 945 kg/m<sup>3</sup>. El HDPE tiene una densidad de más que 945 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de más que 946 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 946 a 977 kg/m<sup>3</sup>, más preferentemente de 946 a 965 kg/m<sup>3</sup>. Más preferentemente, dicho copolímero de baja presión de etileno para la poliolefina (a) se polimeriza con al menos un comonomero seleccionado entre una alfa olefina C3-20, más preferentemente a partir de una alfa-olefina C4-12, más preferentemente a partir de una alfa-olefina C4-8, por ejemplo, con 1-buteno, 1-hexeno o 1-octeno, o una de sus mezclas. La cantidad de comonomero(s) presente(s) en el copolímero de PE es de 0,1 a 15 % en moles, normalmente de 0,25 a 10 % en moles.

40 Además, en el caso de que la poliolefina (a) sea un polímero de PE de baja presión que porta grupos silano hidrolizables, entonces dicho PE puede ser unimodal o multimodal con respecto a la distribución de peso molecular (MWD = Mw/Mn). Generalmente, un polímero que comprende al menos dos fracciones poliméricas, que se ha producido en diferentes condiciones de polimerización dando como resultado diferentes pesos moleculares (media en peso) y distribuciones de peso molecular para las fracciones, es denominado como "multimodal". El prefijo "multi" se refiere al número de fracciones poliméricas diferentes presentes en el polímero. De este modo, por ejemplo, polímero multimodal incluye el denominado polímero "bimodal" que consiste en dos fracciones.

55 Las "condiciones poliméricas" significa en la presente memoria cualquiera de los parámetros del proceso, alimentaciones y sistema de catalizador.

- 5 Se puede producir PE unimodal de baja presión por medio de una polimerización de etapa individual en un reactor individual de manera conocida y documentada. El PE multimodal se puede producir en un reactor de polimerización alterando las condiciones de polimerización y opcionalmente el catalizador o, y preferentemente, en el proceso de polimerización de multietapa que se lleva a cabo en al menos dos zonas de polimerización en cascada. Se pueden conectar las zonas de polimerización en paralelo, o preferentemente las zonas de polimerización operan en modo de cascada. En el proceso de multietapa preferido, se lleva a cabo una primera etapa de polimerización en al menos un reactor de suspensión, por ejemplo de bucle, y una segunda etapa de polimerización en uno o más reactores de fase gas. Un proceso de multietapa preferido se describe en el documento EP 517868.
- 10 Un LLDPE y un MDPE, como se han definido anteriormente o a continuación, son un tipo preferido de PE de baja presión para una poliolefina (a), más preferentemente un copolímero de LLDPE como se ha definido anteriormente o a continuación. Dicho LLDPE puede ser unimodal o multimodal.
- 15 Se puede(n) incorporar grupo(s) silano al polietileno de baja presión por medio de injertado o por medio de copolimerización de etileno con un comonomero que contiene grupo(s) silano y opcionalmente con otro(s) comonomero(s), que es preferentemente un comonomero no polar. Preferentemente, el PE de baja presión preferido que porta grupos silano hidrolizables es un homopolímero de etileno, un copolímero de MDPE o un copolímero de LLDPE, más preferentemente un copolímero de LLDPE, en el que el(los) grupo(s) silano se incorpora(n) por medio de injertado de un compuesto que contiene grupos silano.
- 20 El PE de baja presión, como poliolefina (a) que porta grupos silano tiene preferentemente un MFR<sub>2</sub> de hasta 1200 g/10 min, tal como de hasta 1000 g/10 min, preferentemente de hasta 500 g/10 min, preferentemente de hasta 400 g/10 min, preferentemente de hasta 300 g/10 min, preferentemente de hasta 200 g/10 min, preferentemente de hasta 150 g/10 min, preferentemente de 0,01 a 100, preferentemente de 0,01 a 50 g/10 min, preferentemente de 0,01 a 40,0 g/10 min, preferentemente de 0,05 a 30,0 g/10 min, preferentemente de 0,1 a 20,0 g/10 min, más preferentemente de 0,2 a 15,0 g/10 min.
- 25 En una segunda realización de la poliolefina (a) de la invención, la poliolefina (a) es un polietileno que se produce en una polimerización de alta presión (HP) y porta grupos silano hidrolizables. En esta realización, preferentemente, el polietileno se produce en un proceso de polimerización de alta presión en presencia de un iniciador(es), más preferentemente es un polietileno de baja densidad (LDPE), que porta grupos silano hidrolizables. Debe apreciarse que un polietileno producido en un proceso de alta presión (HP) es denominado generalmente en la presente memoria como LDPE, término que tiene un significado bien conocido en el campo de los polímeros. Aunque el término LDPE es una abreviatura de polietileno de baja densidad, se entiende que el término no limita el intervalo de densidad, sino que abarca polietilenos HP de tipo LDPE con densidades bajas, medias y elevadas. El término LDPE describe y distingue únicamente la naturaleza de polietileno HP con características típicas, tales como la arquitectura de ramificación diferente, en comparación con PE producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas.
- 30 La realización preferida es la segunda realización, en la que la poliolefina (a) es un polietileno que se produce en un proceso de polimerización de alta presión (HP) y porta grupos silano hidrolizables. En esta segunda realización, dicho polímero de LDPE que porta grupos de silano hidrolizables como poliolefina (a) puede ser un homopolímero de etileno de baja densidad (referido en la presente memoria como homopolímero LDPE) o un copolímero de etileno de baja densidad con al menos otro monómero (referido en la presente memoria como copolímero LDPE), en el que el compuesto que contiene grupo(s) silano hidrolizable(s) se incorpora a dicho polímero de LDPE por medio de injertado o un copolímero de etileno de baja densidad con al menos un comonomero que contiene grupo(s) silano, que es preferentemente como se ha definido anteriormente, y opcionalmente con uno o más de otros comonomeros (referidos en la presente memoria como copolímero LDPE). El uno o más de otros comonomero(s) del copolímero de LDPE está(n) preferentemente seleccionado(s) entre comonomero(s) polar(es), comonomero(s) no polar(es) o una mezcla de comonomero(s) polar(es) y comonomero(s) no polar(es), como se ha definido anteriormente o a continuación. Además, dicho homopolímero de LDPE o copolímero de LDPE, como dicha poliolefina (a), puede estar opcionalmente insaturado.
- 35 Como comonomero polar, si está presente, para el copolímero de LDPE que porta grupos de silano hidrolizables, como poliolefina (a) preferida, preferentemente un comonomero polar está seleccionado entre un comonomero que contiene grupo(s) hidroxilo, grupo(s) alcoxi, grupo(s) carbonilo, grupo(s) carboxilo, grupo(s) éter o grupo(s) éster, o una mezcla de ellos. Además, el(los) comonomero(s) que contiene(n) carboxilo y/o grupo(s) éster es(son) más preferido(s) como dicho comonomero polar. Todavía más preferentemente, el(los) comonomero(s) polar(es), si está(n) presente(s), del copolímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables está(n) seleccionado(s) entre los grupos de acrilato(s), metacrilato(s) o acetato(s), o cualquiera de sus mezclas. Si está(n) presente(s) en dicho copolímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables, el(los) comonomero(s) polar(es) está(n) preferentemente seleccionado(s) entre el grupo de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo o acetato de vinilo, o una de sus mezclas, más preferentemente entre acrilatos de C<sub>1</sub>- a C<sub>6</sub>-alquilo, metacrilatos de C<sub>1</sub>- a C<sub>6</sub>-alquilo o acetato de vinilo. Todavía más preferentemente, si está(n) presente(s) comonomero(s) polar(es), entonces el copolímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables es un copolímero de etileno con acrilato de C<sub>1</sub>- a C<sub>4</sub>-alquilo, tal como acrilato de metilo, etilo, propilo o butilo, o acetato de vinilo, o cualquiera de sus mezclas, que porta grupos silano
- 60

hidrolizables.

5 Como comonomero(s) no polar(es), si está(n) presente(s), para el copolímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables como poliolefina (a) preferida, se puede(n) usar comonomero(s) diferente(s) de los comonomeros polares anteriormente definidos. Preferentemente, los comonomeros no polares es(son) otro(s) comonomero(s) diferente(s) que contiene(n) grupo(s) hidroxilo, grupo(s) alcoxi, grupo(s) carbonilo, grupo(s) carboxilo, grupo(s) éter o grupo(s) éster. Un grupo de comonomeros no polares preferidos comprende, preferentemente consiste en, comonomero(s) monoinsaturado(s) (= un doble enlace), preferentemente olefinas, preferentemente alfa-olefinas, más preferentemente alfa-olefinas C<sub>3</sub> a C<sub>10</sub>, tales como propileno, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, estireno, 1-octeno, 1-noneno; comonomero(s) poliinsaturado(s) (= más que un doble enlace, tal como un dieno); o cualquiera de sus mezclas.

10 Si el polímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables como poliolefina (a) es un copolímero de etileno con otro(s) comonomero(s), entonces la cantidad del(de los) otro(s) comonomero(s) presente(s) en dicho polímero de LDPE es preferentemente de 0,001 a 50 % en peso, más preferentemente de 0,05-40 % en peso, todavía más preferentemente menor que 35 % en peso, todavía más preferentemente menor que 30 % en peso, más preferentemente menor que 25 % en peso.

15 Como ya se ha mencionado, el(los) grupo(s) silano se puede(n) incorporar al polietileno de alta presión, preferentemente al polímero de LDPE, como poliolefina (a) preferida por medio de injertado o copolimerización de etileno con un comonomero que contiene grupo(s) silano y opcionalmente con otro(s) comonomero(s). En esta segunda realización preferida, la poliolefina (a) es un polietileno HP que porta grupos silano hidrolizables, y del modo más preferido es un copolímero de LDPE de etileno con un comonomero que contiene un grupo silano como se ha definido anteriormente y opcionalmente con otro(s) comonomero(s).

20 Normalmente, y preferentemente en las aplicaciones de alambres y cables (W&C), la densidad del polímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables como poliolefina (a) es mayor que 860 kg/m<sup>3</sup>. Preferentemente, la densidad de dicho polímero de LDPE, no es mayor que 960 kg/m<sup>3</sup>, y preferentemente es de 900 a 945 kg/m<sup>3</sup>. El MFR2 (2,16 kg, 90 °C) del polímero de LDPE que porta grupos silano hidrolizables como poliolefina (a) es preferentemente de 0,01 a 50 g/10 min, más preferentemente de 0,01 a 40,0 g/10 min, más preferentemente de 0,1 a 20 g/10 min, y del modo más preferido de 0,2 a 10 g/10 min.

25 Por consiguiente, el polímero de LDPE para la poliolefina (a) se produce preferentemente a una presión elevada por medio de polimerización iniciada por radicales libres (referida como polimerización de radicales a presión elevada (HP)). El reactor HP puede ser, por ejemplo, un reactor conocido de autoclave o tubular o una de sus mezclas, preferentemente un reactor tubular. La polimerización de alta presión (HP) y el ajuste de las condiciones de proceso para adaptar posteriormente las otras propiedades de la poliolefina que dependen de la aplicación final deseada, se conocen bien y se describen en la bibliografía, y se pueden usar fácilmente por parte de la persona experta. Las temperaturas de polimerización apropiadas varían hasta 400 °C, preferentemente de 80 a 350 °C y una presión de 70 MPa preferentemente de 100 a 400 MPa, más preferentemente de 100 a 350 MPa. Se puede medir la presión al menos tras la etapa de compresión y/o tras el reactor tubular. Se puede medir la temperatura en varios puntos durante todas las etapas.

30 Detalles adicionales de la producción de (co)polímeros de etileno por medio de polimerización de radicales de alta presión se pueden encontrar en The Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 6 (1986), pp 383-410 y Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001, Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R. Klimesch, D. Littmann y F.O. Mähling pp. 7181-7184.

35 Del modo más preferido, la poliolefina que porta grupos (a) silano hidrolizables está seleccionada entre un homopolímero o un copolímero de etileno producido en un proceso de polimerización de baja presión en presencia de un catalizador de coordinación, como se ha definido anteriormente, y se somete a injertado con un compuesto que porta un grupo silano, como se ha definido anteriormente, o a partir de un copolímero de etileno producido en un proceso de polimerización de alta presión, como se ha definido anteriormente o a continuación, por medio de copolimerización de etileno con al menos un comonomero que porta al menos un grupo(s) silano, como se ha definido anteriormente o a continuación, y, opcionalmente, con uno o más de otro(s) comonomero(s). Más preferentemente, la poliolefina que porta grupo(s) silano hidrolizable(s) se ha obtenido por medio de copolimerización de etileno en un proceso de alta presión con al menos un comonomero que porta un grupo silano como se ha definido anteriormente, y, opcionalmente, con uno o más de otro(s) comonomero(s).

#### **La composición polimérica (= composición polimérica de la invención)**

40 Preferentemente, la composición polimérica comprende el compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) en una cantidad de 0,0001 % en peso o más, preferentemente hasta 6,0 % en peso, preferentemente de 0,01 a 2,0 % en peso, más preferentemente de 0,02 a 0,5 % en peso, basado en la cantidad combinada de la poliolefina (a) y compuesto catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II).

Preferentemente, la composición polimérica comprende la poliolefina (a) en una cantidad de 99,9999 % en peso o menos, preferentemente al menos 94,0 % en peso o más, preferentemente de 99,99 a 98,0 % en peso, más preferentemente de 99,98 a 99,5 % en peso, basado en el peso combinado de la poliolefina (a) y un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II).

5 Preferentemente, la composición de polímero comprende un(unos) grupo(s) de silano hidrolizable(s) en una cantidad de 0,001 a 12 % en moles, preferentemente de 0,01 a 4 % en moles, del modo más preferido de 0,05 a 1,6 % en moles, basado en la cantidad total (peso) de la composición polimérica. Más preferentemente, la cantidad en % en moles (calculada a partir del % en peso tal y como se determina a continuación con "Métodos de Determinación") del(de los) grupo(s) silano hidrolizable(s) está basada en la cantidad total del componente de poliolefina (a).

10 "Grupo silano" significa en la presente memoria el resto de silano hidrolizable. El resto de silano preferido es un resto  $(Y)_{3-4}Si-$  como se ha definido anteriormente en la fórmula (Ic) que es apto para reticulación por medio de hidrolización y posterior reacción de condensación en presencia de un catalizador de condensación de silanol y agua, como se sabe en la técnica, para formar enlaces Si-O-Si entre otros grupos de silano hidrolizables presentes en dicho componente de poliolefina (a). Un grupo de silano hidrolizable preferido es un resto  $(AO)_3Si$  hidrolizable como se ha definido anteriormente en la fórmula (IIc).

15 La composición polimérica puede contener componentes adicionales, tales como un(unos) componente(s) polimérico(s) adicional(es), como termoplástico(s) miscible(s), aditivo(s), tal como antioxidante(s), estabilizador(es) adicional(es), por ejemplo, retardador(es) de descarga de agua, retardador(es) de quemadura; lubricante(s), agente(s) de formación de espuma, sustancia(s) de relleno, tales como negro de carbono; o colorante(s).

20 La cantidad total del(de los) componente(s) polimérico(s) adicional(es), si está(n) presente(s), es normalmente de hasta 60 % en peso, preferentemente hasta 50 % en peso, preferentemente hasta 40 % en peso, más preferentemente de 0,5 a 30 % en peso, preferentemente de 0,5 a 25 % en peso, más preferentemente de 1,0 a 20 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica.

25 La cantidad total de aditivo(s), si está(n) presente(s), es generalmente de 0,01 a 10 % en peso, preferentemente de 0,05 a 7 % en peso, más preferentemente de 0,2 a 5 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica. La composición polimérica puede comprender, y preferentemente comprende, antioxidante(s), preferentemente antioxidante(s) que es(son) preferentemente neutro(s) o ácido(s), y preferentemente comprende un grupo fenol con impedimento estérico o grupos alifáticos de azufre. Ejemplos de antioxidantes apropiados para la estabilización de poliolefinas que contienen grupos de silano hidrolizables que se reticulan con un catalizador de condensador de silanol, en particular un catalizador de condensación de silanol ácido, se describen en el documento EP 1254923. Otros antioxidantes preferidos se describen en el documento WO 2005003199A1. Preferentemente, el antioxidante está presente en la composición en una cantidad de 0,01 a 3 % en peso, más preferentemente de 0,05 a 2 % en peso, y del modo más preferido de 0,08 a 1,5 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica.

35 La composición polimérica puede comprender una(s) sustancia(s) de relleno, por ejemplo una sustancia de relleno conductora, tal como negro de carbono conductor, si se usa como composiciones semiconductoras; o una(s) sustancia(s) de relleno de retardador de llama, tal como hidróxido de magnesio o aluminio, si se usa como composición retardadora de llama; o una(s) sustancia(s) de relleno de protección UV, tal como negro de carbono-UV o un estabilizador UV, si se usa como composición estabilizada frente a UV; o cualquiera de sus combinaciones. En general, la cantidad de sustancia de relleno depende de la naturaleza de la sustancia de relleno y de la aplicación final deseada, como resultará evidente para la persona experta. Por ejemplo, cuando la composición polimérica comprende una sustancia de relleno conductora, entonces su cantidad es de hasta un 65 % en peso, preferentemente de 5 a 50 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica.

40 La composición polimérica puede comprender un colorante que posteriormente se añade de forma normal a la composición en forma de un lote maestro de color. Dichos lotes maestros de color pueden estar comercialmente disponibles o se pueden preparar de manera convencional por medio de la combinación del colorante con un medio portador. La cantidad de colorante de lote maestro, si se encuentra presente, es preferentemente de hasta 5 % en peso, más preferentemente de 0,1 a 3 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica.

45 La cantidad de poliolefina (a) en la composición polimérica de la invención es normalmente de al menos 35 % en peso, preferentemente de al menos 40 % en peso, preferentemente de al menos 50 % en peso, preferentemente de al menos 75 % en peso, más preferentemente de al menos 80 a 100 % en peso, y más preferentemente de 85 a 100 % en peso, basado en la cantidad total del(de los) componente(s) polimérico(s) de la composición polimérica. La composición polimérica preferida consiste en poliolefina (a) como único componente polimérico. La expresión significa que la composición polimérica no contiene componentes poliméricos adicionales, sino la poliolefina (a) como único componente polimérico. No obstante, se entiende en la presente memoria que la composición polimérica puede comprender además componente(s) diferente(s) del componente de poliolefina (a), tal como aditivo(s) que puede(n) añadirse opcionalmente en una mezcla con un polímero portador en el denominado lote maestro. También se puede añadir el compuesto de fórmula (I) o (II) en forma de lote maestro, en el que el medio portador es un polímero. En dichos casos, el polímero portador del lote maestro no se calcula hasta la cantidad de los componentes

poliméricos, sino hasta la cantidad total de la composición polimérica.

Por consiguiente, la presente invención además proporciona un lote maestro (MB) que comprende

- 5 (i) un medio portador seleccionado entre un vehículo líquido o sólido, preferentemente entre un líquido o polímero portador, en el que la cantidad de medio portador es de 30 % en peso o más, preferentemente de 40 o más, más preferentemente de 50 % en peso o más, basado en la cantidad total del MB,
- (ii) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación, y
- (iii) opcionalmente componente(s) adicional(es) seleccionado(s) entre componente(s) polimérico(s) adicional(es), aditivo(s), sustancia(s) de relleno o colorante(s), o cualquiera de sus mezclas.

10 Normalmente, el líquido portador es un fluido inerte o, en el caso de uno o más aditivos, uno de los aditivos puede estar en forma líquida a la temperatura de operación y también puede actuar como vehículo. El compuesto de fórmula (I) o (II) y el(los) aditivo(s) adicional(es) pueden disolverse cada uno de forma independiente, fundirse o dispersarse en el líquido.

15 El vehículo sólido puede estar en forma de un polvo que se mezcla junto con el compuesto de fórmula (I) o (II) para formar una mezcla MB. Alternativa y preferentemente, el vehículo sólido es un polímero portador. El compuesto de fórmula (I) o (II) puede añadirse al polímero portador y la mezcla se puede homogeneizar en masa fundida y posteriormente someter a formación de pellas para formar el MB. Alternativamente de manera adicional, y preferentemente, el compuesto de fórmula I o II se impregna sobre las pellas del polímero portador. Posteriormente, se añaden las pellas de MB a la poliolefina (a). El polímero portador puede ser cualquier polímero apropiado para la poliolefina (a), que preferentemente está seleccionada entre una poliolefina como se define a continuación como poliolefina (a).

20

Además, preferentemente el MB puede contener componente(s) adicional(es), tal como aditivo(s), por ejemplo, parte o la totalidad del(de los) aditivo(s) de la composición polimérica, por ejemplo estabilizador(es), lubricante(s), agente(s) de secado; sustancia(s) de relleno, tales como negro(s) de carbono; colorante(s) o cualquiera de sus mezclas. La cantidad preferida del(de los) componente(s) adicional(es) presente(s) en el MB es hasta 50 % en peso. La cantidad total de MB es de 100 % en peso.

25

Preferentemente, al lote maestro comprende el compuesto de fórmula (I) o (II) en una cantidad de 0,7 a 10 % en peso, basado en la cantidad total del MB.

30 Preferentemente, el MB se mezcla con la poliolefina (a) en una cantidad de hasta 30 % en peso, preferentemente hasta 20 % en peso, preferentemente de 1 a 15 % en peso, más preferentemente de 2 a 10 % en peso, basado en la cantidad combinada de la poliolefina (a) y MB. Se aprecia que la cantidad total de compuesto de fórmula (I) o (II) en la composición polimérica es como se ha definido anteriormente y significa la cantidad de compuesto de fórmula (I) o (II) como tal (neto).

Se puede producir la composición polimérica de la invención antes o después de producir un artículo conformado.

35 En una primera realización para producir la composición polimérica, la poliolefina (a) y el compuesto de fórmula (I) o (II) se combinan juntos antes de la formación de un artículo conformado, por ejemplo, una capa de un cable. El compuesto de fórmula (I) o (II) se puede añadir como tal, es decir, en forma de compuesto neto de fórmula (I) o (II) o en forma de MB, a la poliolefina (a). Preferentemente, los componentes se combinan juntos para formar compuestos de manera convencional, por ejemplo, por medio de extrusión de los componentes con un extrusor de husillo o un amasador. Preferentemente, la mezcla fundida obtenida se somete a formación de pellas y se usan las pellas de la composición polimérica, que pueden ser de cualquier tamaño y forma, en el proceso de producción del artículo. Alternativamente, en esta primera realización para producir la composición polimérica, se puede llevar a cabo la preparación de la composición polimérica o una adición de parte del(de los) otro(s) componente(s) de la misma, tal como el compuesto (I) o (II) o aditivo(s), o cualquiera de sus mezclas, durante el proceso de producción del artículo, por ejemplo, en una línea de producción de cables, por ejemplo, en un mezclador que precede al extrusor de cable o en el extrusor de cable o en ambos. Posteriormente, se usa la mezcla obtenida para formar un artículo conformado, tal como una capa de cable.

40

45

En una primera realización, es preferible que la poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II) se sometan a formación de compuesto antes del proceso de producción del artículo, y la composición polimérica obtenida, preferentemente en forma de pellas, se introduzca posteriormente en el proceso de producción del artículo.

50

En la segunda realización, el compuesto de fórmula (I) o (II) se combina junto con la poliolefina (a) tras la formación de un artículo conformado a partir de la poliolefina (a). Por ejemplo, el compuesto de fórmula (I) o (II) puede migrar hasta una capa de poliolefina (a) del cable desde otra capa adyacente a dicha capa y, de este modo, se forma la composición polimérica tras la producción de la capa y, por ejemplo, antes o durante la reticulación de la capa.

La primera o segunda realización para producir la composición polimérica se pueden escoger dependiendo de la aplicación final deseada, es decir, un artículo, de la composición polimérica.

**Uso final de la composición polimérica**

5 La invención también proporciona un artículo que comprende una composición polimérica que comprende una poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones.

10 El artículo es un cable para el transporte de energía, más preferentemente un cable LV, MV o HV, que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende, preferentemente que consiste en, una composición polimérica que comprende una poliolefina que porta grupo(s) de silano hidrolizable(s) y un compuesto (b) de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación.

El cable para el transporte de energía está seleccionado entre

- un cable (A) que comprende un conductor rodeado por al menos una capa aislante que comprende, preferentemente que consiste en, una composición polimérica que comprende una poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones; o

15 - un cable (B) que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en el que al menos una capa, preferentemente al menos la capa de aislamiento, comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica que comprende una poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones.

Preferentemente, el cable (A) es un cable LV o MV. Preferentemente, el cable (B) es un cable MV o un cable HV.

20 En la realización del cable (B), la primera y segunda composiciones semiconductoras pueden ser diferentes o idénticas y comprender un(unos) polímero(s) que es(son) preferentemente una poliolefina o una mezcla de poliolefinas y sustancia de relleno conductora, preferentemente negro de carbono. En el caso del cable (B), preferentemente, la capa aislante y, opcional y preferentemente, una o ambas, preferentemente ambas, de la capa semiconductor interna y la capa semiconductor externa, comprenden una composición polimérica de la invención.

25 En este caso, la poliolefina (a) y/o el compuesto de fórmula (I) o (II) de las composiciones poliméricas de las capas pueden ser iguales o diferentes.

El término "conductor" significa en la presente memoria anteriormente y a continuación que el conductor comprende uno o más alambres. Además, el cable puede comprender uno o más de dichos conductores. Preferentemente, el conductor es un conductor eléctrico y comprende uno o más alambres de metal.

30 En el cable preferido de la invención al menos la capa de aislamiento comprende la composición polimérica.

Generalmente, las capas aislantes para los cables para el transporte de energía de medio o alto voltaje tienen un espesor de al menos 2 mm, normalmente de al menos 2,3 mm, y el espesor aumenta al aumentar el voltaje para el cual se diseña el cable.

35 Como se sabe, el cable puede comprender opcionalmente capas adicionales, por ejemplo, capas que rodean a la capa de aislamiento o, si estuvieran presentes, las capas semiconductoras externas, tales como blindaje(s), capa(s) de revestimiento, otra(s) capa(s) protectora(s) o cualquiera de sus combinaciones.

Preferentemente, la composición polimérica de la invención se reticula.

Por consiguiente, la composición polimérica de la invención es preferentemente apta para reticulación.

40 "Apta para reticulación" significa que la composición polimérica se puede reticular usando el compuesto de fórmula (I) o (II) antes del uso en su aplicación final. Además, el artículo, preferentemente el cable, de la invención es apto para reticulación y se reticula antes de su uso final.

45 Se proporciona un cable reticulado para el transporte de energía, que comprende un conductor rodeado por al menos una capa, preferentemente al menos una capa aislante, que se ha reticulado usando el compuesto de fórmula (I) o (II) que se ha definido anteriormente o a continuación. El cable reticulado es nuevo como tal, ya que la capa de la composición polimérica contiene los residuos del compuesto de fórmula (I) o (II).

La invención además proporciona un proceso para producir un artículo que comprende una etapa de formación de un artículo usando la composición polimérica que se ha definido anteriormente o se define a continuación.

La invención además proporciona un proceso para producir un cable para el transporte de energía de la invención como se ha definido anteriormente, de manera que el proceso comprende la etapa de

50 - aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, una o más capas, en el que al menos una

capa comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica que comprende

(a) una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y

(b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones.

5 El término "(co)extrusión" significa en la presente memoria que en el caso de dos o más capas de las citadas capas se pueden someter a extrusión en etapas separadas, o al menos dos o la totalidad de dichas capas se pueden someter a coextrusión en una misma etapa de extrusión, como se sabe en la técnica. El término "(co)extrusión" significa en la presente memoria también que la totalidad o parte de la(s) capa(s) se forma simultáneamente usando una o más cabezas de extrusión. Por ejemplo, se puede usar extrusión triple para formar tres capas. En el caso en el que se forma una capa usando más de una cabeza de extrusión, entonces por ejemplo, se pueden someter a extrusión las capas usando dos cabezas de extrusión, la primera para formar la capa semiconductor interna y la parte interna de la capa de aislamiento, y la segunda cabeza para formar la capa de aislamiento externa y la capa semiconductor externa. La (co)extrusión se puede llevar a cabo por medio de cualquier extrusor de cables convencional, por ejemplo, un extrusor de husillo individual o doble.

15 Como se sabe bien, se aplica una mezcla en masa fundida de la composición polimérica o sus componentes, para formar una capa. La mezcla en masa fundida significa una mezcla que se lleva a cabo antes del punto de fusión de al menos el(los) componente(s) polimérico(s) principal(es) de la mezcla obtenida y se lleva a cabo, por ejemplo, sin limitarse a, a una temperatura de al menos 15 °C por debajo del punto de fusión o reblandecimiento del(de los) componente(s) polimérico(s). La mezcla en masa fundida se puede llevar a cabo en el extrusor de cables o en el mezclador, por ejemplo, amasador, antes del extrusor, o en ambos.

El proceso más preferido del cable para el transporte de energía produce:

(i) un cable (A), en el que el proceso comprende las etapas de

- aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, al menos una capa aislante que comprende, preferentemente que consiste en, una composición polimérica que comprende una poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones, o

(ii) un cable (B), en el que el proceso comprende las etapas de

- aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, una capa semiconductor interna que comprende una primera composición semiconductor, una capa de aislamiento que comprende una composición de aislamiento y una capa semiconductor externa que comprende una segunda composición semiconductor, en ese orden, en la que la composición de al menos una capa, preferentemente al menos la composición de aislamiento de la capa de aislamiento comprende, preferentemente consiste en, una composición polimérica que comprende

- una poliolefina (a) y un compuesto de fórmula (I) o (II), como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones.

En esta realización del cable (B), la primera y segunda composiciones semiconductoras pueden ser diferentes o idénticas y comprender un(unos) polímero(s) que es(son) preferentemente una poliolefina o una mezcla de poliolefinas y sustancia de relleno conductora, preferentemente negro de carbono.

Como se sabe bien, la composición polimérica de la(s) capa(s) del cable para el transporte de energía se puede producir antes o durante el proceso de producción del cable. Además la(s) composición(es) polimérica(s) de la(s) capa(s) puede(n) comprender cada una de forma independiente parte o la totalidad de los componentes de la composición final, antes de la introducción en la etapa a) de mezcla en masa fundida del proceso de producción del cable. Posteriormente, se introduce(n) el(los) componente(s) restante(s) durante o después de la formación del cable.

En el cable preferido, al menos la capa de aislamiento comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica. En esta realización, la poliolefina (a) y el compuesto de fórmula (I) o (II) de la composición polimérica se combinan de acuerdo con la primera realización del proceso de preparación de la composición polimérica como se ha descrito anteriormente, es decir, antes de introducir la composición polimérica, preferentemente en forma de pellas, en la línea de producción de cables.

En el caso de una o dos de las capas semiconductoras de cable (B) comprendan, preferentemente consistan en, la composición polimérica, entonces preferentemente la composición polimérica se prepara de acuerdo con la segunda realización del proceso de preparación de la composición polimérica como se ha descrito anteriormente, es decir, después de la formación de capas usando la poliolefina (a). Entonces, el compuesto de fórmula (I) o (II) puede migrar desde una capa adyacente, normalmente una capa de aislamiento, hasta la capa semiconductor formada.

De acuerdo con una realización preferida de dicho proceso, se produce un cable reticulado para el transporte de energía, en el que el proceso comprende una etapa adicional de reticulación de al menos una capa obtenida que comprende una composición polimérica como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones. La reticulación se lleva a cabo en presencia del compuesto de fórmula (I) o (II) y agua, también denominado curado de humedad. El agua puede estar en forma de un líquido o vapor, o una de sus combinaciones. Se hidrolizan los grupos silano presentes en la poliolefina (a) bajo la influencia de agua en presencia del compuesto de catalizador de condensación de silanol presente de fórmula (I) o (II) procedente de la separación del alcohol y la formación de grupos silanol, que posteriormente se reticulan en una reacción de condensación posterior en la que se separa el agua y se forman uniones de Si-O-Si entre otros grupos silano hidrolizados presentes en dicha poliolefina (a). La composición polimérica reticulada tiene una red típica, entre otras, reticulaciones interpoliméricas (puentes), como se conoce en el campo. Normalmente, el curado de humedad se lleva a cabo en condiciones ambientales o en una denominada sauna o baño de agua a temperaturas de 70 a 100 °C.

Además, preferentemente, el proceso de producción del cable para el transporte de energía comprende una etapa adicional de (i) reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento del cable (A) en presencia de un compuesto de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación en las reivindicaciones y agua, o

(ii) reticular al menos una composición de aislamiento de la capa de aislamiento, la primera composición semiconductor de la capa semiconductor interna o la segunda composición semiconductor de la capa semiconductor externa del cable (B),

- preferentemente reticular al menos la composición de aislamiento de la capa de aislamiento,  
- más preferentemente reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento y al menos una de la primera composición semiconductor de la capa semiconductor interna y la segunda composición semiconductor de la capa semiconductor externa,

- más preferentemente, reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento, la primera composición semiconductor de la capa semiconductor, y, opcional y preferentemente, la segunda composición semiconductor de la capa semiconductor externa,

en presencia de un compuesto (b) de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación y agua.

En el caso del cable (B), preferentemente, la capa semiconductor interna, la capa aislante y la capa semiconductor externa se reticulan.

En el caso del cable (B), más preferentemente, la capa semiconductor interna, la capa aislante y la capa semiconductor externa comprenden una composición polimérica de la invención, y preferentemente se reticulan.

La capa semiconductor externa se puede unir o se puede separar, términos que tienen un significado bien conocido.

También se proporciona un cable reticulado para el transporte de energía por medio del proceso.

Además, la invención proporciona un uso de un compuesto de fórmula (I) o (II) como se ha definido anteriormente o a continuación, para reticular al menos una capa de un cable que comprende la poliolefina (a) como se ha definido anteriormente o a continuación.

#### Métodos de determinación

% en peso; % en peso

**Cantidad total:** significa peso, si es en %, entonces 100 % en peso. Por ejemplo, la cantidad total (100 % en peso) de la composición polimérica.

#### Caudal en masa fundida

El caudal en masa fundida (MFR) se determina de acuerdo con ISO 1133 y viene indicado en g/10 min. El MFR es un indicativo de la aptitud de fluencia, y además de la aptitud de procesado, del polímero. Cuando más elevado es el caudal en masa fundida, menor es la viscosidad del polímero. El MFR viene determinado a 190 °C para polietileno. Se puede determinar MFR a diferentes cargas tales como 2,16 kg (MFR<sub>2</sub>) ó 21,6 kg (MFR<sub>21</sub>).

#### Densidad

Polietileno de baja densidad (LDPE). Se midió la densidad de acuerdo con ISO 1183-2. Se ejecuta la preparación de muestra de acuerdo con ISO 1872-2 Tabla 3 Q (moldeo por compresión).

Polietileno de baja densidad: Se midió la densidad del polímero de acuerdo con ISO 1183/1872-2B.

**Contenido de gel**

Se usaron muestras de cinta preparadas como se muestra a continuación en la parte experimental bajo "preparación de muestra de cinta", para determinar el contenido de gel de acuerdo con ASTM D 2765-01, método B, usando extracción con decalina, con las siguientes dos desviaciones a partir de este estándar:

- 5 1) Se llevó a cabo una extracción con adición durante 1 hora con decalina nueva con el fin de garantizar que se extraían todos los componentes solubles.
- 2) Se añadió únicamente 0,05 % de antioxidante (Irganox 1076) a la decalina en lugar de 1 % como se especifica en el estándar.

Posteriormente se calcula el contenido de gel de acuerdo con dicho ASTM D 2765-01.

**10 Ensayo de estiramiento por deformación permanente en caliente**

Se usaron muestras de cinta preparadas como se muestra a continuación en la parte experimental bajo "preparación de la muestra de cinta", para determinar las propiedades de deformación permanente en caliente. Se prepararon tres muestras bicirculares, tomadas a lo largo de la dirección de extrusión, de acuerdo con ISO527 5A a partir de cinta reticulada de espesor 1,7 +/- 0,1 mm. Se llevó a cabo el ensayo de deformación permanente en caliente de acuerdo con EN 60811-2-1 (ensayo de deformación permanente en caliente) por medio de medición de la deformación térmica.

- 15 Se marcaron líneas de referencia 20 mm separadas de las formas bicirculares. Se fijó cada muestra de ensayo verticalmente a partir de sus extremos superiores en el horno y se unió una carga de 0,1 MPa al extremo inferior de cada una de las muestras de ensayo. Trascorridos 15 minutos, 200 °C en el horno, se midió la distancia entre las líneas pre-marcadas y el porcentaje calculado de estiramiento por deformación permanente en caliente, % de estiramiento. Para el % de deformación permanente, se retiró la fuerza de tracción (peso) de las muestras de ensayo y posteriormente se produjo la recuperación a 200 °C durante 5 minutos y a continuación se dejó enfriar hasta temperatura ambiente. Se calculó el % de deformación permanente a partir de la distancia entre las líneas marcadas. Se presentó la media de los tres ensayos.

- 25 **Contenido (% en peso y % en moles) de comonomero polar:** Se determinó el contenido de comonomero (% en peso) del comonomero polar de manera conocida, basado en la determinación por espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), calibrada con RMN-<sup>13</sup>C como se describe en Haslam J, Willis HA, Squirrel DC. Identification and analysis of plastics, 2<sup>a</sup> ed. London Iliffe Books; 1972. El instrumento FTIR fue un Perkin Elmer 2000, 1 barrido, resolución 4 cm<sup>-1</sup>.

- 30 Para la determinación de los comonomeros, se prepararon películas con un espesor de 0,1 mm. Se comparó el pico para el comonomero usado con el pico de polietileno, como resulta evidente para una persona experta (por ejemplo, se comparó el pico para acrilato de butilo a 3450 cm<sup>-1</sup> con el pico de polietileno a 2020 cm<sup>-1</sup>). Se convirtió el % en peso en % en moles por medio del cálculo basado en los moles totales de monómeros polimerizables.

- 35 **Contenido (% en moles) de grupo(s) silano hidrolizable (Si(Y)<sub>3-q</sub>) usando fluorescencia de rayos-X:** Se prensó la muestra de pella hasta una placa de espesor de 3 mm (150 °C durante 2 minutos, bajo presión de 5 bar y se enfrió hasta temperatura ambiente). Se analizó el contenido de átomos de Si por medio de XRF de dispersión de longitud de onda (Espectrómetro de Rayo-X Secuencial AXS S4 Pioneer suministrado por Bruker). Se prensó la muestra de pella hasta una placa de 3 mm de espesor (150 °C durante 2 minutos, bajo una presión de 5 bar y se enfrió hasta temperatura ambiente).

- 40 Generalmente, en el método XRF, se irradia la muestra por medio de ondas electromagnéticas con longitudes de onda de 0,01-10 nm. Los elementos presentes en la muestra posteriormente emiten radiación fluorescente de rayos-x con energías discretas que son características para cada elemento. Por medio de la medición de las intensidades de las energías emitidas, se puede llevar a cabo el análisis cuantitativo. Se calibran los métodos cuantitativos con compuestos con concentraciones conocidas del elemento de interés por ejemplo, preparado en un dispositivo de formación de compuestos de Brabender.

- 45 Los resultados XRF muestran el contenido total (% en peso) de Si y posteriormente se calculan y se expresan en la presente memoria como contenido en % en moles de grupo(s) de silano hidrolizable(s) (Si(Y)<sub>3-q</sub>).

**Parte Experimental****Preparación de ejemplos****50 Poliiolefina (a) de base****Poliiolefina I:**

El copolímero de etileno con comonómero de vinil trimetoxi silano (VTMS) disponibles comercialmente, LE4423, suministrador Borealis, contenido de VTMS del copolímero de 1,35 % en peso (0,26 % en moles), MFR de 1,0 g/10 min (190 °C/2,16 kg) y densidad de 923 kg/m<sup>3</sup>, produjo la polimerización de alta presión, en un reactor tubular.

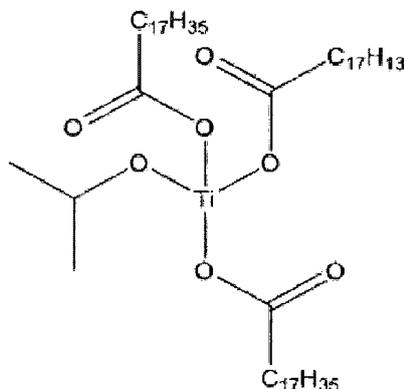
**Lote Maestro de Referencia:**

- 5 **Catalizador de referencia:** catalizador de estaño convencional, laurato dioctilestaño.

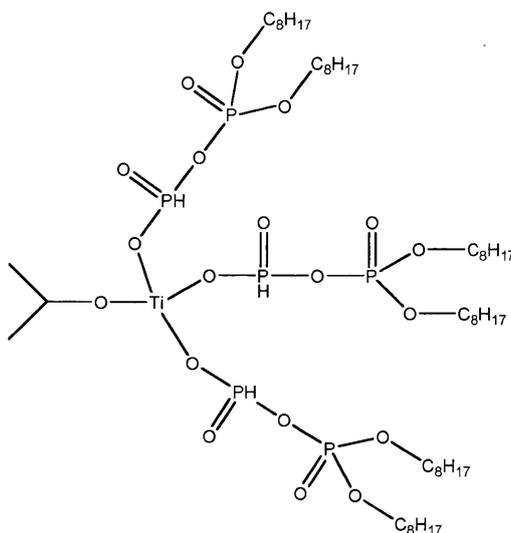
**Lote maestro de catalizador:** Se preparó el lote maestro por medio de impregnación de laurato de dioctilestaño sobre pellas de un copolímero de acrilato de etilen butilo convencional producido a alta presión en un reactor tubular (acrilato de butilo, BA, contenido 15 % en peso) como polímero portador. El lote maestro obtenido contenía 3,5 % en peso del catalizador basado en la cantidad final del lote maestro.

- 10 **Lotes 1-7 Maestros de la Invención:**

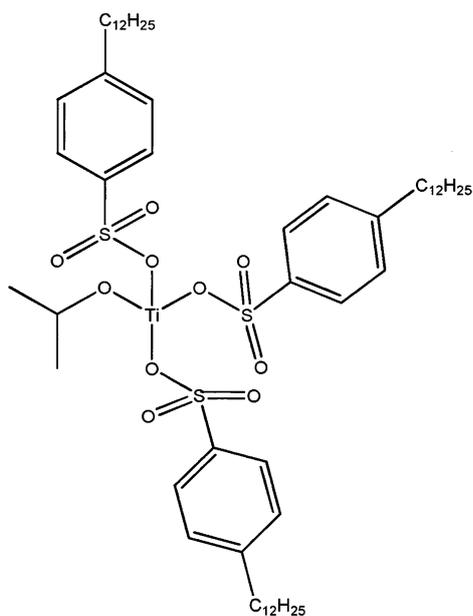
**Catalizador 1 de la Invención:** titanato de isopropil triisoestearoilo, CAS-Nº: 61417-49-0 (disponible comercialmente con el nombre KR TTS, suministrador Kenrich)



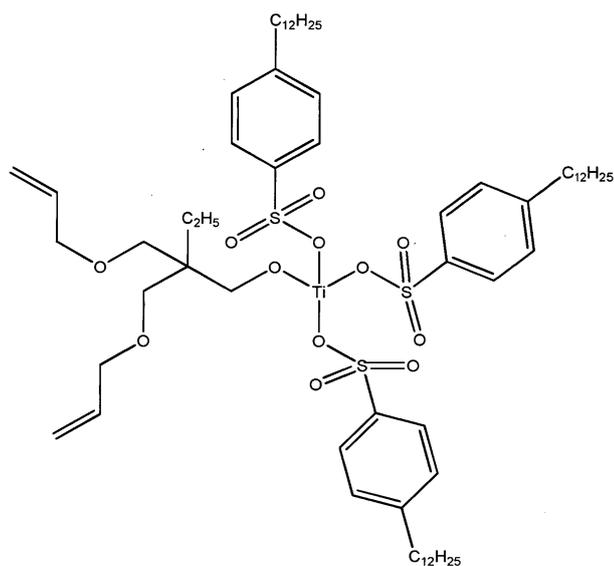
- 15 **Catalizador 2 de la Invención:** titanato de isopropil tri(dioctilpirofosfato), CAS-Nº: 68585-78-4 (disponible comercialmente con el nombre KR 38S, suministrador Kenrich)



**Catalizador 3 de la Invención:** titanato de isopropil tri(dodecibencenosulfonato), CAS-Nº: 61417-55-8 (disponible comercialmente con el nombre Ken React KR 9S, suministrador Kenrich)

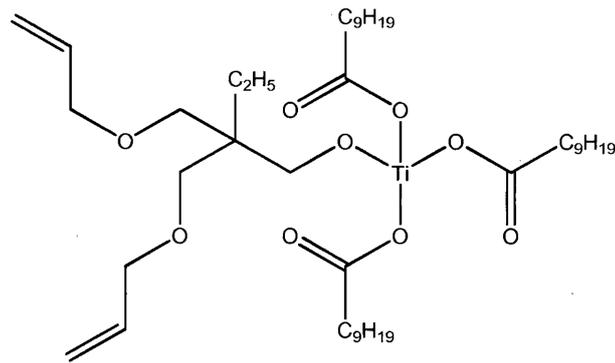


**Catalizador 4 de la Invención:** [2,2-bis[(2-propeniloxy)metil]-1-butanolato]tris(dodecilbencenosulfonato) de titanio, CAS-Nº: 103406-74-2 (disponible comercialmente con el nombre Ken React LICA09, suministrador Kenrich)

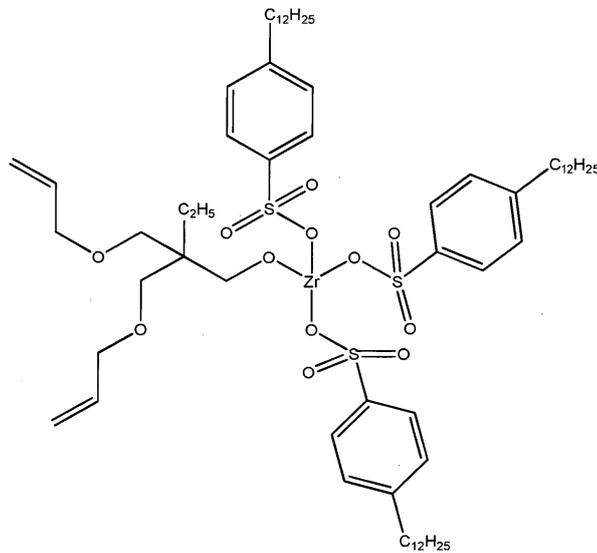


5

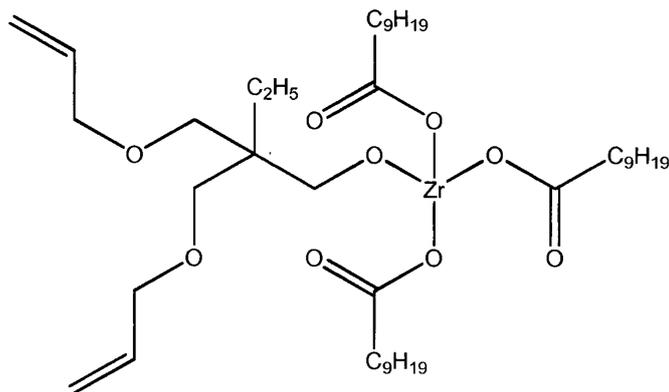
**Catalizador 5 de la Invención:** [2,2-bis[(2-propeniloxy)metil]-1-butanolato]tris(neodecanoato) de titanio, CAS-Nº: 103334-85-6 (disponible comercialmente con el nombre Ken React LICA 01, suministrador Kenrich)



**Catalizador 6 de la Invención:** [2,2-bis[(2-propeniloxy)-metil]-1-butanolato]tris(dodecylbenzenosulfonato-O-) de circonio, CAS-Nº: 109766-35-0 (disponible comercialmente con el nombre Ken React NZ 09, suministrador Kenrich)



5 **Catalizador 7 de la Invención:** [2,2-bis[(2-propeniloxy)-metil]-1-butanolato]tris(neodecanoato) de circonio, CAS-Nº: 110392-54-6 (disponible comercialmente con el nombre Ken React NZ 01, suministrador Kenrich)



**Preparación de lote maestro:**

10 Se prepararon siete lotes maestro por separado. Se prepararon los lotes 1 a 7 maestro de la invención impregnando el catalizador 1 a 7 de la invención, respectivamente, en pellass de un copolímero convencional de acrilato de etilen butilo (acrilato de butilo, BA, contenido de 17 % en peso). El lote 1 maestro de la invención obtenido contenía 4,2 % en peso del catalizador de la invención 1, el lote 2 maestro de la invención obtenido contenía 5,8 % en peso del

catalizador de la invención 2, el lote 3 maestro de la invención obtenido contenía 4,8 % en peso del catalizador de la invención 3, el lote 4 maestro de la invención obtenido contenía 5,4 % en peso del catalizador de la invención 4, el lote 5 maestro de la invención obtenido contenía 3,4 % en peso del catalizador de la invención 5, el lote 6 maestro de la invención obtenido contenía 5,6 % en peso del catalizador de la invención 6 y el lote 7 maestro de la invención obtenido contenía 3,6 % en peso del catalizador de la invención 7.

**Preparación de muestra de cinta:**

Se prepararon muestras de ensayo por medio de formación de compuestos convencional, es decir, mezclando en masa fundida, en un extrusor (Extrusor Collin Teach-Line, Tipo: E 20 T SCD 15, ajustes descritos en la tabla 1), el componente de poliolefina de las composiciones de ensayo junto con los lotes maestro anteriores de la invención o, respectivamente, el lote maestro de referencia, para obtener una composición de polímero de ensayo que contenía el catalizador en cantidades como se especifica en las tablas 2-6 siguientes, con o sin 1 % en peso de un colorante blanco basado en la cantidad total de la composición polimérica. El colorante blanco comercial estaba disponible con el nombre comercial Polyone 2000-WT-50 (suministrado por PolyOne Suecia AB).

Tabla 1. Condiciones de formación de compuesto

Valores de ajuste de temperatura [°C]						Extrusor	
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Velocidad [rpm]	Rendimiento [kg/h]
60	150	160	170	170	170	30	0,8

Se usaron las muestras de cinta obtenidas (con un espesor de 1,8 ± 0,1 mm) para reticular y para determinar el contenido de gel y la deformación permanente en caliente.

Se llevó a cabo la reticulación en dos condiciones diferentes: bien se mantuvo la muestra de cinta obtenida en un baño de agua a 90 °C o bien en condiciones ambientales, a 23 °C y 50 % de humedad relativa, y se permitió que tuviera lugar la reticulación durante diferentes períodos de tiempo como se especifica en las tablas siguientes. Por consiguiente, se midió el estiramiento por deformación permanente en caliente tras la reticulación durante 4, 7 y 24 h en el baño de agua a 90 °C y transcurridos 8 días en condiciones ambientales de 23 °C. También se midió el contenido de gel trascurridas 24 horas en el baño de agua a 90 °C y 8 días en condiciones ambientales a 23 °C.

La Tabla 2-6 proporcionan los componentes y sus cantidades de las composiciones de referencia y de la invención, las condiciones de reticulación y el período, así como también los resultados de las mediciones.

Tabla 2. Efecto catalítico de la composición de la invención 1 en comparación con la composición de referencia 1

	Deformación permanente en caliente 4 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 7 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 24 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 8 días <sup>2,3</sup>	Nivel de gel 24 h <sup>1</sup>	Nivel de gel 8 días <sup>2</sup>
Comp. Inv. 1 (2,3 mmol/kg de catalizador de la invención 1 en la composición polimérica final)	38,9	40,9	25	84	71,6	63,6
Comp. Ref. 1 (2,3 mmol/kg de catalizador de la invención Poliolefina I)	33,5	26,1	16,3	221,6	77,9	56,1

- 1. Reticulación en baño de agua a 90 °C, durante el período de tiempo especificado
- 2. Reticulación en condiciones ambientales a 23 °C durante el período de tiempo especificado
- 3. Deformación Permanente en Caliente medida es Estiramiento por Deformación Permanente en Caliente

Tabla 3. Efecto catalítico de la composición de la invención 2 con concentración elevada

	Deformación permanente en caliente 4 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 7 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 24 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 8 días <sup>2,3</sup>	Nivel de gel 24 h <sup>1</sup>	Nivel de gel 8 días <sup>2</sup>

	Deformación permanente en caliente 4 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 7 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 24 h <sup>1,3</sup>	Deformación permanente en caliente 8 días <sup>2,3</sup>	Nivel de gel 24 h <sup>1</sup>	Nivel de gel 8 días <sup>2</sup>
Comp. Inv. 2 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 1 en Poliolefina I)	5,8	12,1	8,4	24,7	74,3	66,2

1. Reticulación en baño de agua a 90 °C, durante el período de tiempo especificado
2. Reticulación en condiciones ambientales a 23 °C durante el período de tiempo especificado
3. Deformación Permanente en Caliente medida es Estiramiento por Deformación Permanente en Caliente

5 Tabla 4. Efecto catalítico de la composición de la invención 3<sup>1</sup>

	Estiramiento por deformación permanente en caliente 24 h <sup>2</sup>	Nivel de gel 24 h
Comp. Inv. 3 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 2 en Poliolefina I)	54,2	52,71

1. Reticulación en baño de agua a 90 °C, durante el período de tiempo especificado
2. Carga de 0,2 MPa en lugar de 0,1 MPa

10 Tabla 5. Efecto catalítico de la composición 4 de la invención coloreada en comparación con la composición 2 de referencia coloreada

	Deformación permanente en caliente 8 días <sup>2,3</sup>	Nivel de gel 8 días <sup>2</sup>
Comp. Inv. 1 (2,3 mmol/kg de catalizador de la invención 1 y 1 % en peso de PolyOne 2000-WT-50 en la Poliolefina I)	81,8	59,5
Comp. Ref. 2 (2,3 mmol/kg de catalizador de referencia 1 y 1 % en peso de PolyOne 2000-WT-50 en la Poliolefina I)	242,1	57,2

2. Reticulación en condiciones ambientales a 23 °C durante el período de tiempo especificado
3. Deformación Permanente en Caliente medida es Estiramiento por Deformación Permanente en Caliente

15 Tabla 6. Efecto catalítico de la composición de la invención 5, 6, 7, 8 y 9<sup>1</sup>

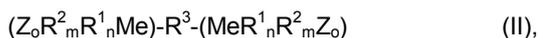
	Nivel de gel 24 h <sup>1</sup> (baño de agua a 90 °C)
Comp. Inv. 5 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 3 en Poliolefina I)	77
Comp. Inv. 6 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 4 en Poliolefina I)	70
Comp. Inv. 7 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 5 en Poliolefina I)	56
Comp. Inv. 8 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 6 en Poliolefina I)	73
Comp. Inv. 9 (6,9 mmol/kg de catalizador de la invención 7 en Poliolefina I)	58

1. Reticulación en baño de agua a 90 °C, durante el período de tiempo especificado

## REIVINDICACIONES

1.- Un cable para el transporte de energía que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende una composición polimérica que comprende:

- 5 (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables basado en la cantidad total del (de los) componente(s) polimérico(s) presente(s) en la composición polimérica y  
 (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II):



- 10 en la que en la fórmula (I),

Me es un metal de transición del grupo 4 de la Tabla Periódica de los Elementos (de acuerdo con la nomenclatura IUPAC de la industria inorgánica 1989);

n es un número entero de 0 a 3;

m es un número entero de 0 a 4,

- 15 o es un número entero entre 0 y 4, en el que  $n+m+o$  es 4, y al menos m u o son diferentes de 0;

cada  $\text{R}^1$  es, de manera independiente, un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s), o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); y

- 20 cada  $\text{R}^2$  es, de manera independiente, un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); o es un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted; con la condición de que si o es 0, entonces al menos uno de  $\text{R}^2$  es un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted;

o  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$ , o dos grupos  $\text{R}^1$  o dos grupos  $\text{R}^2$  forman junto con Me un sistema de anillo;

- 25 cada Z es de forma independiente un átomo de halógeno;

o en la que en la fórmula (II),

Me y  $\text{R}^1$  tienen el significado que se define en la fórmula (I) anterior, y  $\text{R}^2$  tiene el significado que se define en la fórmula (I) anterior, pero sin la condición anterior;

n es un número entero entre 0 y 3

- 30 m es un número entero entre 0 y 3

o es un número entero entre 0 y 3, en el que  $n+m+o$  es 3; y

$\text{R}^3$ , de manera independiente, tiene el mismo significado que se ha definido para  $\text{R}^1$  en la fórmula (I) anterior o  $\text{R}^2$  en la fórmula (I) anterior, pero sin la condición anterior.

- 35 2.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en los compuestos (I) y (II) Me es preferentemente Ti, Zr o Hf, más preferentemente Ti o Zr.

- 40 3.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que en los compuestos de fórmula (I): n es 1 a 3, preferentemente 1 ó 2; m es de 1 a 3, preferentemente 2 ó 3; o, preferentemente y, o es 0 ó 1; y en el que en los compuestos de fórmula (II): n es 1 a 3, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 0; m es de 1 a 3, preferentemente 2 ó 3; o, preferentemente y, o es preferentemente 0 ó 1; más preferentemente en los compuestos de fórmula (II) al menos m u o es diferente de 0.

4.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en los compuestos (I) y (II) el heteroátomo preferentemente está seleccionado entre O, S, P, N, Si, B o halógeno (que es F, Cl, Br o I) o cualquiera de sus mezclas.

- 45 5.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en los compuestos (I) y (II), cada  $\text{R}^1$  es de manera independiente  $-\text{X}_w\text{-R}^1$ , en la que w es 0 ó 1; X es un heteroátomo como se ha definido anteriormente, preferentemente O, S, P, N o Si, más preferentemente O; y el resto  $\text{R}^1$  es un

grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s), o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); más preferentemente w es 0 ó 1; X es O, S, P, N o Si, más preferentemente O; y el resto R<sup>1</sup> está seleccionado

5 entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s), como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado y opcionalmente sustituido como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado; o

10 entre un alquilo(C1-C20)(O-alquilo (C1-C20))<sub>p</sub> lineal o ramificado, alquilo(C1-C20)(O-alqueno(C1-C20))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C20)-(O-alquilo(C1-C20))<sub>e</sub>alqueno(C1-C20))<sub>f</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1, 2 ó 3, e es 0, 1 ó 2 y f es 0, 1 ó 2; preferentemente un alquilo(C1-C12)(O-alquilo(C1-C12))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C12)(O-alqueno(C1-C12))<sub>p</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1 ó 2.

15 6.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en los compuestos (I) y (II) al menos 1, preferentemente 2 ó 3 de R<sup>2</sup> es, de manera independiente, un grupo hidrolizable hasta un ácido de Brönsted, más preferentemente -Y-R<sup>2</sup>; Y es preferentemente -OC(=O), -C(=O)-O-C(=O)-, -NR<sup>4</sup>C(=O)-, OC(=O)NR<sup>4</sup>, -OC(=O)O-, -NR<sup>4</sup>C(=O)OR-, C(=O)NC(=O)-, -OS(=O)<sub>2</sub>-, -OP(=O)<sub>2</sub>-, -NR<sup>4</sup>S(=O)<sub>2</sub>, OS(=O)<sub>2</sub>NR<sup>4</sup>-, -SC(=O)-, -OPR<sup>5</sup>(=O)O-, -OP(=O)(OR<sup>5</sup>)O- o -OPR<sup>5</sup>(=O)OP(=O)(=OR<sup>2</sup>)O-, en la que cada R<sup>4</sup> es de manera independiente H o un grupo hidrocarbilo lineal, preferentemente un grupo alquilo (C1-C8), más preferentemente R<sup>4</sup> es H; y cada R<sup>5</sup> es de manera independiente H o un resto R<sup>2</sup> como se define a continuación; y cada resto R<sup>2</sup> es de manera independiente un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado y sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); o un grupo hidrocarbilo aromático sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s); más preferentemente cada resto R<sup>2</sup>, de manera independiente, está seleccionado

25 entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado opcionalmente sustituido; preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido, un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alqueno(C2-C30) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado; o

35 entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo, y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, cada uno de forma independiente, entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo (C1-C50) lineales o ramificados, preferentemente entre grupo alquilo (C1-C30) lineales o ramificados, más preferentemente entre grupos alquilo (C1-C20) lineales o ramificados.

40 7.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el (b) compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) es un subgrupo (Ia) de los compuestos de fórmula (I), en la que Me es Ti, Zr, o Hf, preferentemente Ti o Zr;

n es 1 ó 2; m es 2 ó 3; o es 0;

45 cada R<sup>1</sup> es de manera independiente como se ha definido anteriormente, preferentemente -Xw-R<sup>1</sup>, en la que w es 0 ó 1; X es un heteroátomo como se ha definido anteriormente, preferentemente O, S, P, N o Si, más preferentemente O, y más preferentemente R<sup>1</sup> es Xw-R<sup>1</sup>, en la que w es 0 o w es 1 y X es O; el resto R<sup>1</sup> está seleccionado entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado opcionalmente sustituido como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo (C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente un grupo (C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o

50 entre un alquilo(C1-C20)(O-alquilo (C1-C20))<sub>p</sub> lineal o ramificado, alquilo(C1-C20)(O-alqueno(C1-C20))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C20)-(O-alquilo(C1-C20))<sub>e</sub>alqueno(C1-C20))<sub>f</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1, 2 ó 3, e es 0, 1 ó 2 y f es 0, 1 ó 2; preferentemente un alquilo(C1-C12)(O-alquilo(C1-C12))<sub>p</sub> o alquilo(C1-C12)(O-alqueno(C1-C12))<sub>p</sub>, en la que cada p es de manera independiente 1 ó 2; y

55 cada R<sup>2</sup> está seleccionado de manera independiente entre

(a)  $-OC(=O)-R_2$ ,  $OP(=O)_2-R_2$ ,  $-OPR^5(=O)OP(=O)(O-R_2)_2$  (en la que  $R^5$  es como se ha definido anteriormente, preferentemente H), o  $-OP(=O)(OR^5)O-R_2$  (en la que  $R^5$  es preferentemente un resto  $R_2$  como se define a continuación), más preferentemente  $-OC(=O)-R_2$  o  $-OPR^5(=O)OP(=O)(O-R_2)_2$  (en la que  $R^5$  es H); y cada resto  $R_2$  está seleccionado de forma independiente

5 entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado sustituido o no sustituido que opcionalmente contiene uno o más heteroátomo(s) como se ha definido anteriormente, preferentemente un grupo hidrocarbilo lineal o ramificado opcionalmente sustituido; preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido, un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alquino(C2-C30) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo (C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o

10 entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de carbono de anillo, más preferentemente un grupo fenilo opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo, y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente con 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, de forma independiente, entre un grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre grupos alquilo(C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado, incluso más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente cada resto  $R_2$  está seleccionado, de manera independiente, entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado;

o

25 (b)  $R^2$  es  $-OS(=O)_2-R_2$ , y el resto  $R_2$  está seleccionado

entre un grupo alqueno(C2-C50) lineal o ramificado opcionalmente sustituido o un grupo alquino (C2-C30) lineal o ramificado opcionalmente sustituido; más preferentemente un grupo alquilo(C1-C50) lineal o ramificado, preferentemente un grupo alquilo(C1-C30) lineal o ramificado, más preferentemente entre un grupo alquilo(C1-C20) lineal o ramificado, y más preferentemente un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado; o

30 entre un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido que tiene de 6 a 12 átomos de carbono y que puede contener uno o más heteroátomos como se de ha definido anteriormente, más preferentemente un grupo arilo mono o policíclico opcionalmente sustituido con átomos de anillo de carbono, más preferentemente un grupo fenilo opcionalmente sustituido o un grupo naftilo, más preferentemente un grupo fenilo y en el que el grupo hidrocarbilo aromático está preferentemente sustituido con 1 a 4, preferentemente 1 ó 2, más preferentemente 1, sustituyente(s), que están seleccionados, cada uno de forma independiente, entre grupo hidrocarbilo saturado o parcialmente insaturado, lineal o ramificado como se ha definido anteriormente, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C50) lineales o ramificados, preferentemente entre grupos alquilo(C1-C30) lineales o ramificados, más preferentemente entre grupos alquilo(C1-C20) lineales o ramificados, y más preferentemente entre un grupo alquilo (C1-C12) lineal o ramificado.

40 8.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el compuesto (b) de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) está presente en una cantidad de 0,0001 a 6,0 % en peso, preferentemente de 0,01 a 2,0 % en peso, más preferentemente de 0,02 a 0,5 % en peso, basado en la cantidad combinada de la poliolefina que porta los grupos (a) silano hidrolizables y el compuesto (b) de catalizador de condensación de silanol.

45 9.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el compuesto de catalizador de condensación de silanol es de acuerdo con la fórmula (I).

50 10.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la poliolefina (a) que porta grupos silano hidrolizables es un copolímero de olefina con un comonómero que porta grupo(s) silano y, opcionalmente, con otro(s) comonómero(s); o es un homopolímero o copolímero de olefina con grupos silano que se introducen por medio de injertado de un compuesto que contiene grupo(s) silano en el polímero de poliolefina.

55 11.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la poliolefina (a) que porta grupo(s) silano hidrolizable(s) es un polipropileno o polietileno, preferentemente un polietileno, preferentemente un polietileno producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas o un poletileno producido en un proceso de alta presión, que porta grupos silano hidrolizables.

- 12.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición comprende grupos silano hidrolizables en una cantidad de 0,001 a 12 % en moles, preferentemente de 0,01 a 4 % en moles, y del modo más preferido de 0,05 a 1,6 % en moles, basado en la cantidad total de la composición polimérica.
- 5 13.- Un cable para el transporte de energía de acuerdo con la reivindicación 1 a 12, que es un cable que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que consiste en una composición polimérica que comprende (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12.
- 10 14.- Un cable para el transporte de energía como se reivindica en cualquier reivindicación anterior seleccionado entre
- un cable (A) que comprende un conductor rodeado por al menos una capa aislante que comprende, preferentemente que consiste en, una composición polimérica que comprende
- (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y
- 15 (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12, o
- un cable (B) que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en la que al menos una capa, preferentemente al menos la capa de aislamiento, comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica que comprende
- (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y
- 20 (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-12.
- 15.- Un proceso para producir un cable para el transporte de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, de manera que el proceso comprende la etapa de
- 25 - aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, una o más capas, en el que al menos una capa comprende, preferentemente consiste en, la composición polimérica que comprende
- (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y
- (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12,
- preferentemente para producir:
- 30 (i) un cable (A), en el que el proceso comprende las etapas de
- aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, al menos una capa de aislamiento que comprende, preferentemente que consiste en, una composición polimérica que comprende
- (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y
- 35 (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-12, o
- (ii) un cable (B), en el que el proceso comprende las etapas de
- aplicar sobre un conductor, preferentemente por medio de (co)extrusión, una capa semiconductor interna que comprende una primera composición semiconductor, una capa de aislamiento que comprende una composición de aislamiento y una capa semiconductor externa que comprende una segunda composición semiconductor, en ese orden, en el que la composición de al menos una capa, preferentemente, al menos la composición de aislamiento de la capa de aislamiento comprende, preferentemente consiste en, una composición polimérica que comprende
- 40 (a) al menos 35 % en peso de una poliolefina que porta grupos silano hidrolizables y
- 45 (b) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-12.
- 16.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 15, para producir un cable reticulado para el transporte de energía, en el que el proceso comprende una etapa adicional de reticulación de al menos una capa obtenida que comprende

una composición polimérica como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-12 anteriores en presencia de agua, preferentemente una etapa de

(i) reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento del cable (A) en presencia de agua, o

5 (ii) reticular al menos una de la composición de aislamiento de la capa de aislamiento, la primera composición semiconductora de la capa semiconductora interna o la segunda composición semiconductora de la capa semiconductora externa del cable (B),

- preferentemente reticular al menos la composición de aislamiento de la capa de aislamiento del cable (B),

10 - más preferentemente, reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento y al menos una de la primera composición semiconductora de la capa semiconductora interna y la segunda composición semiconductora de la capa semiconductora externa del cable (B),

- más preferentemente, reticular la composición de aislamiento de la capa de aislamiento, la primera composición semiconductora de la capa semiconductora interna y, opcionalmente la segunda composición semiconductora de la capa semiconductora externa del cable (B),

en presencia de agua.

15 17.- Un cable reticulado para el transporte de energía que se puede obtener por medio del proceso de acuerdo con la reivindicación 16.

20 18.- Un uso de un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II) como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-9 anteriores, para reticular al menos una capa de un cable para el transporte de energía que comprende una poliolefina (a) que porta grupo(s) silano hidrolizables, como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-12.

19.- Un lote maestro que comprende

(i) una poliolefina portadora sólida que es un polietileno o polipropileno, en la que la cantidad de poliolefina portadora es 30 % en peso o más, basado en la cantidad total del lote maestro;

25 (ii) un compuesto de catalizador de condensación de silanol de fórmula (I) o (II), como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, en una cantidad de 0,7 a 15 % en peso, basado en la cantidad total del lote maestro, y

(iii) opcionalmente un(unos) componente(s) adicional(es) seleccionado(s) entre componente(s) polimérico(s), aditivo(s), sustancia(s) de relleno o colorante(s), o cualquiera de sus mezclas.