

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 603**

51 Int. Cl.:

C09D 5/03 (2006.01)

C09D 163/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2009 PCT/EP2009/050738**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2009 WO09092773**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2009 E 09704924 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2240544**

54 Título: **Composiciones de revestimiento en polvo que tienen una imprimación que sustancialmente no contiene cinc**

30 Prioridad:

25.01.2008 US 23540 P
21.02.2008 EP 08003475

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2016

73 Titular/es:

AKZO NOBEL COATINGS INTERNATIONAL B.V.
(100.0%)
VELPERWEG 76
6824 BM ARNHEM, NL

72 Inventor/es:

LUCAS, CHAD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 589 603 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

Composiciones de revestimiento en polvo que tienen una imprimación que sustancialmente no contiene cinc

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de EE.UU. N° 61/023.540, presentada el 25 de enero de 2008, cuyos contenidos se incorporan en la presente memoria por referencia.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a composiciones de revestimiento resistentes a la corrosión y al desconchado para acero sometido a grandes esfuerzos, tal como muelles para automóviles, y a acero sometido a grandes esfuerzos revestido con las composiciones de revestimiento.

Descripción de la técnica relacionada

Las composiciones para revestir acero son generalmente bien conocidas en la técnica.

15 La patente de EE.UU. 5.334.631 describe una composición de revestimiento que comprende una resina epoxi, un agente de curado, cinc lamelar y polvo de cinc. Puede aplicarse una segunda capa como revestimiento de capa superior, tal como una composición de revestimiento en polvo basada en una resina de poliéster como aglutinante y un componente que contiene el grupo epoxi, tal como isocianurato de triglicidilo, como agente de curado. Las aplicaciones indicadas para este revestimiento son metales tales como hierro, acero, cobre y aluminio, con ejemplos que muestran el uso sobre la cara exterior de un depósito de gas.

20 La patente de EE.UU. 7.018.716 describe un revestimiento que comprende una resina epoxi que contiene cinc, bien como una única capa o bien como una capa de imprimación, con una capa superior que no contiene cinc, y está reforzada por la adición de fibras y/o por un agente de espumación que la hace porosa. Las aplicaciones indicadas para este revestimiento incluyen acero sometido a esfuerzos de alta tracción, tales como muelles helicoidales.

25 La patente de EE.UU. 4.804.581 describe un sustrato de metal revestido con una imprimación de revestimiento que contiene epoxi modificado con elastómero y un material con funcionalidad carboxi, tal como una resina de poliéster con funcionalidad carboxi, como capa superior. Se dice que la composición de revestimiento es útil en aplicaciones de automóviles para proporcionar una protección antidesconchado deseada, pero los ejemplos muestran uso sobre paneles de acero conectados a tierra, no artículos de acero sometidos a grandes esfuerzos, tales como muelles.

30 La solicitud de patente de EE.UU. 2007/172665 describe composiciones de revestimiento en polvo de resinas epoxi que pueden usarse como capa inferior (= imprimación) para acero de alta tracción. El revestimiento en polvo usado como capa inferior contiene al menos 73% en peso de cinc.

35 Para la protección de muelles de alta resistencia a la tracción, los primeros sistemas de revestimiento usaban lo más preferiblemente una combinación de una imprimación termoendurecible de epoxi rica en cinc para una resistencia a la corrosión excepcional con un revestimiento superpuesto de una capa superior termoplástica aplicada en un alto grosor de película para proporcionar una resistencia al desconchado superior (patente de EE.UU. 5.981.086). En algunos casos, la imprimación rica en cinc se sustituía por una electrocapa de epoxi.

40 Aunque típicamente más pobre en resistencia al desconchado y en propiedades físicas a temperaturas frías, la patente de EE.UU. 7.018.716 reporta una capa superior termoendurecible de epoxi con rendimiento competitivo con la capa superior termoplástica a coste reducido. Los cambios en el mercado con respecto a una demanda aumentada de cinc metal y los precios más altos asociados han hecho menos atractivos a los revestimientos que contienen cinc. El coste aplicado de los revestimientos que contienen cinc ha sido afectado también por su relativamente alta densidad, lo que es igual a una utilización de material más alta en relación al área revestida. Por consiguiente, hay una necesidad de revestimientos que sustancialmente no contengan cinc para aplicaciones tales como acero sometido a grandes esfuerzos.

Compendio de la invención

45 La presente invención se refiere a sistemas de revestimiento en polvo de capa dual resistentes a la corrosión y al desconchado, en los que una imprimación termoendurecible de epoxi que sustancialmente no contiene cinc proporciona principalmente resistencia a la corrosión y una capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster superpuesta que proporciona principalmente resistencia al desconchado. En algunas realizaciones, los sistemas de revestimiento son útiles para aleaciones de acero de alta tracción tales como muelles de suspensión para
50 automóviles.

En una realización de la invención, se describe una composición de revestimiento que comprende:

(I) una imprimación termoendurecible de epoxi, que comprende:

(i) una resina epoxi que tiene un EEW de aproximadamente 860 a aproximadamente 930;

(ii) un agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxilo que tiene un peso equivalente de hidroxilo de aproximadamente 200 a aproximadamente 500; y

5 (iii) un material de carga,

en donde dicha imprimación termoendurecible de epoxi está sustancialmente exenta de cinc, y

(II) una capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster superpuesta, que comprende:

(i) una resina epoxi que tiene un EEW de aproximadamente 520 a aproximadamente 930;

10 (ii) una resina epoxi modificada con elastómero que tiene un EEW de aproximadamente 1.000 a aproximadamente 1.600;

(iii) una resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con un número ácido de aproximadamente 45 a aproximadamente 75 mg KOH/g;

(iv) un agente de espumación; y

(v) una fibra de refuerzo.

15 Otras realizaciones de la presente invención incluyen métodos para aplicar composiciones de revestimiento a aleaciones de acero de alta tracción, y aleaciones de acero de alta tracción tales como muelles revestidos con las composiciones. Se contempla además que algunas realizaciones de la invención incluyan una composición de revestimiento que comprende una imprimación termoendurecible de epoxi que tiene la composición descrita anteriormente, sin una capa superior.

20 Estas realizaciones contempladas adicionalmente de la invención se refieren a una composición de revestimiento que comprende una imprimación termoendurecible de epoxi que comprende:

(i) una resina epoxi que tiene un EEW de aproximadamente 860 a aproximadamente 930;

(ii) un agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxilo que tiene un peso equivalente de hidroxilo de aproximadamente 200 a aproximadamente 500; y

25 (iii) un material de carga,

en donde dicha imprimación termoendurecible de epoxi está sustancialmente exenta de cinc, y una aleación de acero de alta tracción revestida con esta composición de revestimiento.

Descripción detallada de la invención

30 Como se emplean en las realizaciones discutidas anteriormente y otras realizaciones de la descripción y reivindicaciones descritas en la presente memoria, los siguientes términos tienen generalmente el significado indicado, pero estos significados no pretenden limitar el alcance de la invención si el beneficio de la invención se consigue infiriendo un significado más amplio a los siguientes términos.

35 Aparte de en los ejemplos de operación, o donde se indique otra cosa, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de reacción, etcétera, usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones son para ser entendidos como que son modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener mediante la presente invención. Como mínimo, y no como un intento de limitar la solicitud de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico debe ser interpretado a la luz
40 del número de dígitos significativos y métodos de redondeo habituales. A pesar de que los intervalos y parámetros numéricos que exponen el alcance amplio de la invención son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se reportan de manera tan precisa como es posible. Cualquier valor numérico, sin embargo, contiene inherentemente ciertos errores que resultan necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus medidas de ensayo respectivas. A menos que se indique otra cosa, las relaciones y proporciones en la presente
45 memoria son en peso, y particularmente, a menos que se indique específicamente lo contrario, las proporciones de los componentes en las composiciones descritas se dan en porcentaje perteneciente a la masa total de la mezcla de estos componentes.

También en la presente memoria, los recitados de intervalos numéricos por puntos extremos incluyen todos los números incluidos dentro de ese intervalo (p.ej., 1 a 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4, 5, etc.).

También en la presente memoria, “un/una”, “el/la/los/las”, “al menos uno/una”, y “uno/una o más” se usan de manera intercambiable.

También en la presente memoria, el término “comprende” y variaciones del mismo no tienen un significado limitante donde estos términos aparezcan en la descripción y reivindicaciones.

- 5 Los términos “por ejemplo” y similares, así como los compuestos ilustrativos, intervalos, parámetros y similares descritos en toda la solicitud y reivindicaciones pretenden identificar realizaciones de la invención de una manera no limitante. Los expertos en la técnica pueden emplear otros compuestos, intervalos, parámetros y similares sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

10 Impulsados por consideraciones de diseño y componentes de peso más ligero que ayuden al ahorro de combustible, los fabricantes de automóviles están empleando cada vez más muelles de suspensión de alta resistencia a la tracción, de peso más ligero, en sus diseños de vehículos. Estos muelles, con su masa de metal más baja, consiguen la resistencia de muelles más masivos mediante una combinación de la aleación de acero específica usada junto con otros aspectos de procesamiento.

15 Compensando algunas de las ventajas, las propiedades altamente diseñadas de estos muelles se consiguen a algún coste en términos de su potencial global de rotura. Típicamente, dado que tales muelles son mucho más duros y operan con tensiones internas mucho más altas, una pérdida de masa de metal relativamente pequeña producida por corrosión por picadura, por ejemplo, puede causar la rotura del muelle. Dado que las suspensiones de los vehículos pueden ser sometidas a entornos extremadamente corrosivos, particularmente en climas muy fríos con el uso de diversas sales de carretera, deben usarse revestimientos protectores con una resistencia al desconchado por gravilla suelta y resistencia a la corrosión excepcionales, para proteger completamente los muelles de alta resistencia a la tracción.

20 Los sistemas de revestimiento en polvo convencionales incluyen imprimaciones que contienen típicamente cinc en cantidades superiores a 50% en peso a fin de proporcionar resistencia a la corrosión. Las imprimaciones de la presente invención satisfacen los estándares de resistencia a la corrosión y al desconchado de la industria del automóvil, sin embargo las imprimaciones son imprimaciones que sustancialmente no contienen cinc. Las capas superiores de la presente invención pueden contener cinc, pueden “no contener sustancialmente cinc”, o pueden estar “sustancialmente exentas de cinc”.

25 Aunque el uso de imprimaciones y capas superiores que sustancialmente no contienen cinc satisface una necesidad en términos de revestimientos protectores de menor coste para acero sometido a grandes esfuerzos y particularmente muelles de suspensión de alta resistencia a la tracción, pueden seleccionarse imprimaciones y capas superiores discretas debido a las propiedades algo contrarias de resistencia a la corrosión y resistencia al desconchado. Las imprimaciones y capas superiores que poseen buena resistencia a la corrosión no siempre tienen la mejor resistencia al desconchado, y viceversa.

35 Una de las funciones principales de las imprimaciones que no contienen cinc de la presente invención que pueden aplicarse sobre acero pretratado con fosfato de cinc es proporcionar resistencia a la corrosión. Además, la imprimación puede proporcionar alguna medida de resistencia al desconchado para adaptarse a los casos donde se usa menos grosor de capa superior que el ideal. Por consiguiente, las imprimaciones de la presente invención proporcionan resistencia a la corrosión y al desconchado conteniendo una resina epoxi que tiene un peso equivalente de epoxi (EEW, por sus siglas en inglés) de aproximadamente 860 a aproximadamente 930, un agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxiilo que tiene un peso equivalente de hidroxilo (HEW) de aproximadamente 200 a aproximadamente 500, y un material de carga.

40 Como se emplea en la presente memoria y se ilustra adicionalmente en los ejemplos, el término “una cantidad eficaz” de una resina epoxi, “una cantidad eficaz” de un agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxiilo, y “una cantidad eficaz” de un material de carga describen respectivamente cantidades de resina epoxi, agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxiilo y material de carga que contribuyen a una imprimación que satisface estándares de resistencia a la corrosión industrialmente aceptables para la aplicación pretendida, tal como en el caso de muelles de suspensión de alta tracción, especificación GM GMW14656.

45 Algunas realizaciones de la invención emplean una cantidad eficaz de una resina epoxi para uso en las imprimaciones de la presente invención que incluyen, como ejemplo no limitante, resinas epoxi basadas en 2,2-bis-(4-hidroxifenol)-propano con puntos de ablandamiento de entre aproximadamente 80°C y aproximadamente 125°C y un peso equivalente de epoxi de entre aproximadamente 450 y aproximadamente 1.400, o como alternativa entre aproximadamente 860 y aproximadamente 1.400. Como ejemplo no limitante, el punto de ablandamiento está entre aproximadamente 90°C y aproximadamente 115°C y el peso equivalente de epoxi está entre aproximadamente 860 y aproximadamente 930. La resina epoxi puede elegirse de diversas resinas epoxi útiles para polvos de revestimiento, tales como, sin limitación, las producidas mediante la reacción de epiclorohidrina o éter de poliglicidilo y un poliol aromático tal como, sin limitación, bisfenol, p.ej., bisfenol A. La resina epoxi puede tener una funcionalidad epoxi mayor que 1,0, y alternativamente mayor que 1,9.

Tales resinas epoxi pueden producirse, como ejemplo no limitante, mediante una reacción de eterificación entre un

poliol aromático o alifático y epiclorohidrina o diclorohidrina en presencia de un álcali tal como, sin limitación, sosa cáustica. El poliol aromático puede ser, como ejemplo no limitante, bis(4-hidroxifenil)-2,2-propano (es decir, bisfenol A), bis(4-hidroxifenil)-1,1-etano, bis(4-hidroxifenil)-1,1-isobutano, bis(4-hidroxi-t-butilfenil)-2,2-propano, bis(2-hidroxinaftil)metano, 4,4'-dihidroxibenzofenona o 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicol, polipropilenglicol, dipropilenglicol, un éter de diglicidilo o un éter de glicidilo condensado de un diol. Polímeros que contienen grupos oxirano que pueden usarse como resina epoxi en imprimaciones según la presente invención incluyen, sin limitación, polímeros acrílicos con funcionalidad poliglicidilo o resinas novolaca epoxi.

Otras resinas epoxi para uso en la imprimación incluyen, como ejemplo no limitante, resinas de fenol-novolaca epoxidadas con un punto de ablandamiento entre aproximadamente 80 °C y aproximadamente 125 °C. En algunas realizaciones, el punto de ablandamiento está entre aproximadamente 90 °C y aproximadamente 115 °C. En algunas realizaciones, se usa una resina epoxi modificada con novolaca de éter de glicidilo de bisfenol A (DGEBA).

En algunas realizaciones de la invención, la resina epoxi de bisfenol A se obtiene, como ejemplo no limitante, a partir de la polimerización por condensación de bisfenol A con epiclorohidrina. Otras químicas de resina tales como, sin limitación, resina de bisfenol A curada con diciandiamina o co-reaccionada con poliéster con funcionalidad carboxi (híbrida) producen una imprimación que es generalmente más pobre en resistencia al desconchado y/o la corrosión. Por ejemplo, la tabla de más adelante titulada "Datos de ensayo de ejemplos de imprimación y comparativos" muestra el rendimiento más pobre de los Ejemplos Comparativos de imprimaciones 6 a 8, que tienen químicas de resina epoxi curada con diciandiamina y/o híbrida.

La cantidad de la resina epoxi o combinación de resinas epoxi en la imprimación puede variar en relación a las cantidades de los aditivos y carga. Como ejemplo no limitante, por la convención de fórmulas phr (partes por cien de resina), el total de la resina y el agente de curado se establece en 100 partes. El tanto por ciento de la resina epoxi total en la formulación varía entonces en función del nivel phr de los aditivos y la carga. En algunas realizaciones, la resina epoxi o combinación de resinas epoxi está presente en una cantidad de aproximadamente 60 a aproximadamente 95 partes de las 100 partes disponibles.

En algunas realizaciones de la invención, la imprimación contiene una cantidad eficaz de, como ejemplo no limitante, un agente de curado fenólico polihidroxiado, un agente de curado fenólico polihidroxiado que contiene 2-metilimidazol, un agente de curado de diciandiamina, un agente de curado de diciandiamina acelerado, derivados de imidazol, derivados de imidazolina, anhídridos de ácido de ácido trimelítico, ácido piromelítico, ácido benzofenonatetracarboxílico, ácido tetrahidroftálico, ácido ciclopentanodicarboxílico, ácido hexahidroftálico, aductos parcialmente esterificados de ácidos carboxílicos, aminas aromáticas, aductos de resina epoxi-fenol, o combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el agente de curado fenólico polihidroxiado puede tener un peso equivalente de hidroxilo (HEW) de aproximadamente 200 a aproximadamente 500, y puede formarse a partir de terminación con bisfenol A de éteres de diglicidilo de bajo peso molecular de bisfenol A.

La cantidad del agente de curado o combinación de agentes de curado puede variar en relación a las cantidades del aditivo y carga. Como ejemplo no limitante, por la convención de fórmulas phr (partes por cien de resina), el total de la resina y el agente de curado se establece en 100 partes. El tanto por ciento del agente de curado total en la formulación varía entonces en función del nivel phr de los aditivos y la carga. En algunas realizaciones, el agente de curado o combinación de agentes de curado está presente en una cantidad de aproximadamente 5 a 40 partes de las 100 partes disponibles.

Las imprimaciones de la presente invención también incluyen una cantidad eficaz de un material de carga inhibidor de la corrosión. Los materiales de carga para uso en la presente invención incluyen, como ejemplo no limitante, aluminosilicato complejo (mica moscovita), metasilicato de calcio (wollastonita), silicato de magnesio micronizado (talco), polvo de óxido de cinc, polvo de cinc, polvo de cuarzo, silicatos de aluminio, silicatos de calcio, silicatos de magnesio, carbonato de calcio, sulfato de bario, sulfato de calcio, óxido de aluminio, y combinaciones de los mismos.

Algunas realizaciones de la invención emplean un aluminosilicato complejo (mica moscovita) de mediana de tamaño de partícula 10-35 µm (dimensión más grande), un metasilicato de calcio (wollastonita) de mediana de tamaño de partícula 2-6 µm (dimensión más grande), o un silicato de magnesio micronizado (talco) de mediana de tamaño de partícula 0,5-3,0 µm (dimensión más grande). Las cargas tienen la función de mejorar la resistencia a la corrosión mediante una combinación de propiedades de barrera, regulación de pH y absorción de la humedad. La wollastonita y la mica se usan en algunas realizaciones a 10-30 phr (partes por cien de resina) y el talco a 1-5 phr.

En algunas realizaciones, la capa superior incluye una cantidad eficaz de una resina epoxi que tiene un EEW de aproximadamente 520 a aproximadamente 930. Como se emplea en la presente memoria, el término "una cantidad eficaz" de una resina epoxi, una "cantidad eficaz" de una resina epoxi modificada con elastómero, una "cantidad eficaz" de una resina de poliéster con funcionalidad carboxilo, una "cantidad eficaz" de un agente de espumación, y una "cantidad eficaz" de una fibra de refuerzo describen respectivamente una cantidad de resina epoxi, resina epoxi modificada con elastómero, resina de poliéster con funcionalidad carboxilo, agente de espumación, y fibra de refuerzo que contribuyen a una capa superior que satisface estándares industrialmente aceptables para la aplicación pretendida, tal como en el caso de muelles de suspensión de alta tracción, especificación GM GMW14656. Ejemplos

no limitantes de resinas epoxi para uso en la capa superior incluyen resinas epoxi basadas en 2,2-bis-(4-hidroxifenol)-propano con puntos de ablandamiento de entre aproximadamente 80 °C y aproximadamente 125 °C.

5 La cantidad de la resina epoxi o combinación de resinas epoxi en la capa superior puede variar en relación a las cantidades del aditivo y fibra de refuerzo. Como ejemplo no limitante, por la convención de fórmulas phr (partes por cien de resina), el total de la resina epoxi, la resina epoxi modificada con elastómero y la resina de poliéster con funcionalidad carboxilo se establece en 100 partes. El tanto por ciento de la resina epoxi total en la formulación varía entonces en función del nivel phr del aditivo y la fibra de refuerzo. En algunas realizaciones, la resina epoxi o combinación de resinas epoxi está presente en una cantidad de aproximadamente 30 a 65 partes de las 100 partes disponibles.

10 La resina epoxi puede elegirse de diversas resinas epoxi útiles para polvos de revestimiento, tales como, sin limitación, las producidas mediante la reacción de epiclorohidrina o éter de poliglicidilo y un poliol aromático tal como, sin limitación, bisfenol, p.ej., bisfenol A. La resina epoxi puede tener una funcionalidad epoxi mayor que 1,0, y alternativamente mayor que 1,9. De manera general, el peso equivalente de epoxi puede ser de aproximadamente 450 a aproximadamente 1.400, y alternativamente de aproximadamente 520 a aproximadamente 930.

15 Las resinas epoxi pueden producirse, como ejemplo no limitante, mediante una reacción de eterificación entre un poliol aromático o alifático y epiclorohidrina o diclorohidrina en presencia de un álcali tal como, sin limitación, sosa cáustica. El poliol aromático puede ser, como ejemplo no limitante, bis(4-hidroxifenil)-2,2-propano (es decir, bisfenol A), bis(4-hidroxifenil)-1,1-etano, bis(4-hidroxifenil)-1,1-isobutano, bis(4-hidroxi-t-butilfenil)-2,2-propano, bis(2-hidroxinaftil)metano, 4,4'-dihidroxibenzofenona o 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicol, polipropilenglicol, dipropilenglicol, un éter de diglicidilo o un éter de glicidilo condensado de un diol. Polímeros que contienen grupos oxirano que pueden usarse como resina epoxi en imprimaciones según esta invención incluyen, sin limitación, polímeros acrílicos con funcionalidad poliglicidilo o resinas novolaca epoxi. En algunas realizaciones, se usa una resina epoxi modificada con novolaca de éter de glicidilo de bisfenol A (DGEBA).

25 La capa superior incluye una cantidad eficaz de una resina epoxi modificada con elastómero que tiene un EEW de aproximadamente 1.000 a aproximadamente 1.600. En algunas realizaciones de la invención, la resina epoxi modificada con elastómero es una resina epoxi de bisfenol A que ha formado un aducto con caucho CTBN (butadieno acrilonitrilo terminado con carboxilo) produciendo una resina compuesta con un EEW de aproximadamente 1.000 a aproximadamente 1.600 g/eq. En algunas realizaciones, la Tg es aproximadamente 30 a aproximadamente 50°C. Tg es la Temperatura de Transición Vítrea, que es la temperatura crítica a la que un material no cristalino cambia su comportamiento de un estado "vítreo" a "gomoso". "Vítreo" en este contexto significa duro y quebradizo (y por lo tanto relativamente fácil de romper), mientras que "gomoso" significa elástico y flexible.

30 La cantidad de la resina epoxi modificada con elastómero o combinación de resinas epoxi modificadas con elastómero en la capa superior puede variar en relación a las cantidades del aditivo y fibra de refuerzo. Como ejemplo no limitante, por la convención de fórmulas phr (partes por cien de resina), el total de la resina epoxi, la resina epoxi modificada con elastómero y la resina de poliéster con funcionalidad carboxilo se establece en 100 partes. El tanto por ciento de la resina epoxi modificada con elastómero total en la formulación varía entonces en función del nivel phr del aditivo y la fibra de refuerzo. En algunas realizaciones, la resina epoxi modificada con elastómero o combinación de resinas epoxi modificadas con elastómero está presente en una cantidad de aproximadamente 5 a 20 partes de las 100 partes disponibles.

35 La capa superior también incluye una cantidad eficaz de una resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con un número ácido de aproximadamente 45 a aproximadamente 75 mg KOH/g. En algunas realizaciones de la invención, el número ácido es de aproximadamente 50 a aproximadamente 60 mg KOH/g para una resistencia al desconchado potenciada.

40 La cantidad de la resina de poliéster con funcionalidad carboxi o combinación de resinas de poliéster con funcionalidad carboxi en la capa superior puede variar en relación a las cantidades del aditivo y fibra de refuerzo. Como ejemplo no limitante, por la convención de fórmulas phr (partes por cien de resina), el total de la resina epoxi, la resina epoxi modificada con elastómero y la resina de poliéster con funcionalidad carboxilo se establece en 100 partes. El tanto por ciento de la resina de poliéster con funcionalidad carboxi total en la formulación varía entonces en función del nivel phr del aditivo y la fibra de refuerzo. En algunas realizaciones, la resina de poliéster con funcionalidad carboxi o combinación de resinas de poliéster con funcionalidad carboxi está presente en una cantidad de aproximadamente 45 a 70 partes de las 100 partes disponibles.

45 Las resinas de poliéster con funcionalidad carboxilo pueden prepararse por cualquier método conocido habitualmente, tales como, como ejemplo no limitante, reacciones de condensación entre alcoholes alifáticos di- o polihidroxilados y ácidos di- o policarboxílicos cicloalifáticos, acíclicos o alifáticos o anhídridos de los mismos, o entre alcoholes dihidroxilados alifáticos y ácidos di- o policarboxílicos aromáticos o anhídridos de los mismos. Como ejemplo no limitante, las resinas de poliéster con funcionalidad carboxilo pueden prepararse a partir de alcoholes di- o polihidroxilados alifáticos, particularmente dioles alifáticos tales como, sin limitación, etilenglicol, 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 1,3-butanodiol, 1,4-butanodiol, 2,2-dimetil-propano-1,3-diol (es decir, neopentilglicol), 1,6-hexanodiol, 2,3-hexanodiol, 2,5-hexanodiol, dietilenglicol o dipropilenglicol. También pueden

- 5 usarse polioles tales como, sin limitación, trimetilolpropano o similares para preparar los poliésteres con funcionalidad carboxilo. Ejemplos de ácidos di- o policarboxílicos y anhídridos adecuados incluyen, sin limitación, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebácico, ácido dodecanodioico, ácido tetrahidroftálico, ácido hexahidroftálico, y ácido maleico y anhídridos de tales ácidos. En algunas realizaciones, la resina de poliéster con funcionalidad carboxilo es un poliéster que contiene aromáticos, como ejemplo no limitante, un poliéster preparado a partir de ácido carboxílico aromático tales como, sin limitación, ácido ftálico, ácido isoftálico o ácido tereftálico y un poliol tal como, sin limitación, neopentilglicol.
- 10 Está presente una cantidad eficaz de un agente de espumación/soplado como aditivo en la capa superior para establecer una estructura porosa dentro de la película de revestimiento. La estructura porosa comunica propiedades físicas al revestimiento tales como la capacidad de absorber energía de impacto sin fracturarse.
- 15 En realizaciones particulares de la invención, se consigue una porosidad comercialmente deseable para muelles de suspensión de alta tracción cuando la capa superior curada exhibe un 20-50% de reducción en densidad de la densidad teórica de la capa superior sin porosidad. En algunas realizaciones, los agentes de espumación y soplado se usan a aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,0 phr (partes por cien de resina). Se emplean en algunas realizaciones agentes de espumación con composiciones a base de p,p'-oxibis(bencenosulfonilhidrazida) y azodicarbonamida activada. Otros agentes de espumación incluyen, sin limitación, agentes de espumación a base de p-toluenosulfonilhidrazida.
- 20 Está presente una cantidad eficaz de una fibra de refuerzo en la capa superior para recuperar cualquier pérdida de resistencia causada por la presencia de un agente de espumación/soplado. Como ejemplo no limitante, puede emplearse una gama de fibras de vidrio de aluminosilicato o fibras de metasilicato de calcio natural de mina (wollastonita). Puede emplearse en algunas realizaciones en algunas realizaciones el diámetro medio de aproximadamente 3 a aproximadamente 15 μm y una relación de aspecto media (dentro del contexto de cargas para revestimientos, la relación de aspecto se define como la relación de la dimensión más grande a la más pequeña de una partícula de carga) de aproximadamente 5 a aproximadamente 20. Podrían usarse también otras fibras de refuerzo tales como, sin limitación, aramida y carbón. Se emplean fibras de refuerzo en la cantidad de aproximadamente 20 a aproximadamente 70 phr en algunas realizaciones de la invención.
- 25 Las imprimaciones y capas superiores también pueden incluir aditivos, tales como, sin limitación, pigmentos, catalizadores/agentes de curado, agentes desgasificantes y agentes de control de la fluidez.
- 30 Los pigmentos para uso en las composiciones de imprimaciones y capas superiores de la invención incluyen, como ejemplo no limitante, dióxido de titanio, óxido de hierro (amarillo, marrón, rojo, negro), negro de humo y pigmentos orgánicos. Estos pigmentos pueden añadirse en cantidades convencionales conocidas por los expertos en la técnica.
- 35 Los catalizadores/agentes de curado para uso en la presente invención incluyen, como ejemplo no limitante, sales de amonio cuaternario, sales de fosfonio cuaternario, fosfinas, imidazoles y sales metálicas. Los ejemplos incluyen, sin limitación, cloruro de tetrabutilamonio, bromuro de tetrabutilamonio o yoduro de tetrabutilamonio, acetato de etiltrifenilfosfonio, trifenilfosfina, 2-metilimidazol y dilaurato de dibutilestaño. El catalizador, cuando se usa en algunas realizaciones, está presente en la composición en cantidades de entre 0 y aproximadamente 5 por ciento en peso, y alternativamente de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 2 por ciento en peso en base al peso total de la composición de revestimiento.
- 40 Puede añadirse un agente desgasificante a la composición para permitir que cualquier material volátil presente escape de la película durante el calentamiento. La benzoína es un agente desgasificante, y cuando se usa en algunas realizaciones puede estar presente en cantidades de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 3,0 por ciento en peso en base al peso total de una composición de revestimiento en polvo.
- 45 Los agentes de control de la fluidez incluyen, sin limitación, polímeros acrílicos de bajo peso molecular, como ejemplo no limitante, polímeros acrílicos, tales como, sin limitación, polímeros acrílicos que tienen un peso molecular medio numérico de aproximadamente 1.000 a 50.000, tales como, sin limitación, poli(acrilato de laurilo), poli(acrilato de butilo), poli(acrilato de 2-etilhexilo), poli(acrilato de etilo-2-acrilato de 2-etilhexilo), poli(metacrilato de laurilo) y poli(metacrilato de isodecilo), y polímeros fluorados tales como, sin limitación, los ésteres de polietilenglicol o polipropilenglicol y ácidos grasos fluorados. También pueden usarse como agentes de control de la fluidez siloxanos poliméricos de pesos moleculares por encima de 1.000, como ejemplo no limitante, poli(dimetilsiloxano) o poli(metilfenil)siloxano. Los agentes de control de la fluidez pueden ayudar a la reducción de la tensión superficial durante el calentamiento del polvo de revestimiento y en la eliminación de la formación de cráteres. En algunas realizaciones, el agente de control de la fluidez, cuando se usa, está presente en cantidades de aproximadamente
- 50 0,05 a 5,0 por ciento en peso en base al peso total de una composición de revestimiento en polvo.
- 55 Las composiciones de revestimiento de la presente invención son especialmente adecuadas para la aplicación a metales, tales como, sin limitación, muelles de automóviles. Sin embargo, también es posible aplicar las composiciones de revestimiento a carbón, madera, vidrio, polímeros y otros sustratos.

La aplicación de las composiciones de imprimaciones y capas superiores descritas anteriormente a acero de alta tracción puede llevarse a cabo mediante cualquier técnica conocida, tal como, sin limitación, los siguientes Métodos 1 a 3. Independientemente de la técnica de aplicación usada, el revestimiento compuesto (imprimación y capa superior) formado sobre la aleación de acero de alta tracción puede contener una imprimación discreta, como ejemplo no limitante, de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 4,0 miles de grosor, en contacto con la superficie del acero pretratada. La capa superior del revestimiento compuesto puede formar también una capa superior discreta, como ejemplo no limitante, de aproximadamente 10 a aproximadamente 35 miles de grosor, que está unida a la capa de imprimación subyacente. La composición de revestimiento también puede aplicarse con una imprimación y sin una capa superior.

10 **Técnicas de aplicación**

1. Método 1 - El acero se calienta hasta aproximadamente 104 a aproximadamente 193 °C (aproximadamente 220 a aproximadamente 380 °F) para una deposición más ideal, seguido de la aplicación sucesiva de la imprimación y la capa superior. Después, el acero revestido se calienta de nuevo para crear una capa de revestimiento compuesta y conseguir un desarrollo de propiedades completo sobre el sistema de revestimiento.

15 2. Método 2 - La imprimación se aplica a aleación de acero de alta tracción a temperatura ambiente seguido de calentamiento a aproximadamente 104 a aproximadamente 193 °C (aproximadamente 220 a aproximadamente 380 °F) para fundir o curar parcialmente el revestimiento. La capa superior se aplica al acero caliente usando idealmente el calor residual que queda del calentamiento de la imprimación. Después, el acero revestido se calienta de nuevo para crear una capa compuesta y conseguir un desarrollo de propiedades completo sobre el sistema de revestimiento.

20 3. Método 3 - La imprimación y la capa superior se aplican sucesivamente a acero de alta tracción a temperatura ambiente de un modo de polvo "seco sobre seco" seguido de un único ciclo de calentamiento de aproximadamente 104 a aproximadamente 193 °C (aproximadamente 220 a aproximadamente 380 °F) para crear una capa de revestimiento compuesta y conseguir un desarrollo de propiedades completo sobre el sistema de revestimiento.

25 **Ejemplos**

La invención se describirá adicionalmente por referencia a los siguientes ejemplos no limitantes. Debe entenderse que los expertos en la técnica pueden hacer variaciones y modificaciones de estos ejemplos sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

30 Se prepararon ocho composiciones de imprimaciones y capas superiores de acuerdo con el Método 1 anterior a partir de las siguientes mezclas de ingredientes:

Composiciones de imprimaciones

Componente	Ejemplos de imprimaciones							
	Comp 1	2	3	4	5	6	7	8
Resina epoxi de bisfenol A A ¹	75,14	73,24	71,12	71,17	55,42			
Resina epoxi de bisfenol A B ¹						86,33	29,13	83,19
Resina epoxi de bisfenol A C ¹					16,30			
Resina epoxi de bisfenol A D ¹ (contiene modificador de fluidez Acronal 4F)	8,56	10,46	11,98	12,53	11,98	13,70	12,08	16,81
Resina de poliéster de carboxilo A ²							58,79	
Agente de curado fenólico ³ (contiene 2-metilimidazol)	16,30	16,30	16,30	16,30	16,30			
Casamid 710 ⁴								
Epikure P-108 ⁵						5,00		5,45

ES 2 589 603 T3

2-Metilimidazol							0,38	
Benzoína ⁶	0,36	0,44	0,51	0,53	0,51	0,53	0,53	
Black Pearls 800 ⁷	0,31	0,38	0,44	0,46	0,44	0,46	0,46	
Tiona 595t ⁸	3,12	3,80	4,36	4,56	4,36	4,56		7,64
Carga de mica moscovita ⁹		22,20	25,42	26,58	25,42		26,69	
Carga de metasilicato de calcio (wollastonita) ¹⁰			14,52	15,19	14,52	41,77	15,24	
K-White TC720 ¹¹				4,56		4,56	4,57	
AZO77H ¹²							29,13	9,17
Zinc Dust 64 ¹³								183,39
Totales en peso	103,79	126,82	145,25	151,88	145,25	151,88	152,44	305,65

¹ Las resinas epoxi de bisfenol A A, B, C y D tienen un EEW de 860-930, 730-820, 1.250-1.400, y 780-900 respectivamente, y están disponibles en el mercado en The Dow Chemical Company.

² Resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con un número ácido de 46-51 mg KOH/g y una Tg de ~50°C, disponible en el mercado en Cytec Industries Inc.

5 ³ Agente de curado fenólico con un HEW de 240-270 y que contiene 2% de acelerador de curado 2-metilimidazol, disponible en el mercado en The Dow Chemical Company.

⁴ Casamid 710 es un agente de curado de diciandiamina sustituida disponible en el mercado en Thomas Swan & Co., Ltd.

⁵ Epikure P-108 es una diciandiamina acelerada disponible en el mercado en Hexion Speciality Chemicals.

10 ⁶ Benzoína es un agente desgasificante disponible en el mercado en Aceto Corporation.

⁷ Black Pearls 800 es un pigmento de negro de humo disponible en el mercado en Cabot Corporation.

⁸ Tiona 595 es un pigmento de dióxido de titanio disponible en el mercado en Millenium Chemicals.

⁹ Carga de mica moscovita con mediana de tamaño de partícula de 20 um, disponible en el mercado en Fibertec, Inc.

15 ¹⁰ Carga de metasilicato de calcio (wollastonita) con una mediana de tamaño de partícula de 3,5 um y una relación de aspecto de 3, disponible en el mercado en NYCO Minerals.

¹¹ K-White TC720 es un pigmento anticorrosivo de silicato de magnesio (talco) disponible en el mercado en the Tayca Corporation.

¹² AZO77H es un pigmento de óxido de cinc disponible en el mercado en U.S. Zinc.

20 ¹³ Zinc Dust 64 es polvo de cinc fabricado por Zinc Corporation of America y distribuido por The Cary Company.

Composiciones de capas superiores

Componente	Ejemplos de capas superiores							
	Comp 1	2	3	4	5	6	7	8
Resina epoxi de bisfenol A E ¹	50,00	40,00						
Resina epoxi de bisfenol A F ¹			45,00					

ES 2 589 603 T3

Resina epoxi de bisfenol A G ¹				30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Epoxi de bisfenol A modificado con CTBN ²				10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Resina de poliéster de carboxilo A ³	50,00							
Resina de poliéster de carboxilo B ⁴		60,00	55,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Cloruro de benciltrietilamonio	0,35	0,48	0,48	0,41	0,45	0,49	0,49	0,49
Bentone 38 ⁵	0,69	0,69	0,69	0,69	0,75	0,81	0,81	0,81
Lanco TF1778 ⁶	1,10	1,11	1,11	1,11	1,20	1,30	1,30	1,30
Agente de espumación de p,p'-oxibis(bencenosulfonilhidrazida) ⁷					1,13	1,22	1,22	
Agente de espumación de azodicarbonamida ⁸								1,05
Black Pearls 800	1,38	1,38	1,38	1,38	1,50	1,62	1,62	1,62
Fibras de metasilicato de calcio (wollastonita) ⁹						48,66		48,58
Fibras de aluminosilicato ¹⁰							48,66	
Atomite ¹¹	34,51	34,56	34,56	34,53	45,00	8,11	8,11	8,10
Totales en peso	138,03	138,22	138,22	138,12	150,03	162,21	162,21	161,95
Densidad de revestimiento teórica (g/cm³)	N/D	N/D	N/D	N/D	1,45	1,53	1,50	1,52
Densidad del revestimiento poroso (g/cm³)	N/D	N/D	N/D	N/D	0,98	1,10	0,95	0,92
% de Reducción de densidad	N/D	N/D	N/D	N/D	32,40	28,10	36,7	39,5

¹ Las resinas epoxi de bisfenol A E, F y G tienen un EEW de 730-820, 860-930, y 520-560 respectivamente, y están disponibles en el mercado en The Dow Chemical Company.

² Resina epoxi modificada con CTBN con un EEW de 1.250-1.500, disponible en el mercado en CVC Specialty Chemicals, Inc.

³ Resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con un número ácido de 46-51 mg KOH/g y una Tg de ~50°C, disponible en el mercado en Cytec Industries Inc.

⁴ Resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con un número ácido de 68-74 mg KOH/g y una Tg de ~58°C, disponible en el mercado en Cytec Industries Inc.

⁵ Bentone 38 es un modificador reológico de organoarcilla disponible en el mercado en Elementis Specialties.

⁶ Lanco TF1778 es una cera a base de polietileno/PTFE disponible en el mercado en Lubrizol Advanced Materials, Inc.

⁷ El agente de espumación p,p'-oxibis(bencenosulfonilhidrazida) tiene un punto de descomposición de 160°C (320°F) con un rendimiento de gas de 125 cc/g, y está disponible en el mercado en Chemtura Corporation.

⁸ El agente de espumación de azodicarbonamida tiene un punto de descomposición de 165-180°C (329-356°F), con un rendimiento de gas de 180 cc/g, y está disponible en el mercado en Chemtura Corporation.

5 ⁹ Las fibras de metasilicato de calcio (wollastonita) tienen un tamaño de partícula medio de 3 µm, con una relación de aspecto de 9, y están disponibles en el mercado en Fibertec, Inc.

¹⁰ Las fibras de aluminosilicato están tratadas con silano y tienen una longitud media de 125 ± 25 µm, y están disponible en el mercado en Lapinus Fibers.

¹¹ Atomite es una carga de carbonato de calcio disponible en el mercado en Imerys Performance Minerals.

10 Datos de ensayo de ejemplos de imprimaciones y Comparativos

Ejemplo de imprimación	Corrosión cíclica SAE J2334 de 30 ciclos (Fluencia)			Resistencia al desconchado SAE J400 Método B - (Calificación)
	Min. (mm)	Max. (mm)	Med. (mm)	
Comp. 1 (sin cinc)	4	6	5,3	8A
2 (sin cinc)	1	3	2,4	8A
3 (sin cinc)	0	2	1,3	8A
4 (sin cinc)	0	1	0,4	8A
5 (sin cinc)	1	3	1,9	8A
Comp. 6 (sin cinc)	2	5	3,9	8B
Comp. 7 (cinc)	2	4	3,2	7B
Comp. 8 (cinc)	0	2	1,4	9B

La tabla anterior demuestra que se encontró que el rendimiento de las imprimaciones que sustancialmente no contienen cinc de la presente invención concordó con o superó el rendimiento de imprimaciones convencionales que contienen cinc.

15 Datos de ensayo de ejemplos de capas superiores (con el Ejemplo 4 de imprimación)

* Ensayo para la especificación de Ford WSS-M2P177-B1 para muelles de suspensión de alta tracción, que no permite un desconchado del revestimiento a metal en SAE J400. La calificación de desconchado debe ser un 10.

Ejemplo de capa superior	Resistencia al desconchado SAE J400 - Método B		
	Calificación	Punto de fallo	Pase/Fallo
Comp. 1	8C	Sustrato a imprimación	Fallo
Comp. 2	8B	Sustrato a imprimación	Fallo
Comp. 3	8B	Sustrato a imprimación	Fallo
Comp. 4	8A-8B	Sustrato a imprimación	Fallo
Comp. 5	8A	Sustrato a imprimación	Fallo
6	10	N/D	Pase
7	10	N/D	Pase
8	10	N/D	Pase

Sustrato: Paneles de acero pretratados con fosfato de cinc formados para simular muelles de suspensión

ES 2 589 603 T3

Imprimación: Ejemplo 4 (2,5-3,0 miles)

Grosor de película de capa dual: 15,0-20,0 miles

Corrosión cíclica GM (GMW14782) y resistencia al impacto GM (GMW14700)

Procedimiento de ensayo: GMW14782 (Método B)

5 Procedimiento de evaluación: GM 15282 (Método A)

Requerimientos: 6 mm de retrofluencia media y ningún desconchado mayor que 3 mm

Ejemplo de imprimación (con la capa superior 6)	Resistencia al impacto GMW 14700	Retrofluencia media máxima GMW14782 (Método B)	Pase/Fallo
Comp. 1	Sin desconchado	Pérdida de adhesión total	Fallo
2	Sin desconchado	4,6	Pase
3	Sin desconchado	2,4	Pase
4	Sin desconchado	1,6	Pase
5	Sin desconchado	3,9	Pase

REIVINDICACIONES

1. Una composición de revestimiento que comprende una imprimación termoendurecible de epoxi, que comprende:
 - (i) una resina epoxi que tiene un EEW de 860 a 930;
 - (ii) un agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxilo que tiene un peso equivalente de hidroxilo de aproximadamente 200 a aproximadamente 500; y
 - (iii) un material de carga,
 en donde dicha imprimación termoendurecible de epoxi está sustancialmente exenta de cinc.
2. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que la imprimación termoendurecible de epoxi comprende además una cantidad eficaz de una resina epoxi que tiene un EEW de 1.250 a 1.400.
3. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicha resina epoxi en dicha imprimación termoendurecible de epoxi comprende una resina epoxi de bisfenol A.
4. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicha resina epoxi en dicha imprimación termoendurecible de epoxi está presente en una cantidad de 60 a 95 phr.
5. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicho agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxilo comprende 2-metilimidazol.
6. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicho agente de curado fenólico con funcionalidad polihidroxilo está presente en una cantidad de 5 a 40 phr.
7. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicho material de carga comprende aluminosilicato complejo (mica), metasilicato de calcio (wollastonita), talco micronizado, polvo de óxido de cinc, polvo de cinc, o una combinación de los mismos.
8. La composición de revestimiento de la reivindicación 7, en la que dicho aluminosilicato complejo (mica) está presente en una cantidad de 10 a 30 phr y tiene una mediana de tamaño de partícula de 10 a 35 micrómetros.
9. La composición de revestimiento de la reivindicación 7, en la que dicho metasilicato de calcio (wollastonita) está presente en una cantidad de 10 a 30 phr y tiene una mediana de tamaño de partícula de 2 a 6 micrómetros.
10. La composición de revestimiento de la reivindicación 7, en la que dicho talco micronizado está presente en una cantidad de 1 a 5 phr y tiene una mediana de tamaño de partícula de 0,5 a 3,0 micrómetros.
11. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, que comprende además una capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster superpuesta que comprende:
 - (i) una resina epoxi que tiene un EEW de 520 a 930;
 - (ii) una resina epoxi modificada con elastómero que tiene un EEW de 1.000 a 1.600;
 - (iii) una resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con número ácido de 45 a 75 mg KOH/g;
 - (iv) un agente de espumación; y
 - (v) una carga de refuerzo.
12. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha resina epoxi en dicha capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster comprende una resina epoxi de bisfenol A.
13. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha resina epoxi en dicha capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster está presente en una cantidad de 30 a 65 phr.
14. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha resina epoxi modificada con elastómero comprende una resina epoxi de bisfenol A.
15. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha resina epoxi modificada con elastómero está presente en una cantidad de 5 a 20 phr.
16. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha resina de poliéster con funcionalidad carboxilo está presente en una cantidad de 45 a 70 phr.
17. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicho agente de espumación comunica un 20-50% de reducción en densidad en dicha capa superior de la densidad de revestimiento teórica sin porosidad.

18. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicho agente de espumación está presente en una cantidad de 0,5 a 2,0 phr.
19. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha fibra de refuerzo comprende aluminosilicato, metasilicato de calcio (wollastonita), aramida, carbón, o una combinación de los mismos.
- 5 20. La composición de revestimiento de la reivindicación 11, en la que dicha fibra de refuerzo está presente en una cantidad de 20 a 70 phr.
21. La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en la que dicha imprimación termoendurecible de epoxi no contiene cinc.
22. Una aleación de acero de alta tracción revestida por la composición de revestimiento de la reivindicación 1.
- 10 23. La aleación de acero de alta tracción de la reivindicación 22, que comprende además una capa superior termoendurecible de epoxi-poliéster superpuesta, que comprende:
- (i) una resina epoxi que tiene un EEW de 520 a 930;
 - (ii) una resina epoxi modificada con elastómero que tiene un EEW de 1.000 a 1.600;
 - (iii) una resina de poliéster con funcionalidad carboxilo con número ácido de 45 a 75 mg KOH/g;
 - 15 (iv) un agente de espumación; y
 - (v) una fibra de refuerzo.