

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 149**

51 Int. Cl.:

**C08G 18/38** (2006.01)  
**C08L 63/00** (2006.01)  
**C08L 63/02** (2006.01)  
**C08L 75/00** (2006.01)  
**C09D 163/00** (2006.01)  
**C09D 163/02** (2006.01)  
**C09D 175/02** (2006.01)  
**C09D 175/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2009 E 09749928 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **16.02.2011 EP 2283056**

54 Título: **Nuevo sistema de revestimiento de bajo contenido en VOC y ultraalto de sólidos de curado rápido para entornos corrosivos agresivos**

30 Prioridad:

**23.05.2008 EP 08156796**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.01.2013**

73 Titular/es:

**HEMPEL A/S (100.0%)  
Lundtoftevej 150  
2800 Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**HANSEN, KARL-JOHAN y  
NYSTEEN, SØREN MØRCH**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 394 149 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

Nuevo sistema de revestimiento de bajo contenido en VOC y ultraalto de sólidos de curado rápido para entornos corrosivos agresivos.

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a nuevos sistemas de revestimiento de curado rápido que consisten en una imprimación de epoxi y un revestimiento superior de poliurea. Los sistemas de revestimiento tienen un tiempo de secado mejorado y un bajo contenido en VOC (compuestos orgánicos volátiles) y aún mantienen una excelente resistencia a la deformación por oxidación. La presente invención proporciona un tiempo de secado mejorado y bajo contenido en VOC usando un revestimiento superior de poliurea con contenido ultraalto de sólidos encima de la imprimación de epoxi. Los sistemas de revestimiento de la presente invención son composiciones no termoestables.

### Antecedentes de la invención

Los revestimientos de epoxi se usan principalmente como parte de un sistema de revestimiento anticorrosivo sobre sustratos de acero debido a la extraordinaria resistencia química y frente a la corrosión.

- 15 Las composiciones de revestimiento de epoxi típicamente son productos de uno o dos componentes. Si el producto es bicomponente, el componente uno normalmente consiste en una base de epoxi y el componente dos consiste en un agente de curado. Si la epoxi es una epoxi de cinc, el cinc normalmente estará presente en la composición base.

- 20 Las epoxis de cinc son mejores que las epoxis convencionales respecto a las propiedades anticorrosivas debido a su función como ánodo de sacrificio aplicado directamente encima de la superficie de acero limpia. Cuando la capa de revestimiento se daña, el cinc protegerá el daño mediante un procedimiento galvánico. La función es similar a la del acero galvanizado.

- 25 Las epoxis pueden usarse como una imprimación, es decir, una primera capa de revestimiento en los sistemas de revestimiento múltiples con capas posteriores de tipos genéricos de revestimientos adecuados, o como un revestimiento intermedio con revestimientos adecuados posteriores, por ejemplo, poliuretano o poliurea, o como un revestimiento superior. Sin embargo, las pinturas de epoxi también pueden usarse como sistemas de un único revestimiento.

La poliurea es el término general usado para revestimientos basados en aminas que se han hecho reaccionar con isocianatos o poliisocianatos. La reacción de polimerización entre amina e isocianatos es, en general, extremadamente rápida. En los revestimientos de poliurea se usan isocianatos tanto aromáticos como alifáticos. Sin embargo, solo son los isocianatos alifáticos los que dan una durabilidad en exterior aceptable.

- 30 Los ésteres del ácido poliaspártico son un tipo especial de aglutinante de poliurea en el que una amina se hace reaccionar previamente con maleato de dietilo. La funcionalidad amina mediante esta reacción previa resulta parcialmente con impedimentos estéricos. La velocidad de reacción depende de la amina usada.

Los ésteres poliaspárticos están disponibles en diferentes velocidades de reacción, desde polímeros de reacción rápida a lenta.

- 35 Se sabe bien que los revestimientos superiores de poliurea basados en ésteres del ácido poliaspártico dan una durabilidad en exterior excelente con excelente brillo y estabilidad de color. Los ésteres poliaspárticos pueden diseñarse para dar un curado rápido en condiciones ambiente y, con los impedimentos estéricos parciales de la amina, la velocidad de reacción da una vida útil razonable para manipularlos en un equipo de aplicación de dos componentes o en un equipo de pulverización sin aire convencional.

- 40 Los sistemas de pintura de epoxi y poliurea normalmente se usan cuando es necesaria una protección frente a la corrosión superior y un tiempo de procedimiento rápido. Tales sistemas de pintura están diseñados para ser usados en entornos corrosivos agresivos, tales como plataformas marítimas, torres eólicas, chimeneas de acero, centrales eléctricas, puentes de acero, grúas, etc. en entornos costeros, marítimos o industriales, aunque también en áreas de zonas con influencia de mareas donde se requiere una rápida resistencia a la humedad salada.

- 45 Los entornos corrosivos se clasifican de acuerdo con ISO 12944 en una escala de C2 a C5, siendo C2 moderadamente corrosivo y siendo C5 un entorno agresivamente corrosivo.

- 50 En los últimos años han aparecido productos de curado más rápido. El curado rápido reduce el tiempo de procesamiento global y se ha convertido en un parámetro muy importante para los aplicadores y contratistas de pintura. Sin embargo, hasta ahora solo ha sido posible disminuir el tiempo de curado en un cierto nivel si las propiedades de trabajabilidad y corrosión tenían que conservarse.

El procedimiento de curado empieza sobre la superficie del revestimiento. Cuando el curado es demasiado rápido la parte no curada blanda del revestimiento no tendrá resistencia suficiente para "soportar" la tensión acumulada durante el curado y se desarrollarán defectos sobre la superficie conduciendo a una pérdida posterior de adhesión,

problemas de cohesión y corrosión.

Otro parámetro importante es el contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) de un sistema de revestimiento. Las emisiones de VOC influyen en el medio ambiente de una manera negativa. En los últimos años ha habido un enfoque en aumento sobre los aspectos medioambientales y la consciencia y análisis del efecto invernadero. Por lo tanto, es un parámetro importante mantener los VOC de un sistema de revestimiento a un mínimo absoluto.

Hasta ahora, la solución de revestimiento para las áreas de aplicación mencionadas habían sido revestimientos con contenido medio de sólidos usados en dos o tres sistemas de revestimiento con programas de secado/curado relativamente largos, que daban como resultado un tiempo de procedimiento largo y con emisiones de VOC relativamente altas.

El documento WO 2006/119770 A se refiere a composiciones de revestimiento de pintura epoxi. En las tablas 2 y 9, se desvelan composiciones que comprenden sistemas de aglutinante basado en epoxi. Además, el documento WO 2006/119770 A sugiere el uso de fibras de cinc (véase la página 8 línea 32). Los paneles de acero están revestidos con un revestimiento que tiene un espesor de película seca de 300  $\mu\text{m}$ . Todas las composiciones del documento WO 2006/119770 A tienen un % en volumen de sólidos (porcentaje de los constituyentes sólidos en la composición) como máximo del 70,2%. Adicionalmente, no se usa un sistema de aglutinante basado en poliurea encima de la imprimación de epoxi.

El documento US 5 987 727 A desvela piezas del automóvil lacadas con un sistema de revestimiento. La primera capa del revestimiento comprende una resina epoxi basada en bisfenol A mientras que la segunda capa del revestimiento comprende un ácido sulfónico bloqueado con amina y un poliisocianato bloqueado que conduce a una poliurea (véase el ejemplo 1). Las composiciones del documento US 5 987 727 A tienen un % en volumen de sólidos (porcentaje de los constituyentes sólidos en la composición) como máximo del 70% (véase la columna 5, l.39-40). Además, el sistema de revestimiento tiene un espesor de película seca total como máximo de 45  $\mu\text{m}$ .

El documento EP 0 257 513 A desvela una composición de imprimación de epoxi que tiene un % en volumen de sólidos del 87%. En el documento EP 0 257 513 A no se usa un revestimiento superior que comprenda un sistema de aglutinante basado en poliurea. Además, el espesor de la película en el ejemplo A del documento EP 0 257 513 A es solo de 7,6  $\mu\text{m}$ .

El documento US 5 126 170 A desvela en los ejemplos 7 y 8 sistemas de aglutinante basados en poliurea que tienen un % en volumen de sólidos del 90%. En el documento US 5 126 170 A no se usa una imprimación que comprenda un sistema de aglutinante basado en epoxi. Además, en el documento US 5 126 170 A no se desvela el espesor de la película.

Por tanto, hay una necesidad de un sistema de revestimiento para entornos corrosivos agresivos, que posibilite un procesamiento más rápido y menor contenido de VOC.

### **Sumario de la invención**

Se ha descubierto ahora sorprendentemente que es posible proporcionar un sistema de revestimiento no termoestable que consiste en una composición de imprimación de epoxi y una composición de capas de revestimiento superior de poliurea que reduce significativamente el tiempo de procesamiento y con un bajo contenido de VOC, que aún proporciona la gran protección necesaria para las clases de corrosión agresivas.

La presente invención proporciona un sistema de revestimiento de alto contenido de sólidos que consiste en una imprimación de epoxi y un revestimiento superior, que posibilita un tiempo de procesamiento más rápido y un bajo contenido de VOC.

Más en particular, la presente invención se refiere a un sistema de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

La presente invención proporciona también una estructura revestida que lleva tal sistema de revestimiento, véase la reivindicación 9, y un procedimiento para el establecimiento de una estructura revestida, véase la reivindicación 10.

### **Descripción detallada de la invención**

#### *El sistema de revestimiento*

Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención se refiere a un sistema de revestimiento que consiste en:

(i) una primera capa de una composición de imprimación que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y

(ii) una segunda capa de una composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al

menos el 82%.

5 Cuando se usa en el presente documento, la expresión "sistema de revestimiento" pretende significar la combinación de la primera y segunda capas en forma húmeda cuando se aplican a la superficie de un sustrato. Debe entenderse que la segunda capa se aplica después que la primera capa, de manera que está en contacto directo con dicha primera capa. Debe entenderse adicionalmente que una o más capas de otras composiciones de revestimiento pueden aplicarse a la superficie del sustrato antes de la aplicación de la primera capa, aunque tal otra capa de revestimiento generalmente no es necesaria o deseable. Además, debe entenderse que pueden aplicarse una o más capas de otras composiciones de revestimiento después de la aplicación de la segunda capa, aunque tal otra capa de revestimiento generalmente no es necesaria o deseable.

10 Por lo tanto, en una realización preferida, el sistema de revestimiento consiste en la primera y segunda capas definidas anteriormente, donde la primera capa está en contacto directo con la superficie del sustrato y donde la segunda capa es la capa más externa.

15 Los sistemas de revestimiento desvelados en el presente documento están diseñados para curarse a temperaturas ambiente (es decir, típicamente la temperatura en la localización donde se aplica el sistema de revestimiento, por ejemplo, en talleres de pintura o en el exterior, donde la temperatura dependerá del clima general en la localización geográfica), por ejemplo, a temperaturas de 0-50 °C (en regiones frías o muy cálidas del mundo), tal como 5-30 °C, en particular aproximadamente 15-25 °C, tal como aproximadamente 20 °C. En otras palabras, el sistema de revestimiento desvelado en el presente documento es de tipo no termoestable. En contraste con esto, otros sistemas de revestimiento son de tipo termoestable, requiriendo calentamiento del sustrato con el revestimiento a una temperatura de varios cientos de grados centígrados. Tales condiciones, por supuesto, son inaplicables en la práctica con los tipos de sustratos para los que están diseñados los presentes sistemas de revestimiento.

#### *Alto porcentaje en volumen de sólidos*

Una característica particular del sistema de revestimiento de la invención es un % en volumen de sólidos muy alto ("%VS") y, de esta manera, un bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC).

25 De hecho, la composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos del al menos el 82%, tal como al menos el 84%, por ejemplo, al menos el 85%. Análogamente, la composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, tal como al menos el 84%, por ejemplo, al menos el 85%.

Habiendo dicho esto, y aún más importante, el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 84%, tal como al menos el 85%, por ejemplo, al menos el 86%.

30 El volumen de sólidos (expresado en %) a menudo se denomina "%VS". El %VS se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23 °C y una humedad relativa del 50% durante 7 días en lugar de secarlo a mayores temperaturas.

35 La expresión "% en volumen de sólidos promedio ponderado" se refiere a un promedio de los porcentajes en volumen de sólidos teniendo en cuenta que la composición de imprimación y la composición de revestimiento superior puede que no estén aplicadas con el mismo espesor de película húmeda. Si la composición de imprimación que tiene un %VS del 90% se aplica con un espesor de 200 µm y una composición de revestimiento superior que tiene un %VS del 84% se aplica con un espesor de 100 µm, siendo el % en volumen de sólidos promedio ponderado del 88%.

40 El contenido muy bajo de VOC hace posible establecer un sistema de revestimiento de curado rápido que tiene un corto tiempo de "secado hasta poder manipularlo", es decir, preferentemente el tiempo de "secado hasta poder manipularlo" es menor de 11 horas a 20 °C. En ciertas realizaciones preferidas, el tiempo de "secado hasta poder manipularlo" es menor de 9 horas a 20 °C o incluso menor de 7 horas a 20 °C. El tiempo de "secado hasta poder manipularlo" se determina convenientemente como se describe en la sección de Ejemplos.

45 Los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) del sistema de revestimiento son importantes porque las emisiones de VOC influyen en el medio ambiente de una manera negativa y, por lo tanto, deberían mantenerse al mínimo.

El sistema de revestimiento de la presente invención tiene una emisión de VOC muy baja en comparación con los sistemas de revestimiento presentados en la Tabla 5. El VOC puede determinarse por diversos procedimientos, por ejemplo, ISO 11890 o el procedimiento 24 de EPA.

#### *Primera capa - La composición de imprimación*

50 La primera capa de la composición de imprimación comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi.

La composición de imprimación puede incluir adicionalmente otros constituyentes como se describe adicionalmente más adelante. En particular, la composición de imprimación puede incluir constituyentes anticorrosivos y/o fibras.

Sistema de aglutinante basado en epoxi

El término "sistema de aglutinante basado en epoxi" debería considerarse como la combinación de una o más resinas epoxi, uno o más agentes de curado y cualquier diluyente epoxi reactivo.

5 El sistema de aglutinante basado en epoxi es uno de los constituyentes más importantes de la composición de imprimación, en particular con respecto a las propiedades anticorrosivas.

10 El sistema de aglutinante basado en epoxi comprende una o más resinas epoxi seleccionadas entre resinas epoxi aromáticas o no aromáticas (por ejemplo, resinas epoxi hidrogenadas), que contienen más de un grupo epoxi por molécula, que está situado internamente, terminalmente o en una estructura cíclica, junto con uno o más agentes de curado adecuados para actuar como agentes de reticulación. Las combinaciones con diluyentes reactivos de las clases de glicidil éteres o ésteres funcionales de compuestos alifáticos, cicloalifáticos o aromáticos pueden incluirse para reducir la viscosidad y para una aplicación y propiedades físicas mejoradas. El sistema de aglutinante puede incluir también modificadores acrílicos reactivos tales como monómeros y oligómeros de acrilato que comprenden al menos dos grupos carbonilo alfa, beta insaturados, que reaccionan con uno o más agentes de curado a través de una reacción de adición tipo Michael.

15 Se cree que los sistemas de aglutinante basados en epoxi adecuados incluyen resinas epoxi y epoxi modificadas seleccionadas entre bisfenol A, bisfenol F, epoxis Novolac, epoxis hidrogenadas no aromáticas, epoxis cicloalifáticas, glicidil ésteres y acrílicos con funcionalidad epoxi o cualquier combinación de los mismos.

Los ejemplos de resinas epoxi disponibles en el mercado son:

20 Epikote 828, de Resolution Performance Products (Países Bajos), tipo bisfenol A  
 Araldite GY 250, de Huntsman Advanced Materials (Suiza), tipo bisfenol A  
 DER 664-20, de Dow Chemicals (Alemania), tipo bisfenol A  
 Epikote 1001 X 75, de Resolution Performance Products (Países Bajos), tipo bisfenol A  
 Araldite GZ 7071X75BD, de Huntsman Advanced Materials (Alemania), tipo bisfenol A  
 25 DER 352, de Dow Chemicals (Alemania), mezcla de bisfenol A y bisfenol F  
 Epikote 232, de Resolution Performance Products (Países Bajos), mezcla de bisfenol A y bisfenol F  
 Epikote 862, de Resolution Performance Products (Países Bajos), tipo bisfenol F  
 DEN 438-X 80, de Dow Chemical Company (EE.UU.), epoxi novolac  
 Epikote 154, de Resolution Performance Products (Países Bajos), epoxi novolac  
 30 DYD-128, de Dalian Qihua Chemicals, China, tipo bisfenol A  
 Epikote 872-X-75, de. Hexion (anteriormente Resolution performance products, Países Bajos), resina de bisfenol A/epiclorhidrina reaccionada con ácidos grasos diméricos.

El sistema de aglutinante basado en epoxi puede comprender uno o más diluyentes epoxi reactivos.

Los ejemplos de diluyentes epoxi reactivos disponibles en el mercado adecuados son:

35 Polylox R24, de Ulf Prummer, Alemania, diglicidiléter monofuncional alifático  
 Araldite DY-L/BD, de Huntsmann Advanced Materials, Alemania, polioxipropileno-triglicidiléter  
 Grilonit RV 1812, de EMS-Primid, Suiza, hexandiol-diglicidiléter  
 Epodil 757, de Air products Plc, EEUU, ciclohexano-dimetanoldiglicidiléter  
 Epilox P 13-20, de Leuna, Alemania, Hexanodiol diglicidiléter.

La composición de imprimación de epoxi puede comprender uno o más aceleradores epoxi.

40 Los ejemplos de aceleradores epoxi disponibles en el mercado adecuados son:

Ancamine K 54, de Air Products Plc, Reino Unido, tris-(dimetilaminometil) fenol TL 0712, de Vantico Ltd., Alemania, base de Mannich libre de fenol  
 Hiescat HI-K54, de Keum Jung, Corea, Tris-(dimetilaminometil)fenol.

45 El sistema de aglutinante basado en epoxi comprende uno o más agentes de curado seleccionados entre los compuestos o polímeros que comprenden al menos dos átomos de hidrógeno reactivos unidos al nitrógeno.

50 Se cree que los agentes de curado adecuados incluyen aminas o polímeros con funcionalidad amino seleccionados entre aminas y poliaminas alifáticas (por ejemplo, aminas y poliaminas cicloalifáticas), poliamido aminas, polioxi alquilen aminas (por ejemplo, polioxi alquilen diaminas), polialcoxi éteres aminados (por ejemplo, aquellos comercializados como "Jeffamines"), alquilen aminas (por ejemplo, alquilen diaminas), aralquil aminas, aminas aromáticas, bases de Mannich (por ejemplo, aquellas comercializadas como "fenalcaminas"), siliconas o silanos con funcionalidad amino y que incluyen aductos de epoxi y derivados de los mismos.

Los ejemplos de agentes de curado disponibles en el mercado adecuados son:

Cardolite NC-541, de Cardanol Chemicals (EE.UU.), base de Mannich

## ES 2 394 149 T3

- Cardolite Lite 2001, de Cardanol Chemicals (EE.UU.), base de Mannich  
Sunmide CX-105X, de Sanwa Chemical Ind. Co. Ltd. (Singapur), base de Mannich  
Epikure 3140 Agente de Curado, de Resolution Performance Products (EE.UU.), poliamidoamina  
SIQ Amin 2030, de SIQ Kunstharze GmbH (Alemania), poliamidoamina  
5 Epikure 3115X-70 Agente de Curado, de Resolution Performance Products (EE.UU.), poliamidoamina  
SIQ Amin 2015, de SIQ Kunstharze GmbH (Alemania), poliamidoamina  
Polypox VH 40309/12, de Ulf Prümmer Polymer-Chemie GmbH (Alemania), polioxialquilen amina  
Polypox VH 40294, de Ulf Prümmer Polymer-Chemie GmbH (Alemania), base de Mannich Ancamine 2609, de  
10 Air Products (UK), base de Mannich  
Adeka Hardener, de Adeka Corporation (Japón), base de Mannich  
CeTePox 1490 H, de CTP Chemicals and Technologies for Polymers (Alemania), polioxialquilen amina  
Endurecedor de epoxi MXDA, de Mitsubishi Gas Chemical Company Inc (EE.UU.), aralquil amina  
Dietilaminopropilamina, de BASF (Alemania), amina alifática  
Gaskamine 240, de Mitsubishi Gas Chemical Company Inc (EE.UU.), aralquil amina  
15 Cardolite Lite 2002, de Cardanol Chemicals (EE.UU.), base de Mannich  
Aradur 42 BD, de Huntsman Advanced Materials (Alemania), amina cicloalifática  
Isoforona diamina, de BASF (Alemania), amina cicloalifática  
Epikure 3090 Agente de Curado, de Resolution Performance Products (EE.UU.), aducto de poliamidoamina con  
20 epoxi  
Crayamid E260 E90, de Cray Valley (Italia), aducto de poliamidoamina con epoxi  
Aradur 943 CH, de Huntsman Advanced Materials (Suiza), aducto de alquilen amina con epoxi

Los sistemas de aglutinante basado en epoxi preferidos comprenden a) una o más resinas epoxi seleccionadas entre bisfenol A, bisfenol F y Novolac; y b) uno o más agentes de curado seleccionados entes bases de Mannich, poliamido aminas, polioxi alquilen aminas, alquilen aminas, aralquil aminas, poliaminas y aductos y derivados de los  
25 mismos.

Preferentemente, la resina epoxi tiene un peso equivalente de epoxi de 100-2000, tal como 100-1500, por ejemplo, 150-1000, tal como 150-700.

Los sistemas de aglutinante basado en epoxi especialmente preferidos comprenden una o más resinas epoxi de bisfenol A que tienen un peso equivalente de epoxi de 150-700 y una o más poliaminas o aductos y derivados de las  
30 mismas.

Los sistemas de aglutinante basado en epoxi preferidos son sistemas de aglutinante de curado ambiente.

En la composición de imprimación, la cantidad total del sistema de aglutinante basado en epoxi está en el intervalo del 15-80%, tal como del 35-80%, por ejemplo, del 40-75% en volumen de sólidos de la composición de imprimación. En una realización particularmente interesante, la cantidad total está en el intervalo del 45-55% en  
35 volumen de sólidos.

Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que la selección de la proporción entre los equivalentes de hidrógeno de uno o más agentes de curado y los equivalentes de epoxi de una o más resinas epoxi desempeña un cierto papel para el rendimiento de la composición de revestimiento.

40 Cuando en el presente documento se usa la expresión "equivalentes de hidrógeno" se pretende cubrir solo los átomos de hidrógeno reactivos unidos a nitrógeno.

El número de "equivalentes de hidrógeno" respecto a uno o más agentes de curado es la suma de la contribución de cada uno del uno o más agentes de curado. La contribución de cada uno del uno o más agentes de curado a los equivalentes de hidrógeno se define como gramos del agente de curado dividido por el peso equivalente de hidrógeno del agente de curado, donde el peso equivalente de hidrógeno del agente de curado se determina como:  
45 gramos del agente de curado equivalente a 1 mol de hidrógeno activo. Para aductos con resinas epoxi la contribución de los reactantes antes de la formación del aducto se usa para la determinación del número de "equivalentes de hidrógeno" en el sistema de aglutinante basado en epoxi completo.

El número de "equivalentes de epoxi" respecto a una o más resinas epoxi es la suma de la contribución de cada una de la una o más resinas epoxi. La contribución de cada una de la una o más resinas epoxi a los equivalentes de epoxi se define como gramos de la resina epoxi dividido por el peso equivalente de epoxi de la resina epoxi, donde el peso equivalente de epoxi de la resina epoxi se determina como: gramos de la resina epoxi equivalente a 1 mol de grupos epoxi. Para aductos con resinas epoxi la contribución de los reactantes antes de la formación del aducto se usa para la determinación del número de "equivalentes de epoxi" en el sistema de aglutinante basado en epoxi.

50 Preferentemente, la proporción entre los equivalentes de hidrógeno del uno o más agentes de curado y los equivalentes de epoxi de la una o más resinas epoxi está en el intervalo de 50:100 a 140:100.

Los sistemas de aglutinante basado en epoxi especialmente preferidos para su uso en revestimientos protectores frente a la corrosión industriales tiene una proporción entre los equivalentes de hidrógeno del uno o más agentes de

curado y los equivalentes de epoxi de la una o más resinas epoxi en el intervalo de 60:100 a 130:100, tal como 80:100 a 120:100, por ejemplo, 90:100 a 110:100.

#### Constituyentes anticorrosivos

5 La composición de imprimación epoxi puede comprender también un material particulado (por ejemplo, un polvo) que aumenta las propiedades anticorrosivas del revestimiento. El polvo de cinc o polvo fino de cinc, que se sabe bien que se incorpora en una imprimación de epoxi para producir una imprimación de epoxi de cinc, en este sentido es de especial interés. El polvo de cinc o polvo fino de cinc puede reemplazarse en todo o en parte por una aleación de cinc, por ejemplo, como se desvela en el documento WO 2008/125610. Puede incorporarse también un inhibidor de la corrosión auxiliar, por ejemplo, un molibdato, fosfato, tungstato o vanadato, dióxido de titanio ultrafino y/u óxido de cinc y/o una carga tal como sílice, arcilla calcinada, alúmina, silicato, talco, baritas o mica.

10 El  $D_{50}$  del material particulado está en el intervalo de 2,5-30  $\mu\text{m}$ , en particular 2,5-20  $\mu\text{m}$ . Con respecto al tamaño de partícula, se prefiere que el  $D_{50}$  del material particulado esté en el intervalo de 2,5-15  $\mu\text{m}$  y, preferentemente, en el intervalo de 2,5-12  $\mu\text{m}$ . Adicionalmente, el  $D_{99}$  del material particulado debería ser preferentemente menor de 100  $\mu\text{m}$ . La distribución del tamaño de partículas del material particulado (por ejemplo, cinc o aleación de cinc) es de importancia fundamental en aplicaciones para pintura. Por ejemplo, los materiales particulados demasiado gruesos darían como resultado partículas que se pegan a través de la película de pintura seca. Por lo tanto, se prefiere en gran medida usar materiales particulados con un  $D_{50}$  (tamaño en partícula medio) de menos de 30  $\mu\text{m}$ , en particular menor de 20  $\mu\text{m}$ . Un  $D_{50}$  menor de 15  $\mu\text{m}$  a menudo es más preferido y menor de 12  $\mu\text{m}$  es aún más preferido. El límite inferior de  $D_{50}$  está dictado por consideraciones económicas. A un  $D_{50}$  menor de 2,5  $\mu\text{m}$ , una fracción demasiado grande de polvo tiene que tamizarse y reciclarse para que el procedimiento completo resulte económico. Sin embargo, otros materiales pertinentes incluyen fosfatos, aluminio, grafito, negro de humo, óxido de hierro micáceo (MIO), etc.

Si está presente, la cantidad de constituyente anticorrosivo típicamente es del 1-65% en volumen de sólidos de la pintura.

25 En una realización preferida, la composición de imprimación comprende el 20-35% en volumen de sólidos de cinc, tal como el 25-30% en volumen de sólidos de cinc.

El material de carga anticorrosivo puede estar presente como una combinación de uno o más de los materiales mencionados anteriormente.

30 Los constituyentes anticorrosivos, en particular cinc, están presentes preferentemente en forma de un material particulado.

El término "material particulado" pretende cubrir partículas finas con forma tanto esférica como un tanto irregular y otras formas tales como copos, discos, esferas, agujas, plaquitas, fibras y barritas. Un material particulado preferido es un polvo.

35 Se cree que el sistema de revestimiento, en general, tiene propiedades anticorrosivas excelentes, en particular en realizaciones donde el cinc se incluye como se ha descrito anteriormente. De esta manera, las realizaciones particularmente interesantes son aquellas donde la deformación por oxidación del sistema de revestimiento en seco, según se determina de acuerdo con ISO 12944-6, es como máximo un 1 mm.

40 Cuando se usan en el presente documento, todas las cantidades indicadas como % en volumen de sólidos de la pintura deberían entenderse como % en volumen de sólidos de la composición de pintura mixta lista para aplicar, y está basado en la constitución de la composición de pintura. (En contraste con esto, la expresión "% en volumen de sólidos" se determina experimentalmente).

#### Fibras

45 La composición de imprimación puede comprender también fibras. Las fibras especiales con una alta resistencia a tracción, cuando se incorporan en la matriz de epoxi, aumentarán la capacidad de soportar mayores tensiones mecánicas. Esto facilita la posibilidad de formular revestimientos epoxi con un curado más rápido y mayor resistencia al agrietamiento al mismo tiempo.

50 En general, las "fibras" pretenden cubrir cualquier fibra dentro de los grupos de fibras inorgánicas naturales, fibras inorgánicas sintéticas, fibras orgánicas naturales, fibras orgánicas sintéticas y fibras metálicas o mezclas de las mismas. Sin desear quedar ligado a teoría específica alguna, sin embargo, actualmente se cree que las fibras inorgánicas naturales y fibras inorgánicas sintéticas, en particular fibras minerales de estos tipos son especialmente preferidas.

Actualmente se cree que las fibras a usar dentro de la presente invención deberían satisfacer ciertos criterios, con respecto a dimensiones, para proporcionar las propiedades mejoradas de un revestimiento de la composición de imprimación. De esta manera, con respecto a la longitud promedio y espesor promedio de las fibras que se añaden a

la composición de imprimación durante la fabricación de la composición de imprimación o mezclado con la composición de imprimación antes de la aplicación, tales fibras tienen una longitud promedio como máximo de 250  $\mu\text{m}$  y un espesor promedio de 1-50  $\mu\text{m}$ .

5 Las fibras preferidas son fibras que tienen un espesor promedio de 1-25  $\mu\text{m}$  y una longitud promedio como máximo de 250  $\mu\text{m}$ , especialmente una longitud promedio de 25-250  $\mu\text{m}$  y un espesor promedio de 1-25  $\mu\text{m}$ , en particular una longitud promedio de 50-250  $\mu\text{m}$  (tal como 50-170  $\mu\text{m}$ ) y un espesor promedio de 2-10  $\mu\text{m}$ . Las fibras orgánicas preferidas adicionalmente tienen una relación entre la longitud promedio y el espesor promedio de al menos 2, tal como al menos 3, por ejemplo, al menos 5.

10 La concentración de las fibras normalmente está en el intervalo del 2-50% en volumen de sólidos de la composición de imprimación seca (es decir, la composición sin disolventes), tal como del 3-40% en volumen de sólidos de la pintura seca. Las concentraciones de fibras particularmente pertinentes, dependiendo del tipo y tamaño de las fibras, pueden ser del 4-35%, tal como del 5-30%, tal como del 6-25%, tal como el 7-20% en volumen de sólidos de la pintura seca.

15 Debe entenderse que los intervalos anteriores se refieren a la cantidad total de fibras, es decir, en el caso de que se utilicen dos o más tipos de fibras, las cantidades combinadas deberían estar dentro de los intervalos anteriores.

20 Actualmente, las fibras minerales son especialmente preferidas, tales como fibras minerales de vidrio, fibras de wollastonita, fibras de tobermorita, fibras de atapulgita, fibras de roca volcánica, fibras de bauxita, fibras de lana de roca y fibras minerales procesadas a partir de lana mineral. Los ejemplos de fibras minerales disponibles en el mercado que se cree que mejoran las propiedades mecánicas de acuerdo con la invención son (longitud de fibra promedio en  $\mu\text{m}$ ; espesor de fibra promedio en  $\mu\text{m}$ ):

1. Coatforce CF10, de Lapinus Fibras BV (Países Bajos), fibra de roca volcánica (125;5.5)
2. MS 603 Roxul 1000, de Lapinus Fibras BV (Países Bajos), fibra de roca volcánica (125;5)
3. MS 610 Roxul 1000, de Lapinus Fibras BV (Países Bajos), (225;5.5)
4. FG 400/060, de Schwarzwälder Textil-Werke (Alemania), vidrio E (230;9-14)
- 25 5. Nyad G, de Nyco Minerals (EEUU), wollastonita (relación longitud/diámetro 15:1)
6. RCF-160, de Sumitomo (Japón), vidrio C (250;-)
7. Isofrax 1260C High Index, de Unifrax (Reino Unido) (-;2-3  $\mu\text{m}$ )

En una realización preferida adicional, la composición de imprimación comprende:

- 30 el 35-40% en volumen de sólidos de aglutinante de epoxi,  
 el 13-18% en volumen de sólidos de agente de curado,  
 el 25-30% en volumen de sólidos de polvo de cinc,  
 el 1-3% en volumen de sólidos de diluyentes reactivos,  
 el 5-10% en volumen de sólidos de pigmentos y cargas, y  
 el 6-12% en volumen de sólidos de aditivos

35 *Segunda capa - El sistema de aglutinante basado en poliurea*

La segunda capa de una composición de revestimiento superior comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea.

#### Sistema de aglutinante basado en poliurea

40 La expresión "sistema de aglutinante de poliurea" pretende significar un sistema de aglutinante que tiene como componentes principales uno o más componentes de di- o poliisocianato y uno o más componentes de di- o poliamina. Debe entenderse que el componente de amina puede ser de naturaleza primaria o secundaria, es decir, puede incluir uno o dos hidrógenos (R-NH<sub>2</sub> o R-NH-R').

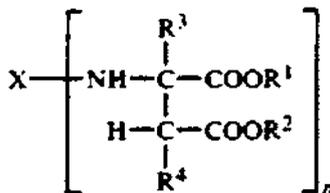
45 La reacción (curado) del componente o componentes de isocianato y el componente o componentes de amina da como resultado la formación de una funcionalidad urea. La reacción de un isocianato (R-NCO) con una amina primaria (R'-NH<sub>2</sub>) da como resultado una funcionalidad urea de fórmula R-NH-C(=O)-NH-R', mientras que la reacción de un isocianato (R-NCO) con una amina secundaria (R'-NH-R'') da como resultado una funcionalidad urea de fórmula R-NH-C(=O)-N(R')-R''.

En una realización particularmente interesante, el uno o más componentes de di- o poliamina incluye una amina secundaria.

Un tipo actualmente preferido es el sistema de aglutinante basado en poliurea descrito anteriormente en el documento US 5.126.170. Este revestimiento de poliurea contiene

a) un componente de poliisocianato y

b) un componente reactivo con isocianato al menos un compuesto correspondiente a la fórmula (I) a continuación:



en la que X representa un grupo orgánico que tiene una valencia de n y que es inerte hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;

cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;

cada uno de R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> se selecciona independientemente entre hidrógeno y grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C; y

n es un número entero de al menos 2.

La reticulación que tiene lugar está basada en una reacción de adición entre el componente de poliisocianato a) y un componente reactivo con isocianato b), en particular las poliaminas que contienen grupos amino secundarios, que se conocen también como "derivados de ácido poliaspártico".

Los poliisocianatos adecuados para su uso como el componente de poliisocianato a) en la composición de revestimiento superior incluyen los poliisocianatos conocidos de la química del poliuretano. Los ejemplos de poliisocianatos de bajo peso molecular adecuados, que tienen un peso molecular de 168 a 300, incluyen hexametileno diisocianato, 2,2,4- y/o 2,4,4-trimetil-1,6-hexametileno diisocianato, dodecametileno diisocianato, 1,4-diisocianatociclohexano, 1-isocianato-3,3,5-trimetil-5-isocianato-metilciclohexano (IPDI), 2,4'- y/o 4,4'-diisocianato-diciclohexil metano, 2,4- y/o 4,4'-diisocianato-difenil metano y mezclas de estos isómeros con sus homólogos superiores que se obtienen de una manera conocida por la fosgenación de condensados de anilina/formaldehído, 2,4- y/o 2,6-diisocianatotolueno y cualquier mezcla de estos compuestos.

Sin embargo, se prefiere usar derivados de estos poliisocianatos monoméricos, como es convencional en la tecnología de los revestimientos. Estos derivados incluyen poliisocianatos que contienen grupos biuret.

Los poliisocianatos modificados se prefieren particularmente: N,N',N"-tris-(6-isocianatohehexil)-biuret y mezclas de los mismos con sus homólogos superiores y N,N',N"-tris-(6-isocianatohehexil)-isocianurato y mezclas de los mismos con sus homólogos superiores que contienen más de un anillo isocianurato.

Los pre-polímeros que contienen el grupo isocianato y semi polímeros basados en poliisocianatos simples o modificados monoméricos ejemplificados anteriormente y compuestos de polihidroxilo orgánico se prefieren también para su uso como el componente de poliisocianato a). Estos pre-polímeros y semi pre-polímeros generalmente tienen un contenido de isocianato del 0,5-30% en peso, preferentemente del 1-20% en peso, y se preparan de una manera conocida mediante la reacción de los materiales de partida mencionados anteriormente, a una proporción de equivalentes NCO/OH de 1,05:1 a 10:1, preferentemente 1,1:1 a 3:1, yendo esta reacción opcionalmente seguida de retirada por destilación de cualquier poliisocianato de partida volátil no reaccionado aún presente.

Los pre-polímeros y semi pre-polímeros pueden prepararse adecuadamente a partir de compuestos de polihidroxilo de bajo peso molecular que tengan un peso molecular de 62 a 299, tal como etilenglicol, propilenglicol, trimetilol propano, 1,6-dihidroxi hexano; ésteres que contienen hidroxilo de bajo peso molecular de estos polioles con ácidos dicarboxílicos del tipo ejemplificado a continuación en el presente documento; productos de etoxilación y/o propoxilación de bajo peso molecular de estos polioles; y mezclas de los alcoholes polivalentes anteriores modificados o no modificados.

Sin embargo, los pre-polímeros y semi pre-polímeros se preparan preferentemente a partir de compuestos de polihidroxilo de peso molecular relativamente alto conocidos de la química de la poliurea que tienen un peso molecular de 300-8000, preferentemente 1000-5000, según se determina a partir de la funcionalidad y el número de OH. Estos compuestos de polihidroxilo tienen al menos dos grupos hidroxilo por molécula y generalmente tienen un contenido de grupo hidroxilo del 0,5-17% en peso, preferentemente del 1-5% en peso.

Los ejemplos de compuestos de polihidroxilo de peso molecular relativamente alto adecuados que pueden usarse para la preparación de los pre-polímeros y semi pre-polímeros incluyen los poliéster polioles basados en los alcoholes monoméricos de bajo peso molecular descritos anteriormente y ácidos carboxílicos polibásicos tales como

ácido adípico, ácido sebácico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tetrahidroftálico, ácido hexahidroftálico, ácido maleico, los anhídridos de estos ácidos y mezclas de estos ácidos y/o anhídridos de ácido. Las polilactonas que contienen el grupo hidroxilo, especialmente poli-ε-caprolactonas, también son adecuadas para la preparación de los pre-polímeros y semi pre-polímeros.

- 5 Los poliéter polioles, que se obtienen de una manera conocida por la alcoxilación de las moléculas de partida adecuadas, son adecuados también para la preparación de los pre-polímeros y semi pre-polímeros que contienen el grupo isocianato. Los ejemplos de moléculas de partida adecuadas para los poliéter polioles incluyen los polioles monoméricos descritos previamente, agua, poliaminas orgánicas que tienen al menos dos enlaces NH y cualquier mezcla de estas moléculas de partida. El óxido de etileno y/u óxido de polileno son óxidos de alquileo particularmente adecuados para la reacción de alcoxilación. Estos óxidos de alquileo pueden introducirse en la reacción de alcoxilación en cualquier secuencia o como una mezcla.

10 También son adecuados para la preparación de los pre-polímeros y semi pre-polímeros los policarbonatos que contienen el grupo hidroxilo que pueden prepararse mediante la reacción de los dioles monoméricos descritos anteriormente con fosgeno y carbonato de diarilo, tales como carbonato de difenilo. Se ha descubierto que la selección de constituyentes de la imprimación del revestimiento superior de poliurea hace posible eliminar completamente la necesidad de un catalizador basado en estaño. De esta manera, en realizaciones particulares de la invención, la imprimación de revestimiento superior de poliurea está libre de cualquier catalizador basado en estaño.

Los ejemplos de resinas de poliisocianato disponibles en el mercado adecuadas son:

- 20 Desmodur N3900 (anteriormente VP2410), de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
Desmodur N3600, de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
Desmodur N3800, de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
Tolonate HDT-LV2, de Rhodia (Francia), poliisocianato alifático  
Desmodur N3390, de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
25 Tolonate HDT90, de Rhodia (Francia), poliisocianato alifático  
Basonat HI 190 B/S, de BASF (Alemania), poliisocianato alifático  
Desmodur N75, de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
Bayhydur VP LS 2319, de Bayer (Alemania), poliisocianato alifático  
Tolonate IDT 70B, de Rhodia (Francia), poliisocianato alifático

- 30 El componente b) está basado en todo o en parte en compuestos correspondientes a la fórmula 1 en la que de R<sup>1</sup> a R<sup>4</sup> y n tienen los significados expuestos anteriormente. Se prefiere particularmente usar "derivados de ácido poliaspártico" correspondientes a la fórmula anterior en la X representa un grupo hidrocarburo divalente obtenido por la retirada de los grupos amino de 1,4-diaminobutano, 1,6-diaminohexano, 2,2,4- y 2,4,4-trimetil-1,6-diaminohexano, 1-amino-3,3,5-trimetil-5-aminometil-ciclohexano, 4,4'-diamino-diciclohexil metano o 3,3-dimetil-4,4'-diamino-diciclohexil metano, y n es 2.

Los componentes de partida b) preferidos incluyen también aquellos compuestos correspondientes a la fórmula (I) en la que R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> representan grupos metilo o etilo y R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> representan hidrógeno.

- Las poliaminas adecuadas incluyen etilen diamina, 1,2-diaminopropano, 1,4-diaminobutano, 1,6-diaminohexano, 2,5-diamino-2,5-dimetilhexano, 2,2,4- y/o 2,4,4-trimetil-1,6-diaminohexano, 1,11-diaminoundecano, 1,12-diaminododecano, 1-amino-3,3,5-trimetil-5-aminometil-ciclohexano, 2,4- y/o 2,6-hexahidrotoluen diamina, 2,4'- y/o 4,4'-diamino-diciclohexil metano y 3,3'-dimetil-4,4'-diamino-diciclohexil metano. Las poliaminas aromáticas tales como 2,4- y/o 2,6-diaminotolueno y 2,4'- y/o 4,4'-diaminodifenil metano también son adecuadas aunque menos preferidas. Las poliéter poliaminas de peso molecular relativamente alto que contienen grupos amino primarios enlazados alifáticamente, por ejemplo, los productos comercializados con la marca comercial Jeffamine también son adecuados. Los ejemplos de ésteres de ácido maleico o fumárico opcionalmente sustituidos para su uso en la preparación de los compuestos correspondientes para la fórmula (I) incluyen dimetil, dietil y dibutilésteres de ácido maleico y ácido fumárico y los ésteres de ácido maleico o fumárico correspondientes sustituidos con metilo en la posición 1 y/o 3.

- La preparación de los "derivados del ácido poliaspártico" correspondientes a la Fórmula (I) a partir de los materiales de partida mencionados anteriormente puede realizarse, por ejemplo, a una temperatura de 0 °C a 100 °C usando los materiales de partida en proporciones tales que al menos 1, preferentemente 1, doble enlace olefinico esté presente por cada uno del grupo amino primario. El exceso de materiales de partida puede retirarse por destilación después de la reacción. La reacción puede realizarse sin disolventes o en presencia de disolventes adecuados tales como metanol, etanol, propanol, dioxano y mezclas de tales disolventes. Los aglutinantes presentes en las composiciones de revestimiento de acuerdo con la invención están basados preferentemente en mezclas del componente de poliisocianato a) con las poliaminas secundarias correspondientes a la Fórmula (I) o mezclas del componente de poliisocianato a) con las poliaminas secundarias correspondientes a la Fórmula (I) y otros compuestos reactivos con isocianato.

Estos otros compuestos reactivos con isocianato usados opcionalmente son preferentemente compuestos de polihidroxi orgánicos conocidos a partir de la química del poliuretano e incluyen tanto los compuestos de polihidroxi de bajo peso molecular como los compuestos de polihidroxi de alto peso molecular expuestos previamente para la preparación de los pre-polímeros y semi pre-polímeros adecuados para su uso como el componente de poliisocianato a).

Los compuestos reactivos con isocianato particularmente preferidos que pueden usarse como una porción del componente b) son los poliacrilatos con funcionalidad hidroxil conocidos para su uso en revestimientos de poliuretano. Estos compuestos son copolímeros que contienen el hidroxilo de compuestos olefinicamente insaturados que tienen un peso molecular promedio en número (Mn) determinado por presión de vapor u osmometría de membrana de 800-50.000, preferentemente de 1000-20.000 y más preferentemente de 5000-10.000, y que tienen un contenido de grupo hidroxilo del 0,1-12% en peso, preferentemente del 1-10% en peso y lo más preferentemente del 2-6% en peso. Los copolímeros están basados en monómeros olefinicos que contienen grupos hidroxilo y monómeros olefinicos que están libres de grupos hidroxilo. Los ejemplos de monómeros adecuados incluyen monómeros de vinilo y vinilideno tales como estireno,  $\alpha$ -metil estireno, o- y p-cloro estireno, o-, m- y p-metil estireno, p-*terc*-butil estireno; ácido acrílico; (met)acrilonitrilo; ésteres de ácido acrílico y metacrílico de alcoholes que contienen de 1 a 8 átomos de carbono, tales como acrilato de etilo, acrilato de metilo, acrilato de n- e isopropilo, acrilato de n-butilo, acrilato de 2-etilhexilo, metacrilato de 2-etilhexilo, acrilato de iso-octilo, metacrilato de metilo, metacrilato de etilo, metacrilato de butilo y metacrilato de iso-octilo; diésteres de ácido fumárico, ácido itacónico o ácido maleico que tienen de 4 a 8 átomos de carbono en el componente de alcohol; amida del ácido (met)acrílico; ésteres de vinilo de ácidos alcanos monocarboxílicos que tienen de 2 a 5 átomos de carbono, tales como acetato de vinilo y propionato de vinilo; e hidroxialquil ésteres de ácido acrílico o ácido metacrílico que tienen de 2 a 4 átomos de carbono en el grupo hidroxialquilo, tales como 2-hidroxietil-, 2-hidroxipropil-, 4-hidroxibutil-acrilato y metacrilato y trimetilol propano-mono- o pentaeritritomono-acrilato o metacrilato. Las mezclas de los monómeros ejemplificados anteriormente pueden usarse también para la preparación de los poliacrilatos con funcionalidad hidroxil.

Las mezclas de los compuestos de polihidroxi descritas previamente pueden usarse como una porción del componente b).

En los aglutinantes usados de acuerdo con la invención, los componentes a) y b) se usan en cantidades suficientes para proporcionar una proporción de equivalentes de grupos isocianato a grupos reactivos con isocianato de 0,8:1 a 20:1, preferentemente de 0,8:1 a 2:1, más preferentemente de 0,8:1 a 1,5:1, aún más preferentemente de 0,8:1 a 1,2:1 y lo más preferentemente de aproximadamente 1:1. El compuesto de polihidroxi opcional está presente en el componente b) en una cantidad tal que hasta 20 grupos hidroxilo están presentes para cada grupo amino secundario a partir de los compuestos correspondientes a la Fórmula (I), preferentemente la proporción de equivalente de grupos hidroxilo a grupos amino secundario es 10:1 a 1:10.

Los ejemplos de resinas reactivas con isocianato disponibles en el mercado son:

Desmophen NH 1220, de Bayer (Alemania), Aglutinante de poliurea basado en poli aspártico  
Desmophen NH 1420, de Bayer (Alemania), Aglutinante de poliurea basado en poli aspártico  
Desmophen NH 1520, de Bayer (Alemania), Aglutinante de poliurea basado en poli aspártico

*Otros constituyentes de las composiciones de imprimación y revestimiento superior*

Cada una de la composición de imprimación y las composiciones de revestimiento superior puede comprender adicionalmente otros constituyentes de pintura como resultará evidente para el experto en la materia. Los ejemplos de tales constituyentes de pintura son disolventes, pigmentos, cargas, aditivos (por ejemplo, agentes de espesamiento, agentes humectantes, agentes de suspensión, agentes anti-combado, agentes anti-sedimentación, estabilizadores, agentes de coalescencia y agentes tixotrópicos).

Las composiciones comprenden típicamente un disolvente o disolventes. Los ejemplos de disolventes son alcoholes tales como agua, metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanol, isobutanol y alcohol bencílico; mezclas de alcohol/agua tales como mezclas de etanol/agua; hidrocarburos alifáticos, cicloalifáticos y aromáticos tales como trementina artificial, ciclohexano, tolueno, xileno y disolvente de nafta; acetonas tales como metil etil cetona, acetona, metil isobutil cetona, metil isoamil cetona, alcohol de diacetona y ciclohexanona; alcoholes de éter tales como 1-metoxi-2-propanol, 2-butoxietanol y butil diglicol; ésteres tales como acetato de metoxipropilo, acetato de n-butilo y acetato de 2-etoxietilo; y mezclas de los mismos.

Los ejemplos típicos de disolventes útiles para la composición de imprimación epoxi son alcoholes tales como agua, metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanol, isobutanol y alcohol bencílico; mezclas de alcohol/agua tales como mezclas de etanol/agua; hidrocarburos alifáticos, cicloalifáticos y aromáticos tales como trementina artificial, ciclohexano, tolueno, xileno y disolvente de nafta; acetonas tales como metil etil cetona, acetona, metil isobutil cetona, metil isoamil cetona, alcohol de diacetona y ciclohexanona; alcoholes de éter tales como 1-metoxi-2-propanol, 2-butoxietanol y butil diglicol; ésteres tales como acetato de metoxipropilo, acetato de n-butilo y acetato de 2-etoxietilo; y mezclas de los mismos.

Los ejemplos típicos de disolventes útiles para la composición de revestimiento superior son hidrocarburos alifáticos,

cicloalifáticos y aromáticos tales como trementina artificial, ciclohexano, tolueno, xileno y disolvente de nafta; acetonas tales como metil etil cetona, acetona, metil isobutil cetona, metil isoamil cetona, alcohol de diacetona y ciclohexanona; ésteres tales como acetato de metoxipropilo, acetato de n-butilo y acetato de 2-etoxietilo; y mezclas de los mismos.

5 *Preparación de las composiciones de imprimación y revestimiento superior*

La composición de imprimación y la composición de revestimiento superior pueden prepararse por cualquier técnica adecuada que se use habitualmente dentro del campo de la producción de pintura. De esta manera, los diversos constituyentes pueden mezclarse juntos usando un dispensador de alta velocidad, un molino de bolas, un molino de perlas, un molino de tres rodillos, etc. Las pinturas de acuerdo con la invención pueden filtrarse usando filtros de bolsa, filtros de patrón, filtros de malla metálica, filtros de cuña metálica, filtros de borde metálico, filtros EGLM turnoclean (de Cuno), filtros de tensión DELTA (de Cuno), y filtros de Jenag Strainer (de Jenag), o por filtración por vibración.

Las composiciones de imprimación y revestimiento superior a usar en el presente documento se preparan convenientemente mezclando dos o más componentes, por ejemplo, dos pre-mezclas. Debe entenderse que cuando se hace referencia a la composición de pintura, ésta es la composición de pintura mixta lista para aplicar.

Como un ejemplo, el componente base de la imprimación de epoxi y el componente del agente de curado para la composición de imprimación de epoxi se mezclan (por ejemplo, en una proporción de aproximadamente 3:1 en volumen) añadiendo el agente de curado a la base y se agitan bien hasta que la mezcla es homogénea. La mezcla está lista inmediatamente para su aplicación, por ejemplo, por aplicación por pulverización.

Como un ejemplo, el componente base del revestimiento superior de poliurea y el agente de curado para la composición de revestimiento superior de poliurea se mezclan (por ejemplo, en una proporción de aproximadamente 3:1 en volumen) añadiendo el agente de curado a la base y se agita bien hasta que la mezcla es homogénea. La mezcla está lista entonces inmediatamente para su aplicación, por ejemplo, por aplicación por pulverización.

*Aplicación de las composiciones de imprimación y revestimiento superior*

La composición de imprimación y la composición de revestimiento superior pueden aplicarse a un sustrato (en particular una estructura de acero) por procedimientos de aplicación convencionales bien conocidos como pulverización al aire convencional o en un equipo de pulverización sin aire o con mezcla de aire (o, como alternativa, mediante un cepillo o un rodillo, en particular cuando se usa como un revestimiento a tiras). Debido a la vida útil relativamente corta de los sistemas de revestimiento de la presente invención, se prefieren los sistemas de pulverización de dos componentes con medición automática de la proporción de mezcla.

*Espesor de película*

El sistema de revestimiento típicamente se aplica con un espesor de película seca total de 120-400  $\mu\text{m}$ , tal como 150-350  $\mu\text{m}$ .

En contraste con muchos de los sistemas de revestimiento disponibles, típicamente se prefiere que el espesor de película seca de la primera capa (la capa de imprimación) sea mayor que el espesor de película seca de la segunda capa (el revestimiento superior).

Dicho esto, se prefiere que el espesor de la película seca de la primera capa sea al menos 100  $\mu\text{m}$ .

En una realización que es particularmente aplicable, por ejemplo, para estructuras internas, el sistema de revestimiento se selecciona de manera que:

- 40 (i) el espesor de película seca de la primera capa es 80-160  $\mu\text{m}$ , tal como 100-140  $\mu\text{m}$ ; y  
(ii) el espesor de película seca de la segunda capa es 40-120  $\mu\text{m}$ , tal como 60-100  $\mu\text{m}$ .

En otra realización que es particularmente aplicable, por ejemplo, para torres eólicas, el sistema de revestimiento se selecciona de manera que:

- 45 (i) el espesor de película seca de la primera capa es 100-180  $\mu\text{m}$ , tal como 120-160  $\mu\text{m}$ ; y  
(ii) el espesor de película seca de la segunda capa es 60-140  $\mu\text{m}$ , tal como 80-120  $\mu\text{m}$ .

En otra realización más que es particularmente aplicable, por ejemplo, para fines mar adentro, el sistema de revestimiento se selecciona de manera que:

- (i) el espesor de película seca de la primera capa es 160-240  $\mu\text{m}$ , tal como 180-220  $\mu\text{m}$ ; y  
(ii) el espesor de película seca de la segunda capa es 80-160  $\mu\text{m}$ , tal como 100-140  $\mu\text{m}$ .

*Sistema de revestimiento alternativo*

Una alternativa al sistema de revestimiento descrito anteriormente es uno que consiste en:

- (i) una primera capa de una composición de imprimación que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 86%; y
- 5 (ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 78%;

en el que el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimientos es de al menos el 82%, tal como al menos el 83% o al menos el 84%.

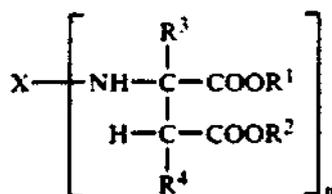
- 10 Excepto por el % en volumen de sólidos de la composición de imprimación y el % en volumen de sólidos de la composición de revestimiento superior, el sistema de revestimiento sigue las direcciones, realizaciones y variantes descritas para el sistema de revestimiento descrito adicionalmente anteriormente (*mutatis mutandis*), incluyendo los detalles en las secciones "El Sistema de Revestimiento", "Alto Porcentaje en Volumen de Sólidos", "Primera Capa - Composición de la Capa de Imprimación", "Segunda Capa - Sistema de Aglutinante Basado en Poliurea", "Otros Constituyentes de las Composiciones de Imprimación y Revestimiento Superior", "Preparación de las Composiciones de Imprimación y Revestimiento Superior", "Aplicación de las Composiciones de Imprimación y Revestimiento Superior" y "Espesor de la Película".

20 De hecho, la composición de imprimación tienen un % en volumen de sólidos de al menos el 86%, tal como al menos el 87%, por ejemplo, al menos el 88%. Análogamente, la composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 78%, tal como al menos el 79%, por ejemplo, al menos el 80%. Dicho esto, y aún más importante, el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es al menos del 82%, tal como al menos el 83%, por ejemplo, al menos el 84%.

*Realización preferida*

25 En vistas de los resultados preliminares, la invención proporciona en particular un sistema de revestimiento adecuado para entornos corrosivos agresivos, que consiste en:

- (i) una primera capa de una composición de imprimación de cinc que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi y del 25-30% en sólidos en volumen de la composición de imprimación de cinc, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y
- 30 (ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 82% y comprendiendo dicho sistema de aglutinante un componente reactivo con isocianato de fórmula (I):



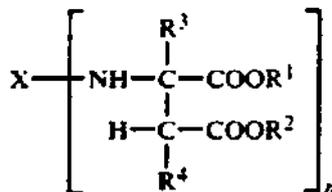
35 en la que X representa un grupo orgánico que tiene una valencia de n y que es inerte hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;  
 cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;  
 cada uno de R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> se selecciona independientemente entre hidrógeno y grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C; y  
 40 n es un número entero de al menos 2.

en el que el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es al menos un 84%; y en el que el espesor de película seca de la primera capa es mayor que el espesor de película seca de la segunda capa, teniendo dicha primera capa un espesor de película seca de al menos 100 μm.

45 De acuerdo con el sistema de revestimiento alternativo descrito anteriormente, la invención proporciona adicionalmente un sistema de revestimiento adecuado para entornos corrosivos agresivos que consiste en:

- (i) una primera capa de una composición de imprimación de cinc que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi y un 25-30% en volumen de sólidos de la composición de imprimación de cinc, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 86%; y

(ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 78% y comprendiendo dicho sistema de aglutinante un componente reactivo con isocianato de fórmula (I):



5 en la que X representa un grupo orgánico que tiene una valencia de n y que es inerte hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;  
 cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;  
 10 cada uno de R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> se selecciona independientemente entre hidrógeno y grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C; y  
 n es un número entero de al menos 2;  
 en el que el % en volumen de sólidos promedio en peso del sistema de revestimiento es de al menos el 82%, tal como al menos el 83% o al menos el 84%; y  
 15 en el que el espesor de película seca de la primera capa es mayor que el espesor de película seca de la segunda capa, teniendo dicha primera capa un espesor de película seca de al menos 100 μm.

En realizaciones particularmente interesantes de los sistemas de revestimiento anteriores el "tiempo hasta manipulación" de todo el sistema de revestimiento es menor de 11 horas, tal como menor de 9 horas, en particular menor de 7 horas a 20 °C.

20 En realizaciones interesantes adicionales de la misma, la deformación por oxidación del sistema de revestimiento seco, según se determina de acuerdo con ISO 12944-6, es como máximo 1 mm.

#### *Estructura revestida*

La presente invención se refiere adicionalmente a una estructura revestida que lleva en al menos una parte de la superficie de la misma un sistema de revestimiento como se ha descrito anteriormente en forma seca.

25 Tal estructura típicamente es una estructura de acero o hierro, en particular acero. Los ejemplos interesantes de la misma son estructuras tales como plataformas mar adentro, torres eólicas, chimeneas de acero, centrales eléctricas, puentes de acero, grúas, ferrocarriles, recipientes, turbinas eólicas, etc. en entornos costeros, mar adentro o industriales, pero también en áreas de zona de influencia de mareas donde se requiere una rápida resistencia a la humedad salada. Son de particular interés las torres eólicas.

#### *Un procedimiento para el establecimiento de una estructura revestida*

La presente invención se refiere también a un procedimiento para el establecimiento de una estructura revestida que usa un sistema de revestimiento que consiste en una composición de imprimación y una composición de revestimiento superior, comprendiendo dicha composición de imprimación un sistema de aglutinante basado en epoxi y comprendiendo dicha composición de revestimiento superior un sistema de aglutinante basado en poliurea, comprendiendo dicho procedimiento:

(i) aplicar la composición de imprimación sobre una parte predeterminada a la superficie de la estructura formando de esta manera una película de imprimación curable sobre dicha superficie,

(ii) permitir que dicha película de imprimación curable se cure al menos parcialmente formando de esta manera un revestimiento de imprimación de epoxi,

40 (iii) aplicar la composición de revestimiento superior sobre el revestimiento de imprimación de epoxi formando de esta manera una película de revestimiento superior curable sobre dicho revestimiento de imprimación de epoxi, y

(iv) permitir que dicha película de revestimiento superior curable se cure y, si fuera necesario, permitir que dicho revestimiento de imprimación de epoxi se cure totalmente, formando de esta manera un sistema de revestimiento curado que consiste en el revestimiento de imprimación de epoxi y un revestimiento superior de poliurea;

45 en el que dicha composición de imprimación tienen un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, dicha composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y el % en volumen de

sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 84% o en el que dicha composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 86%, dicha composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 78%, y el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 82%.

- 5 En una realización particularmente interesante, la composición de imprimación comprende el 20-35% en volumen de sólidos de cinc, tal como el 25-30% en volumen de sólidos de cinc.

Por otro lado, el procedimiento de la invención puede especificarse adicionalmente de acuerdo con los detalles desvelados anteriormente respecto al sistema de revestimiento; la realización preferida, la estructura revestida, etc.

3 En una realización la

10 *Composiciones de imprimación*

En una realización la composición de imprimación de epoxi de cinc comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi y un 20-40% en volumen de sólidos de la composición de imprimación de cinc; dicha composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, tal como al menos el 84% o al menos el 86%. En las realizaciones preferidas de la misma, el sistema de aglutinante basado en epoxi comprende un agente de curado seleccionado entre bases de Mannich, poliaminas alifáticas y poliaminas alifáticas modificadas. En las realizaciones especialmente preferidas de la misma, el sistema de aglutinante basado en epoxi comprende un agente de curado seleccionado entre bases de Mannich.

- 15

Preferentemente, el tiempo de "secado hasta poder manipularlo" de la composición de imprimación de epoxi de cinc es menor de 5 horas, tal como menor de 4 horas, en particular menor de 3 horas a 20 °C.

- 20 También preferentemente, el tiempo de "secado hasta poder caminar sobre ello" de la composición de imprimación de epoxi de cinc es menor de 5 horas, tal como menor de 4 horas, en particular menor de 3 horas a 20 °C.

En una realización preferida adicional, dicho agente de curado se hace reaccionar adicionalmente al menos parcialmente con un diluyente reactivo con funcionalidad glicidil éter.

- 25 La composición de imprimación de epoxi comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi; dicha composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, tal como al menos el 84%, o al menos el 86%; y un tiempo de "secado hasta poder manipularlo" menor de 5 horas, tal como menor de 4 horas, en particular menor de 3 horas a 20 °C.

- 30 La composición de imprimación de epoxi comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi; dicha composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, tal como al menos el 84%, o al menos el 86%; y un tiempo de "secado hasta poder caminar sobre ello" que es menor de 5 horas, tal como menor de 4 horas, en particular menor de 3 horas a 20 °C.

Para una memoria descriptiva adicional de la composición de imprimación de epoxi de cinc y la composición de imprimación de epoxi véase adicionalmente lo anterior.

**Ejemplos**

35 *Materiales*

Sistemas de pintura comerciales usados en los ejemplos

HEMPADUR ZINC 17320 (de Hempel A/S) es una pintura epoxi rica en cinc bicomponente. Se cura dando un revestimiento fuerte y resistente a la corrosión. Uso recomendado: Como una imprimación sobre acero en un entorno de corrosividad media a severa o para aplicación en línea sobre recipientes. % en volumen de sólidos: 61.

- 40 HEMPADUR 47140 (de Hempel A/S) es un aducto de poliamida bicomponente curado, pintura de epoxi de alta acumulación, que combina un contenido en volumen de sólidos relativamente alto con un tiempo de secado corto. Uso recomendado: Como una imprimación en entornos atmosféricos de moderado a medio o como un revestimiento intermedio o de acabado en sistemas epoxi en un entorno atmosférico de corrosividad media a severa o como un revestimiento de acabado donde el aspecto cosmético en exterior normal de las pinturas epoxi es aceptable. % en volumen de sólidos: 70.

- 45 HEMPATANE TOPCOAT 55210 (de Hempel A/S) es un revestimiento de poliuretano acrílico de semibrillo, bicomponente, curado con isocianato alifático, con buena retención de brillo y color. Uso recomendado: Como un revestimiento de acabado para protección de acero estructural en un entorno atmosférico severamente corrosivo, donde se requiere solidez a la luz y retención de brillo. % en volumen de sólidos: 51.

- 50 PERMATEX NCG BASE COAT (de Sika GmbH) es una imprimación de epoxi de bajo contenido en disolventes, de secado rápido, bicomponente. Uso recomendado: Como un protector frente a corrosión de larga duración para turbinas eólicas; % en volumen de sólidos: 81.

## ES 2 394 149 T3

PERMACOR 2230 VHS (de Sika GmbH) es un revestimiento superior de acrilpoliuretano de secado rápido, de bajo contenido en disolvente, bicomponente. Uso recomendado: Como un revestimiento resistente al desgaste de larga duración para un entorno corrosivo. % en volumen de sólidos: 70.

- 5 INTERZINC 52 (de International) es una imprimación de epoxi rica en cinc metálico, bicomponente. Uso recomendado: Como una imprimación de alto rendimiento para entornos agresivos. % en volumen de sólidos: 59.

INTERCURE 99 (de International) es un revestimiento de poliuretano de acabado de imprimación DTM bicomponente. Uso recomendado: Como un revestimiento de acabado Directo a Metal (DTM) para entornos de corrosividad moderada a media o como un revestimiento superior en una imprimación de epoxi de cinc para entornos de corrosividad severa. % en volumen de sólidos: 80.

- 10 Composición de las imprimaciones y los revestimientos superiores

Tabla 1: Composición de imprimación A (partes en peso)

	<b>Imprimación A</b>
<b>Componente 1: Base de imprimación de epoxi</b>	<b>214,6</b>
<b>Aglutinante</b>	<b>36,0</b>
Aglutinante de epoxi Bisfenol A-Diglicidiléter <i>Dyo 128</i> , de Dilian Qihua Chemicals China	36,0
<b>Aditivos</b>	<b>8,4</b>
Antiespumantes, agentes humectantes, aditivos reológicos, plastificantes, promotores de la adhesión, etc.	8,4
<b>Disolventes</b>	<b>10,9</b>
Xileno	6,3
Alcohol butílico	2,7
Alcohol bencílico	1,9
<b>Pigmentos</b>	<b>159,3</b>
Polvo de cinc, <i>pigmento Metálico de Cinc 4P32</i> , de Umicore Bélgica	153,0
Pigmento de aluminio <i>CB 105 en WS/HA</i> , de Carlfors Bruk Suecia	6,3
<b>Componente 2: Agente de curado para base de imprimación de epoxi</b>	<b>33,3</b>
<b>Intermedio de aducto epoxi</b>	<b>14,7</b>
Agente de curado de base de Mannich y poliamina alifática modificada <i>Ancamine 2609</i> , de Air Products RU	12,9
Aglutinante de hexanodiol diglicidiléter <i>Epilox P 13-20</i> , de Leuna Alemania	1,3
Acelerador epoxi de tris-(dimetilaminometil) fenol <i>Hiescat HI-54K</i> , de Keum Jung Corea	0,5

ES 2 394 149 T3

(continuación)

	<b>Imprimación A</b>
<b>Aditivos</b>	<b>2,1</b>
Antiespumantes, aditivos reológicos, promotores de la adhesión, etc.	2,1
<b>Disolventes</b>	<b>3,3</b>
Xileno	3,3
<b>Cargas y pigmentos</b>	<b>13,2</b>
Óxido de hierro rojo <i>Bayferrox Red 4130</i> , de Ixness Shanghai Pigments China	3,2
Diluyente de carbonato de calcio <i>Zetafil CST 2</i> , ex Mikrofill k Zafranás Grecia	10,0
<b>% en volumen de sólidos (determinado como se ha descrito en el presente documento)</b>	<b>87%</b>

Tabla 2: Composición de los revestimientos superiores 1-3 (partes en peso)

	<b>Revestimiento superior 1</b>	<b>Revestimiento superior 2</b>	<b>Revestimiento superior 3<sup>#</sup></b>
<b>Componente 1: Base de revestimiento superior de poliurea</b>	<b>131,5</b>	<b>129,4</b>	<b>129,3</b>
<b>Aglutinante</b>	<b>40,0</b>	<b>39,0</b>	<b>33,3</b>
Éster de ácido poliaspártico <i>Desmophen NH 1420</i> , de Bayer AG EEUU	40,0	39,0	33,3
<b>Aditivos</b>	<b>7,5</b>	<b>7,9</b>	<b>9,7</b>
Aceptores de agua, aditivos reológicos, agentes humectantes, agentes de deslustrado, estabilizadores de luz, promotores de adhesión, agentes espesantes, antiespumantes, agentes humectantes, promotores de la adhesión, plastificantes, anticombado, agentes antisedimentos, etc.	7,5	7,9	9,7
<b>Disolventes</b>	<b>14,0</b>	<b>16,1</b>	<b>25,9</b>
Acetato de butilo	7,0	3,6	6,7
Acetato de metoxi propilo		4,6	8,0
Xileno	7,0	4,2	5,7
Hidrocarburo aromático, punto de ebullición medio		3,7	5,5

(continuación)

	Revestimiento superior 1	Revestimiento superior 2	Revestimiento superior 3 <sup>#</sup>
<b>Cargas y pigmentos</b>	<b>70,0</b>	<b>66,4</b>	<b>60,4</b>
Dióxido de titanio <i>Tioxide TR81</i> , de Huntsmann RU	50,0	11,0	10,0
Negro de humo <i>Special Black 100</i> , de. Evonik Degussa, Alemania		0,1	0,1
Óxido de hierro amarillo <i>Bayferrox 920</i> , de. Lanxess, Alemania		0,3	0,3
Diluyente de sulfato de bario <i>Microbarite EB</i> , de Carban Portugal	20,0	55,0	50,0
<b>Componente 2: Agente de curado para la base del revestimiento superior de poliurea</b>	<b>28,3</b>	<b>28,3</b>	<b>22,6</b>
Poliisocianato alifático <i>Tolonate HDT-LV2</i> , de Rhodia Francia	28,3	28,3	22,6
<b>Volumen de sólidos (determinado como se ha definido en el presente documento)</b>	<b>88%</b>	<b>85%</b>	<b>79%</b>
<sup>#</sup> El revestimiento superior 3 es un revestimiento superior que pertenece al "Sistema de Revestimiento Alternativo" descrito en el presente documento.			

*Preparación de las composiciones de pintura*

Fabricación de la base de imprimación de epoxi

- 5 Añadir aglutinante, antiespumante, agente humectante y aditivo reológico con agitación. Moler durante 10 min. Añadir xileno, polvo de cinc y pigmento de aluminio mientras se agita. Moler como máximo a 50 µm. Enfriar la base de molienda con butanol, plastificante y alcohol bencílico. Añadir promotor de la adhesión cuando la temperatura esté por debajo de 50 °C. Ajustar la viscosidad con xileno.

Fabricación del agente de curado de imprimación de epoxi

- 10 Cargar el agente de curado: base de Mannich, poliamina alifática modificada. Mezclar y añadir con agitación el aglutinante de epoxi y dejarlo durante 24 horas. Añadir el acelerador de epoxi. Mezclar aproximadamente un 50% del aducto con antiespumante, aditivo reológico, pigmento y diluyente. Moler a 50 µm, temperatura mínima 50 °C. Añadir el resto del aducto. Añadir xileno y agitar bien. Añadir promotor de la adhesión y mezclar.

Preparación de la composición de imprimación

- 15 El componente base de la imprimación de epoxi y el componente de agente de curado para la imprimación de epoxi se mezclan en una proporción 3:1 en volumen añadiendo el agente de curado a la base y agitando bien hasta que la mezcla es homogénea. La mezcla está lista inmediatamente para su aplicación.

Fabricación de la base de revestimiento superior de poliurea

- 20 Cargar la mezcla de aglutinante y añadir con agitación un aceptor de agua, aditivo reológico I, agente humectante, pigmento, prolongador y agente de deslustrado. Moler a 40 µm, añadir estabilizador de luz, aditivo reológico II a alta velocidad. Añadir acetato de butilo y promotor de la adhesión. Ajustar la viscosidad con xileno.

Fabricación del agente de curado de revestimiento superior de poliurea

El agente de curado consiste únicamente en el componente aglutinante.

Preparación de la composición de revestimiento superior de poliurea

5 El componente de la base de revestimiento superior de poliurea y el agente de curado para el revestimiento superior de poliurea se mezclan en una proporción 3:1 en volumen añadiendo el agente de curado a la base agitando bien hasta que la mezcla es homogénea. La mezcla está lista inmediatamente para su aplicación.

Procedimiento de aplicación

10 Los revestimientos de la presente invención pueden aplicarse por procedimientos de aplicación convencionales bien conocidos como pulverización con aire convencional o mediante un equipo de pulverización sin aire o con mezcla de aire. Debido a la vida útil relativamente corta de los sistemas de revestimiento de la presente invención, se prefieren los sistemas de pulverización bicomponente con medición automática de la proporción de mezcla.

*Procedimientos de ensayo*

Determinación del % en volumen de sólidos

15 El % en volumen de sólidos (%VS) se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23 °C y una humedad relativa del 50% durante 7 días.

Se preparan diez elementos de ensayo (es decir, una repetición de diez veces).

La cifra de volumen de sólidos (VS) expresa en porcentaje la proporción:

(Espesor de película seca medido después de 7 días) / (Espesor de película húmeda medido inmediatamente después de la aplicación) x 100%.

20 Los sólidos en volumen normalmente son ligeramente mayores que el valor teórico (denominado "volumen de sólidos"), que se encuentra mediante un cálculo basado en la composición de pintura que tiene en cuenta una densidad relativa y contenido de sólidos de cada materia prima individual. El volumen de sólidos tiene en cuenta que pequeñas cantidades de disolvente nuevamente quedan retenidas y que el aire puede estar atrapado en la película de pintura seca en forma de vacuolas o como intersticios. El volumen de sólidos, en general, está en mejor acuerdo con las mediciones prácticas del espesor de película seca que el valor teórico.

Determinación del tiempo de "secado hasta poder manipularlo"

30 El procedimiento de ensayo se usa para determinar el tiempo de "secado hasta poder manipularlo". Los paneles recién pintados (DFT típicamente 120-400 µm) se aplican a una presión de 100 kg/cm<sup>2</sup> durante 3 minutos después de la aplicación del revestimiento de pintura más externo. Esta presión se aplica para simular la presión aplicada mediante herramientas y un equipo usado para manipular y transportar el objeto revestido. Un bloque de acero revestido de teflón (área base 3,14 cm<sup>2</sup>) se presiona hacia la superficie pintada mediante una máquina de compresión neumática con un brazo móvil. Si la pintura no se ha "secado para poder manipularla" la pintura goteará por debajo del bloque de presión, dando como resultado una marca de indentación visible.

35 El aspecto de la superficie pintada, resultante de la presión aplicada se puntúa en una escala de 1 a 5, donde 1 es insatisfactorio y 5 es perfecto, sin marcas visibles después del ensayo. Cualquier puntuación de 3 o superior se denomina "aceptable". La presión se aplica a intervalos de 1 hora después de la aplicación del revestimiento de pintura más externo (partiendo de un número total de horas después de la aplicación cuando el panel se consideró listo para su ensayo) (un nuevo panel para cada ensayo) y hasta que se obtiene una puntuación de 5, o hasta que no hay más paneles disponibles.

40 La definición de "secado hasta poder manipularlo" de acuerdo con este ensayo es el tiempo después de la aplicación del revestimiento más externo requerido para obtener una puntuación de 5. Después de este periodo de tiempo, la superficie de la pintura se endurece suficientemente para manipularla con cuidado sin desprendimientos o que se dañe.

Determinación del tiempo de "secado hasta poder caminar sobre ello"

45 El tiempo de "secado hasta poder caminar sobre ello" se determina esencialmente como el tiempo de secado hasta poder manipularlo, sin embargo usando una presión de 5 kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión se aplica para simular la presión aplicada por los zapatos o botas de una persona caminando sobre la superficie revestida con la composición de imprimación.

50 Por tanto, a los paneles recién pintados (DFT típicamente 50-150 µm) se les aplica una presión de 5 kg/cm<sup>2</sup> durante 3 minutos después de la aplicación de la capa de imprimación. Un bloque de acero revestido de teflón (área base 25

cm<sup>2</sup>) se presionó hacia la superficie pintada mediante una máquina de compresión neumática con un brazo móvil. Si la pintura no está "seca para caminar sobre ella" la pintura goteará desde debajo del bloque de presión, dando como resultado marcas de indentación visibles.

5 El aspecto de la superficie pintada, resultante de la presión aplicada, se puntúa en una escala de 0 a 5, donde 1 es insatisfactorio y 5 es perfecto, sin marcas visibles después del ensayo. La presión se aplica a intervalos de 1 hora después de la aplicación de la imprimación (partiendo de un número completo de horas después de la aplicación cuando el panel se consideró listo para su ensayo) (un nuevo panel para cada ensayo) y hasta que se obtiene una puntuación de 5, o hasta que no hay más paneles disponibles.

10 La definición de "seco para caminar sobre ello" de acuerdo con este ensayo es el tiempo después de la aplicación del revestimiento más externa requerido para obtener una puntuación de 5. Después de este periodo de tiempo, la superficie de la pintura está suficientemente endurecida para caminar sobre ella sin que se desprenda o se dañe.

#### Ensayo de corrosión - procedimiento I

##### a) Ensayo de pulverización de sal (SST) - procedimiento I

15 Ensayo de pulverización de sal de acuerdo con ASTM B 117 (ISO 9227 (anteriormente ISO 7253)). Ensayo para evaluar la resistencia a corrosión en pulverización de sal o reproducción de la corrosión que ocurre en una atmósfera que contiene una sal pulverizada o salpicada. Pulverización constante con una solución de NaCl al 5% a 35 °C. Cuando el ensayo se detiene, las ampollas y la oxidación se evaluaron de acuerdo con ASTM D 714 (ISO 4628-2) y ASTM D 610 (ISO 4628-3), respectivamente. La adhesión se evalúa de acuerdo con el procedimiento de corte en X de acuerdo con ASTM D 3359, procedimiento A (véase a continuación).

##### b) Ensayo de adhesión (ADH) - procedimiento I

20 El ensayo de adhesión se usa para evaluar la adhesión de un sistema de pintura al sustrato y entre revestimientos (capas).

25 Corte en X de acuerdo con ASTM D 3359, procedimiento A. Se corta una "X" en la película del sustrato, se aplica una cinta de presión (TESAPACK 4287) sobre la "X" y después se retira, y la adhesión se evalúa por comparación con las descripciones y dibujos. El procedimiento se usa para establecer si la adhesión del revestimiento al sustrato puede ocurrir entre los revestimientos (rotura adhesiva) o en el revestimiento (rotura cohesiva). El tipo de ruptura se informa y la gravedad se juzga en una escala de 5 (perfecto) a 0 (malo).

#### Ensayo de corrosión - procedimiento II

30 Los sistemas de revestimiento se evaluaron de acuerdo con la categoría de corrosión C5-M, alto, cf. ISO 2944-6. La evaluación global se clasificó como "Pasa" o "Falla" de acuerdo con la norma ISO 12944.

La dimensión del panel es 70x150x5 mm, con una rugosidad superficial (perfil) similar a ISO 8503-1 medio (G).

La evaluación consistía en los siguientes ensayos a)-c):

##### a) ADH - paneles de referencia

35 Se preparó un conjunto de tres paneles de referencia para cada sistema para evaluar la adhesión sobre paneles no expuestos de acuerdo con ISO 4624, ensayo de desprendimiento.

##### b) BBT - ensayo de caja de ampollas

El ensayo de caja de ampollas se realizó de acuerdo con ISO 6270-1. Este procedimiento se realizó para evaluar la resistencia a la humedad de un sistema de revestimiento usando condensación controlada. Se usaron tres paneles para cada ensayo.

40 La superficie del panel con el sistema de revestimiento se expuso a 40 °C, vapor de agua saturado, a un ángulo de 15° respecto a la horizontal. El lado inverso del panel se expuso a temperatura ambiente. Después del final de la exposición (720 horas), las ampollas y la oxidación se evaluaron de acuerdo con ISO 4628-2 e ISO 4628-3 respectivamente. El agrietamiento se evaluó de acuerdo con ISO 4628-4. La adhesión se evaluó de acuerdo con ISO 4624 (ensayos de desprendimiento). El ensayo de adhesión real se realizó 48 horas después del final de la exposición.

45

##### c) SST - ensayo de pulverización de sal - procedimiento II

El ensayo de pulverización de sal se realizó de acuerdo con ISO 9227. Este procedimiento se realizó para evaluar la resistencia a la corrosión de un sistema de revestimiento reproduciendo la corrosión que ocurre en una atmósfera que contiene sal pulverizada o salpicada. Se usaron seis paneles para cada ensayo.

50 Las condiciones de operación del ensayo de pulverización de sal era una pulverización constante con una solución

- 5 de NaCl al 5% a 35 °C. Después del final de la exposición (1440 h), se evaluó la formación de ampollas y la oxidación tanto en el panel como alrededor de la muesca (en mm desde el centro), de acuerdo con ISO 4628-2 e ISO 4628-3, respectivamente. El agrietamiento se evaluó de acuerdo con ISO 4628-4. La adhesión se evaluó de acuerdo con ISO 4624 (ensayos de desprendimiento). En la muesca la película de pintura se retiró y la anchura de la oxidación se midió en nueve puntos, donde se calcularon los valores M-máx y M-prom. El ensayo de adhesión actual se realizó a 48 horas después del final de la exposición.

*Resultados*

Ensayo de corrosión - Procedimiento I

- 10 Un panel revestido se expuso al ensayo de pulverización de sal y se expuso durante 2171 horas. Posteriormente, el panel se evaluó de acuerdo con los detalles del ensayo.

<b>Tabla 3: Ensayo de corrosión - procedimiento I (exposición 2171 horas)</b>					
Sistema 1. revestimiento/2. Revestimiento	Intervalo de re-revestimiento (días)	DFT (µm)	Ampollas	Deformación por oxidación (mm)	Adhesión
Revestimiento Base Permatex NCG / Permacor 2230 VHS	1	403	Ninguno	No evaluado	5
Pintura de modelo: Imprimación A/ Revestimiento superior 1	1	317	Ninguno	<1	5

Ambos sistemas ensayados mostraron un excelente rendimiento de formación de ampollas y una perfecta adhesión después de un ensayo anticorrosivo muy agresivo. El sistema de revestimiento de acuerdo con la invención mostró adicionalmente solamente una deformación por oxidación mínima (<1 mm).

Tiempo de secado hasta poder manipularlo

<b>Tabla 4: Tiempo de secado hasta poder manipularlo</b>					
Sistema 1. revestimiento/2. revestimiento	DFT (µm)	Horas después de la última aplicación	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo de presión	Evaluación
Imprimación A/Revestimiento superior 1	277	3	100	3 minutes	5

- 15 Los resultados del ensayo de tiempo de "secado hasta poder manipularlo" muestran que el sistema de revestimiento de la capa de Imprimación y Revestimiento superior 1 tiene un tiempo de secado hasta poder manipularlo superior, puesto que una presión de 100 kg/cm<sup>2</sup> no deja marcas visibles después de la indentación (puntuación 5).

Tiempo de procedimiento/VOC

<b>Tabla 5: tiempo de procedimiento y valores VOC (sistemas de 240 µm)</b>					
Sistema 1. Revestimiento/2. revestimiento/3. revestimiento (si lo hubiera)	DFT (µm)	*Tiempo de procedimiento en el taller de pintura (horas)	% en volumen de sólidos	VOC para el revestimiento (g/l)	#VOC total para todo el sistema (g/m <sup>2</sup> )
cinc Hempadur 17320	50		61	364	
Hempadur 47140	140		70	291	
Revestimiento superior Hempthane 55210	50		51	439	
<b>Total para el sistema</b>	<b>240</b>	<b>14</b>	<b>64@</b>		<b>132</b>

ES 2 394 149 T3

(continuación)

Sistema 1. Revestimiento/2. revestimiento/3. revestimiento (si lo hubiera)	DFT (μm)	xTiempo de procedimiento en el taller de pintura (horas)	% en volumen de sólidos	VOC para el revestimiento (g/l)	#VOC total para todo el sistema (g/m <sup>2</sup> )
Revestimiento base Permatex NCG	160		81 <sup>st</sup>	170	
Permacor 2230/VHS	80		70 <sup>st</sup>	248	
<b>Total para el sistema</b>	<b>240</b>	<b>13,5</b>	<b>77@</b>		<b>62</b>
Interzinc 52	60		59 <sup>st</sup>	340	
Intercure 99	180		80 <sup>st</sup>	205	
<b>Total para el sistema</b>	<b>240</b>	<b>6</b>	<b>75@</b>		<b>80</b>
Imprimación A	140		87	80	
Revestimiento superior 1	100		88	75	
<b>Total para el sistema</b>	<b>240</b>	<b>6*</b>	<b>87@</b>		<b>22</b>
x Basado en los datos suministrados a partir de las hojas de dato de producto @ % en volumen de sólidos promedio ponderado * Basado en los resultados de tiempo de secado hasta manipulación anteriores # VOC total para todo el sistema (g/m <sup>2</sup> ) (valor calculado)					

Para cada revestimiento:

$$(\text{VOC (g/l)}) / (\text{cobertura teórica (m}^2\text{/l) al DFT mencionado}) = (\text{VOC para el revestimiento (g/m}^2\text{)})$$

Los VOC total para todo el sistema son igual a la cantidad total de la contribución para cada revestimiento:

5  $(\text{VOC total para el sistema}) = (\text{VOC para 1. revestimiento}) + (\text{VOC para 2. revestimiento}) + (\text{VOC para 3. revestimiento (si lo hubiera)})$

Sistema 1. revestimiento/2. revestimiento/3. (si lo hubiera)	DFT (μm)	Tiempo de procedimiento en el taller de pintura (horas)	% en volumen de sólidos	VOC para el revestimiento (g/l)	#VOC total para todo el sistema (g/m <sup>2</sup> )
Hempadur zinc 17320	60		61	364	
Hempadur 47140	200		70	291	
Revestimiento superior Hempathane 55210	60		51	459	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>&gt;22</b>	<b>65@</b>		<b>172</b>
Revestimiento base Permatex NCG	240		81 <sup>st</sup>	170	
Permacor 2230/VHS	80		70 <sup>st</sup>	248	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>17</b>	<b>78@</b>		<b>79</b>

(continuación)

Sistema 1. revestimiento/2. revestimiento/3. (si lo hubiera)	DFT (µm)	*Tiempo de procedimiento en el taller de pintura (horas)	% en volumen de sólidos	VOC para el revestimiento (g/l)	#VOC total para todo el sistema (g/m <sup>2</sup> )
Interzinc 52	60		59 <sup>xx</sup>	340	
Intercure 99	260		80 <sup>xx</sup>	205	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>&gt;12</b>	<b>76@</b>		<b>101</b>
Imprimación A	200		87	80	
Revestimiento superior 1	120		88	75	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>7</b>	<b>87@</b>		<b>29</b>
Imprimación A	200		87	n/a	
Revestimiento superior 2	120		85	n/a	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>7</b>	<b>86@</b>		<b>n/a</b>
Imprimación A	200		87	n/a	
Revestimiento superior 3	120		79	n/a	
<b>Total para el sistema</b>	<b>320</b>	<b>8</b>	<b>84@</b>		<b>n/a</b>

@ % en volumen de sólidos promedio ponderado  
 \* Basado en los resultados de tiempo de secado hasta manipulación a continuación. El "tiempo de procedimiento en el taller de pintura" se ha calculado como el tiempo de secado hasta poder caminar sobre ello o el tiempo de sobre-revestimiento recomendado más el tiempo de secado hasta poder manipularlo. Respecto a Hempadur 47140 se ha observado un tiempo de sobre-revestimiento recomendado (aproximadamente 3 h a DFT 200 µm)

El sistema de revestimiento de la Imprimación A y el Revestimiento superior 1 suministra un mejor rendimiento con respecto tanto a los tiempos de procedimiento en el taller de pintura como de VOC.

Resultados de "secado hasta poder manipularlo" a temperatura ambiente (23 °C, humedad relativa del 50%)

<b>Tabla 7: tiempo de secado hasta poder manipularlo</b>	
Sistema de Revestimiento	"Secado hasta poder manipularlo" (h) a 320 µm
1. revestimiento/2. revestimiento	
Hempadur zinc 17320/ Hempadur 47140/ revestimiento superior Hempthane 55210	>17
Imprimación A/Revestimiento superior 1	4
Imprimación A/ Revestimiento superior 2	4
Imprimación A/ Revestimiento superior 3	5
Revestimiento Base de NCG / Permacor 2230	11
Interzinc 52/Intercure 99	>8

Los sistemas de acuerdo con la invención alcanzaron un estado de "secado hasta poder manipularlo" considerablemente más rápido que los sistemas de referencia comerciales.

Tiempo de seco para caminar sobre ello a temperatura ambiente

<b>Tabla 8: tiempo de secado para caminar sobre ello</b>		
Imprimación	DFT (µm)	Tiempo de secado para caminar sobre ello (h)
Imprimación A	100	4
Hempadur zinc 17320	60	3
Interzinc 52	60	4
Revestimiento Base NCG	120	6

5 Cuando se compara al espesor de película seca específico para uso práctico, la composición de imprimación de acuerdo con la invención y las capas de imprimación comerciales Hempadur zinc 17320 e Interzinc 52 tienen "tiempos hasta caminar sobre ello" equivalentes y los tres parecen ser más rápidos que el Revestimiento Base NCG comercial.

Ensayo de corrosión - Procedimiento II

<b>Tabla 9: ensayo de corrosión - Procedimiento II - Categoría de corrosión C5-M Alta</b>	
Sistema de revestimiento	Pasa/Falla
Hempadur zinc 17320/ Hempadur 47140/ revestimiento superior Hempthane 55210	Falla
Imprimación A/Revestimiento superior 1	Pasa
Imprimación A/Revestimiento superior 2	Pasa
Imprimación A/Revestimiento superior 3	Pasa
Revestimiento Base Permatex NCG/Permacor 2230 VHS	Falla
Interzinc 52/ Intercure 99	Pasa

10 Los sistemas Hempadur zinc 17320/Hempadur 47140/ revestimiento base Hempthane 55210 y Revestimiento Base Permatex NCG/Permacor 2230 VHS no pasaron los requisitos de C5-M Alta debido a un exceso de deformación por oxidación, valor M (>1 mm). Los tres sistemas de revestimientos de acuerdo con la invención pasaron el ensayo. Los sistemas de revestimiento presentaron excelentes propiedades con respecto a adhesión y ausencia de formación de ampollas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de revestimiento que consiste en:

- 5 (i) una primera capa de una composición de imprimación que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y  
 (ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 82%;

en el que el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 84%;

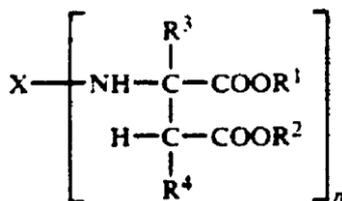
en el que el sistema de revestimiento tiene un espesor de película seca total de 120-400  $\mu\text{m}$ ,

10 y en el que el volumen de sólidos se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23  $^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del 50% durante 7 días.

2. La composición de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la composición de imprimación comprende el 20-35% en volumen de sólidos de cinc.

15 3. El sistema de revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores en el que el espesor de película seca de la primera capa es mayor que el espesor de película seca de la segunda capa.

4. La composición de revestimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de aglutinante basado en poliurea comprende un componente reactivo con isocianato de fórmula (I):



20 en la que X representa un grupo orgánico que tiene una valencia de n y que es inerte hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100  $^{\circ}\text{C}$ ;

cada uno de  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$  se selecciona independientemente entre grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100  $^{\circ}\text{C}$ ;

cada uno de  $\text{R}^3$  y  $\text{R}^4$  se selecciona independientemente entre hidrógeno y grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100  $^{\circ}\text{C}$ ; y

25 n es un número entero de al menos 2.

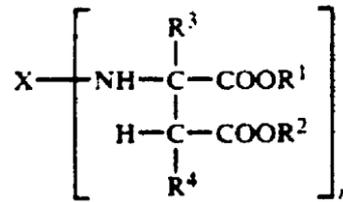
5. El sistema de revestimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tiempo de "secado hasta poder manipularlo" es menor de 11 horas a 20  $^{\circ}\text{C}$ , en el que el tiempo de "secado hasta poder manipularlo" se determina mediante paneles recién pintados (DFT típicamente 120-400  $\mu\text{m}$ ) a los que se aplica una presión de 100  $\text{kg}/\text{cm}^2$  durante 3 minutos después de la aplicación del revestimiento de pintura más externo; un bloque de acero revestido de teflón (área base 3,14  $\text{cm}^2$ ) se presiona hacia la superficie pintada mediante una máquina de compresión neumática con un brazo móvil; si la pintura no está "seca hasta poder manipularlo" la pintura goteará por debajo del bloque de presión dando una como resultado una marca de indentación visible.

30 6. El sistema de revestimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la deformación por oxidación del sistema de revestimiento seco según se determina de acuerdo con ISO 12944-6 es como máximo 1 mm.

7. Un sistema de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que es adecuado para entornos corrosivos agresivos, que consiste en:

40 (i) una primera capa de composición de imprimación de cinc que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi y el 20-40% en volumen de sólidos de la composición de imprimación de cinc, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y

(ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, y comprendiendo dicho sistema de aglutinante un componente reactivo con isocianato de fórmula (I):



en la que X representa un grupo orgánico que tiene una valencia de n y que es inerte hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;

cada uno de R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> se selecciona independientemente entre grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C;

cada uno de R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> se selecciona independientemente entre hidrógeno y grupos orgánicos que son inertes hacia los grupos isocianato a temperaturas de hasta 100 °C; y

n es un número entero de al menos 2;

en el que el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 84%; y en el que el espesor de película seca de la primera capa es mayor que el espesor de película seca de la segunda capa, teniendo dicha primera capa un espesor de película seca de al menos 100 μm,

y en el que el volumen de sólidos se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23 °C y una humedad relativa del 50% durante 7 días.

8. Un sistema de revestimiento que consiste en:

(i) una primera capa de una composición de imprimación que comprende un sistema de aglutinante basado en epoxi, teniendo dicha composición de imprimación un % en volumen de sólidos de al menos el 86%; y

(ii) una segunda capa de composición de revestimiento superior que comprende un sistema de aglutinante basado en poliurea, teniendo dicha composición de revestimiento superior un % en volumen de sólidos de al menos el 78%;

en el que el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 82%;

en el que el sistema de revestimiento tiene un espesor de película seca total de 120-400 μm;

y en el que el volumen de sólidos se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23 °C y una humedad relativa del 50% durante 7 días.

9. Una estructura revestida que lleva sobre al menos una parte de su superficie un sistema de revestimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en forma seca.

10. Un procedimiento para el establecimiento de una estructura revestida usando un sistema de revestimiento que consiste en una composición de imprimación y una composición de revestimiento superior, comprendiendo dicha composición de imprimación un sistema de aglutinante basado en epoxi y comprendiendo dicha composición de revestimiento superior un sistema de aglutinante basado en poliurea, comprendiendo dicho procedimiento:

(i) aplicar la composición de imprimación sobre una parte predeterminada de la superficie de la estructura formando de esta manera una película de imprimación curable sobre dicha superficie,

(ii) dejar que dicha película de imprimación curable se cure al menos parcialmente formando de esta manera un revestimiento de imprimación de epoxi,

(iii) aplicar la composición de revestimiento superior sobre el revestimiento de imprimación de epoxi formando de esta manera una película de revestimiento superior curable sobre dicho revestimiento de imprimación de epoxi, y

(iv) dejar que dicha película de revestimiento superior curable se cure y, si fuera necesario, permitir que dicho revestimiento de imprimación de epoxi se cure totalmente, formando de esta manera un sistema de revestimiento curado que consiste en el revestimiento de imprimación de epoxi y un revestimiento superior de poliurea;

en el que la composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%, dicha composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 82%; y el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 84% o en el que dicha composición de imprimación tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 86%, dicha composición de revestimiento superior tiene un % en volumen de sólidos de al menos el 78%; y el % en volumen de sólidos promedio ponderado del sistema de revestimiento es de al menos el 82%;

en el que el sistema de revestimiento se aplica a un espesor de película seca total de 120-400 μm,

y en el que el volumen de sólidos se determina de acuerdo con ISO 3233 con la modificación de que el secado se realiza a 23 °C y una humedad relativa del 50% durante 7 días.

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la composición de imprimación comprende el 20-35% en volumen de sólidos de cinc.