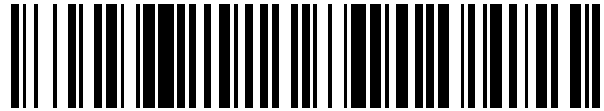


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 391**

51 Int. Cl.:

C09D 167/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2010 E 10730751 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2464700**

54 Título: **Composiciones de revestimiento en polvo de curado a baja temperatura**

30 Prioridad:

07.07.2009 EP 09164810

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

26.11.2013

73 Titular/es:

**ALLNEX BELGIUM, S.A. (100.0%)
Square Marie-Curie 11
1070 Brussels, BE**

72 Inventor/es:

MOENS, LUC

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 431 391 T3

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

DESCRIPCIÓN

Composiciones de revestimiento en polvo de curado a baja temperatura

5 Los revestimientos en polvo que son materiales sólidos a temperatura ambiente, de flujo libre, finamente divididos, y secos han ganado popularidad en los últimos años sobre los revestimientos líquidos. A pesar de sus muchas ventajas, los revestimientos en polvo termoendurecibles de hoy en día generalmente se curan a temperaturas de al menos 150 °C.

Por debajo de esta temperatura recomendada los revestimientos tienen una pobre apariencia, así como pobres propiedades físicas y químicas.

10 En consecuencia de esta restricción, generalmente no se emplean los revestimientos en polvo en revestir sustratos sensibles al calor, tales como tableros de fibra de densidad media (MDF, médium density fibreboard) y plásticos. Además, existen las piezas de metales pesados donde los revestimientos en polvo convencionales requieren de tiempos de curado extremadamente largos con el fin de obtener el revestimiento completamente curado, condiciones que son totalmente inconvenientes desde el punto de vista energético.

15 Recientemente ha habido una gran cantidad de esfuerzo en la búsqueda de revestimientos en polvo que curan a más baja temperatura. Las composiciones de revestimiento en polvo desarrolladas hasta ahora, bien las que se desarrollan para tiempos de curado convencionales o, para bajas temperaturas de curado, presentan inconvenientes o limitaciones cuando se desea una combinación de prestaciones tales como un aspecto liso junto con una buena dureza superficial.

20 Por lo tanto, se proporciona una composición de revestimiento en polvo de curado a baja temperatura que comprende una mezcla de:

- al menos un primer poliéster A que contiene grupos de ácido carboxílico;
- al menos un componente B seleccionado del grupo que consiste en
 - al menos un segundo poliéster B1 con una temperatura de transición vítrea ≤ 45 °C y/o
 - al menos un ácido policarboxílico cristalino B2;
- 25 - al menos un copolímero acrílico C que contiene grupos glicídilo;
- al menos un compuesto y/o resina D, diferente del compuesto C, con grupos funcionales capaces de reaccionar con los grupos de ácido carboxílico; y
- al menos un catalizador de curado termoendurecible E.

30 Por "curado a baja temperatura" se quiere designar el curado a temperaturas de desde 100 °C a 150 °C. Después de la aplicación y del curado a esas temperaturas, las composiciones de revestimiento de la invención permiten obtener acabados muy lisos y de alto brillo, proporcionando buena dureza, resistencia a los disolventes y resistencia a la intemperie.

35 El primer poliéster A que contiene grupos de ácido carboxílico de la invención en general tiene un índice de acidez de al menos 15, preferiblemente al menos 20, más preferiblemente al menos 22 mg de KOH/g. El índice de acidez de este primer poliéster A en general es como máximo 70, preferiblemente como máximo 50, más preferiblemente como máximo 35 mg de KOH/g. Ventajosamente, este primer poliéster A tiene un índice de hidroxilo de menos de 15 mg de KOH/g.

40 El constituyente ácido del primer poliéster A, en general, se compone de desde 50 a 100 por ciento en moles de ácido tereftálico y/o ácido isoftálico, y de desde 0 a 50 por ciento en moles de otro constituyente diácido seleccionado de uno o más diácidos alifáticos, cicloalifáticos y/o aromáticos, tales como: ácido fumárico, ácido maleico, anhídrido ftálico, ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico, ácido 1,3-ciclohexanodicarboxílico, ácido 1,2-ciclohexanodicarboxílico, ácido succínico, ácido adípico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azealico, ácido sebácico, ácido 1,12-dodecanodioico, ácido trimellítico, ácido piromellítico o los anhídridos correspondientes.

45 El constituyente glicol del primer poliéster A, en general, se compone de desde 40 a 100 por ciento en moles de neopentilglicol, y de 0 a 60 por ciento en moles de otro constituyente glicol seleccionado de uno o más glicoles alifáticos y/o cicloalifáticos, tales como: etilenglicol, propilenglicol, 1,4-butanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,4-ciclohexanodiol, 1,4-ciclohexanodimetanol, 2-metil- 1,3-propanodiol, 2-butil-2-etil- 1,3-propanodiol, Bisfenol A hidrogenado, hidroxipivalato de neopentilglicol, trimetilolpropano, ditrimetilolpropano, pentaeritritol. También son adecuados dietilenglicol y/o 1,3-propanodiol.

50

5 El primer poliéster A con funcionalidad carboxilo de la presente invención tiene ventajosamente un peso molecular promedio en número (Mn) determinado por cromatografía de permeación en gel (GPC, del inglés gel permeation chromatography) de al menos 1.100, preferiblemente al menos 1.600. El Mn de este primer poliéster A pes referiblemente como máximo 15.000, más en particular es como máximo 7.500, determinado por GPC (usando patrones de poliestireno y tetrahidrofurano como eluyente, a 40 °C).

10 El primer poliéster A con funcionalidad carboxilo de la invención tiene ventajosamente una temperatura de transición vítrea, medida por Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, del inglés Differential Scanning Calorimetry) según la norma ASTM D3418 con un gradiente de calentamiento de 20 °C por minuto, de desde +45 a +100 °C. Preferiblemente, este primer poliéster A tiene una temperatura de transición vítrea por encima de +45 °C, más preferiblemente por encima de +50 °C.

El primer poliéster A con funcionalidad carboxilo de la invención tiene ventajosamente una viscosidad de cono y placa Brookfield según la norma ASTM D4287-88, medida a 200 °C, que varía de 5 a 15.000 mPa·s.

Ventajosamente, el primer poliéster A con funcionalidad carboxilo de la presente invención es un poliéster amorfo.

15 Preferiblemente, el primer poliéster A con funcionalidad carboxilo de la invención está presente en una cantidad de desde 40 a 97 % en peso, basado en el peso total del ligante. Preferiblemente, la cantidad es de al menos 60 % en peso, y preferiblemente como máximo 85 % en peso.

El segundo poliéster B1 (opcional) de la invención, en general, tiene un índice de acidez de desde 0 a 50 mg de KOH/g. El índice de hidroxilo de este segundo poliéster B1, en general, es de 0 a 100 mg de KOH/g.

20 Preferiblemente, el índice de acidez de este segundo poliéster B1 es al menos 5, y preferiblemente como máximo 30 mg de KOH/g.

Preferiblemente, el índice de hidroxilo de este segundo poliéster B1 es al menos 5, más en particular al menos 10 mg de KOH/g. Preferiblemente, el índice de hidroxilo de este segundo poliéster B1 es como máximo 50, más en particular, como máximo 35 mg de KOH/g.

25 El constituyente ácido del segundo poliéster B1 (opcional) de la invención, en general, se compone de un ácido dicarboxílico, opcionalmente en combinación con un ácido monocarboxílico. Los ácidos monocarboxílicos y dicarboxílicos se pueden seleccionar de uno o más de: ácido tereftálico, ácido isoftálico, anhídrido ftálico, ácido 1,2-ciclohexanodicarboxílico, ácido 1,3-ciclohexanodicarboxílico, ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico, ácido succínico, ácido adipico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebáico, ácido 1,10-decanodioico, ácido 1,11-undecanodioico, ácido 1,12-dodecanodioico, ácido 1,13-tridecanodioico, ácido 1,14-tetradecanodioico, ácido 1,15-pentadecanodioico, ácido 1,16-hexadecanodioico, ácido fumárico, anhídrido maleico, ácido benzoico, ácido tert-butilbenzoico, ácido hexahidrobencico o ácidos monocarboxílicos alifáticos saturados.

30 El componente alcohol del segundo poliéster B1 (opcional) de la invención, en general, se compone de un diol opcionalmente en combinación con un monoalcohol. El diol y el monoalcohol se pueden seleccionar de uno o más de: propilenglicol, neopentilglicol, 2-metil-1,3-propanodiol, 2-butil-2-etil-1,3-propanodiol, hidroxipivalato de neopentilglicol, etilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,7-heptanodiol, 1,8-octanodiol, 1,9-nonanodiol, 1,10-decanodiol, 1,14-tetradecanodiol, 1,16-hexadecanodiol, 1,4-ciclohexanodiol, 1,4-ciclohexanodimetanol, Bisfenol A hidrogenado, 2,2,4,4-tetrametil- 1,3-ciclobutanol o 4,8-bis(hidroximetil)tricyclo [5.2.1.0] decano, octanol, 2-etilhexanol, alcohol isodecílico, ciclohexanol, pentanol, hexanol o alcohol bencílico. Otro ejemplo de un diol adecuado es dietilenglicol.

El segundo poliéster B1 (opcional) de la invención puede ser un poliéster amorfo o semi-cristalino.

El segundo poliéster B1 (opcional) de la presente invención, en general, tiene un peso molecular promedio en número (Mn) de al menos 700, más preferiblemente al menos 1.400, medido por GPC. Preferiblemente, el Mn de este segundo poliéster B1 es como máximo 17.000, más en particular como máximo 11.500, medido por GPC.

45 Por "segundo" se entiende que el poliéster B1 es diferente del "primer" poliéster A.

El segundo poliéster B1 (opcional) de la invención tiene ventajosamente una temperatura de transición vítrea (Tg) que es menor de la Tg del primer poliéster A. En general, la Tg del segundo poliéster B1 varía de -100 a +45 °C, medida por DSC. En general, esta Tg es menor de +45 °C. La Tg de este segundo poliéster B1 puede estar por debajo de +40 °C. Preferiblemente la Tg de este segundo poliéster B1 es al menos -50 °C, más en particular al menos -25 °C.

El segundo poliéster B1 (opcional) de la invención, en general, tiene una viscosidad (cono/placa) Brookfield de desde 10 mPa·s, medida a 100 °C, a 10.000 mPa·s, medida a 200 °C.

Según una realización de la invención, el segundo poliéster B1 (opcional) es un poliéster que contiene grupos de ácido carboxílico. Posiblemente este segundo poliéster que contiene grupos de ácido carboxílico B1 se hace reaccionar adicionalmente con un monoepóxido, tales como por ejemplo óxido de etileno, óxido de propileno, glicidil éster de ácido monocarboxílico (por ejemplo Cardura E) y/o fenilglicidil éter.

- 5 Según otra realización de la invención, el segundo poliéster B1 (opcional) es un poliéster que contiene grupos hidroxilo. Posiblemente este poliéster que contiene grupos hidroxilo se hace reaccionar adicionalmente con un monoisocianato, tal como isocianato de n-butilo, isocianato de dodecilo, isocianato de octadecilo, isocianato de ciclohexilo, isocianato de bencilo, y/o isocianato de fenilo.

- 10 Según otra realización adicional de la invención, el segundo poliéster B1 (opcional) de la presente invención es un poliéster no condensado, que comprende opcionalmente grupos de ácido carboxílico.

Preferiblemente, el segundo poliéster B1 (opcional) de la presente invención tiene una funcionalidad, más en particular, una funcionalidad ácida, que es menor de 2, preferiblemente menor de 1,5. En general, la funcionalidad, más en particular, la funcionalidad ácida, es al menos 0,3, más en particular al menos 0,5. Más preferiblemente, la funcionalidad ácida es 1.

- 15 Los poliésteres A y B1 de la invención se pueden preparar usando técnicas de esterificación convencionales bien conocidas en la técnica. Los poliésteres se pueden preparar según un procedimiento que consiste en una o más etapas de reacción.

- 20 Para la preparación de estos poliésteres se usa típicamente un reactor convencional equipado con un agitador, una entrada de un gas inerte (nitrógeno), un termopar, una columna de destilación conectada a un condensador refrigerado con agua, un separador de agua y un tubo de conexión de vacío.

- 25 Las condiciones de esterificación usadas para preparar los poliésteres son convencionales, a saber, un catalizador de esterificación estándar, tal como óxido de dibutilestaño, dilaurato de dibutilestaño, trioctoato de n-butilestaño, ácido sulfúrico o un ácido sulfónico, que se usa típicamente en una cantidad de 0,05 a 1,50 % en peso de los reactivos y, opcionalmente, se pueden añadir estabilizadores del color, por ejemplo, antioxidantes fenólicos tales como Irganox 1010 (Ciba) o estabilizadores de tipo fosfonito y fosfito tales como tributilfosfito en una cantidad de 0 a 1 % en peso de los reactivos.

- 30 La poliesterificación se lleva a cabo generalmente a una temperatura que se incrementa gradualmente de 130 °C a aproximadamente 190 a 250 °C, primero a presión normal, a continuación, cuando es necesario, bajo presión reducida al final de cada etapa del proceso, mientras que se mantienen estas las condiciones de operación hasta que se obtiene un poliéster con el índice deseado de hidroxilo y/o de acidez. El grado de esterificación se controla típicamente determinando la cantidad de agua formada en el curso de la reacción y las propiedades del poliéster obtenido, por ejemplo, el índice de hidroxilo, el índice de acidez, y la viscosidad.

- 35 El segundo poliéster B1 (opcional), así obtenido, se puede hacer reaccionar adicionalmente con un monoepóxido, tal como por ejemplo óxido de etileno, óxido de propileno, glicidil éster de ácido monocarboxílico (por ejemplo Cardura E) y/o fenilglicidil éter, o con un monoisocianato tal como isocianato de n-butilo, isocianato de dodecilo, isocianato de octadecilo, isocianato de ciclohexilo, isocianato de bencilo, y/o isocianato de fenilo, dependiendo de si el poliéster es con funcionalidad carboxilo o funcionalidad hidroxilo.

- 40 Agentes reológicos tales como Rheocin R (Ashland), AC 540A (Honeywell), Disparlon PL-525 (Kusumoto), agentes de control de flujo tales como Resiflow PV5 (Worlee), Modaflow (Cytec Surface Specialities), Acronal 4F (BASF), agentes absorbentes de la luz-UV tales como Tinuvin 900 (Ciba), fotoestabilizadores de amina impedida representados por Tinuvin 144 (Ciba), otros agentes estabilizantes tales como Tinuvin 312 y 1130 (Ciba), antioxidantes tales como Irganox 1010 (Ciba) y estabilizadores del tipo fosfonito o fosfito se pueden añadir a uno o más de los poliésteres (A y/o B1) de la presente invención, durante o después de la síntesis, más en particular cuando los poliésteres están aún en la etapa de fundido.

- 45 Por "ácidos policarboxílicos" cristalinos B2 se quiere designar compuestos cadena alifática lineal o ramificada con una pluralidad de grupos de ácido carboxílico. Preferiblemente, el compuesto es lineal y, preferiblemente, el compuesto tiene 2 grupos de ácido carboxílico. Preferiblemente, este compuesto B2 se selecciona de uno o más de: ácido adípico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebácico, ácido 1,10-decanodioico, ácido 1,11-undecanodioico, ácido 1,12-dodecanodioico, ácido 1,13-tridecanodioico, ácido 1,14-tetradecanodioico, ácido 1,15-pentadecanodioico, y/o los anhídridos correspondientes. Más preferiblemente, este compuesto B2 se selecciona de ácido glutárico, ácido pimélico, ácido sebácico, ácido 1,12-dodecanodioico, y/o los anhídridos correspondientes. Particularmente adecuado es el ácido 1,12-dodecanodioico. Preferiblemente, este compuesto B2 tiene un índice de acidez entre 410 y 850 mg de KOH/g. Preferiblemente, el índice de acidez de este compuesto B2 es al menos 450 y preferiblemente como máximo 600 mg de KOH/g.

- 55 Preferiblemente, la cantidad total de compuestos B1 y/o B2 es de 0,5 a 20 % en peso, basado en el peso total del ligante. Preferiblemente, la cantidad total de compuestos B1 y/o B2 es al menos 2 % y preferentemente como máximo 15 % en peso, basado en el peso total del ligante.

Preferiblemente, el componente B de la invención comprende al menos un segundo poliéster B1 de la invención, posiblemente en combinación con un ácido policarboxílico cristalino B2 de la invención. Ventajosamente, el componente B de la invención comprende (o consiste en) de 2,5 a 100 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del segundo poliéster B1; y de 0 a 50 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del ácido policarboxílico cristalino B2. Preferiblemente, este componente B comprende (o consiste en) al menos 10 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del segundo poliéster B1. Preferiblemente, este componente B comprende (o consiste en) de al menos 5 % y preferiblemente como máximo 35 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del ácido policarboxílico cristalino B2. Preferiblemente, el compuesto B1 de la invención soporta grupos de ácido carboxílico y tiene una temperatura de transición vítrea de menos de +45 °C. Preferiblemente, el compuesto B2 de la invención tiene un índice de acidez entre 410 y 850 mg de KOH/g, más preferiblemente entre 450 y 600 mg de KOH/g.

Los copolímeros acrílicos C que contienen grupos glicidilo de la invención en general tienen un peso equivalente de epoxi (EEW, del inglés Epoxy Equivalent Weight) de desde 100 a 1.500 gramos de polímero por equivalente de epoxi. Preferiblemente, el EEW de este compuesto C es al menos 200 gramos de polímero por equivalente de epoxi. Preferiblemente, el EEW de este compuesto C es como máximo 1.000, más en particular, como máximo 600 gramos de polímero por equivalente de epoxi.

El monómero que contiene grupos glicidilo usado en el copolímero acrílico de la presente invención, en general, se usa en porcentajes de moles que varían de 1 a 95 y ventajosamente se selecciona de, por ejemplo, acrilato de glicidilo, metacrilato de glicidilo, metacrilato de glicidilo de metilo, acrilato de glicidilo de metilo, (met)acrilato de 3,4-epoxiciclohexilmetilo, (met)acrilato de 1,2-etilenglicol glicidil éter, (met)acrilato de 1,3-propilenglicol glicidil éter, (met)acrilato de 1,4-butileneglicol éter, (met)acrilato de 1,6-hexanediol éter, (met)acrilato de 1,3-(2-etil-2-butil)-propanodiolglicidil éter y glicidil éter acrílico.

Los otros monómeros copolimerizables con el monómero que contiene grupo epoxi, en general, se usan en porcentajes molares que varían de 5 a 99 y ventajosamente se seleccionan a partir de (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de propilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de isobutilo, (met)acrilato de terc-butilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de estearilo, (met)acrilato de tridecilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de n-hexilo, (met)acrilato de bencilo, (met)acrilato de fenilo, (met)acrilato de isobornilo, (met)acrilato, de nonilo, (met)acrilato de hidroxietilo, (met)acrilato de hidroxipropilo, (met)acrilato hidroxibutilo, mono(met)acrilato de 1,4-butanodiol, los ésteres del ácido metacrílico, ácido maleico, anhídrido maleico, ácido itacónico, (met)acrilato de dimetilaminoetilo, (met)acrilato de dietilaminoetilo, estireno, α -metilestireno, viniltolueno, (met)acrilonitrilo, acetato de vinilo, propionato de vinilo, acrilamida, metacrilamida, (met)acrilamida de metilol, cloruro de vinilo, etileno, propileno, olefinas C4-20 y α -olefinas. Se pueden usar por sí mismos o en combinación de dos o más.

El copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo de la invención, en general, tiene un peso molecular promedio en número, medido por GPC, en el intervalo de 2.000 a 8.000. Preferentemente, el Mn del compuesto C es al menos 2.500, más preferiblemente al menos 3.000. Preferentemente, el Mn del compuesto C es como máximo de 6.000, más preferiblemente como máximo 5.000.

El copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo de la invención, en general, tiene una temperatura de transición vítrea (Tg), medida por DSC, en el intervalo de desde 35 a 120 °C. Preferiblemente, la Tg es al menos 40 °C y preferiblemente como máximo 100 °C.

El copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo de la invención, en general, tiene una viscosidad (cono/placa) Brookfield que varía de desde 1.000 mPa·s a 150 °C a 10.000 mPa·s a 200 °C.

Preferiblemente, la viscosidad (cono/placa) Brookfield de este compuesto C varía de desde 1.000 mPa·s a 175 °C a 5.000 mPa·s a 200 °C.

El copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo de la invención se puede preparar por técnicas de polimerización convencionales, ya sea en masa, en emulsión, o en la disolución de un disolvente orgánico. La naturaleza del disolvente es de muy poca importancia, siempre que sea inerte y que disuelva fácilmente los monómeros y el copolímero sintetizado. Disolventes adecuados incluyen tolueno, acetato de etilo, acetato de butilo, xileno, etc. Los monómeros se copolimerizan típicamente en presencia de un iniciador de polimerización por radicales libres (peróxido de benzoilo, peróxido de dibutilo, azo-bis-isobutironitrilo, y similares) en una cantidad que representa 0,1 a 4,0 % en peso de los monómeros.

Para lograr un buen control del peso molecular y su distribución, se puede añadir en el curso de la reacción un agente de transferencia de cadena, preferentemente del tipo mercaptano, tal como n-dodecil mercaptano, t-dodecanotiol, iso-octil mercaptano, o del tipo haluro de carbono, tal como tetrabromuro de carbono, bromotriclorometano, etc. El agente de transferencia de cadena se usa ventajosamente en cantidades de hasta 10 % en peso de los monómeros usados en la copolimerización.

5 Para preparar el copolímero acrílico que contiene grupos glicidilo de la invención se usa generalmente un reactor cilíndrico de doble pared equipado con un agitador, un condensador, una entrada y salida de gas inerte (nitrógeno, por ejemplo), y sistemas de alimentación por bomba dosificadora. La polimerización se lleva a cabo generalmente bajo condiciones convencionales. De este modo, cuando la polimerización se lleva a cabo en disolución, por ejemplo, primero se introduce en el reactor un disolvente orgánico y se calienta a la temperatura de reflujo bajo una atmósfera de gas inerte (nitrógeno, dióxido de carbono, y similares) y, a continuación, se añade generalmente una mezcla homogénea de los monómeros requeridos, el iniciador de polimerización por radicales libres y el agente de transferencia de cadena, cuando sea necesario, al disolvente gradualmente durante varias horas. La mezcla de reacción entonces se mantiene típicamente a la temperatura indicada durante ciertas horas, mientras se agita. A continuación, el disolvente se elimina típicamente del copolímero obtenido a vacío.

10 Preferiblemente, el copolímero acrílico C que contiene el grupo glicidilo de la invención está presente en una cantidad de 1 % a 40 % en peso, basado en el peso total del ligante. Preferiblemente, este compuesto C está presente en una cantidad de al menos 2 % y preferentemente como máximo 25 %, en peso, basado en el peso total del ligante.

15 El compuesto y/o resina D adicional con grupos funcionales capaces de reaccionar con los grupos de ácido carboxílico es ventajosamente diferente del compuesto C, más en particular, es diferente de un copolímero acrílico que contiene grupos glicidilo. Preferiblemente, el compuesto D es una resina y/o un compuesto que contiene grupos glicidilo que es diferente del compuesto C. Más en particular, el compuesto D es una resina y/o un compuesto que contiene grupos glicidilo distinto de un copolímero acrílico que contiene grupos glicidilo.

20 Preferiblemente, el componente D de la presente invención se selecciona de las resinas polifenoxi que contienen grupos glicidilo, tales como las resinas epoxi basadas en Bisfenol A.

25 Las resinas epoxi basadas en Bisfenol A se preparan a partir de la reacción de Bisfenol A y epíclorohidrina, en donde el exceso de epíclorohidrina determina el peso molecular promedio en número de la resina epoxi. (para más información véase W. G. Potter: Epoxide Resins, Springer-Verlag, Nueva York 1970, Y. Tanaka, A. Okada, I. Tomizuka en C.A. May, Y. Tanaka (eds.): Epoxy Resins Chemistry and Technology, Marcel Dekker, Nueva York 1973, capítulo 2, páginas 9-134, que se incorpora en la presente descripción por referencia).

Resinas epoxi disponibles comercialmente, tales como Epikote 1055 de Hexion, Araldite GT7004 o Araldite ECN9699 de Huntsman, D.E.R. 664 de Dow, Epon 2002 de Hexion etc., son ejemplos típicos de compuestos polifenoxi que contienen grupos glicidilo.

30 Otros componentes D preferidos que son sólidos a temperatura ambiente son por ejemplo compuestos que comprenden (o consiste en) un glicidil éster, más en particular, una mezcla de diglicidil tereftalato y triglicidil trimelitato, tales como por ejemplo las resinas epoxi comercialmente disponibles de Huntsman bajo la denominación comercial Araldite PT910 y Araldite PT912. Ventajosamente, el compuesto C de la invención representa 5 a 75 % en peso de la cantidad total de C+D, y el componente D de la invención representa 25 a 95 % en peso de la cantidad total de C+D.

35 Preferiblemente, el compuesto y/o resina D de la invención está presente en una cantidad de desde 1 % a 30 % en peso, basado en el peso total del ligante. Preferiblemente, este compuesto y/o resina D está presente en una cantidad de al menos 2 % y preferentemente como máximo 25 % en peso, basado en el peso total del ligante.

40 Los catalizadores de curado E, que se añaden al ligante de la invención, con el fin de acelerar reacciones de reticulación de la composición en polvo termoendurecible durante el curado, se seleccionan preferiblemente de las aminas (por ejemplo, 2-fenilimidazolina), las fosfinas (por ejemplo, trifenilfosfina), las sales de amonio (por ejemplo, bromuro de tetrabutilamonio o cloruro de tetrapropilamonio), las sales de fosfonio (por ejemplo, bromuro de etiltrifenilfosfonio o cloruro de tetrapropilfosfonio) y los catalizadores bloqueados tales como por ejemplo catalizadores de amina o fosfina bloqueada ácida o los catalizadores encapsulados tales como los descritos en, por ejemplo el Documento de Patente de número EP 1348742.

45 Preferiblemente, el catalizador de curado E de la invención está presente en una cantidad de desde 0,1 % a 5 % en peso, basado en la cantidad total del ligante. Preferiblemente, el catalizador de curado E de la presente invención está presente en una cantidad de al menos 0,3 % y preferiblemente como máximo 2 % en peso, basado en el peso total del ligante.

50 Una realización particular de la invención se refiere a una composición de revestimiento en polvo termoendurecible que comprende como ligante una combinación (o mezcla) de:

- De 40 a 97 % en peso, y preferiblemente de 60 a 85 % en peso, de un primer poliéster A que contiene grupos de ácido carboxílico, como se ha definido anteriormente, teniendo preferiblemente el primer poliéster A una Tg de al menos 45 °C;
- 55 - De 0,5 a 20 % en peso, y preferiblemente de 2 a 15 % en peso, de un componente B, como se ha definido anteriormente;

- De 1 a 40 % en peso, y preferiblemente de 2 a 25 % en peso, de un copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo, como se ha definido anteriormente;
- Del 1 al 30 % en peso, y preferiblemente de 2 a 25 % en peso, de una resina y/o compuesto D con grupos funcionales que pueden reaccionar con los grupos de ácido carboxílico de los poliésteres, como se ha definido anteriormente; y
- De 0,1 a 5 % en peso, y preferiblemente de 0,3 a 2 % en peso, de un catalizador de curado termoendurecible E.

Para lo anterior, los porcentajes en peso se basan en el peso total del ligante.

Además de los componentes descritos anteriormente, que constituyen el ligante, las composiciones en polvo de la invención también pueden incluir agentes reológicos tales como Rheocin R (Ashland), AC 540A (Honeywell), Disparlon PL-525 (Kusumoto), agentes de control del flujo tales como Resiflow PV5 (Worlee), Modaflow (Cytec Surface Specialities), Acronal 4F (BASF), etc., y agentes de desgasificación tales como benzoína (BASF), etc. A la formulación se pueden añadir aditivos tribo tales como Additol P 950 (Cytec Surface Specialities), agentes absorbentes de luz-UV tales como Tinuvin 900 (Ciba), fotoestabilizadores de amina impedida representados por Tinuvin 144 (Ciba), otros agentes estabilizantes tales como Tinuvin 312 y 1130 (Ciba), antioxidantes tales como Irganox 1010 (Ciba) y estabilizadores de tipo fosfonito o fosfito.

Se pueden preparar sistemas pigmentados, así como lacas transparentes.

Se pueden usar una variedad de tintes y pigmentos en la composición de la invención. Ejemplos de pigmentos y tintes útiles son: óxidos metálicos tales como dióxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cinc y similares, hidróxidos de metales, polvos de metales, sulfuros, sulfatos, carbonatos, silicatos tales como silicato de amonio, negro de carbón, talco, arcilla china, baritas, azules de hierro, azules de plomo, rojos orgánicos, marrones orgánicos y similares.

Los componentes de la composición según la invención se pueden mezclar mediante mezclado en seco en un mezclador o batidora (por ejemplo, mezclador de tambor). La premezcla, a continuación, en general, se homogeniza a temperaturas de aproximadamente 70 a 90 °C en una extrusora de tornillo único tal como la BUSS-Ko-Kneiter o en una extrusora de doble tornillo tal como la PRISM o APV. El material extruido, cuando se enfría, a continuación, se muele típicamente a un polvo con un tamaño de partícula que varía de 10 a 150 µm. La composición en polvo se puede depositar sobre el sustrato mediante el uso de una pistola de polvo tal como una pistola electrostática CORONA o una pistola TRIBO. Por otra parte se pueden usar métodos bien conocidos de deposición de polvo, tales como la técnica de lecho fluidizado.

Después de la deposición, el polvo se calienta ventajosamente a una temperatura entre 100 y 150 °C, provocando que las partículas fluyan y se fusionen entre sí para formar un revestimiento liso, uniforme y continuo sobre la superficie del sustrato.

Ventajosamente, las composiciones de revestimiento en polvo de la presente invención permiten obtener revestimientos con un valor de brillo a 60° relativo, según la norma ASTM D523, de al menos 55 %, preferiblemente al menos 70 %, más preferiblemente al menos 85 %. Preferiblemente, el valor de brillo a 60° relativo es como máximo 100 para sistemas pigmentados.

Otro aspecto de la invención se refiere a un proceso para revestir sustratos que comprende las etapas de revestir al menos una superficie de dicho sustrato con una composición de revestimiento en polvo de la invención; y calentar el sustrato revestido para curar térmicamente el revestimiento sobre el mismo para formar una capa adherente de la composición de revestimiento sobre el sustrato.

Las composiciones de revestimiento en polvo de la invención se pueden curar a temperaturas de entre 100 y 150 °C durante un período de, en general, 5 a 50 minutos. Condiciones de curado típicas son 18' a 140 °C, 30' a 130 °C y 35' a 120 °C del tiempo de curado total.

Las composiciones de revestimiento en polvo de la invención son adecuadas para revestir sustratos sensibles al calor tales como madera, tableros de fibra, en particular piezas pre-ensambladas de tableros de fibras de densidad media (MDF), y plásticos. Además son adecuados para revestir piezas de metales pesados que de otro modo requerirían tiempos de curado extremadamente largos con el fin de obtener el revestimiento completamente curado. La invención también proporciona un artículo obtenido (u obtenible mediante) un método de la presente invención.

Aún otro aspecto de la invención se refiere a un artículo revestido -ya sea en parte o en su totalidad- con una composición de la presente invención.

Los siguientes ejemplos se presentan para una mejor comprensión de la invención sin estar limitada a los mismos.

Ejemplo 1 (Primer poliéster A)

370,66 partes de neopentilglicol y 41,18 partes de etilenglicol se colocan en un matraz de fondo redondo convencional de cuatro bocas equipado con un agitador, una columna de destilación conectada a un condensador refrigerado por agua, una entrada para nitrógeno y un termómetro conectado a un termostato.

- 5 El contenido del matraz se calienta, mientras se agita bajo nitrógeno, a una temperatura de alrededor de 140 °C, en cuyo punto se añaden 563,62 partes de ácido tereftálico, 62,62 partes de ácido adípico y 2,25 partes de trioctoato de n-butilestano. La reacción se continúa a 240 °C bajo presión atmosférica hasta que se separa por destilación aproximadamente el 95 % de la cantidad teórica de agua y se obtiene un prepolímero con funcionalidad hidroxilo transparente.
- 10 Al prepolímero de la primera etapa que está a 200 °C se añaden 110,94 partes de ácido isoftálico. Acto seguido, la mezcla se calienta gradualmente a 230 °C. Después de un período de 2 horas a 230 °C y cuando la mezcla de reacción es transparente, se añaden 0,90 partes de tributilfosfito y se aplica gradualmente un vacío de 50 mm Hg. Después de 3 horas a 230 °C y 50 mm Hg, se obtienen las siguientes características:

	AN	33 mg de KOH/g
15	Brfld ^{200 °C} (Cono/Placa)	2.300 mPa·s
	Tg (DSC)	53 °C

Ejemplo 2 a Ejemplo 4

En la tabla de abajo, se reporta la composición del monómero, así como las características de la resina final para los poliésteres del Ejemplo 2 al Ejemplo 4

20

Tabla 1

	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4
	Poliéster A	Poliéster B1	Poliéster B1
Ácido Tereftálico	659,69		629,39
Ácido Adípico	74,96		86,97
Ácido Dodecanodioico		890,36	
Neopentil glicol	374,11		428,80
Etilenglicol	41,57	254,48	
Cardura E			60,96
AN (mg de KOH/g)	27	22	15
OHN (mg de KOH/g)	2	33	17
Visc (mPa·s a temp °C)	4.000 ^(200 °C)	350 ^(100 °C)	7.700 ^(175 °C)
Tg/Tm (°C)	53 ^(Tg)	-31 ^(Tg) /82 ^(Tm)	39 ^(Tg)

En los Ejemplos 2 a 4, la condensación se cataliza usando 0,25 % de peso de trioctoato de n-butilestano; antes de la etapa de vacío se añade 0,1 % en peso de tributilfosfito.

- 25 Para el Ejemplo 2 y el Ejemplo 4, se añade el ácido adípico en una segunda etapa al prepolímero con funcionalidad hidroxilo de la primera etapa obtenido a partir de la condensación del ácido tereftálico y de una mezcla de neopentil glicol y etilenglicol.

Para el Ejemplo 4, se añade Cardura E al poliéster con funcionalidad carboxilo obtenido en un proceso de 2 etapas.

La reacción de Cardura E con los grupos de ácido carboxílico del poliéster con funcionalidad carboxilo de la segunda etapa se lleva a cabo a aproximadamente 180 °C en presencia de 0,5 % en peso de bromuro de etiltripenilfosfonio.

- 30 A los poliésteres del Ejemplo 1 y 2, al final de la segunda etapa, se añade 0,5 % en peso de bromuro de etiltripenilfosfonio.

Ejemplo 5 (Copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo)

Etapa 1: 384,6 partes en peso de acetato de n-butilo se introdujeron en un reactor bajo condiciones de desbordamiento leve de nitrógeno y se calentaron a 125 °C. La temperatura se midió en el disolvente y se reguló a 125 °C.

5 Se llevaron a cabo dos adiciones en paralelo:

- *adición M de los monómeros que consiste en 40,14 partes de estireno, 296,15 partes de metacrilato de glicidilo, 53,41 partes de metacrilato de isobutilo, 91,06 partes de metacrilato de metilo.
- *adición I del iniciador TRIGONOX® C (38,46 partes) solubilizado en otras 96,15 partes de acetato de n-butilo.

10 Una vez que la temperatura alcanzó 125,0 °C, se comenzó la adición I, que requiere 215 minutos hasta el final de la adición. 5 minutos después del comienzo de la adición I, se comenzó la adición M que requiere 180 minutos. Después de finalizar la adición I, la mezcla de reacción que mantuvo otros 100 minutos a 125 °C y a continuación se calienta por arrastre con vapor a 175 °C a una presión reducida de 600 mbar durante 30 minutos. Después de estos 30 minutos, la temperatura se mantuvo a 175 °C, pero se redujo la presión a 50 mbar durante otros 90 minutos.

15 El copolímero obtenido se caracterizó por Mn: 2.700, Mw: 8.400 (GPC); Tg (DSC): 45 °C; EEW (g/eq): 855 y Visc. Brfld a 175 °C: 6.530 mPa·s.

Ejemplo 6

Los poliésteres y el copolímero acrílico, como se ilustra arriba, se formulan, a continuación, a un polvo en consecuencia con la formulación como se menciona a continuación.

20 Formulación de pintura blanca

Ligante	69,06
Kronos 2310	29,60
Modaflow	0,99
Benzoina	0,35

25 La composición del ligante de las diferentes formulaciones en polvo, según la invención, se da en la siguiente tabla:

Tabla 2

	Ligante 1	Ligante 2	Ligante 3R	Ligante 4R	Ligante 5R
Ejemplo 1					83,2
Ejemplo 2	76,8	80,9	80,8	71,8	
Ejemplo 3	4,0		4,2		
Ejemplo 4		9,0		12,7	
Ejemplo 5	2,2	5,3	15,0	15,5	16,8
DDDA		2,0			
GT 7004	20,0				
PT 910		2,8			

GT 7004: Resina epoxi basada en Bisfenol A tipo 3

PT910: Compuesto que contiene grupos glicidilo que consiste en 75 % en peso de diglicidil tereftalato y 25 % en peso de triglicidil trimelitato.

30 DDDA: Ácido dodecanodioico

Los polvos (Polvo 1 a 5 obtenidos a partir del Ligante 1 a 5, respectivamente) se preparan primero mediante mezclado en seco de los diferentes componentes y, a continuación, por homogeneización en masa fundida usando una extrusora de doble tornillo de 16 mm y L/D de 15/1 de PRISM a una temperatura de extrusión de

ES 2 431 391 T3

aproximadamente 80 °C. La mezcla homogeneizada a continuación se enfría y se muele en un Alpine. Posteriormente, el polvo se tamiza para obtener un tamaño de partícula entre 10 y 110 µm. El polvo así obtenido se deposita sobre acero laminado en frío con un espesor de 0,8 mm, mediante deposición electrostática usando la pistola pulverizadora GEMA - Volstatic PCG 1. A un espesor de película de aproximadamente 70 µm, los paneles se transfieren a un horno de aire ventilado, donde el curado procede durante 15 minutos a una temperatura de 140 °C.

Las características de la pintura para los revestimientos acabados obtenidos a partir de un ligante según la invención (Polvo 1 y Polvo 2), se dan en la tabla 3.

En la misma tabla se da, como un ejemplo comparativo (Polvo 5R), las prestaciones de la pintura de un revestimiento de acabado obtenido a partir de un ligante basado en un poliéster que contiene grupos carboxilo y en un copolímero acrílico que contiene grupos glicidilo, como por ejemplo se reivindica en el Documento de Patente de número EP 38635. Polvo 3R y 4R representan otros ejemplos comparativos preparados a partir de composiciones de revestimiento que comprenden el compuesto B1 y no el compuesto D.

Columna 1: indica el número de identificación de la formulación/polvo

Columna 2: indica el brillo de sesenta grados, medido según la norma ASTM D523

Columna 3: indica la evaluación visual donde 10 representa revestimiento muy liso y de alto brillo y 0 representa un revestimiento con intensa piel de naranja con un valor del brillo de 60° reducido

Columna 4: indica la resistencia al impacto inverso (RI, del inglés reverse impact) y la resistencia al impacto directo (DI, del inglés direct impact) según la norma ASTM D2794. El impacto más alto al que no se agrieta el revestimiento se registra en kg.cm.

Columna 5: indica la dureza de lápiz según el Durómetro de rayado según Wolff-Wilborn.

Columna 6: indica la resistencia a la metil-etil- cetona (MEK, del inglés methyl-ethyl- ketone), que corresponde al número de movimientos de frotado doble (a un lado y al otro) con una almohadilla de algodón impregnada con MEK que no afecta perjudicialmente a la apariencia de la superficie de la película curada.

Tabla 3

ID	Brillo 60°	Evaluación Visual	RI/DI (kg.cm)	Dureza de Lápiz	Resistencia a MEK
Polvo 1	90,0	9	200/180	F	>100
Polvo 2	85,9	9	200/200	F	>100
Polvo 3R	89,5	6	200/200	F	>100
Polvo 4R	91,5	5	200/200	H	>100
Polvo 5R	77,0	4	80/80	2H	>100

Polvo 1 y Polvo 2 son consecuencia de la invención.

Polvo 3R y Polvo 4R (Ejemplos Comparativos) comprenden el compuesto B1 y no comprenden el compuesto D.

Polvo 5R (Ejemplo Comparativo) sólo comprende los compuestos A y C.

Los polvos en consecuencia de la invención (Polvo 1 y Polvo 2) prueban que producen revestimientos lisos y bonitos que proporcionan una total flexibilidad y resistencia a los disolventes tras el curado a 130 °C durante 25 min. y a 120 °C durante 35 min., respectivamente.

Además de una excelente flexibilidad y flujo, las composiciones de revestimiento en polvo de la invención prueban que satisfacen una excelente resistencia al exterior comparable a los polvos estándar a base de poliéster comerciales actualmente usados hoy.

Las mediciones de envejecimiento se llevan a cabo en un ambiente muy severo, es decir, en cabina de envejecimiento acelerado Q-UV (Q-Panel Co) según la norma ASTM G53-88 (una práctica estándar para operar aparatos de exposición al agua y a la luz - tipo condensación / UV fluorescente para la exposición de materiales no metálicos).

Así, los paneles revestidos se han sometido a los efectos intermitentes de la condensación (4 horas a 50 °C), así como a los efectos nocivos de la luz solar simulada por lámparas UV-A fluorescentes (340 nm, I = 0,77 W/m²/nm)

ES 2 431 391 T3

(8 horas a 60 °C). Para este tipo de lámparas se observa una buena correlación con la luz solar natural. Los paneles usados en el Q-UV son los de aluminio cromado.

Las formulaciones de revestimiento (Polvo 1' a 6' en donde el Ligante es igual a Ligante 1 al 6, respectivamente) usadas para evaluar el envejecimiento acelerado son formulaciones de color marrón oscuro de RAL 8014 para las que se da la composición a continuación

5

Formulación de pintura marrón

Ligante 78,33

Bayferrox 130 4,44

Bayferrox 3950 13,80

10

Negro de Carbono FW2 1,09

Resiflow PV5 0,99

Benzoina 0,35

Los valores de brillo a 60° relativos, según la norma ASTM D523, se registran cada 400 horas al menos hasta que se obtienen reducciones de brillo de hasta el 50 % del valor máximo.

15

Para todos los revestimientos de color marrón obtenidos a partir de formulaciones en polvo (Polvo 1' a 5') se necesitan entre 2.200 y 2.500 horas de exposición QUV-A con el fin de conseguir una reducción de brillo del 50 %.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una composición de revestimiento en polvo de curado a baja temperatura, que comprende una mezcla de:
- al menos un primer poliéster A que contiene grupos de ácido carboxílico;
 - al menos un componente B seleccionado del grupo que consiste en
- 5 al menos un segundo poliéster B1 diferente del primer poliéster A y con una temperatura de transición vítrea $\leq +45$ °C y/o
- al menos un ácido policarboxílico cristalino B2;
- al menos un copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo con un peso molecular promedio en número de desde 2.000 a 8.000 Daltons;
- 10 - al menos un compuesto y/o resina D, diferente del compuesto C, con grupos funcionales capaces de reaccionar con los grupos de ácido carboxílico; y
- al menos un catalizador de curado termoendurecible E.
- 2.- La composición de revestimiento de la reivindicación 1, en donde el compuesto A tiene un índice de acidez de desde 20 a 50 mg de KOH/g y un índice de hidroxilo de menos de 15 mg de KOH/g.
- 15 3.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el componente B comprende al menos un segundo poliéster B1, y opcionalmente al menos un ácido policarboxílico cristalino B2.
- 4.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el componente B comprende de 2,5 a 100 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del segundo poliéster B1, y de 0 a 50 % en peso, con relación a la cantidad total B1+B2, del ácido policarboxílico cristalino B2.
- 20 5.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el segundo poliéster B1 se selecciona del grupo que consiste en:
- a. un poliéster que comprende grupos de ácido carboxílico, opcionalmente reaccionado adicionalmente con un monoepóxido
 - b. un poliéster que comprende grupos hidroxilo, opcionalmente reaccionado adicionalmente con un
- 25 monoisocianato y/o
- c. un poliéster no condensado que comprende opcionalmente grupos de ácido carboxílico.
- 6.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el segundo poliéster B1 tiene una funcionalidad menor de 2.
- 30 7.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el ácido policarboxílico cristalino B2 se selecciona de uno o más de: ácido adípico, ácido glutárico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebácico, ácido 1,10-decanodioico, ácido 1,11-undecanodioico, ácido 1,12-dodecanodioico, ácido 1,13-tridecanodioico, ácido 1,14-tetradecanodioico, ácido 1,15-pentadecanodioico, y/o sus correspondientes anhídridos.
- 35 8.- La composición de revestimiento de la reivindicación 7, en donde dicho compuesto B2 tiene un índice de acidez de entre 410 y 850 mg de KOH/g.
- 9.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el compuesto C tiene un peso equivalente de epoxi (EEW) de desde 200 a 1.000 gramos de polímero por equivalente de epoxi.
- 40 10.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el componente D es una resina y/o un compuesto que contiene grupos glicidilo distinto de un copolímero acrílico que contiene grupos glicidilo.
- 11.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el compuesto C representa 5 a 75 % en peso de la cantidad total de C+D, y el componente D representa 25 a 95 % en peso de la cantidad total de C+D.
- 45 12.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el catalizador de curado termoendurecible E se selecciona entre el grupo que consiste en aminas; fosfinas; sales de amonio; sales de fosfonio; catalizadores de amina o fosfina bloqueada, y/o catalizadores encapsulados.

13.- La composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende como ligante una mezcla de:

- de 40 a 97 % en peso del primer poliéster A que contiene grupos de ácido carboxílico como se ha definido anteriormente, teniendo dicho primer poliéster A una Tg de al menos 45 °C;
- 5 - de 0,5 a 20 % en peso de componente B como se ha definido anteriormente;
- de 1 a 40 % en peso del copolímero acrílico C que contiene grupos glicidilo como se ha definido anteriormente;
- de 1 a 30 % en peso de la resina y/o compuesto D con grupos funcionales que pueden reaccionar con los grupos de ácido carboxílico de los poliésteres, como se han definido anteriormente; y
- 10 - de 0,1 a 5 % en peso del catalizador de curado termoendurecible E como se ha definido anteriormente.

14.- Un proceso para revestir sustratos, que comprende las etapas de revestir al menos una superficie de dicho sustrato con una composición de revestimiento en polvo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13; y calentar el sustrato revestido para curar térmicamente el revestimiento sobre el mismo para formar una capa adherente de la composición de revestimiento sobre el sustrato.

- 15 15.- Un artículo revestido, en parte o en su totalidad, con una composición de revestimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.