

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 400**

51 Int. Cl.:

C03C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2006 PCT/FR2006/050281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2006 WO06103376**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2006 E 06726294 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 1871718**

54 Título: **Composiciones de fibra de vidrio**

30 Prioridad:

01.04.2005 FR 0550861

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

19.04.2018

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)
18, AVENUE D'ALSACE
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**MAQUIN, BERTRAND;
LALANDE, JÉRÔME y
LEFRERE, YANNICK**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 664 400 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 fibra de vidrio

5 La presente invención se refiere al campo de las fibras de vidrio o fibras minerales que presentan una alta velocidad de disolución en medio fisiológico. Se refiere más particularmente a nuevas composiciones de vidrio aptas para formar fibras en forma de lanas minerales para el aislamiento térmico y/o acústico o para sustratos de cultivo sin suelo.

10 Las fibras minerales, cuando se respetan ciertos criterios geométricos en términos de diámetro y/o longitud, son susceptibles de introducirse por inhalación en el organismo y principalmente en los pulmones, a veces hasta en los alveolos pulmonares. Para evitar cualquier riesgo patógeno ligado a una eventual acumulación de fibras en el organismo, se considera necesario garantizar que las fibras presenten una baja "biopersistencia", es decir que puedan ser fácil y rápidamente eliminadas del organismo. La composición química de las fibras es un parámetro importante que influye en esta capacidad de ser eliminadas rápidamente del organismo, ya que desempeña un papel considerable sobre la velocidad de disolución de las fibras en medio fisiológico. Por lo tanto, se han formulado y descrito en la técnica anterior fibras minerales que presentan altas velocidades de disolución en medio fisiológico ("biosolubles").

15 Sin embargo, la principal dificultad consiste en aumentar la velocidad de disolución de las fibras en medio fisiológico a la vez que se conserva una viabilidad industrial, y principalmente una buena aptitud para formar fibras, así como buenas propiedades de utilización del producto acabado. Entre las propiedades que influyen en la viabilidad industrial figuran en primer lugar la viscosidad y las propiedades de desvitrificación (temperatura de líquidos y velocidades de cristalización). Las propiedades de utilización más importantes son la resistencia mecánica (principalmente el módulo de Young o módulo elástico y la tenacidad), la resistencia a las altas temperaturas y la resistencia a la humedad o resistencia hidrolítica. Este último punto es particularmente crucial y delicado, ya que los dos criterios de resistencia hidrolítica y de biosolubilidad son contradictorios en varios sentidos ya que ambos conciernen a la capacidad de disolverse en un medio mayoritariamente acuoso. No obstante, las exigencias en términos de resistencia a la humedad son cada vez mayores en numerosas aplicaciones, en particular en el campo de las lanas de vidrio utilizadas para la realización de paneles para la construcción, principalmente de paneles llamados "sándwich", en los que la lana mineral constituye un aislamiento intermedio entre dos paneles metálicos (por ejemplo de acero o aluminio). En efecto, es importante que la resistencia mecánica y principalmente la resistencia al desgarro de estos productos sometidos a la humedad ambiente no se debilite con el tiempo. En particular, estas diferentes exigencias se especifican en el proyecto de norma prEN 14509 "Paneles sándwich autoportantes, aislantes, de doble cara de paramentos metálicos-Productos manufacturados-Especificaciones".

20 Por el documento de patente FR 2650821 se conocen composiciones de lana mineral de tipo "lana de vidrio" biosolubles y que, sin embargo, presentan buenas propiedades de resistencia a la humedad del orden de 16 a 25 mg/g (expresadas en valores "DGG"), es decir próximas a los valores obtenidos para la composición de referencia no biosoluble. La patente EP 1.218.304 describe también composiciones de lana de vidrio biosolubles, que presentan valores de disolución DGG del orden de 24 a 32 mg/g. Sin embargo, dichos valores resultan todavía demasiado altos teniendo en cuenta algunas exigencias actuales: la resistencia al desgarro en las condiciones especificadas en el proyecto de norma prEN 14509, mencionado anteriormente, es en particular insuficiente.

25 La patente EP 0998432 B1 describe lanas minerales que comprenden 38-52% de SiO₂, 16-23% de Al₂O₃, 4-15% de CaO+MgO, 16-25% de Na₂O+K₂O, 0-10% de B₂O₃, 0-3% de Fe₂O₃, 0-3% de P₂O₅ y 0-2% de TiO₂. La solicitud de patente US2003/0015003 describe fibras de vidrio que resisten la humedad y biosolubles que consisten esencialmente en 38-52% SiO₂, 8-17% de Al₂O₃, 7-17% de B₂O₃, 0-7% de CaO+MgO, 20-31% de Na₂O+K₂O y 0-2,5% de Li₂O

30 Por lo tanto, la invención tiene como objetivo proponer nuevas composiciones de vidrio aptas para formar fibras que presenten grandes velocidades de disolución en medio fisiológico y una resistencia hidrolítica muy alta (valores muy bajos de "DGG"), así como una buena capacidad para formar fibras y buenas propiedades de resistencia mecánica (en particular después de envejecimiento en medio húmedo) y a altas temperaturas.

35 La invención tiene como objetivo fibras de vidrio susceptibles de disolverse en un medio fisiológico y que se presentan en forma de lana mineral que presenta una composición química que comprende los siguientes constituyentes en los límites definidos a continuación expresados en porcentajes ponderales:

SiO ₂	44 a 46,7
Al ₂ O ₃	18 a 21
CaO	1 a 8
MgO	0 a 3,5

ES 2 664 400 T3

Na ₂ O	15 a 21
K ₂ O	3 a 6
B ₂ O ₃	0 a 5
Fe ₂ O ₃	0 a 3
P ₂ O ₅	0 a 3

La sílice es un óxido formador de la red vítrea, y desempeña un papel esencial para su estabilidad, tanto térmica como química. El contenido de sílice también está limitado ya que se ha demostrado que este óxido es perjudicial para la biosolubilidad en medio ácido.

5 La alúmina desempeña un papel particularmente importante en el marco de la presente invención. Como elemento formador de red, este óxido desempeña un papel primordial en la estabilidad térmica y la resistencia mecánica. Su interés reside también en su capacidad para mejorar la resistencia hidrolítica y a la vez la velocidad de disolución en medio ácido (y por lo tanto la biosolubilidad del vidrio).

10 Los óxidos alcalinos desempeñan un papel modificador de la red vítrea, es decir que se insertan en la estructura vítrea rompiendo algunos enlaces covalentes realizados entre los elementos formadores de la red. Su efecto en la presente invención es múltiple, al igual que la alúmina. El óxido de sodio posee un papel fluidificante y permite por lo tanto reducir la viscosidad del vidrio, facilitando el conformado, temperaturas de fibrado demasiado elevadas reduciendo drásticamente la duración de la vida de los órganos de fibrado. Por esta razón, el contenido de óxido de sodio es superior o igual al 15%, incluso al 16%. Sin embargo, su papel es negativo sobre la resistencia hidrolítica. Los vidrios obtenidos se muestran, no obstante, extremadamente resistentes a la humedad, lo que es particularmente sorprendente e inesperado habida cuenta de los contenidos muy elevados de óxidos alcalinos, y particularmente de óxido de sodio de los vidrios según la invención.

15 La introducción de óxido de potasio permite reducir la temperatura de liquidus a la vez que reduce la viscosidad del vidrio, lo que contribuye a mejorar la fibrabilidad y por lo tanto la calidad de los productos fibrados. Por esta razón, el óxido de potasio está presente en contenidos superiores o iguales al 3%, e incluso al 4%. Se ha demostrado además que contrariamente al óxido de sodio, el óxido de potasio no mejora la biosolubilidad de los vidrios en este rango particular de composiciones, lo que contribuye a limitar el contenido de este óxido, para favorecer por el contrario la introducción de óxido de sodio.

25 Los óxidos alcalinotérreos, principalmente CaO y MgO, desempeñan también el papel de modificadores de la red vítrea. Su presencia es beneficiosa para las propiedades de biosolubilidad y de resistencia a la humedad (para esta última propiedad, en comparación con el óxido de sodio). En términos de biosolubilidad, la presencia de MgO ha resultado todavía más ventajosa que la de CaO. Por lo tanto, el contenido de MgO de los vidrios según la invención es preferentemente superior o igual a 1%. La viscosidad a alta temperatura de los vidrios también disminuye por la introducción de estos óxidos, pero en menor medida que por la introducción de óxido de sodio. Sin embargo, en términos de desvitrificación, estos dos óxidos desempeñan un papel diferente, incluso a veces opuesto. Si bien la introducción de CaO en contenidos moderados permite obtener una disminución de las temperaturas de liquidus, en particular cuando reemplaza al óxido de sodio, lo que era completamente inesperado, por el contrario el óxido de magnesio aumenta mucho estas mismas temperaturas. Por esta razón, el contenido de MgO es inferior o igual a 3,5%, incluso a 3%. Sin embargo, para altos contenidos de CaO, la temperatura de liquidus aumenta en grandes proporciones.

35 El óxido de boro es interesante para reducir la viscosidad del vidrio y mejorar la biosolubilidad de las fibras. Su presencia tiende además a mejorar las propiedades de aislamiento térmico de la lana mineral, principalmente bajando su coeficiente de conductividad térmica en su componente radiativa. En cambio parece aumentar las temperaturas de liquidus, lo que es bastante sorprendente. Además, presenta un coste elevado y una aptitud para volatilizarse a alta temperatura, produciendo emanaciones nocivas y obligando a los lugares de producción a equiparse con instalaciones de reprocesado de los humos.

40 El óxido de hierro está limitado a un contenido inferior al 3% debido a su papel sobre la coloración del vidrio, pero también sobre la facultad del vidrio para desvitrificar. Un contenido de hierro elevado permite conferir una resistencia a muy alta temperatura a las lanas minerales del tipo "lana de roca", pero hace difícil el fibrado por centrifugación interna incluso imposible en algunos casos.

45 El óxido de fósforo (P₂O₅) puede ser ventajosamente utilizado, principalmente debido a su papel beneficioso sobre la biosolubilidad. Su contenido está limitado sin embargo ventajosamente a 2%, incluso 1%. Teniendo en cuenta su coste y su influencia negativa sobre la viscosidad del vidrio, los vidrios según la invención no contienen preferentemente óxido de fósforo, exceptuando inevitables trazas que proceden de las materias primas.

50 Las fibras según la invención también pueden contener otros óxidos, en un contenido máxico que no sobrepase generalmente el 3%, incluso el 2% e incluso el 1%. Entre estos óxidos figuran las impurezas comúnmente aportadas

5 por las materias primas naturales o artificiales (por ejemplo el vidrio reciclado, denominado calcín) utilizadas en este tipo de industria (entre las más comunes figuran el TiO_2 , MnO , BaO ...). Impurezas tales como el ZrO_2 también son aportadas habitualmente por la disolución parcial en el vidrio de elementos químicos procedentes de materiales refractarios utilizados en la construcción de los hornos. Algunas trazas proceden también de los compuestos
 10 empleados para el afinado del vidrio: se citará en particular el óxido de azufre SO_3 empleado muy habitualmente. Se pueden incluir óxidos alcalinotérreos tales como BaO , SrO , y/o alcalinos tales como Li_2O de forma voluntaria en las fibras según la invención. Teniendo en cuenta su coste, es preferible sin embargo que las fibras según la invención no los contengan. Estos diferentes óxidos, debido a su bajo contenido, no desempeñan en cualquier caso ningún papel funcional particular que pueda modificar la manera en la que las fibras según la invención responden al problema planteado.

Las fibras de vidrio según la invención se presentan en forma de lana mineral de tipo "lana de vidrio", que se puede obtener mediante un procedimiento de centrifugación interna, es decir recurriendo a centrifugadoras ("de platos") que giran a gran velocidad y perforadas con orificios.

15 En este caso, es preferible que la temperatura de liquidus, que fija el límite de temperatura inferior a la que es posible fibrar el vidrio, sea inferior a 1150°C , principalmente inferior a 1100°C , incluso a 1060°C . Temperaturas más elevadas implicarían en efecto una limitación inaceptable de la duración de vida de los platos de fibrado, incluso una modificación de los materiales constitutivos de dichos platos. Para obtener fibras de buena calidad y asegurar una buena marcha de las instalaciones, el margen de conformado, es decir la diferencia entre la temperatura a la que la viscosidad del vidrio es de 1.000 poise y la temperatura de liquidus es preferentemente superior o igual a 0, y
 20 ventajosamente superior o igual a 10°C , principalmente a 25°C , incluso a 50°C e incluso a 100°C . Las lanas de vidrio según la invención presentan preferentemente valores de disolución DGG inferiores a 18 mg/g, principalmente inferiores o iguales a 16 mg/g, incluso 12 mg/g e incluso 10 mg/g.

Para alcanzar una combinación de dichas propiedades, una optimización de la composición ha permitido obtener un rango particularmente preferido.

25 El contenido de sílice es superior o igual a 44%. Es inferior o igual a 46,7%, principalmente a 46,5% e incluso a 46%. En efecto, la sílice es un óxido que aumenta la resistencia de los vidrios a los ácidos y por lo tanto disminuye la biosolubilidad de las fibras en medio ácido. Un contenido demasiado bajo implicaría por el contrario una baja estabilidad frente a la desvitrificación.

30 Habida cuenta de las diversas influencias de la alúmina relatadas anteriormente y principalmente su gran influencia sobre la temperatura de liquidus, por una parte, y la biosolubilidad por otra parte, el contenido de alúmina es superior o igual a 18%, principalmente a 18,5% e inferior o igual a 21%, e incluso a 20%. Un rango particularmente preferido se sitúa entre 18 y 20%, para el que se obtienen muy bajos valores de disolución DGG.

35 Habida cuenta de los papeles contradictorios de la sílice y de la alúmina sobre la biosolubilidad en medio ácido, se ha observado que los valores de biosolubilidad más altos se obtenían fijando la relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ entre 2,2 y 2,5, preferentemente entre 2,2 y 2,4.

Los contenidos de óxido de sodio son superiores o iguales al 15%, principalmente al 16%, incluso al 16,5% e inferiores o iguales al 21%, principalmente debido a su acción como fluidificante. Sin embargo, los valores más bajos de disolución DGG se obtienen cuando el contenido de óxido de sodio es inferior o igual a 20%, incluso a 19% o 18,5%. Teniendo en cuenta su papel beneficioso sobre la temperatura de liquidus, el óxido de potasio está presente preferentemente en proporciones superiores o iguales a 4%, incluso a 4,5% e inferiores o iguales a 6%, principalmente a 5,5%. El contenido total de óxidos alcalinos es ventajosamente superior o igual a 21%, incluso 22%. A pesar de esos valores particularmente elevados, los vidrios según este modo de realización presentan de forma sorprendente valores de disolución DGG extremadamente bajos.

45 El óxido de calcio está presente en la composición según la invención en un contenido ventajosamente superior o igual a 4%, incluso a 5% e inferior o igual a 8% y principalmente a 7%. Su introducción en detrimento del óxido de sodio ha resultado sorprendentemente beneficiosa sobre la temperatura de liquidus. El óxido de magnesio, debido a su influencia sobre la temperatura de liquidus, está presente en proporciones inferiores o iguales a 3,5%, incluso 3,2%. Debido a su influencia sobre la biosolubilidad, su contenido es ventajosamente superior o igual a 1%.

50 El contenido de óxido de boro es inferior o igual a 5%, incluso a 4,5% y superior o igual a 3% (debido a su papel beneficioso sobre la biosolubilidad).

El óxido de hierro está presente en contenidos comprendidos entre 0 y 3%, en particular entre 1 y 3%, y principalmente del orden de 2%. En efecto, la presencia de óxido de hierro permite limitar la corrosión de los platos de fibrado por el vidrio caliente.

55 La composición según la invención presenta una biosolubilidad incrementada, un margen de conformado positivo y valores de disolución DGG hasta aproximadamente 16 mg/g.

ES 2 664 400 T3

Una composición según la invención particularmente preferida comprende los siguientes constituyentes en los límites definidos a continuación expresados en porcentajes ponderales:

SiO ₂	44 a 46
Al ₂ O ₃	18 a 20
CaO	4 a 8
MgO	1 a 3,2
Na ₂ O	16,5 a 18,5
K ₂ O	4 a 5
B ₂ O ₃	3 a 5
Fe ₂ O ₃	0 a 3
P ₂ O ₅	0 a 3

Dicha composición permite en efecto combinar valores de disolución DGG inferiores a 10 mg/g, incluso inferiores a 9 mg/g con muy altas velocidades de disolución en medio fisiológico y un margen de conformado superior a 10°C.

5 La invención también tiene como objetivo productos de aislamiento térmico y/o acústico que comprenden las fibras de vidrio según la invención, en particular elementos de construcción de tipo “sándwich”, en los que la lana mineral constituye un aislamiento intermedio entre dos paneles metálicos (por ejemplo de acero o aluminio). Estos elementos sirven en la construcción de paredes internas o externas o techos.

10 La invención también tiene como objetivo un procedimiento de fabricación de las fibras según la invención. Este procedimiento puede ser de tipo “centrifugación interna”, es decir que utiliza centrifugadoras que giran a gran velocidad y perforadas con orificios, siendo estiradas a continuación las fibras obtenidas mediante un chorro de gas.

15 La invención tiene finalmente como objetivo la utilización de las fibras según la invención como materiales de aislamiento térmico y/o acústico, substratos de cultivo sin suelo, y principalmente en la realización de sistemas constructivos de tipo “sándwich”, en los que la lana mineral constituye un aislamiento intermedio entre dos paneles metálicos (por ejemplo de acero o de aluminio).

Las ventajas presentadas por las fibras de vidrio según la invención se apreciarán mejor mediante los siguientes ejemplos, que ilustran la presente invención, no obstante, sin limitarla.

La tabla 1 recoge composiciones de vidrio según la invención así como sus propiedades.

20 La composición de los vidrios se expresa en porcentajes máxicos de óxidos. Las impurezas inevitables procedentes de las materias primas, agentes de afinado o materiales refractarios del horno, de las que algunas además no han sido analizadas, no se han registrado más que en su contenido total. Es evidente para el experto en la técnica que estas impurezas, presentes en contenidos generalmente inferiores a 1%, incluso a 0,5% en los ejemplos siguientes, no desempeñan ningún papel funcional en el marco de la presente invención.

25 Para ilustrar las ventajas de las composiciones de vidrio según la invención, la tabla 1 presenta las siguientes propiedades fundamentales:

- la temperatura correspondiente a una viscosidad de 10² poises, anotada como “Tlog2” y expresada en grados Celsius, correspondiente a la temperatura mínima a la que conviene calentar el baño de vidrio para poder obtener una pasta de vidrio homogénea y sin inclusiones gaseosas,

30 - la temperatura correspondiente a una viscosidad de 10^{2,5} poises, anotada como “Tlog2,5” y expresada en grados Celsius,

- la temperatura correspondiente a una viscosidad de 10³ poises, anotada como “Tlog3” y expresada en grados Celsius, correspondiente a la temperatura de fibrado,

- la temperatura de liquidus, anotada como “Tliq”, correspondiente a la temperatura por debajo de la que se forman los primeros cristales,

35 - el margen de conformado correspondiente a la diferencia entre Tlog3 y Tliq, anotada como “ΔT” y expresada en grados Celsius,

- el valor de disolución “DGG”, anotado como “DGG”: según este método se sumerge un polvo de vidrio molido para formar un polvo de granulometría de 360 a 400 micrómetros en agua caliente a reflujo durante 5 horas. Después de

un enfriamiento rápido, se filtra la mezcla y se efectúa una medida de materia seca contenida en el filtrado. El valor de disolución "DGG" expresa la cantidad de materia disuelta expresada en miligramos por gramo de vidrio tratado.

5 - la velocidad de disolución en medio ácido, anotada como "kSiO₂", que representa la velocidad de disolución de fibras de un diámetro de 10 micrómetros que permanecen 6 horas en disolución salina estática tamponada a un pH de 4,5. La disolución salina contiene, además del tampón pH, cloruro de sodio y citrato de sodio en concentraciones respectivas de 5 g/l y 0,15 g/l, siendo la relación entre la superficie de vidrio expuesta y el volumen de disolución de ataque de 0,5 cm⁻¹. Esta velocidad de disolución, expresada en ng/cm²·h, expresa la cantidad de vidrio disuelta por unidades de superficie de fibras y de tiempo.

10 El ejemplo C1 es un ejemplo comparativo de tipo "lana de vidrio", correspondiente al ejemplo 3 del documento EP 1.218.304. Este tipo de composición procura valores de disolución DGG demasiado grandes para algunas aplicaciones, principalmente para las aplicaciones del tipo "sándwich", donde los paneles de lana mineral están sometidos a grandes exigencias en términos de resistencia a la humedad.

15 Los ejemplos según la invención muestran que es posible mejorar esta propiedad a la vez que no se sacrifican las propiedades de biosolubilidad y la capacidad de formar fibras. Los ejemplos 9, 10 y 12 a 15 demuestran que es incluso posible disminuir esta propiedad hasta valores inferiores a 10 mg/g, y ello mediante una elección particular de los contenidos de sílice, alúmina y óxidos alcalinos, obteniendo márgenes de conformado positivos, e incluso superiores o iguales a 10°C y una velocidad de disolución en medio ácido superior a 25.000 ng/cm²·h.

Los ejemplos 1 y 2 muestran que la sílice es perjudicial para la biosolubilidad de las fibras, asociándose contenidos superiores a 47% a valores de kSiO₂ inferiores a 15.000 ng/cm²·h.

20 Un efecto sorprendente del óxido de sodio en el marco de la presente invención reside en su efecto de aumento de la temperatura de liquidus. Este efecto se distingue principalmente comparando los ejemplos 4 y 5, un aumento de 2,3% del contenido de óxido de sodio esencialmente compensado sobre la sílice provoca un incremento de 40°C de la temperatura de liquidus. En la mayoría de los vidrios conocidos, este óxido posee sin embargo un papel totalmente opuesto. Una posible explicación de este fenómeno inesperado estaría en el hecho de que la mayoría de los vidrios según la invención tienen tendencia a desvitrificar formando cristales de tipo "nefelina" de fórmula (Na, K)AlSiO₄.

25 Contenidos de óxido de sodio superiores o iguales a 18,5% asociados con contenidos de sílice inferiores o iguales a 44% (y eventualmente contenidos de alúmina superiores o iguales a 20%) tienen como consecuencia márgenes de conformado negativos, lo que es perjudicial para el fibrado de los vidrios, aunque no haga que sea imposible (intervienen factores cinéticos tales como la velocidad de cristalización). Los ejemplos 4, 5, 8 y 11 ilustran este punto.

30 Los ejemplos 17 a 20 y 22 muestran que la sustitución del óxido de sodio por cal permite mejorar de forma interesante el valor de disolución DGG, sin modificar demasiado sensiblemente la capacidad de ser conformado o el valor de kSiO₂. Los ejemplos 19, 20 y 22 son en particular preferidos ya que combinan un margen de conformado elevado (más de 50°C) con una baja DGG (10 mg/g o menos) a la vez que presentan una solubilidad conveniente en medio fisiológico (más de 20.000 ng/cm²·h).

35 Paneles sándwich que comprenden lanas minerales cuyas composiciones corresponden a la de los ejemplos C1, 6, 9, 17 y 20 y cuya densidad es próxima a 60 kg/m³ se han sometido al ensayo de resistencia al desgarro después de envejecimiento en medio húmedo descrito en el proyecto de norma prEN 14509 "Paneles sándwich autoportantes aislantes, de doble cara de paramentos metálicos- Productos manufacturados-Especificaciones". Según este ensayo, los paneles sándwich se colocan durante 28 días en una cámara ambiental a 65°C y 100% de humedad relativa y la pérdida de resistencia al desgarro después de esta etapa de envejecimiento no debe exceder el 60%.

La siguiente tabla 2 indica para cada una de las composiciones ensayadas la pérdida de resistencia al desgarro después de envejecimiento (en %).

45

Tabla 2

Ejemplo	Pérdida de resistencia al desgarro (%)
C1	80-85%
6	20-28%
9	14-34%
17	30%
20	20-44%

ES 2 664 400 T3

5 Mientras que la pérdida de resistencia al desgarro de la muestra comparativa C1 da prueba de su baja resistencia en medio húmedo, las muestras 6, 9, 17 y 20 presentan una pérdida de resistencia muy inferior a 60%. Las fibras de vidrio según la invención presentan así un comportamiento notablemente mejorado en términos de resistencia en medio húmedo.

Tabla 1

	C1	1*	2*	3	4*	5*	6	7	8*	9	10
SiO ₂ (%)	63,4	47,9	47,3	44,7	42,2	40,0	44,4	44,2	43,9	46,0	44,9
Al ₂ O (%)	1,7	18,1	16,8	19,0	20,0	20,1	19,0	19,0	18,8	18,8	18,9
Fe ₂ O ₃ (%)	0,1	1,92	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	2,2	2,1	2,0	2,0
CaO (%)	6,8	3,45	3,8	4,3	4,8	4,6	4,3	4,3	6,2	6,2	6,15
MgO (%)	3,6	0,4	0,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,31
Na ₂ O (%)	17,6	18	19,2	19,2	18,5	20,8	19,0	19,0	19,0	16,9	17,8
K ₂ O (%)	0,9	4,45	4,5	4,5	4,8	5,0	5,2	4,5	4,5	4,5	4,5
B ₂ O ₃ (%)	5,9	5,05	5,2	4,1	5,35	5,1	4,1	5,0	3,8	3,8	3,9
Impurezas		0,7	0,6	0,7	0,75	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
Tlog2 (°C)		1.398	1.355	1.367	1.362	1.304	1.367	1.353	1.322	1.374	1.353
Tlog2,5 (°C)		1.255	1.213	1.232	1.225	1.176	1.232	1.218	1.194	1.241	1.220
Tlog3 (°C)		1.141	1.100	1.124	1.117	1.072	1.123	1.109	1.092	1.135	1.114
Tliq (°C)		1.010	960	1.070	1.130	1.170	1.060	1.080	1.110	1.060	1.090
ΔT (°C)		131	140	54	-13	-98	63	29	-18	75	24
DGG	24	13,5	14,5	16,9	14,1	19,4	15,1	12,9	10,1	9,7	10,1
kSiO ₂ (x10 ³)		12,4	5,1	25,0	37,3	57,5	24,3	29,8	41,8	24,6	30,6

*fuera de la invención

ES 2 664 400 T3

Tabla 1 (continuación)

	11*	12	13	14	15	16*	17	18	19	20*	21*	22*
SiO ₂ (%)	43,7	46,0	44,9	44,9	45,0	43,0	46,5	46,6	46,6	46,7	46,8	46,7
Al ₂ O (%)	18,8	18,8	18,9	19,8	19,7	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,1	18,1
Fe ₂ O ₃ (%)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
CaO (%)	4,2	4,2	4,3	6,3	4,2	8,2	5,5	6,4	7,35	8,3	4,4	9,2
MgO (%)	3,18	3,2	3,14	1,31	3,1	1,3	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	0,5
Na ₂ O (%)	19,0	16,8	17,9	16,7	16,7	15,0	18,2	17,2	16,2	15,2	17,3	14,1
K ₂ O (%)	4,5	4,2	4,5	4,5	4,5	6,5	5,35	5,35	5,35	5,35	5,4	5,4
B ₂ O ₃ (%)	4,0	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Impurezas	0,5	0,9	0,5	0,5	0,7	0	0	0	0	0	0	0
Tlog2 (°C)	1.339	1.393	1.362	1.375	1.385		1.344	1.345	1.343	1.347		1.352
Tlog2,5 (°C)	1.208	1.252	1.232	1.244	1.259		1.214	1.216	1.218	1.223		1.230
Tlog3 (°C)	1.105	1.146	1.129	1.139	1.156	1.150	1.108	1.111	1.116	1.123		1.131
Tliq (°C)	1.130	1.090	1.110	1.120	1.130	1.090	1.050	1.070	1.060	1.060	1.060	1.070
ΔT (°C)	-25	56	19	19	26	60	58	41	56	63		61
DGG	13,2	9,7	8,9	9,4	9,8		13,7	12,4	10,1	10,8		9,8
kSiO ₂ (x10 ³)	45,7	25,0	37,3	28,3	30,8		21,3	21,6	21,1	20,9	20,5	23,0

*fuera de la invención

REIVINDICACIONES

1. Fibra de vidrio susceptible de disolverse en un medio fisiológico y que se presenta en forma de lana mineral, caracterizada por que presenta una composición química que comprende los siguientes constituyentes en los límites definidos a continuación expresados en porcentajes ponderales:

SiO ₂	44 a 46,7
Al ₂ O ₃	18 a 21
CaO	1 a 8
MgO	0 a 3,5
Na ₂ O	15 a 21
K ₂ O	3 a 6
B ₂ O ₃	0 a 5
Fe ₂ O ₃	0 a 3
P ₂ O ₅	0 a 3

- 5 2. Fibra de vidrio según la reivindicación 1, en la que el contenido de óxido de sodio es superior o igual a 16%.
3. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido total de óxidos alcalinos es superior o igual a 21%.
4. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de alúmina está comprendido entre 18 y 20%.
- 10 5. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, tal que la relación SiO₂/Al₂O₃ está comprendida entre 2,2 y 2,5.
6. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de óxido de potasio es superior o igual a 4%.
- 15 7. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de óxido de calcio es superior o igual a 4%.
8. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de óxido de magnesio es superior o igual a 1%.
9. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de óxido de boro es inferior o igual a 4,5%.
- 20 10. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el óxido de hierro está presente en contenidos comprendidos entre 1 y 3%.
11. Fibra de vidrio según la reivindicación 1, que presenta una composición química que comprende los siguientes constituyentes en los límites definidos a continuación expresados en porcentajes ponderales:

SiO ₂	44 a 46
Al ₂ O ₃	18 a 20
CaO	4 a 8
MgO	1 a 3,2
Na ₂ O	16,5 a 18,5
K ₂ O	4 a 5
B ₂ O ₃	3 a 5
Fe ₂ O ₃	0 a 3
P ₂ O ₅	0 a 3

12. Fibra de vidrio según una de las reivindicaciones anteriores, susceptible de ser obtenida mediante un procedimiento de centrifugación interna.
13. Utilización de las fibras de vidrio según una de las reivindicaciones 1 a 12 como materiales de aislamiento térmico y/o acústico y substratos de cultivo sin suelo,
- 5 14. Elemento de construcción que comprende fibras de vidrio según una de las reivindicaciones 1 a 12 como aislamiento intermedio entre dos paneles metálicos.
15. Procedimiento de fabricación de las fibras según una de las reivindicaciones 1 a 12 por centrifugación interna.