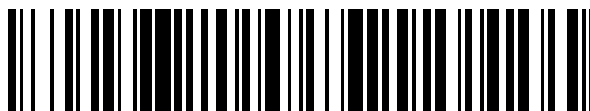


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 366**

51 Int. Cl.:

C03C 13/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2011** **E 11819046 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016** **EP 2655277**

54 Título: **Fibra continua de basalto**

30 Prioridad:

22.12.2010 AT 21162010

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

20.09.2016

73 Titular/es:

ASA.TEC GMBH (100.0%)

Seestrasse 59

A-3550 Langenlois, AT

72 Inventor/es:

SCHINKINGER, THOMAS y

MAYER, ANTON

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 583 366 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

Fibra continua de basalto

La invención se refiere a fibras continuas de basalto que comprenden los elementos Si, Al, Fe, Mn, Ti, Ca, Mg, K, Na y O, en las cuales el átomo central de Si está circundado por cuatro átomos de oxígeno y los otros elementos están circundados asimismo por átomos de oxígeno en diferente coordinación o al menos están acoplados a los átomos de oxígeno y forman otras unidades estructurales; así como a un procedimiento para producir las fibras de basalto según la invención.

Las fibras de basalto son fibras delgadas hechas de basalto y pertenecen a la categoría de fibras minerales (MMF – man made mineral fibers o fibras minerales sintéticas). Estas se producen a partir de basalto fundido líquido a aproximadamente 1400 °C. La fibra posee una coloración verdosa-marrón. La composición del material fundido afecta las propiedades físicas de la fibra de basalto. En oposición a las fibras de carbono o fibras de aramida, la fibra de basalto no se estira sino de manera amorfa como las fibras de vidrio. Las fibras de basalto se emplean como fibras de refuerzo en materiales composite de fibra o plástico o como materiales protectores de calor. Las propiedades físicas y por lo tanto los campos de aplicación son similares a aquellos de la fibra de vidrio. No obstante, en forma de lana aislante son más gruesas que las fibras de vidrio y muy quebradizas. Sin embargo, se tiene que distinguir aquí claramente entre lana de basalto y fibra continua de basalto. Las fibras continuas de basalto son inocuas a la salud y se utilizan principalmente en aplicaciones de composite (construcción ligera en caso de automóviles y vehículos de servicio). Pero con las nuevas tecnologías también pueden producirse fibras más finas con un espesor por debajo de 0,01 mm y pueden tratarse para dar lugar a tejidos.

Las ventajas de las fibras de basalto consisten en un intervalo de aplicación de temperaturas más grande (- 260 °C a + 700 °C), un módulo de elasticidad del 20 % al 30 % más alto que en el caso de las fibras de vidrio de clase E y alcanza el nivel de las fibras de aramida, una conductividad térmica y eléctrica más alta en comparación con vidrios de clase E, de modo que a partir de las mismas pueden obtenerse ciclos más rápidos en el caso de moldeo por inyección.

Si se utilizan fibras de basalto para armadura, tal como por ejemplo de cemento o de concreto, éstas tienen que tener una alta resistencia a la tracción y alta estabilidad química con el fin de poder competir con las fibras de vidrio resistentes a medio alcalino, las cuales son, de todas formas, muy caras y complicadas de producir, y las fibras de aramida o de carbono, conocidas del estado de la técnica.

El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar una fibra de basalto con resistencia mejorada a la tensión.

El objetivo de la invención se logra, en cada caso de modo independiente, mediante una fibra de basalto que comprende los elementos Si, Al, Fe, Mn, Ti, Ca, Mg, K, Na y O, en la cual el átomo de Si está circundado por cuatro átomos de oxígeno y los otros elementos están circundados igualmente por átomos de oxígeno en coordinación diferente o al menos están acoplados a átomos de oxígeno y forman otras unidades estructurales, en cuyo caso las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios se encuentran en una estructura de otra manera amorfa frente a rayos X, así como mediante un procedimiento para producir las fibras de basalto según la invención, en cuyo caso la materia prima que comprende del 30 % al 70 % de basalto y/o diabase, del 8 % al 40 % de componente de cuarzo, principalmente sal de cuarzo, y del 5 % al 30 % de escoria, principalmente escoria de alto horno, se muele para dar lugar a partículas; a partir de las partículas se forman cuerpos moldeados los cuales, antes de fundirse, pasan por un intervalo de temperaturas en el cual los componentes de la materia prima reaccionan entre sí y forman nuevas fases minerales y estructuras moleculares, y se funden en un tanque de fundición; el material fundido se introduce a través de un canal de alimentación por un alimentador de fluido al portainyector o buje y se sacan tirando las fibras continuas; dado el caso se efectúa un encolado y en otra secuencia dado el caso se introduce a la devanadera. Ventajosamente se demuestra que puede lograrse una alta resistencia a la tracción. Mediante las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios, la resistencia mecánica de las fibras de basalto es sustancialmente mayor que la del basalto de partida. La fibra continua de basalto de acuerdo con la invención se distingue además por propiedades químico-térmicas optimizadas, ante todo por una alta resistencia a la temperatura, alta resistencia a desgarrar, alta resistencia química, ante todo en intervalos de valor de pH alcalino, muy buenas propiedades de aislamiento y de estiramiento y buena capacidad de reciclaje.

De manera preferida, las unidades estructurales desarrollan un orden de corto alcance, en cuyo caso las distancias y ángulos atómicos y moleculares entre el átomo central cargado positivamente y los átomos de oxígeno cargados negativamente son irregulares y las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios, forman un orden de largo alcance no cristalino, por lo cual puede lograrse una alta resistencia a la tracción, principalmente superior a aquella del vidrio clase E.

Las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios, pueden tener un orden de largo alcance de moléculas de cadena y/o de banda similares a la estructura de piroxeno, lo cual a su vez explica la alta

resistencia a la tracción. Además, la fibra de basalto según la invención es resistente a la radiación ultravioleta y a la luz, no es tóxica y se comporta de manera completamente inerte desde el punto de vista químico.

- 5 De manera ventajosa, la fracción de las moléculas de cadena de manera similar a la estructura de piroxeno se selecciona de un intervalo con un límite inferior del 20 % y un límite superior del 80 %, por lo cual se logran los valores mejorados para la resistencia a la atención y de esta manera se agranda las posibilidades de uso de las fibras de basalto de la invención.

El módulo elástico de la fibra de basalto tiene un valor con un límite inferior de 60000 MPa y un límite superior de 150000 MPa, por lo cual se logra una alta rigidez y principalmente se mejora la aptitud de las fibras de basalto para propósitos de armadura.

- 10 Preferiblemente, la resistencia a la tracción de la fibra de basalto presenta un valor con un límite inferior de 1500 MPa y un límite superior de 8000 MPa, por lo cual la carga mecánica para la fibra de basalto puede ser muy grande sin desgarrarse.

- 15 El valor para la densidad se selecciona de un intervalo con un índice inferior de 2,0 g/cm³ y un índice superior de 3,0 g/cm³, principalmente 2,3 g/cm³, en cuyo caso de manera ventajosa pueden incrementarse considerablemente la resistencia a la tracción y la rigidez al incrementar ligeramente la densidad.

- 20 En una modalidad, los cuerpos moldeados se funden en el tanque de fundición, el material fundido se introduce al buje a través de un canal de alimentación por un alimentador de fluido el cual se adentra principalmente en el material fundido, y se sacan las fibras de basalto; en otra secuencia se introducen a la devanadera, por lo cual puede usarse un procedimiento de producción ya establecido para la producción de la fibra de basalto según la invención y de esta manera pueden ahorrarse los costes para la evaluación de un procedimiento de producción completamente nuevo. Solamente tienen que adaptarse los parámetros del procedimiento.

- 25 Los cuerpos moldeados pasan antes de la fundición un intervalo de temperaturas desde la temperatura ambiente hasta 1200 °C, por lo cual pueden lograrse por una parte mejores propiedades físicas, tales como resistencia a la abrasión y menores desprendimientos y, por otra parte, se suprime la necesidad de espacio necesario para el almacenamiento con el fin de secado. Por otra parte, el basalto y/o diabase, el componente de cuarzo, principalmente la arena de cuarzo y la escoria, principalmente escoria de alto horno, pueden reaccionar entre sí y formar nuevas fases minerales y estructuras moleculares. Las nuevas fases minerales formadas de esta manera se funden completamente en hornos de fundición, en cuyo caso se mantienen las estructuras moleculares existentes previamente, o vuelven a formarse nuevamente al enfriarse. En ese caso, el material recuerda su estado anterior.

- 30 Para un mejor entendimiento de la invención, ésta se ilustra por medio de las siguientes figuras.

En una representación esquemática muy simplificada:

la figura 1 muestra un diagrama de difracción de rayos X de una fibra de basalto según la invención;

la figura 2 muestra un diagrama de difracción de rayos X de la fibra de basalto según la invención a diferentes temperaturas;

- 35 la figura 3 muestra un diagrama de difracción de rayos X de una fibra mineral (fibra de vidrio) del estado de la técnica a diferentes temperaturas.

- 40 A manera de introducción se establece que en las modalidades descritas de manera diferente, las mismas partes están provistas con los mismos nombres, en cuyo caso las divulgaciones contenidas en toda la descripción pueden aplicarse a las mismas partes con los nombres conforme al sentido. Las especificaciones de posición seleccionadas en la descripción, tales como, por ejemplo, arriba, abajo, lateralmente, etc. también se refieren a la modalidad descrita directamente y pueden aplicarse conforme al sentido a la nueva posición en caso de una modificación de posición. Características individuales o combinaciones de características de los diferentes ejemplos de realizaciones mostrados y descritos también pueden representar soluciones independientes, inventivas o de acuerdo con la invención.

- 45 Todas las especificaciones sobre intervalos de valores en la descripción concreta deben entenderse de tal manera que éstas comprendan todos y cualesquiera intervalos parciales de las mismas; por ejemplo, la especificación 1 a 10 debe entenderse de tal manera que todos los intervalos parciales quedan comprendidos a partir del límite inferior 1 hasta el límite superior 10, es decir los intervalos parciales completos comienzan con un límite inferior de 1 o más y terminan en un límite superior de 10 o menos, por ejemplo 1 a 1,7, o 3,2 a 8,1 o 5,5 a 10.

- 50 La fibra de basalto según la invención, la cual comprende los elementos Si, Al, Fe, Mn, Ti, Ca, Mg, K, Na, O y dado el caso B, P, S, Cr, Zr y Li, forma unidades estructurales y presenta rupturas moleculares orientadas o pre-orientadas, principalmente dominios, en una estructura por lo demás amorfa frente a rayos X. Los dominios

orientados o pre-orientados se encuentran en forma de moléculas de cadena y/o de banda, similares a una estructura de piroxeno, tales como orto- y clinopiroxenos. En los clinopiroxenos se encuentran de manera preponderante augita y diópsido.

- 5 Las unidades estructurales forman un orden de corto alcance, en el cual las distancias y ángulos atómicos y moleculares entre el átomo central cargado positivamente y los átomos de oxígeno circundantes, cargados negativamente son irregulares y las estructuras moleculares orientadas o pre-orientadas (parcialmente cristalinas), principalmente dominios, forman un orden de largo alcance no cristalino.

- 10 El orden de corto alcance del material fundido está compuesto de unidades estructurales que también caracterizan la estructura de las fases amorfas correspondientes. La unidad estructural fundamental para el material fundido para la preparación de fibras de basalto es el tetraedro $[\text{SiO}_4]^{4-}$. El oxígeno que une dos tetraedros $[\text{SiO}_4]^{4-}$ adyacentes se denomina oxígeno puente u oxígeno formador de puente. Mediante la incorporación de óxidos de metal alcalino y de metal alcalinotérreo (Na_2O , K_2O , Li_2O , etc.), los cuales funcionan como óxidos convertidores de la red y los óxidos intermedios (tales como los metales divalentes u óxidos de metales, tales como CaO , MgO , BaO , FeO , etc.), se despolimeriza la red. Un efecto opuesto es provocado por la presencia adicional de aluminio en la red. El tetraedro $[\text{SiO}_4]^{4-}$ es una unidad casi rígida independientemente del grado de la polimerización. Las modificaciones en la estructura se determinan por el ángulo de enlace Si-O-Si (ángulo de puente) así como las longitudes de enlace Si-O (oxígeno de puente).

- 20 La fibra de basalto según la invención se caracteriza por una resistencia a la tracción del 30 % al 40 % más alta en comparación con fibras de basalto anteriores. Esto se logra mediante la presencia o la nueva formación de estructuras pre-orientadas, principalmente con una estructura de cadena o de banda. La resistencia a la tracción superior se logra mediante el orden de largo alcance no cristalino de las moléculas.

- 25 Las fibras de basalto se componen principalmente de tetraedros de SiO_4 consumidos. Mediante el tratamiento de temperatura se forman moléculas de cadenas y/o de bandas similares a una estructura de piroxeno. Explotando los mecanismos de formación de núcleo y de cristal, dependientes de la temperatura y del tiempo, homogéneos y heterogéneos, puede lograrse una cristalinidad parcial mediante los ciclos controlados de formación de núcleo y de crecimiento de cristal.

- 30 Una variante de preparación posible para la fibra de basalto según la invención comprende un tratamiento previo de la materia prima antes de que llegue al horno de fundición. La materia prima, principalmente roca, se muele durante el tratamiento previo; a continuación se forman los cuerpos moldeados y por último los cuerpos moldeados pasan por un tratamiento de temperatura seleccionado de un intervalo desde la temperatura ambiente hasta 1200°C , en cuyo caso, en este paso del procedimiento, se forman las estructuras ya en una reacción previa, las cuales son precursoras de las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas (parcialmente cristalinas), principalmente dominios. Compactándose en cuerpos moldeados, las partículas virtuales se ciñen tanto unas a otras que pueden reaccionar más rápidamente que las partículas sueltas, en comparación, donde existen espacios huecos entre las mismas. Además, antes de la fundición completa, tiene lugar una reacción previa de los materiales de partida en el horno de fundición, de lo cual resultan resistencias más altas que en el caso de materiales habituales de fibra de vidrio y de fibra de basalto.

- 40 La estructura molecular de cadenas y/o de bandas ya existe en el material fundido a aproximadamente 1500°C y sigue formándose en el transcurso de la operación de enfriado, en la ruta del material fundido. La ruta del material fundido comprende las siguientes etapas:

- a) fundición parcial durante la operación de depositar, pre-calentar fundir;
- b) fundición completa en el horno de fundición a aproximadamente 1500°C y superior;
- c) flujo de material fundido en el canal de alimentación $\rightarrow$ menos de 1500° o más baja que en el tanque de fundición;
- 45 d) en el alimentador de flujo se efectúa un enfriamiento adicional, el cual corresponde al límite de la utilización de platino y de aleaciones de platino;
- e) en el buje o en el portainyector se efectúa un enfriamiento adicional a aproximadamente $1250-1350^\circ\text{C}$;
- f) durante la operación de sacado de la fibra y dado el caso de colado, se realiza un enfriamiento de $1250-1350^\circ\text{C}$ a temperaturas por debajo de 100°C .

- 50 En el tratamiento térmico de las fibras de basalto según la invención se producen nuevas formaciones de mineral con cristalinidad o cristalinidad parcial. Ante todo se forma clino- y ortopiroxeno como nuevo y refuerza su punto máximo en un análisis del infractor metería de rayos X. De esta manera se logra un incremento de la cristalinidad. Además, aparece además plagioclasa.

Un difractograma de rayos X de una fibra de basalto según la invención se muestra en la figura 1. Los parámetros de medición para la generación del difractograma de rayos X son: fuente de radiación: Cu K alfa, a una temperatura de 25 °C en un intervalo de ángulo de 2-theta 5°. Los puntos máximos con un cuadrado muestran anortita $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$, triclina - a 8,18400 - b 12,89000 - c 14,21400 - $\square$ 93,220 - $\square$ 115,9 $\square$ 91,13; los puntos máximos con un rombo muestran clinopiroxeno $\text{Ca}_{0,970}\text{Co}_{0,030}(\text{Mg}_{0,831}\text{Co}_{0,169})(\text{Si}_{206})$, monoclinico - a 9,7527 - b 8,9261 - c 5,2486 - $\square$ 90 - $\square$ 105,856 - $\square$ 90; y los puntos máximos con un círculo muestran ortopiroxeno $\text{Mg}_{1,12}\text{Fe}_{0,88}\text{Si}_{206}$, ortorómbico - a 18,224 - b 8,775 - c 5,179 - $\square$ 90 - $\square$ 90 - $\square$ 90.

La figura 2 muestra un difractograma de rayos X de la fibra según la invención, en el cual las curvas de abajo hacia arriba muestran un análisis de la fibra continua de basalto en el caso de un tratamiento térmico de 800 °C, 900 °C y 1000 °C. Del tetraedro de SiO_4 consumidos al inicio en la fase de pre-orientación se forman tetraedros regulares reforzados dependiendo del tiempo y de la temperatura, silicatos complejos y estructuras minerales regulares, principalmente piroxenos, con lo cual también se incrementa la cristalinidad en las fibras.

En las fibras comparativas (fibra de vidrio) del estado de la técnica también se eleva la cristalinidad en el campo de temperatura investigado mucho menos que en el caso de las fibras de basalto según la invención. La figura 3 muestra un diagrama de difracción de rayos X de una fibra mineral (fibra de vidrio) del estado de la técnica a diferentes temperaturas, en cuyo caso de abajo hacia arriba primero se muestra la fibra no tratada, a continuación un tratamiento térmico de 800 °C, 900 °C y 1000 °C.

La magnitud de la pre-orientación, es decir la fracción de la estructura de moléculas de cadena, similar a la estructura de piroxeno, se selecciona de un intervalo con un límite inferior del 20 % y un límite superior del 80 %, preferiblemente del 40 % al 60 %, principalmente del 45 % al 55 %, en cuyo caso mediante un tratamiento térmico más largo, así como una temperatura más alta, se efectúa una nueva formación de mineral aumentada, principalmente una formación de piroxeno. También el diámetro de la fibra desempeña un papel. De esta manera, las fibras más delgadas, con una duración y una temperatura iguales de tratamiento tienen una fracción más alta de piroxeno que las fibras continuas de basalto más gruesas.

Las fibras de basalto de la invención tienen un diámetro seleccionado de un intervalo con un límite inferior de 5 μm y un límite superior de 40 μm , preferiblemente de 7 μm a 25 μm , principalmente 9 μm a 16 μm .

El material de mezcla y de molienda de la materia prima puede basarse en aproximadamente el 50 % de basalto, aproximadamente el 20 % de escoria de alto horno, aproximadamente el 30 % de arena de cuarzo y arcilla. En modalidades alternativas, el material de partida también puede comprender sólo basalto, o solamente aditivos seleccionados como solamente escoria de alto horno, sal de cuarzo y arcilla. También es posible adicionar mezclando otras sustancias al material de partida. Otras composiciones que igualmente forman una base para las fibras de basalto de la invención se divulgan en la solicitud de patente WO 2012/083334 A2 de la solicitante "Materia prima para la preparación de fibras de basalto", del 28 de junio de 2012. Los cuerpos moldeados pueden prepararse con ayuda de diferentes procedimientos, en cuyo caso estos también se divulgan en una solicitud de patente WO 2012/083335 A1 de la solicitante "Pretratamiento de materias primas para la preparación de fibras de basalto" del 28 de junio de 2012.

Los cuerpos moldeados pasan antes de fundirse por un intervalo de temperaturas desde temperatura ambiente hasta 1200 °C durante un lapso de tiempo de 2 a 15 minutos. Las temperaturas son preferiblemente de aproximadamente 300 °C a ± 50 °C.

El procedimiento de la invención comprende las siguientes etapas procedimentales: a) los cuerpos moldeados se funden en un tanque de fundición, b) el material fundido se introduce a través de un canal mediante un alimentador de fluido al portainyector o buje donde las fibras de basalto se sacan y dado el caso c) se efectúa un encolado y d) en otra secuencia se introducen a la devanadera. Los cuerpos moldeados tratados térmicamente se introducen a un tanque de fundición donde rige una temperatura de horno de hasta 1750 °C y la temperatura de fusión es de hasta 1600 °C. En la zona de fusión rige una presión de 0,5 a 3 mm de columna de agua (1mm de columna de agua = 0,09807 mbar). Para calentar preferiblemente se usan dos quemadores con provisión de gas/ O_2 . En el canal de alimentación rige una temperatura de horno de hasta 1550 °C y una temperatura de baño de fundición de hasta 1500 °C, la cual genera 9 quemadores con calentamiento de gas/ O_2 . En el canal de alimentación en cada caso la temperatura es menor que en el horno de fundición. El alimentador de fluido tiene un diámetro aproximado de 15 a 23 mm y tiene una temperatura de hasta 1450 °C. Se logra un rendimiento de hasta 80 kg/h por sitio de hilado. En el buje con hasta 2000 puntas la temperatura es de hasta 1500 °C y se logra el rendimiento de hasta 80 kg/h por sitio de hilado. Las fibras de basalto se enfrían considerablemente en tal caso. A continuación pueden efectuarse además un encolado de la fibra continua de basalto. La devanadera puede tener un desempeño de 0 a 3600 m/min.

También pueden utilizarse otros procedimientos, distintos de los previamente descritos, para la preparación de las fibras de basalto continuas según la invención, con una capacidad mejorada de tracción.

Los ejemplos de realización muestran posibles modalidades de la fibra de basalto, en cuyo caso debe anotarse en este sitio que la invención no se restringe a las modalidades especialmente representadas de las mismas, sino más

5 bien son posibles diversas combinaciones, unas con otras, de las variantes de realización individuales y esta posibilidad de variación se encuentra dentro de la capacidad del experto en la materia, activo en este campo industrial, debido a las enseñanzas sobre el manejo industrial por medio de la presente invención. También están abarcadas en el alcance de protección todas las variantes de realización concebibles que sean posibles mediante combinaciones de detalles individuales de las variantes de realización representadas y descritas.

El problema fundamental de las soluciones inventivas independientes puede deducirse de la descripción.

REIVINDICACIONES

1. Fibra continua de basalto que comprende los elementos Si, Al, Fe, Mn, Ti, Ca, Mg, K, Na y O, en la cual el átomo central de Si está rodeado por cuatro átomos de oxígeno y los otros elementos están igualmente rodeados por átomos de oxígeno en diferente coordinación o están acoplados al menos a átomos de oxígeno y forman unidades estructurales adicionales, caracterizada porque se encuentran presentes estructuras moleculares, pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios, en una estructura que de otra manera es amorfa a rayos X.
2. Fibra continua de basalto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las unidades estructurales forman un orden de corto alcance, en las cuales los ángulos y las distancias atómicas y moleculares entre el átomo central cargado positivamente y los átomos de oxígeno circundantes, cargados negativamente, son irregulares y las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, en particular dominios, forman un orden de largo alcance, no cristalino.
3. Fibra continua de basalto de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque las estructuras moleculares pre-orientadas u orientadas, principalmente dominios, tienen un orden de largo alcance de moléculas de cadena y/o de banda, similares a una estructura de piroxeno.
4. Fibra continua de basalto de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque la fracción de las moléculas de cadena similares a la estructura de piroxeno se selecciona de un intervalo con un límite inferior del 20 % y un límite superior del 80 %.
5. Fibra continua de basalto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el módulo de elasticidad de las fibras de basalto tienen un valor con un límite inferior de 60000 MPa y un límite superior de 150000 MPa.
6. Fibra continua de basalto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la resistencia a la tracción de las fibras de basalto tienen un valor con un límite inferior de 1500 MPa y un límite superior de 8000 MPa.
7. Fibra continua de basalto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque la densidad tiene un valor con un límite inferior de 2,0 g/cm³ y un límite superior de 3,0 g/cm³.
8. Procedimiento para producir una fibra continua de basalto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la materia prima que comprende del 30 % al 70 % de basalto y/o diabase, del 8 % al 40 % de componente de cuarzo, principalmente arena de cuarzo, y del 5 % al 30 % de escoria, principalmente escoria de alto horno, se muele en partículas; a partir de las partículas se producen cuerpos moldeados, antes de fundirse los cuerpos moldeados pasan por un intervalo de temperaturas en el cual los componentes de la materia prima reaccionan entre sí y forman nuevas fases minerales y estructuras moleculares y se funden en un tanque de fundición; el material fundido se introduce a través de un canal de alimentación por un alimentador de fluido al portainyector o buje y se saca tirando la fibra continua; dado el caso se efectúa un encolado y en otra secuencia dado el caso se introduce en la devanadera.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque antes de fundirse los cuerpos moldeados pasan por un intervalo de temperatura desde temperatura ambiente hasta 1200 °C.

Fig.1

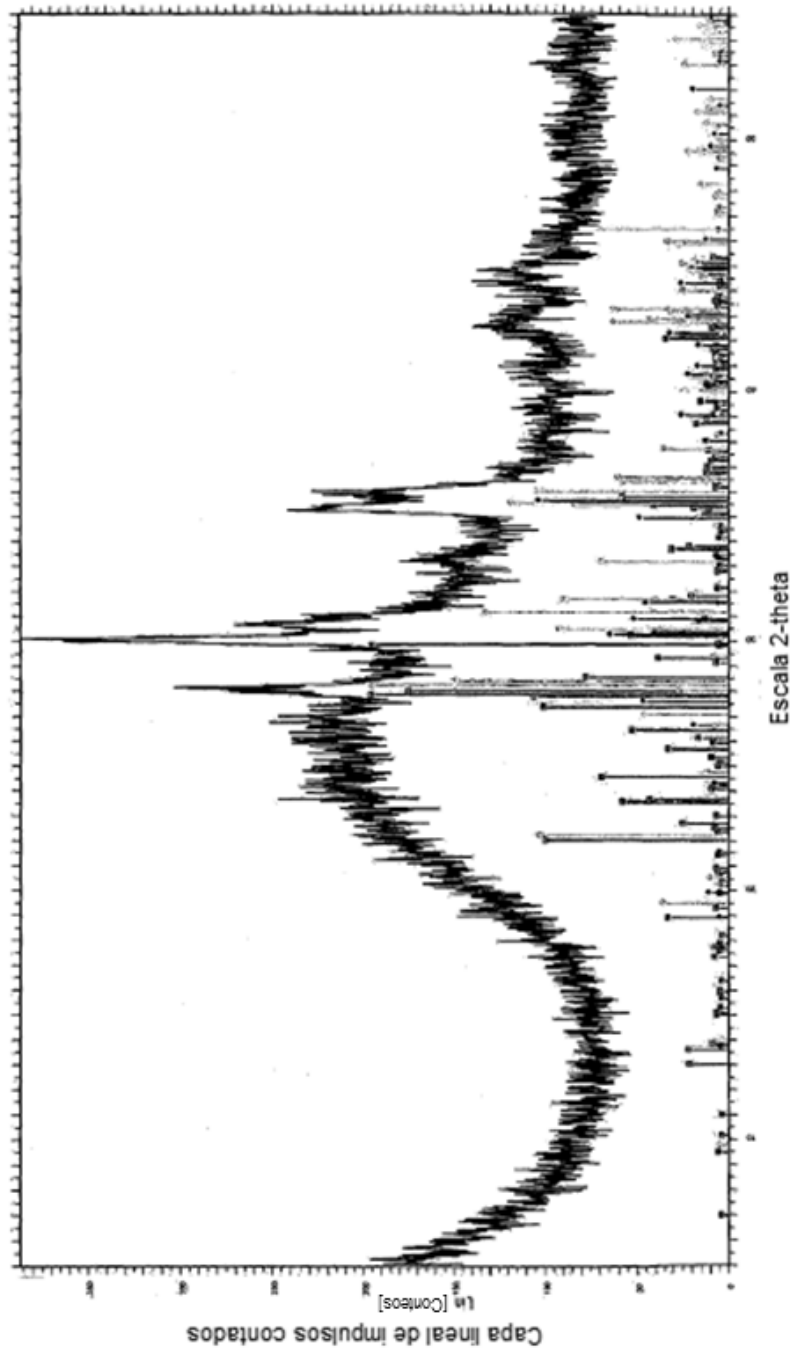


Fig.2

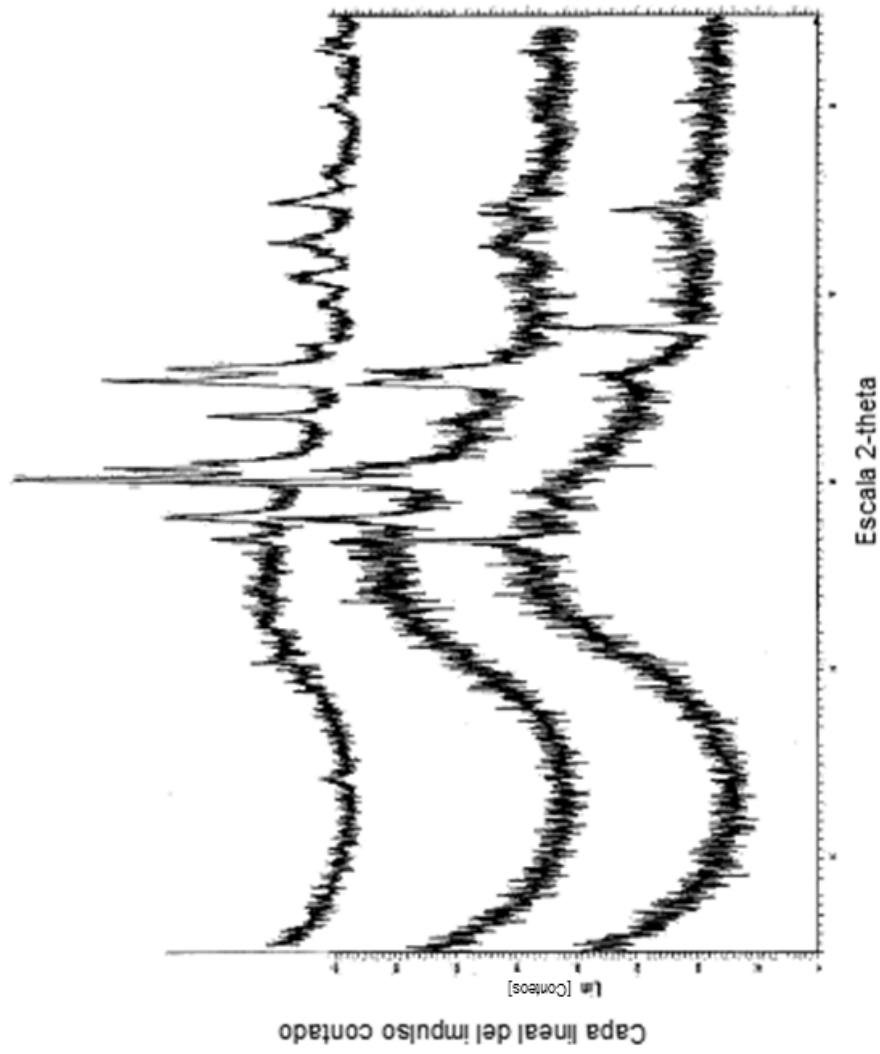


Fig.3

