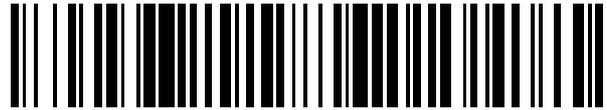


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 359**

51 Int. Cl.:

**B24D 3/34** (2006.01)

**B24D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2007 E 07842495 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2059368**

54 Título: **Herramienta abrasiva reforzada con fibras cortas**

30 Prioridad:

**15.09.2006 US 844862 P**  
**24.08.2007 US 895641**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.10.2013**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)**  
**1 New Bond Street Box No. 15138**  
**Worcester, MA 01615-0138, US y**  
**SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KLETT, MICHAEL W.;**  
**CONLEY, KAREN M.;**  
**PARSONS, STEVEN F.;**  
**ZHANG, HAN y**  
**KHAUND, ARUP K.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 427 359 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**

Herramienta abrasiva reforzada con fibras cortas

5

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Fibras de hilos cortados se utilizan en muelas abrasivas basadas en una resina densa para aumentar la resistencia mecánica y la resistencia al impacto. Las fibras de hilos cortados, típicamente de una longitud de 3-4 mm, son una pluralidad de filamentos. El número de filamentos puede variar en función del proceso de fabricación pero típicamente consiste en 400 a 6000 filamentos por haz. Los filamentos se mantienen juntos mediante un adhesivo conocido como un agente de encolado, aglutinante o revestimiento que, en última instancia, debería ser compatible con la matriz de la resina. A un ejemplo de una fibra de hilos cortados se le alude como 183 Cratec®, disponible de Owens Corning.

15 La incorporación de fibras de hilos cortados en una mezcla seca de muela abrasiva se consigue generalmente mezclando las fibras de hilos cortados, resina, cargas y el grano abrasivo durante un tiempo especificado y luego moldeando, curando o tratando de otro modo la mezcla para formar una muela abrasiva acabada.

20 A partir del documento US 3.762.894 A se conoce un medio abrasivo que comprende una capa de partículas abrasivas fijadas a un respaldo de una esterilla de fibras de vidrio impregnada con una resina sintética mediante un aglutinante de resina sintética, en donde una o ambas de las resinas contienen fibras cortas de aproximadamente 0,003 a 0,012 mm de diámetro y 0,1 a aproximadamente 3 mm de longitud. Las fibras son de vidrio, amianto, material cerámico o grafito, en una cantidad entre aproximadamente 2 y 20 por ciento en peso, basado en el material de la resina sólida.

25 En cualquiera de estos casos, muelas reforzadas con fibras de hilos cortados adolecen típicamente de un cierto número de problemas, incluido un deficiente rendimiento de molienda, así como una vida inadecuada de la muela.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de técnicas mejoradas de refuerzo para herramientas de tratamiento abrasivo.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

35 Una realización de la presente invención proporciona una composición que comprende un material aglutinante orgánico (p. ej. resina termoestable, resina termoplástica o caucho), un material abrasivo dispersado en el material aglutinante orgánico y microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico. Las microfibras son filamentos individuales y pueden incluir, por ejemplo, fibras de lana mineral, fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca, fibras de lana (mineral) de roca, fibras de vidrio, fibras de material cerámico, fibras de carbono, fibras de aramida y fibras de poliamida, y combinaciones de las mismas. Las microfibras tienen una longitud media menor que aproximadamente 1000 µm. En un caso particular, las microfibras tienen una longitud media en el intervalo de aproximadamente 100 a 500 µm y un diámetro menor que aproximadamente 10 micras. La composición incluye, además, uno o más materiales de carga activos, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso. Estos materiales de carga reaccionan con las microfibras para proporcionar diversos beneficios del proceso abrasivo (p. ej. vida mejorada de la muela, elevada relación G y/o anti-carga de la cara de la herramienta abrasiva). Además, los materiales de carga activos pueden ser compuestos de manganeso, compuestos de plata, compuestos de boro, compuestos de fósforo, compuestos de cobre, compuestos de hierro, compuesto de zinc y combinaciones de los mismos. La composición puede incluir, por ejemplo, de 10% en volumen a 50% en volumen del material aglutinante orgánico, de 30% en volumen a 65% en volumen del material abrasivo y de 1% en volumen a 20% en volumen de las microfibras. En otro caso particular, la composición incluye de 25% en volumen a 40% en volumen del material aglutinante orgánico, de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo y de 2% en volumen a 10% en volumen de las microfibras. En otro caso particular, la composición incluye de 30% en volumen a 40% en volumen del material aglutinante orgánico, de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo y de 3% en volumen a 8% en volumen de las microfibras. En otra realización, la composición está en forma de un artículo abrasivo utilizado en el tratamiento abrasivo de una pieza de trabajo. El artículo abrasivo comprende un material aglutinante orgánico que incluye uno de una resina termoestable, una resina termoplástica o un caucho; un material abrasivo dispersado en el material orgánico; una pluralidad de microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico, en donde las microfibras son filamentos individuales que tienen una longitud media menor que aproximadamente 1000 µm y un diámetro menor que aproximadamente 10 µm; y uno o más materiales de carga activos que reaccionan con las microfibras para proporcionar beneficios del proceso abrasivo, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso; en donde el artículo abrasivo incluye de 10% en volumen a 50% en volumen del material aglutinante orgánico, de 30% en volumen a 65% en volumen del material abrasivo y de 1% en volumen a

20% en volumen de las microfibras. En tal caso, el artículo abrasivo es una muela u otra forma adecuada para el tratamiento abrasivo.

Otra realización de la presente invención proporciona un método para el tratamiento abrasivo de una pieza de trabajo. El método incluye montar la pieza de trabajo en una máquina capaz de facilitar el tratamiento abrasivo, y acoplar operativamente un artículo abrasivo a la máquina. El artículo abrasivo incluye un material aglutinante orgánico, un material abrasivo dispersado en el material aglutinante orgánico y una pluralidad de microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico, en donde las microfibras son filamentos individuales que tienen una longitud media menor que aproximadamente 1000 µm. Además de ello, el artículo abrasivo comprende uno o más materiales de carga activos que reaccionan con las microfibras para proporcionar beneficios del proceso abrasivo, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso. El método continúa con la puesta en contacto del artículo abrasivo con una superficie de la pieza de trabajo.

Las características y ventajas descritas en esta memoria no son todas inclusivas y, en particular, a un experto ordinario en la técnica le resultarán evidentes muchas características y ventajas adicionales a la vista de los dibujos, descripción y reivindicaciones. Además de ello, debe señalarse que el lenguaje utilizado en la memoria descriptiva ha sido principalmente seleccionado para fines de capacidad de lectura e instruccionales, y no para limitar el alcance de la materia objeto de la invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIGURA es una gráfica que representa el análisis de la resistencia mecánica de composiciones configuradas de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como se ha mencionado previamente, fibras de hilos cortados se pueden utilizar en muelas abrasivas basadas en una resina densa para aumentar la resistencia mecánica y la resistencia al impacto, en que la incorporación de fibras de hilos cortados en una mezcla seca de muela abrasiva se consigue generalmente mezclando las fibras de hilos cortados, resina, materiales de carga y el grano abrasivo durante un tiempo especificado. Sin embargo, el tiempo de combinación o mezcladura juega un papel importante para conseguir una calidad de la mezcla utilizable. Una mezcladura inadecuada resulta en mezclas no uniformes que dificultan el llenado y la extensión y conducen a materiales compuestos no homogéneos con propiedades más bajas y una elevada variabilidad. Por otra parte, una mezcladura excesiva conduce a la formación de "bolas de pelusa" (racimos de múltiples fibras de hilos cortados) que no pueden re-dispersarse en la mezcla. Además de ello, el propio hilo cortado es efectivamente un haz de filamentos unidos entre sí. En cualquier caso, racimos o haces de este tipo disminuyen eficazmente la homogeneidad de la mezcla de molienda y la hacen más difícil de transferir y extender en un molde. Además, la presencia de racimos o haces de este tipo dentro del material compuesto disminuye las propiedades del material compuesto tales como resistencia mecánica y módulo y aumenta la variabilidad de las propiedades. Adicionalmente, elevadas concentraciones de vidrio tales como hilos cortados o racimos de los mismos tienen un efecto perjudicial sobre la vida de la muela abrasiva. Además, el aumento del nivel de fibras de hilos cortados en la muela también puede reducir el rendimiento de molienda (p. ej. según se mide por la relación G y/o WWR).

En una realización particular de la presente invención, la producción de materiales compuestos reforzados con microfibras implica una dispersión completa de filamentos individuales dentro de una mezcla seca de material aglutinante adecuado (p. ej. resinas orgánicas) y materiales de carga. La dispersión completa se puede definir, por ejemplo, por las propiedades del material compuesto máximas (tal como resistencia mecánica) después del moldeo y del curado de una combinación adecuadamente combinada/mezclada de microfibras, material aglutinante y materiales de carga. Por ejemplo, una mezcladura deficiente resulta en bajas resistencias mecánicas, pero una buena mezcladura resulta en resistencias mecánicas elevadas. Otro modo de evaluar la dispersión es aislando y pesando el material no dispersado (p. ej., material que se asemeja a la microfibra original antes de la mezcladura) utilizando técnicas de tamizado. En la práctica, la dispersión de los refuerzos de microfibras se puede evaluar a través de inspección visual (p. ej. con o sin microscopio) de la mezcla antes del moldeo y curado. Como resultará evidente, a la vista de esta descripción, una dispersión incompleta o inadecuada de otro modo de microfibras resulta generalmente en propiedades del material compuesto y en un rendimiento de molienda menores.

De acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, las microfibras son filamentos individuales pequeños y cortos que tienen un elevado módulo de tracción, y pueden ser inorgánicas u orgánicas. Ejemplos de microfibras son fibras de lana mineral (también conocidas como fibras de lana de escoria o de roca), fibras de

vidrio, fibras de material cerámico, fibras de carbono, fibras de aramida o de aramida con pulpa, fibras de poliamida o de poliamida aromática. Una realización particular de la presente invención utiliza una microfibra que es un filamento individual inorgánico con una longitud menor que aproximadamente 1000 micras y diámetro menor que aproximadamente 10 micras. Además, en este ejemplo, la microfibra tiene una elevada temperatura de fusión o de descomposición (p. ej. superior a 800°C), un módulo de tracción mayor que aproximadamente 50 GPa y no tiene o tiene un muy pequeño revestimiento adhesivo. La microfibra es también altamente dispersable en forma de filamentos discretos y resistente a la formación de haces de fibras. Adicionalmente, las microfibras deberían unirse químicamente al material aglutinante que se esté utilizando (p. ej. resina orgánica). En contraposición, una fibra de hilos cortados y sus variaciones incluye una pluralidad de filamentos mantenidos juntos mediante un adhesivo y, con ello, padece de los diversos problemas asociados con los racimos de fibras (p. ej. bolas de pelusa) y haces según se ha discutido previamente. Sin embargo, algunas fibras de hilos cortados pueden ser molidas o disgregadas de otro modo para formar filamentos discretos, y este tipo de filamentos se puede utilizar asimismo como microfibra de acuerdo con una realización de la presente invención. En algunos de estos casos, los filamentos resultantes pueden estar significativamente debilitados por el proceso de molienda/disgregación (p. ej. debido a los procesos de calentamiento requeridos para separar el adhesivo o aglutinante que mantiene juntos los filamentos en el hilo cortado o haz). Así el tipo de microfibra utilizado en la composición aglutinante dependerá de la aplicación de que se disponga y de las cualidades de resistencia mecánica deseadas.

En una realización de este tipo, microfibras adecuadas para uso en la presente invención son fibras de lana mineral tales como las disponibles de Sloss Industries Corporation, AL, y vendidas bajo el nombre de PMF®. Fibras de lana mineral similares están disponibles de Fibertech Inc, MA, bajo la designación de producto de Mineral wool FLM. Fibertech también vende fibras de vidrio (p. ej. Microglass 9110 y Microglass 9132). Asimismo, se pueden utilizar estas fibras de vidrio así como otras fibras minerales que se producen de forma natural o sintéticas o fibras de filamentos individuales vítreos tales como fibras de lana (mineral) de roca, de vidrio y de material cerámico con atributos similares. La lana mineral incluye generalmente fibras hechas de minerales u óxidos de metales. Una composición de ejemplo y un conjunto de propiedades para una microfibra que se puede utilizar en el aglutinante de una herramienta de molienda reforzada, de acuerdo con una realización de la presente invención, se resumen en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Numerosas otras composiciones de microfibras y conjuntos de propiedades resultarán evidentes a la vista de esta descripción, y la presente invención no pretende estar limitada a ninguna particular o subconjunto.

Óxidos	% en peso
SiO <sub>2</sub>	34-52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-15
CaO	20-23
MgO	4-14
Na <sub>2</sub> O	0-1
K <sub>2</sub> O	0-2
TiO <sub>2</sub>	0-1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-2
Otros	0-7

Dureza	7,0 mohs
Diámetros de las fibras	4-6 micras de media
Longitud de las fibras	0,1-4,0 mm de media
Resistencia a la tracción de la fibra	354.200 kg/cm <sup>2</sup>
Gravedad específica	2,6
Punto de fusión	1260°C
Temp. de desvitrificación	815,5°C
Coefficiente de expansión	54,7 E-°C
Punto de recocido	638°C
Punto de deformación	612°C

**Tabla 1:**  
**Composición de fibras PMF® de Sloss**

**Tabla 2:**  
**Propiedades físicas de fibras PMF® de Sloss**

Materiales aglutinantes que se pueden utilizar en el aglutinante de herramientas de molienda configuradas de acuerdo con una realización de la presente invención incluyen resinas orgánicas tales como resinas epoxi, poliéster, fenólicas y de éster cianato, y otras resinas termoestables o termoplásticas adecuadas. En una realización particular, se utilizan resinas polifenólicas (p. ej. tales como resinas Novolaca). Ejemplos específicos de resinas que se pueden utilizar incluyen los siguientes: las resinas vendidas por Durez Corporation, TX, bajo los siguientes números de catálogo/producto: 29722, 29344 y 29717; las resinas vendidas por Dynea Oy, Finlandia, bajo el nombre comercial Peracit® y disponible bajo los números de catálogo/producto 8522G, 8723G y 8680G; y las resinas vendidas por Hexion Specialty Chemicals, OH, bajo el nombre comercial Rutaphen® y disponible bajo

los números de catálogo/producto 9507P, 8686SP y 8431SP. Numerosos otros materiales aglutinantes adecuados resultarán evidentes a la vista de esta descripción (p. ej. caucho), y la presente invención no pretende estar limitada a ninguno particular o subconjunto.

5 Materiales abrasivos que se pueden utilizar para producir herramientas de molienda configuradas de acuerdo con realizaciones de la presente invención incluyen materiales comercialmente disponibles tales como alúmina (p. ej. bauxita extrudida, alúmina sinterizada y sinterizada sol-gel, alúmina fundida), carburo de silicio y granos de alúmina-zirconia. También se pueden utilizar granos super-abrasivos tales como diamante y nitruro de boro cúbico (cBN) dependiendo de la aplicación dada. En una realización particular, las partículas abrasivas tienen una dureza Knoop entre 1600 y 2500 kg/mm<sup>2</sup> y tienen un tamaño entre aproximadamente 50 micras y 3000 micras, o incluso, más específicamente, entre aproximadamente 500 micras y aproximadamente 2000 micras. En tal caso, la composición de la que están hechas las herramientas de molienda comprende más que o igual a aproximadamente 50% en peso de material abrasivo.

15 La composición incluye, además, uno o más materiales de carga reactivos (a los que también se alude como "materiales de carga activos"), en donde el uno o más materiales de carga activos incluye dicloruro de manganeso. Ejemplos de materiales de carga activos adecuados para uso en diversas realizaciones de la presente invención incluyen compuestos de manganeso, compuestos de plata, compuestos de boro, compuestos de fósforo, compuestos de cobre, compuestos de hierro y compuestos de zinc. Ejemplos específicos de cargas activas adecuadas incluyen fluoruro de potasio y aluminio, fluoroborato de potasio, fluoruro de sodio y aluminio (p. ej., Cyrolite®), fluoruro de calcio, cloruro de potasio, dicloruro de manganeso, sulfuro de hierro, sulfuro de zinc, sulfato de potasio, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de zinc, fosfato de calcio, polifosfato de calcio y borato de zinc. Numerosos compuestos adecuados para uso como materiales de carga activos resultarán evidentes a la vista de esta descripción (p. ej. sales, óxidos y haluros de metales). Los materiales de carga activos actúan como coadyuvantes de dispersión para las microfibras y pueden reaccionar con las microfibras para producir beneficios deseables. Beneficios de este tipo que proceden de reacciones de materiales de carga activos seleccionados con las microfibras incluyen generalmente, por ejemplo, una termoestabilidad incrementada de microfibras, así como una mejor vida de la muela y/o relación G. Además, reacciones entre las fibras y los materiales de carga activos proporcionan beneficiosamente una carga anti-metal sobre la cara de la muela en aplicaciones abrasivas. A la vista de esta descripción, resultarán evidentes diversos otros beneficios que resultan de la interacción sinérgica entre las microfibras y los materiales de carga.

Así, se proporciona una composición de un artículo abrasivo que incluye una mezcla de fibras de vidrio y materiales de carga activos. Beneficios de la composición incluyen, por ejemplo, una mejora del rendimiento de molienda para aplicaciones de molienda toscas. Herramientas de molienda fabricadas con la composición tienen una elevada resistencia mecánica con relación a herramientas no reforzadas o convencionalmente reforzadas y una elevada temperatura de reblandecimiento (p. ej. superior a 1000°C) para mejorar la estabilidad térmica de la matriz. Además, se proporciona una reducción del coeficiente de la expansión térmica de la matriz con relación a las herramientas convencionales, dando como resultado una mejor resistencia al choque térmico. Además de ello, la interacción entre las fibras y los materiales de carga activos permite un cambio en el comportamiento de cristalización de los materiales de carga activos, lo que resulta en un rendimiento mejor de la herramienta.

Se proporcionan ahora un cierto número de ejemplos de materiales compuestos abrasivos reforzados con microfibras para demostrar adicionalmente características y beneficios de un material compuesto de herramienta abrasiva configurada de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En particular, el Ejemplo 1 demuestra varillas de aglutinante y varillas mixtas con propiedades de materiales compuestos, con y sin lana mineral; el Ejemplo 2 demuestra propiedades de materiales compuestos como una función de la calidad de la mezcla; el Ejemplo 3 demuestra los datos de rendimiento de molienda como una función de la calidad de la mezcla; y el Ejemplo 4 demuestra el rendimiento de la molienda como una función de los materiales de carga activos con y sin lana mineral.

#### Ejemplo Comparativo 1:

El Ejemplo Comparativo 1, que incluye las Tablas 3, 4 y 5, demuestra propiedades varillas de aglutinante y varillas de material compuesto, con y sin fibras de lana mineral. Obsérvese que las varillas de aglutinante no contienen agente abrasivo, mientras que las varillas de material compuesto incluyen un agente de molienda y reflejan una composición de muela abrasiva. Tal como se puede ver en la Tabla 3, se proporcionan componentes de ocho composiciones de aglutinantes de muestra (en porcentaje en volumen, o % en vol.). Algunas de las muestras de aglutinantes no incluyen refuerzo (muestras n°s 1 y 5), algunas incluyen fibras de vidrio molidas o fibras de hilos cortados (muestras n°s 3, 4, 7 y 8) y algunas incluyen lana mineral PMF® de Sloss (muestras n°s 2 y 6) de acuerdo con una realización de la presente invención. Asimismo se pueden utilizar otros tipos de fibras de

filamentos individuales (p. ej. fibras de material cerámico o de vidrio), como resultará evidente a la vista de esta descripción. Obsérvese que la alúmina fundida parda (grano 220) en el aglutinante se utiliza como un material de carga en esta muestras de aglutinante, pero también puede funcionar como un abrasivo secundario (el abrasivo primario puede ser, por ejemplo, bauxita extrudida, grano 16). Además, obsérvese que Saran™ 506 es un agente aglutinante de poli(cloruro de vinilideno) producido por Dow Chemical Company, la alúmina fundida parda se obtuvo de Washington Mills.

Muestras → Componentes↓	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Durez 29722	48,11	48,11	48,11	48,11	42,09	42,09	42,09	42,09
Saran 506	2,53	2,53	2,53	2,53	2,22	2,22	2,22	2,22
Alúmina fundida parda – grano 220	12,66	6,33	6,33	6,33	18,99	9,50	9,50	9,50
PMF® de Sloss		6,33				9,50		
Fibra de vidrio molida			6,33				9,50	
Hilo cortado				6,33				9,50
Pirita de hierro	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
Cloruro/sulfato de potasio (mezcla 60:40)	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Cal	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

10 **Tabla 3: Aglutinantes de ejemplo con y sin lana mineral**

Para el conjunto de aglutinantes de muestra 1 a 4 de la Tabla 3, las composiciones son equivalentes, excepto por el tipo de refuerzo utilizado. En las muestras 1 y 5, en donde no existe refuerzo, el % en vol. de carga (en este caso, alúmina fundida parda) se incrementó de manera correspondiente. De igual manera, para el conjunto de muestras 5 a 8 de la Tabla 3, las composiciones son equivalentes, excepto por el tipo de refuerzo utilizado.

La Tabla 4 demuestra propiedades de la varilla de aglutinante (sin agente abrasivo), incluido el esfuerzo y el módulo elástico (Mód. E) para cada una de las ocho muestras de la Tabla 3.

Muestras →	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Esfuerzo (MPa)	90,1	115,3	89,4	74,8	103,8	118,4	97	80,7
Dev. Est. (MPa)	8,4	8,3	8,6	17	8	6,5	8,6	10,8
Mód. E (MPa)	17831	17784	17197	16686	21549	19574	19191	19131
Dev. Est. (MPa)	1032	594	1104	1360	2113	1301	851	1242

20 **Tabla 4: Propiedades de las varillas de aglutinantes (curvatura de 3 puntos)**

La Tabla 5 demuestra propiedades de la varilla de material compuesto (que incluye los aglutinantes de la Tabla 3 más un abrasivo, tal como bauxita extrudida), que incluye el esfuerzo y el módulo elástico (Mód. E) para cada una de las ocho muestras de la Tabla 3. Como se puede observar en cada una de las Tablas 4 y 5, el aglutinante/material compuesto reforzado con lana mineral (muestras 2 y 6) tiene una mayor resistencia mecánica con relación a las otras muestras mostradas.

Muestras →	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Esfuerzo (MPa)	59,7	66,4	61,1	63,7	50,1	58,2	34	34
Dev. Est. (MPa)	8,1	10,2	8,5	7,2	9,8	4,6	4,4	4,1
Mód. E (MPa)	6100	6236	6145	6199	5474	5544	4718	4427
Dev. Est. (MPa)	480	424	429	349	560	183	325	348

**Tabla 5: Propiedades de la varilla de material compuesto (curvatura de 3 puntos)**

5 En cada una de las muestras 1 a 8 de material compuesto abrasivo, aproximadamente el 44% en vol. es aglutinante (incluidos los componentes aglutinantes señalados, menos el abrasivo) y aproximadamente el 56% en vol. es abrasivo (p. ej. bauxita extrudida u otro grano abrasivo adecuado). Además, con el fin de humedecer las partículas abrasivas se utilizó una pequeña cantidad, pero suficiente, de furfural (aproximadamente 1% en vol. o menos de abrasivo total). Las composiciones 1 a 8 de muestra se mezclaron con granos abrasivos humedecidos con furfural envejecidos durante 2 horas antes del moldeo. Cada una de las mezclas se pesó previamente y luego se transfirió a un molde de 3 cavidades (26 mm x 102,5 mm) (1,5 mm x 114,5 mm) y se prensó en caliente a 160°C durante 45 minutos bajo una carga de 140 kg/cm<sup>2</sup>, seguido después por 18 horas de curado en una estufa de convección a 200°C. Las varillas de material compuesto resultante se sometieron a ensayo de la flexión en tres puntos (relación de extensión a profundidad 5:1) utilizando el proceso ASTM D790-03.

15 Ejemplo Comparativo 2:

El Ejemplo Comparativo 2, que incluye las Tablas 6, 7 y 8, demuestra propiedades de materiales compuestos como una función de la calidad de la mezcla. Tal como se puede ver en la Tabla 6, se proporcionan componentes de ocho composiciones de muestra (en % en vol.). La muestra A no incluye refuerzo alguno, y las muestra B a H incluyen lana mineral PMF® de Sloss de acuerdo con una realización de la presente invención. Asimismo, tal como se ha descrito previamente, se pueden utilizar otros tipos de microfibras de filamentos individuales (p. ej. fibras de material cerámico o de vidrio). El material aglutinante de la muestra A incluye carburo de silicio (grano 220) en calidad de un material de carga, y los aglutinantes de las muestras B a H utilizan alúmina fundida parda (grano 220) en calidad de un material de carga. Tal como se ha señalado previamente, materiales de carga de este tipo ayudan a la dispersión y también pueden funcionar como abrasivos secundarios. En cada una de las muestras A a H, el abrasivo primario utilizado es una combinación de alúmina fundida parda grano 60 y grano 80. Obsérvese que un solo grano abrasivo primario se puede mezclar asimismo con el aglutinante y puede variar en el tamaño del grano (p. ej. grano 6 a grano 220) dependiendo de factores tales como las tasas de separación deseadas y el acabado superficial.

Muestras → Componentes ↓	A	B	C	D	E	F	G	H
Durez 29722	17,77	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
Saran 506	1,69	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Carburo de silicio – grano 220	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alúmina fundida parda – grano 220	0,00	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
PMF® de Sloss	0,00	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Pirita de hierro	10,15	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64
Sulfato de potasio	4,23	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
Cal	2,54	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
Alúmina fundida parda – grano 60	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Alúmina fundida parda – grano 80	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Furfural	~ 1% en peso o menos de abrasivo total							

**Tabla 6: Materiales compuestos de ejemplo con y sin lana mineral**

35 Como se puede observar, las muestras B a H son de una composición equivalente. En la muestra A, en donde no existe refuerzo, el % en vol. de los otros componentes aglutinantes aumenta correspondientemente tal como se muestra.

Muestras →	A	B	C	D	E	F	G	H
Método de mezcladura	Hobart con paletas	Hobart con paletas	Hobart con batidora	Hobart con paletas e Interlator @ 6500 rpm	Eirich	Interlator @3500 rpm	Interlator @ 6500 rpm	Eirich con Interlator @3500 rpm
Tiempo de mezcladura	30 minutos	30 minutos	30 minutos	30 minutos	15 minutos	N/D	N/D	15 minutos
Lana mineral no dispersada	N/D	0,9 g	0,6 g	0	0,5	0	0	0

**Tabla 7: Propiedades de los materiales compuestos como una función de los procesos de mezcladura**

5 La Tabla 7 indica procesos de mezcladura utilizados para cada una de las muestras. Las muestras A y B se mezclaron cada una durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart utilizando paletas. La muestra C se mezcló durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart utilizando una batidora. La muestra D se mezcló durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart utilizando una paleta y luego se procesó a través de un aparato Interlator (u otro aparato de molino de martillos adecuado) a 6500 rpm. La muestra E se mezcló durante 10 15 minutos con un mezclador de tipo Eirich. La muestra F se procesó a través de un aparato Interlator a 3500 rpm. La muestra G fue procesada a través de un aparato Interlator a 6500 rpm. La muestra H se mezcló durante 15 minutos con un mezclador de tipo Eirich y luego se procesó a través de un aparato Interlator a 3500 rpm. Se utilizó un ensayo de dispersión para calibrar la cantidad de lana mineral no dispersada para cada una de las muestras B a H. El ensayo de dispersión era como sigue: la cantidad de residuo que resulta después de 100 gramos de mezcla se sacudió durante un minuto utilizando el método Rototap, seguido de tamizado a través de un tamiz n° 20. Como se puede ver, se observó que la muestra B dejó un residuo de 0,9 gramos de lana mineral en la malla del tamiz, la muestra C un residuo de 0,6 gramos y la muestra E un residuo de 0,5 gramos. Cada una de las muestras D, F, G y H no había dejado sobre la malla del tamiz fibra residual significativa alguna. Así, dependiendo de la dispersión deseada de lana mineral, se pueden utilizar diversas técnicas de mezcladura.

20 Las composiciones A a H de muestra se mezclaron con granos abrasivos humedecidos con furfural, envejecidos durante 2 horas antes del moldeo. Cada una de las mezclas se pesó previamente y luego se transfirió a un molde de 3 cavidades (26 mm x 102,5 mm) (1,5 mm x 114,5 mm) y se prensó en caliente a 160°C durante 45 minutos bajo una carga de 140 kg/cm<sup>2</sup>, seguido después por 18 horas de curado en una estufa de convección a 200°C. Las varillas de material compuesto resultantes se sometieron a ensayo de la flexión en tres puntos (relación de extensión a profundidad 5:1) utilizando el proceso ASTM D790-03.

Muestra	Nº de ensayos	Media	Desv. Est.	Err. Típ.	Media Inferior 95%	Superior 95%
30 A	18	77,439	9,1975	2,1679	73,16	81,72
B	18	86,483	9,2859	2,1887	82,16	90,81
C	18	104,133	10,2794	2,4229	99,35	108,92
D	18	126,806	5,9801	1,4095	124,02	129,59
E	18	126,700	5,5138	1,2996	124,13	129,27
F	18	127,678	4,2142	0,9933	125,72	129,64
35 G	18	122,983	4,8834	1,1510	120,71	125,26
H	33	123,100	6,4206	1,1177	120,89	125,31

**Tabla 8: Medias y desviaciones estándares**

40 La FIGURA es un análisis ANOVA de una vía de la resistencia mecánica del material compuesto para cada una de las muestras A a H. La Tabla 8 demuestra las medias y las desviaciones estándares. El error estándar utiliza una estimación agrupada de la varianza del error. Como se puede observar, la resistencia mecánica del material compuesto para cada una de las muestra B a H (cada una de ellas reforzada con lana mineral de acuerdo con una realización de la presente invención) es significativamente mejor que la de la muestra A no reforzada.

45 Ejemplo Comparativo 3:

El Ejemplo Comparativo 3, que incluye las Tablas 9 y 10, demuestra el rendimiento de molienda como una función

de la calidad de la mezcla. Tal como se puede ver en la Tabla 9, se proporcionan componentes de dos formulaciones de muestras (en % en vol.). Las formulaciones son idénticas, excepto que la Formulación 1 se mezcló durante 45 minutos y la Formulación 2 se mezcló durante 15 minutos (el método de mezclado utilizado era asimismo idéntico, excepto por el tiempo de mezclado según se indica). Cada una de las formulaciones incluye lana mineral PMF® de Sloss de acuerdo con una realización de la presente invención. También se pueden utilizar otros tipos de microfibras de filamentos sencillos (p. ej. fibra de vidrio o de material cerámico) tal como se describe previamente.

Secuencia	Componente	Formulación 1 (% en vol.)	Formulación 2 (% en vol.)
Etapa 1: preparación del aglutinante	Durez 29722	22,38	22,38
	Alúmina fundida parda – grano 220	3,22	3,22
	PMF® de Sloss	3,22	3,22
	Pirita de hierro	5,06	5,06
	Sulfuro de zinc	1,19	1,19
	Criolita	3,28	3,28
	Cal	1,19	1,19
	Alcohol tridecílico	1,11	1,11
Etapa 2: mezclado		45 minutos	15 minutos
Evaluación de la calidad del aglutinante	% en peso de lana mineral no dispersada del método Rototap	1,52	2,36
Etapa 3: preparación del material compuesto	Abrasivo	48	48
	Varcum 94-906	4,37	4,37
	Furfural	1% en peso de abrasivo total	
Etapa 4: llenado del molde y prensado en frío	Porosidad objetivo	8%	8%
Etapa 5: curado		Ascenso durante 30 h hasta 175°C, seguido de empapamiento durante 17 h a 175°C	

10 **Tabla 9: Rendimiento de molienda como una función de la calidad de la mezcla**

Como se puede ver también por la Tabla 9, la secuencia de fabricación de un material compuesto abrasivo reforzado con microfibras, configurado de acuerdo con una realización de la presente invención, incluye cinco etapas: preparación del aglutinante; mezclado, preparación del material compuesto; llenado del molde y prensado en frío; y curado. Se realizó una evaluación de la calidad del aglutinante después de las etapas de preparación del aglutinante y de mezclado. Tal como se ha discutido previamente, un modo de evaluar la calidad del aglutinante es realizar un ensayo de dispersión para determinar el porcentaje en peso de lana mineral no dispersada a partir de método Rototap. En este caso particular, el método Rototap incluía añadir 50 g - 100 g de una muestra de aglutinante a un tamiz de malla 40 y luego medir la cantidad de residuo que queda sobre el tamiz de malla 40 después de 5 minutos de agitación en Rototap. El abrasivo utilizado en ambas formulaciones en la Etapa 3 era bauxita extrudida (grano 16). La alúmina fundida parda (grano 220) se utiliza como una carga en la preparación de aglutinante en la Etapa 1, pero puede funcionar como un abrasivo secundario tal como se ha explicado previamente. Obsérvese que Varcum 94-906 es un resol basado en furfural disponible de Durez Corporation.

25 La Tabla 10 demuestra el rendimiento de molienda de muelas abrasivas reforzadas hechas tanto a partir de la Formulación 1 como de la Formulación 2, a diversas velocidades de curado, incluidas 0,75, 1,0 y 1,2 s/corte.

Formulación	Velocidad de corte (s/corte)	MRR (cm <sup>3</sup> /min)	WWR (cm <sup>3</sup> /min)	Relación G
Formulación 1	0,75	516,78	71,30	6,37
Formulación 1	1,0	385,82	53,92	7,15
Formulación 1	1,2	327,31	42,94	7,63
Formulación 2	0,75	519,07	121,61	4,27
Formulación 2	1,0	389,26	81,29	4,79
Formulación 2	1,2	325,83	59,66	5,47

**Tabla 10: Demuestra el rendimiento de molienda**

5 Como se puede ver, las velocidades de separación de material (MRR – siglas en inglés), que se miden en centímetros cúbicos por minuto de Formulación 1, eran relativamente similares a las de la Formulación 2. Sin embargo, la velocidad de desgaste de la muela (WWR – siglas en inglés) que se mide en centímetros cúbicos por minuto, de la Formulación 1 es consistentemente menor que la de la Formulación 2. Obsérvese, además, que la relación G, que se computa dividiendo MRR por WWR de la Formulación 1, es consistentemente mayor que la de la Formulación 2. Recuérdese de la Tabla 9 que el aglutinante de ejemplo de la Formulación 1 se mezcló durante 45 minutos y la Formulación 2 se mezcló durante 15 minutos. Así, el tiempo de mezclado tiene una correlación directa con el rendimiento de molienda. En este ejemplo particular, el tiempo de mezclado de 15 minutos utilizado para la Formulación 2 era efectivamente demasiado corto cuando se comparaba con el rendimiento mejorado de la Formulación 1 y su tiempo de mezclado de 45 minutos.

Ejemplo 1:

El Ejemplo 1, que incluye las Tablas 11, 12 y 13, demuestra el rendimiento de molienda como una función de los materiales de carga activos con y sin lana mineral. Como se puede observar en la Tabla 11, se proporcionan componentes de cuatro materiales compuestos de muestra (en % en vol.). Las muestras A y B de materiales compuestos son idénticas, excepto que la muestra A incluye fibra de hilos cortados y nada de alúmina fundida parda (grano 220) ni lana mineral PMF® de Sloss. Por otra parte, la muestra B incluye lana mineral PMF® de Sloss y alúmina fundida parda (grano 220) y nada de fibra de hilos cortados. La densidad del material compuesto (que se mide en gramos por centímetro cúbico) es ligeramente superior para la muestra B con relación a la muestra A. Las muestras C y D de materiales compuestos son idénticas, excepto que la muestra C incluye fibra de hilos cortados y nada de lana mineral PMF® de Sloss. Por otra parte, la muestra D incluye lana mineral PMF® de Sloss y nada de fibra de hilos cortados. La densidad del material compuesto es ligeramente superior para la muestra C con relación a la muestra D. Además, para humedecer las partículas abrasivas se utilizó una cantidad pequeña pero suficiente de furfural (aproximadamente 1% en vol. o menos de abrasivo total), partículas que en este caso eran granos de alúmina para las muestras C y D y granos de alúmina-zirconia para las muestras A y B.

Componente	Contenido en material compuesto (% en vol.)			
	A	B	C	D
Grano de alúmina	0,00	0,00	52,00	52,00
Grano de alúmina-zirconia	54,00	54,00	0,00	0,00
Durez 29722	20,52	20,52	19,68	19,68
Pirita de hierro	7,20	7,20	8,36	8,36
Sulfato de potasio	0,00	0,00	3,42	3,42
Cloruro/sulfato de potasio (mezcla 60:40)	3,60	3,60	0,00	0,00
MKC-S	3,24	3,24	3,42	3,42
Cal	1,44	1,44	1,52	1,52
Alúmina fundida parda – grano 220	0,00	3,52	0,00	0,00
Porosidad	2,00	2,00	2,00	2,00
PMF de Sloss	0,00	8,00	0,00	8,00
Fibra de hilos cortados	8,00	0,00	8,00	0,00
Furfural	1% en peso de abrasivo total			
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	3,07	3,29	3,09	3,06
Dimensiones de la muela (mm)	760x76x203	760x76x203	610x63x203	610x63x203

**Tabla 11: Rendimiento de molienda como una función de los materiales de carga activos**

5 La Tabla 12 demuestra ensayos realizados para comparar el rendimiento de molienda entre las muestras B y D, ambas de las cuales se realizaron con una mezcla de lana mineral y el material de carga activo del ejemplo dicloruro de manganeso (MKC-S, disponible de Washington Mills) y las muestras A y C, que se prepararon con hilos cortados en lugar de lana mineral.

Número de ensayo	Muestra	Material de la losa	MRR (kg/h)	WWR (dm <sup>3</sup> /h)	Relación G (kg/dm <sup>3</sup> )	Porcentaje de mejora
1	A	Acero inoxidable austenítico	193,8	0,99	196	27,77%
	B		222,6	0,89	250	
2	A	Acero inoxidable ferrítico	210	1,74	121	27,03%
	B		208,5	1,36	153	
3	C	Acero inoxidable austenítico	833,1	4,08	204	35,78%
	D		808,8	2,92	277	
4	C	Acero al carbono	812,4	2,75	296	30,07%
	D		784,1	2,03	385	

**Tabla 12: Demuestra el rendimiento de molienda**

10 Como se puede ver, muelas abrasivas, producidas a partir de cada una de las muestras, se utilizaron para moler diversas piezas de trabajo, a las que se alude como losas. Con mayor detalle, las muestras A y B se sometieron a ensayo en losas producidas a partir de acero inoxidable austenítico y acero inoxidable ferrítico, y las muestras C y D se sometieron a ensayo en losas producidas a partir de acero inoxidable austenítico y acero al carbono. Como se puede observar adicionalmente en la Tabla 12, al utilizar una mezcla de lana mineral y dicloruro de manganeso, las muestras B y D proporcionaban una mejora de aproximadamente un 27% a 36% con relación a las muestras A y C (producidas con hilo cortado en lugar de lana mineral). Esto demuestra claramente mejoras en el rendimiento de molienda debido a una reacción positiva entre la lana mineral y la carga (en este caso, dicloruro de manganeso). No se producía una reacción positiva de este tipo con la combinación de hilos cortados y dicloruro de manganeso. La Tabla 13 lista las condiciones bajo las cuales se sometieron a ensayo los materiales compuestos A a D.

Ensayo número	Potencia de molienda (kw)	Material de la losa	Condición de la losa
1	Primer recorrido a 120 y seguido de 85	Acero inoxidable austenítico	Fría
2	Primer recorrido a 120 y seguido de 85	Acero inoxidable ferrítico	Fría
3	105	Acero inoxidable austenítico	Caliente
4	105	Acero al carbono	Caliente

**Tabla 13: Demuestra las condiciones de molienda**

25 La descripción que antecede de las realizaciones de la invención se ha presentado para fines de ilustración y descripción. No se pretende ser exhaustivo ni limitar la invención a la forma precisa descrita. A la vista de esta descripción son posibles muchas modificaciones y variaciones. Se pretende que el alcance de la invención no quede limitado por esta descripción detallada, sino más bien por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

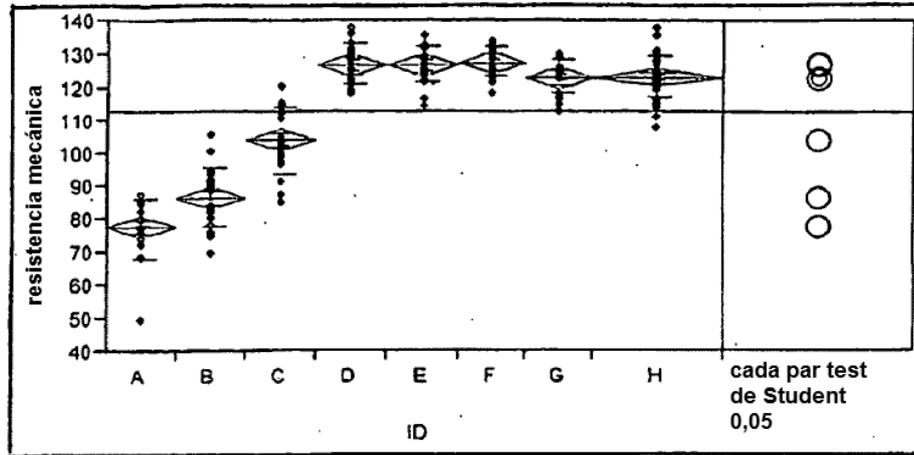
**REIVINDICACIONES**

- 1.- Una composición, que comprende:  
 un material aglutinante orgánico;  
 5 un material abrasivo dispersado en el material aglutinante orgánico;  
 una pluralidad de microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico, en donde las microfibras son filamentos individuales que tienen una longitud media menor que aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$ ; y  
 10 uno o más materiales de carga activos que reaccionan con las microfibras para proporcionar beneficios en el proceso abrasivo, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso.
- 2.- La composición de la reivindicación 1, en donde el material aglutinante orgánico es uno de una resina termoestable, una resina termoplástica, un caucho o una resina fenólica.  
 15
- 3.- La composición de la reivindicación 1, en donde las microfibras son orgánicas.
- 4.- La composición de la reivindicación 1, en donde las microfibras son inorgánicas.
- 5.- La composición de la reivindicación 1, en donde las microfibras incluyen fibras de lana mineral o una o más de fibras de vidrio, fibras de material cerámico, fibras de carbono, fibras de aramida y fibras de poliamida, o al menos una de fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca y fibras de lana (mineral) de roca.  
 20
- 6.- La composición de la reivindicación 1, en donde las microfibras tienen una longitud media en el intervalo de aproximadamente 100 a 500  $\mu\text{m}$  y un diámetro menor que aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ .  
 25
- 7.- La composición de la reivindicación 1, en donde la composición incluye:  
 de 10% en volumen a 50% en volumen del material aglutinante orgánico, preferiblemente de 25% en volumen a 40% en volumen del material aglutinante orgánico, más preferiblemente de 30% en volumen a 40% en volumen del material aglutinante orgánico;  
 30 de 30% en volumen a 65% en volumen del material abrasivo, preferiblemente de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo;  
 de 1% en volumen a 20% en volumen de las microfibras, preferiblemente de 2% en volumen a 10% en volumen de las microfibras, más preferiblemente de 3% en volumen a 8% en volumen de las microfibras,  
 35
- 8.- La composición de la reivindicación 1, en donde la composición está en forma de un artículo abrasivo utilizado en el tratamiento abrasivo de una pieza de trabajo, en donde el artículo abrasivo es preferiblemente una muela.
- 9.- Un artículo abrasivo, que comprende:  
 40 un material aglutinante orgánico que incluye una de una resina termoestable, una resina termoplástica o un caucho;  
 un material abrasivo dispersado en el material aglutinante orgánico;  
 una pluralidad de microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico, en donde las microfibras son filamentos individuales que tienen una longitud media menor que aproximadamente  
 45 1000  $\mu\text{m}$  y un diámetro menor que aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ ; y  
 uno o más materiales de carga activos que reaccionan con las microfibras para proporcionar beneficios en el proceso abrasivo, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso;  
 50 en donde el artículo abrasivo incluye de 10% en volumen a 50% en volumen del material aglutinante orgánico, de 30% en volumen a 65% en volumen del material abrasivo y de 1% en volumen a 20% en volumen de las microfibras.
- 10.- El artículo de la reivindicación 9, en donde las microfibras incluyen fibras de lana mineral o una o más de fibras de vidrio, fibras de material cerámico, fibras de carbono, fibras de aramida y fibras de poliamida, o al menos una de fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca y fibras de lana (mineral) de roca.  
 55
- 11.- Un método de procesamiento abrasivo de una pieza de trabajo, comprendiendo el método:  
 montar la pieza de trabajo en una máquina capaz de facilitar el procesamiento abrasivo;  
 acoplar operativamente un artículo abrasivo a la máquina, comprendiendo el artículo abrasivo:  
 60 un material aglutinante orgánico;  
 un material abrasivo dispersado en el material aglutinante orgánico;

una pluralidad de microfibras uniformemente dispersadas en el material aglutinante orgánico, en donde las microfibras son filamentos individuales que tienen una longitud media menor que aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$ ; y uno o más materiales de carga activos que reaccionan con las microfibras para proporcionar beneficios en el proceso abrasivo, en donde el uno o más materiales de carga activos incluyen dicloruro de manganeso; y

5 poner en contacto el artículo abrasivo con una superficie de la pieza de trabajo.

12.- El método de la reivindicación 11, en el que las microfibras incluyen fibras de lana mineral o una o más de fibras de vidrio, fibras de material cerámico, fibras de carbono, fibras de aramida y fibras de poliamida, o al menos una de fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca y fibras de lana (mineral) de roca.



**Figura**