

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 793**

51 Int. Cl.:

C03C 1/00 (2008.01)

C03C 1/02 (2008.01)

C03B 1/02 (2010.01)

C03C 25/70 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2017** **PCT/EP2017/083920**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18115182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2017** **E 17828731 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2023** **EP 3558883**

54 Título: **Método para tratar material de lana mineral**

30 Prioridad:

23.12.2016 EP 16206853

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

25.05.2023

73 Titular/es:

ROCKWOOL A/S (100.0%)
Hovedgaden 584
2640 Hedehusene, DK

72 Inventor/es:

HANSEN, ERLING LENNART y
HJELMGAARD, THOMAS

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 941 793 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

Método para tratar material de lana mineral

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un cuerpo compactado, en particular una briqueta, que comprende un producto obtenido mediante un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral que comprende un aglutinante que contiene carbohidratos.

10 Antecedentes de la invención

Las fibras vítreas artificiales (MMVF) tales como, por ejemplo, fibras de basalto, fibras de escoria, fibras de vidrio y fibras de piedra pueden fabricarse fundiendo una carga mineral en un horno y fibrizando la masa fundida. Las fibras MMV producidas pueden formar productos de lana tales como lana de roca.

En algunos de los hornos utilizados para la producción de MMVF hay un gran conjunto o piscina de masa fundida y la carga mineral se funde en esta piscina. Ejemplos son los hornos de tanque y eléctricos, que se pueden utilizar para la producción de fibra de roca, pero sobre todo para la producción de fibra de vidrio.

Otro tipo de horno que se usa para formar la masa fundida para la producción de MMVF, especialmente de fibras de los tipos que se denominan fibras de piedra, escoria y basalto, es un horno de cuba u horno de cubilote que contiene una columna autoportante de mineral grueso sólido y material de combustión, y los gases de combustión penetran a través de esta columna para calentarla y provocar la fusión. La masa fundida se drena al fondo de la columna, donde normalmente se forma una piscina de masa fundida, y la masa fundida se retira de la base del horno. Dado que la columna tiene que ser tanto autoportante como permeable, es necesario que la materia prima sea relativamente gruesa y debe tener una resistencia considerable, a pesar de las altas temperaturas en la columna que pueden superar 1000 °C.

La materia prima puede formarse de roca y escoria de origen natural machacadas de manera gruesa o cualquier otro tipo de material grueso adecuado, siempre que esto resista las presiones y temperaturas en la columna autoportante en el horno de cuba. Cuando se aplican materias primas de grano más fino, se conoce convertir los materiales en forma de partículas más finos, tales como arenas, en briquetas unidas para su adición al horno. Estos deben tener suficiente resistencia y resistencia a la temperatura para soportar las condiciones en la columna autoportante en el horno de cuba con el fin de que se fundan antes del colapso.

Es necesario que la carga total en el horno (es decir, mineral en grumos solo o mineral en grumos más briquetas) proporcione la composición que se desea para las fibras MMV que se van a fabricar. Sin embargo, en los hornos de cuba, el tiempo de residencia del material en la pequeña piscina de material fundido en la base del horno es corto, y las materias primas deben incorporarse lo suficientemente rápido en esta piscina de fusión si se va a obtener una fusión que sea adecuada para proporcionar un producto final que tenga propiedades especificadas.

En la fabricación de productos de lana mineral, las fibras obtenidas en el proceso de rotación se soplan en una cámara de recogida y, mientras están en el aire y mientras aún están calientes, se pulverizan con una solución aglutinante y se depositan aleatoriamente como una estera o banda sobre un transportador de desplazamiento. La banda o estera de fibra se transfiere entonces a un horno de curado en el que se sopla aire caliente a través de la estera para curar el aglutinante. La estera o losa curada se recorta en los lados y se corta en determinadas dimensiones. Tanto durante el hilado como durante el recorte, el corte en la dimensión final y la posterior inspección final y comprobación de defectos, surgen productos de residuos que se vierten o, preferiblemente, se reciclan al proceso de producción de MMVF.

Con ese fin, los productos de residuos se rompen en piezas más pequeñas de grano fino mediante la molienda en un molino de varillas o cualquier dispositivo/equipo apropiado y/o se desenredan y luego se compactan para formar briquetas. Las briquetas de residuos de MMVF se producen normalmente moldeando una mezcla de los residuos de MMVF, opcionalmente junto con otros componentes de grano fino en forma finamente dividida, y un aglutinante apropiado en la forma de briqueta deseada y curando el aglutinante. Preferiblemente, se usa un aglutinante de cemento para producir briquetas de cemento.

Las briquetas, posiblemente después del almacenamiento provisional, pueden combinarse con materia prima virgen y/u otra materia prima en masa, tal como escoria para la producción de MMVF, y devolverse a través del horno de fusión al proceso de producción de MMVF. Las briquetas son particularmente útiles para formar parte, a menudo la mayor parte, de la carga en un horno de cuba o de cubilote. La cantidad de briquetas puede ser de hasta el 100 %, tal como de hasta el 80 % o el 50 %, de la carga total. También se pueden usar como parte de la carga en un horno eléctrico.

Cuando se usan residuos de MMVF para la producción de briquetas, los productos de residuos pueden contener aglutinante de lana mineral curado y/o no curado, dependiendo del punto en la línea de producción donde se forman los productos de residuos.

Un grupo de aglutinantes de lana mineral exentos de formaldehído son los que contienen carbohidratos, por ejemplo, almidón o azúcar, como aditivos, diluyentes o como componentes reactivos del sistema aglutinante; véase, por ejemplo, el documento WO 2007/014236.

Dichos aglutinantes de lana mineral que contienen carbohidratos son muy ventajosos tanto desde el punto de vista económico como ecológico, porque los carbohidratos son un componente económico y, al mismo tiempo, no son tóxicos y renovables. Por tanto, en particular, los aglutinantes de lana mineral que contienen carbohidratos como componente principal se han usado cada vez más en el campo.

Sin embargo, se ha encontrado que la presencia de aglutinante de lana mineral que contiene carbohidratos no curado o parcialmente curado en los residuos de MMVF da lugar a tiempos de curado prolongados de las briquetas que contienen cemento, siendo la razón que los carbohidratos sean retardantes para el cemento. El término carbohidrato, como se usa en el presente documento, se refiere a monosacáridos, disacáridos, polisacáridos y mezclas de los mismos.

Por tanto, las propiedades muy ventajosas de los aglutinantes de lana mineral que contienen carbohidratos se ven algo perjudicadas por el hecho de que hacen que el reciclaje del material de residuos de la producción de lana mineral sea más difícil. Por consiguiente, existe la necesidad de superar esta desventaja de los aglutinantes de lana mineral que contienen carbohidratos.

El documento WO2012/013780A1 se refiere a la provisión de briquetas a partir de residuos de MMVF utilizados para producir fibras vítreas.

Resumen de la invención

Un objeto de la presente invención era proporcionar un cuerpo compactado, en particular una briketa, adecuado para su uso como una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF) preparadas a partir de un producto con reciclabilidad mejorada producido mediante el tratamiento de un sustrato que comprende un material de lana mineral que comprende un aglutinante que contiene carbohidratos con un método que mejora la reciclabilidad de un material de lana mineral, en particular que permite la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, que tiene una resistencia mejorada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un cuerpo compactado, en particular una briketa, adecuado para su uso en una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF), comprendiendo dicho cuerpo compactado un producto obtenido tratando un sustrato con un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, comprendiendo dicho material un aglutinante que contiene carbohidratos, donde el método implica una etapa de tratar un sustrato que comprende el material con uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato y/o un extracto de uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato; y un aglutinante de cemento.

Por tanto, se proporciona un cuerpo compactado, en particular briketa, adecuada para su uso en una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF), comprendiendo dicho cuerpo compactado un producto obtenido tratando un sustrato con un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, comprendiendo dicho material un aglutinante que contiene carbohidratos, donde el método implica una etapa de tratar un sustrato que comprende el material con uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato y/o un extracto de uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato, y un aglutinante de cemento.

La presente invención describe que es sorprendentemente posible mejorar significativamente la reciclabilidad de un material de lana mineral que comprende un aglutinante que contiene carbohidratos mediante dicho método. Esto se logra tratando el material con tales microorganismos y/o un extracto de tales microorganismos. Es muy sorprendente que a pesar de la presencia de altas cantidades de los otros componentes aglutinantes y de las fibras de lana mineral, es posible una reducción significativa del contenido de carbohidratos mediante el tratamiento con microorganismos y/o un extracto de microorganismos. Se muestra por la presente invención que por un método de este tipo, el contenido de carbohidratos se puede reducir sin la necesidad de ningún equipo especial o productos químicos caros. El método según la presente invención permite combinar las ventajas del uso de aglutinantes de lana mineral con alto contenido de carbohidratos con las ventajas asociadas con el reciclaje del material de residuos de una producción de la lana mineral de una manera eficiente ya que la fácil reducción del contenido de carbohidratos en el material de residuos permitido por el método según la presente invención permite la producción de cuerpos compactados con resistencia mejorada que pueden devolverse fácilmente al proceso de producción de MMVF.

Descripción de las realizaciones preferidas

El cuerpo compactado según la presente invención es un cuerpo compactado, en particular una briketa, adecuada para su uso en una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF), comprendiendo dicho cuerpo compactado un producto obtenido tratando un sustrato con un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, comprendiendo dicho material un aglutinante que contiene carbohidratos,

donde el método implica una etapa de tratar un sustrato que comprende el material con uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato y/o un extracto de uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato, y un aglutinante de cemento.

5 Para el propósito de la presente invención, la expresión material de lana mineral significa cualquier material donde la lana mineral está en contacto con aglutinante no curado y/o curado. En particular, la expresión material de lana mineral se refiere a un material de residuos del proceso de producción para una producción de MMVF.

A continuación, el término "material" se usa para describir el "material de lana mineral".

10 Para los fines de la presente invención, el término sustrato significa una composición que comprende el material de lana mineral y todo lo que se añade a este material antes de la etapa, o durante o después de la etapa de tratamiento del sustrato con los microorganismos y/o extracto de microorganismo, en particular agua y cualquier forma de aditivos.

15 En una realización preferida, el cuerpo compactado según la presente invención comprende un producto obtenido mediante el tratamiento de un sustrato con un método que implica una etapa de trituración del material, preferiblemente mediante molienda con varilla.

20 En una realización preferida, el cuerpo compactado según la presente invención comprende un producto obtenido tratando un sustrato con un método que implica una etapa de añadir al material, uno o más de: microorganismos, extracto de microorganismos o aditivos, antes de una etapa, o durante o después de triturar el material, preferiblemente mediante molienda en varilla.

25 En una realización preferida, el material usado en el método de la acuerdo invención es un material de residuos de un proceso de producción de MMVF, que típicamente comprende uno o más de filtros de cámara de rotación, residuos de atornillado, recortes laterales, residuos lavados, residuos de fondo de filtro de cámara de rotación, limpiezas de cámara de rotación, residuos de atornillado de rotación, residuos curados, esteras de filtro de cámara de rotación.

Proceso en suspensión de una etapa

30 En una realización preferida, el cuerpo compactado según la presente invención comprende un producto obtenido tratando un sustrato con un método que se lleva a cabo de manera que el sustrato comprende agua en una cantidad de más del 40 al 90 % en peso (es decir, > del 40 al 90 % en peso), preferiblemente del 50 al 76 % en peso, con respecto al peso total del material.

35 Este contenido de agua relativamente alto generalmente significa que el material está presente en forma de suspensión. Los presentes inventores han descubierto que esta realización de la invención es particularmente útil cuando el material comprende filtros de cámara de rotación, residuos de fondo de filtro de cámara de rotación, limpiezas de cámara de rotación y/o esteras de filtro de cámara de rotación.

40 Al llevar a cabo este método, el material se mezcla con agua (y opcionalmente con aditivos) para obtener el sustrato con el contenido de agua deseado.

45 Preferiblemente, el uno o más microorganismos se añaden entonces en una cantidad tal que el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,0125 \times 10^9$ a 500×10^9 , preferiblemente $0,1 \times 10^9$ a 250×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

Más preferiblemente, el uno o más microorganismos se añaden entonces en una cantidad tal que el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,0125 \times 10^9$ a 10×10^9 , preferiblemente $0,1 \times 10^9$ a 5×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

50 En una realización alternativa, se añade un extracto de microorganismo. Preferiblemente, el extracto de microorganismos se añade de modo que el extracto esté presente en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso, preferiblemente del 4 al 18 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

55 Estas realizaciones también se pueden combinar, es decir, añadiendo tanto microorganismos como un extracto de microorganismos.

60 El método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención puede usarse con un material de lana mineral que comprende un aglutinante que contiene carbohidratos tanto con alto como bajo contenido de carbohidratos. En una realización preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,1 a 35, preferiblemente de 0,5 a 25 % en peso de carbohidratos, con respecto al peso total del material.

65 El método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención no está generalmente limitado a un determinado intervalo de temperatura. Sin embargo, en una realización preferida, la etapa de tratar el sustrato tiene lugar a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C. Esto generalmente significa que la etapa de

tratamiento tiene lugar sin ninguna necesidad de calentamiento o enfriamiento externo y, por lo tanto, sin la necesidad de ningún equipo adicional.

5 Los presentes inventores han descubierto que se puede lograr una reducción efectiva del contenido de carbohidratos en un marco de tiempo bastante corto. Aunque el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención no está limitado a un régimen de tiempo específico, se prefiere que la etapa de tratamiento del material tenga lugar durante un tiempo de 1 - 72 horas, preferiblemente 6 - 24 horas.

Proceso en una sola etapa con bajo contenido de agua

10 En una realización preferida alternativa, el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención se lleva a cabo sobre un sustrato que comprende agua en una cantidad del 10 al 40 % en peso, preferiblemente del 20 al 40 % en peso, con respecto al peso total del sustrato.

15 En esta realización alternativa, el material está presente típicamente como un polvo húmedo de material triturado al que se ha añadido agua.

20 En una realización preferida, el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,000625 \times 10^9$ a 125×10^9 , preferiblemente $0,005 \times 10^9$ a 75×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

25 En una realización más preferida, el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,000625 \times 10^9$ a $2,5 \times 10^9$, preferiblemente $0,005 \times 10^9$ a $1,5 \times 10^9$ microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

En una realización alternativa, se usa un extracto de microorganismos. En esta realización, el extracto está presente preferiblemente en una cantidad del 0,05 al 15 % en peso, preferiblemente del 0,2 al 5 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, microorganismos y/o extracto de microorganismos.

30 En una realización adicional, se usan tanto microorganismos como un extracto de microorganismos.

Los presentes inventores han encontrado que el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención puede mejorarse cuando el sustrato comprende un potenciador de la fermentación.

35 Típicamente, este potenciador de la fermentación es un componente que estabiliza el valor de pH y/o sirve como un nutriente para los microorganismos.

40 En una realización preferida, el potenciador de la fermentación es uno o más del grupo de ácidos fosfóricos y/o fosfatos, ácido acético y/o cualquier sal de los mismos.

En el contexto de la presente invención, el término ácidos fosfóricos pretende cubrir todos los tipos de ácidos minerales que contienen fósforo y el término fosfatos pretende cubrir las sales de todos los tipos de ácidos minerales que contienen fósforo.

45 Alternativamente, un extracto de microorganismos también puede servir como potenciador de la fermentación.

Aunque la cantidad de potenciador de la fermentación usada no está generalmente limitada, se prefiere que el sustrato comprenda el potenciador de la fermentación en una cantidad del 0,01 al 5 % en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,4 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, microorganismos y/o extracto de microorganismos.

50 Aunque el contenido de carbohidratos del material que se usa para el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención no está limitado, en una realización preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos del 0,05 al 70 % en peso de carbohidratos, preferiblemente del 0,05 al 50 % en peso, más preferiblemente del 0,05 al 40 % en peso, más preferiblemente del 0,05 al 30 % en peso, con respecto al peso total del material.

En una realización particularmente preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,05 a 10, preferiblemente de 0,25 a 4 % en peso de carbohidratos, con respecto al peso total del material.

60 Aunque la presente invención no se limita generalmente a un determinado intervalo de temperatura, en una realización preferida, el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención implica la etapa de tratar el material a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C. Esto generalmente significa que la etapa de tratamiento tiene lugar sin ninguna necesidad de calentamiento o enfriamiento externo y, por lo tanto, sin la necesidad de ningún equipo adicional.

65

Aunque el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención según esta realización no está restringido a ningún régimen de tiempo, en una realización preferida, el método implica la etapa de tratar el material durante un tiempo de 3 horas a 30 días, preferiblemente de 1 a 3 días.

5 Proceso de dos etapas

Los presentes inventores han encontrado que se consiguen resultados particularmente ventajosos cuando el proceso de suspensión en una etapa se combina con el proceso de una etapa con bajo contenido de agua para un proceso de dos etapas.

En esta realización, el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención comprende al menos dos etapas en forma de:

- (i) tratamiento de un sustrato con el proceso de suspensión de una etapa descrito anteriormente y
- (ii) tratamiento de un sustrato combinado del producto de la etapa (i) y un sustrato adicional con el proceso de una etapa con bajo contenido de agua descrito anteriormente.

En este proceso de dos etapas, la etapa uno se usa para preparar un "cultivo iniciador" para el proceso según la etapa (ii).

20 Etapa (i)

En una realización preferida, la etapa (i) se lleva a cabo de manera que el sustrato comprende agua en una cantidad de más del 40 al 90 % en peso (es decir, > del 40 al 90 % en peso), preferiblemente del 50 al 76 % en peso, con respecto al peso total del material.

Este contenido de agua relativamente alto generalmente significa que el material está presente en forma de suspensión. Los presentes inventores han descubierto que esta realización de la invención es particularmente útil cuando el material comprende filtros de cámara de rotación, residuos de fondo de filtro de cámara de rotación, limpiezas de cámara de rotación y/o esteras de filtro de cámara de rotación.

Al llevar a cabo esta etapa (i), el material se mezcla con agua (y opcionalmente con aditivos) para obtener el sustrato con el contenido de agua deseado.

Preferiblemente, el uno o más microorganismos se añaden entonces en una cantidad tal que el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,0125 \times 10^9$ a 500×10^9 , preferiblemente $0,1 \times 10^9$ a 250×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

Más preferiblemente, el uno o más microorganismos se añaden entonces en una cantidad tal que el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,0125 \times 10^9$ a 10×10^9 , preferiblemente $0,1 \times 10^9$ a 5×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

En una realización alternativa, se añade un extracto de microorganismo. Preferiblemente, el extracto de microorganismos se añade de modo que el extracto esté presente en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso, preferiblemente del 4 al 18 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.

Estas realizaciones también se pueden combinar, es decir, añadiendo tanto microorganismos como un extracto de microorganismos.

El método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención según la etapa (i) se puede usar con un material de lana mineral que comprende un aglutinante que contiene carbohidratos tanto con alto como bajo contenido de carbohidratos. En una realización preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,1 a 35, preferiblemente de 0,5 a 25 % en peso de carbohidratos, con respecto al peso total del material.

El método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención según la etapa (i) no está generalmente limitado a un determinado intervalo de temperatura. Sin embargo, en una realización preferida, la etapa de tratar el sustrato tiene lugar a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C. Esto generalmente significa que la etapa de tratamiento tiene lugar sin ninguna necesidad de calentamiento o enfriamiento externo y, por lo tanto, sin la necesidad de ningún equipo adicional.

Los presentes inventores han descubierto que se puede lograr una reducción efectiva del contenido de carbohidratos en un marco de tiempo bastante corto. Aunque el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención según la etapa (i) no está limitado a un régimen de tiempo específico, se prefiere que la etapa de tratamiento del material tenga lugar durante un tiempo de 1 - 72 horas, preferiblemente 6 - 24 horas.

En una realización preferida, el sustrato tratado en la etapa (i) comprende filtros de cámara de rotación.

Etapas (ii)

- 5 En una realización preferida, el sustrato combinado usado en la etapa (ii) está presente como un polvo húmedo de material triturado al que se ha añadido agua.
- 10 En una realización preferida, el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,000625 \times 10^9$ a 125×10^9 , preferiblemente $0,005 \times 10^9$ a 75×10^9 microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.
- 15 En una realización más preferida, el uno o más microorganismos están presentes en una cantidad de $0,000625 \times 10^9$ a $2,5 \times 10^9$, preferiblemente $0,005 \times 10^9$ a $1,5 \times 10^9$ microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.
- 20 En una realización alternativa, se usa un extracto de microorganismos. En esta realización, el extracto está presente preferiblemente en una cantidad del 0,05 al 15 % en peso, preferiblemente del 0,2 al 5 % en peso, con respecto al peso total del material, los microorganismos y/o el extracto de microorganismos.
- 25 En una realización adicional, se usan tanto microorganismos como un extracto de microorganismos.
- Los presentes inventores han descubierto que el método puede mejorarse cuando el material comprende un potenciador de la fermentación.
- Típicamente, este potenciador de la fermentación es un componente que estabiliza el valor de pH y/o sirve como un nutriente para los microorganismos.
- 30 En una realización preferida, el potenciador de la fermentación es uno o más del grupo de ácidos fosfóricos y/o fosfatos, ácido acético y/o cualquier sal de los mismos.
- 35 En el contexto de la presente invención, el término ácidos fosfóricos pretende cubrir todos los tipos de ácidos minerales que contienen fósforo y el término fosfatos pretende cubrir las sales de todos los tipos de ácidos minerales que contienen fósforo.
- Alternativamente, un extracto de microorganismos también puede servir como potenciador de la fermentación.
- 40 Aunque la cantidad de potenciador de la fermentación usada no está generalmente limitada, se prefiere que el sustrato comprenda el potenciador de la fermentación en una cantidad del 0,01 al 5 % en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,4 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, microorganismos y/o extracto de microorganismos.
- 45 Aunque el contenido de carbohidratos del material que se usa para el método según esta realización no está limitado, en una realización preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos del 0,05 al 70 % en peso de carbohidratos, preferiblemente del 0,05 al 50 % en peso, más preferiblemente del 0,05 al 40 % en peso, más preferiblemente del 0,05 al 30 % en peso, con respecto al peso total del material.
- 50 En una realización particularmente preferida, el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,05 a 10, preferiblemente de 0,25 a 4 % en peso de carbohidratos, con respecto al peso total del material.
- Si bien la etapa (ii) no se limita generalmente a un determinado intervalo de temperatura, en una realización preferida, el método implica la etapa de tratar el material a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C. Esto generalmente significa que la etapa de tratamiento tiene lugar sin ninguna necesidad de calentamiento o enfriamiento externo y, por lo tanto, sin la necesidad de ningún equipo adicional.
- 55 Aunque la etapa (ii) no está restringida a ningún régimen de tiempo determinado, en una realización preferida, el método implica la etapa de tratar el material durante un tiempo de 3 horas a 30 días, preferiblemente de 1 a 3 días.
- Aglutinantes que contienen carbohidratos usados en la producción del material de lana mineral tratado mediante el método usado para preparar el cuerpo compactado según la presente invención
- 60 La patente según la presente invención puede utilizarse en cualquier material de lana mineral que comprenda un aglutinante que contiene carbohidratos.
- 65 En una realización preferida, el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende un resol a base de fenol-formaldehído y estando seleccionado el carbohidrato de un azúcar, tal como dextrosa.

En una realización preferida adicional, el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende además

- (a) un componente de ácido policarboxílico o cualquier sal del mismo y/o un ácido inorgánico o cualquier sal del mismo
- (b) un componente seleccionado del grupo que consiste en compuestos de amina, amoníaco; y opcionalmente,
- (c) un producto de reacción de un componente de ácido policarboxílico o un anhídrido del mismo y un componente de alcanolamina.

En una realización preferida adicional, el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende un carbohidrato seleccionado de hexosa, tal como dextrosa, fructosa, pentosa tal como xilosa y/o sacarosa, jarabe de glucosa.

Microorganismos o extracto de microorganismos

En una realización preferida, el uno o más uno o más microorganismos se seleccionan del grupo que consiste en hongos, levaduras, comprendiendo preferiblemente la levadura *saccharomyces cerevisiae* y/o bacterias en particular de los géneros *lactobacillus*, *leuconostoc*, *pediococos* y/o *bifidobacterium*.

En una realización preferida, el uno o más microorganismos comprenden una levadura que comprende *saccharomyces cerevisiae*.

En una realización preferida particular, el microorganismo es *saccharomyces cerevisiae*.

El cuerpo compactado según la presente invención comprende preferiblemente un producto que tiene un contenido de carbohidratos significativamente reducido en comparación con el material de partida de lana mineral y, por lo tanto, mejora su reciclabilidad.

Cuerpo compacto

La presente invención se refiere a un cuerpo compactado, en particular una briqueta, adecuado para su uso en una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF), comprendiendo dicho cuerpo en contacto

a) un producto obtenido tratando un sustrato con un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, comprendiendo dicho material un aglutinante que contiene carbohidratos, donde el método implica una etapa de tratar un sustrato que comprende el material con uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato y/o un extracto de uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato;

b) un aglutinante de cemento.

El cuerpo compactado según la presente invención se mejora en resistencia y, por lo tanto, se puede usar muy ventajosamente como una carga en hornos de cuba.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos están previstos para ilustrar de forma adicional la invención sin limitar su alcance.

Levaduras y aditivos y otros componentes

Se obtuvo levadura de panadería comprimida fresca, células activas de *Saccharomyces cerevisiae*, aproximadamente 30 % de materia seca (>31 % de materia seca), de De Danske Gaerfabrikker. Se obtuvo levadura de panadería seca Instaferm® RED In-stant, *Saccharomyces cerevisiae*, aproximadamente 95 % de materia seca (<6 % de humedad), aproximadamente 20 mil millones de células vivas por gramo, de Lallemand. La levadura de panadería fresca y seca se calculó como anhidra por simplicidad.

Se obtuvieron tampones de fosfato, ácido acético glacial y dihidrógeno fosfato de sodio monohidratado para su uso como aditivos en estudios de fermentación a escala de laboratorio de Sigma-Aldrich. Se obtuvieron ácido acético glacial y dihidrógeno fosfato de sodio monohidratado para estudios de fermentación a escala de 1 tonelada de Panreac.

Aglutinantes que contienen carbohidratos

Resina de anhídrido de alcanolamina con aglutinante de jarabe de glucosa

Este aglutinante se basa en los productos de reacción de alcanolamina-anhídrido de ácido policarboxílico.

Se coloca dietanolamina (DEA, 120,5 g) en un reactor de vidrio de 5 litros dotado de un agitador y una camisa de calentamiento/enfriamiento. Se eleva la temperatura de la dietanolamina hasta 60 °C, tras lo cual se añade anhídrido tetrahidroftálico (THPA, 67,1 g). Después de elevar la temperatura y mantenerla a 130 °C, se añade una segunda porción de anhídrido tetrahidroftálico (33,6 g) seguido por anhídrido trimelítico (TMA, 67,1 g). Después de reaccionar durante 1 hora a 130 °C, se enfría la mezcla hasta 95 °C. Se añade agua (241,7 g) y se continúa con la agitación durante 1 hora. Entonces se añade urea (216,1 g), y se continúa con la agitación hasta que se disuelven todos los sólidos. Después de enfriar hasta temperatura ambiental, se vierte la mezcla en agua (3,32 kg) y se añaden ácido hipofosforoso ac. al 50 % (5,0 g) y amoníaco ac. al 25 % (56,3 g) con agitación.

Se calienta jarabe de glucosa (1,24 kg) a 60 °C y después se añade con agitación seguido de silano ac. al 50 % (Momentive VS-142) (5,0 g).

Aglutinante de ácido ascórbico-glucosa

Una mezcla de ácido L-ascórbico (1,50 g, 8,52 mmol) y solución acuosa de jarabe de glucosa al 75,1 % (18,0 g; es decir, 13,5 g efectivos de jarabe de glucosa) y urea (0,75 g) en agua (30,5 g) se agitó a temperatura ambiente hasta que se obtuvo una solución transparente. Ácido hipofosforoso acuoso al 50 % (0,60 g; así eficazmente 0,30 g, 4,55 mmol de ácido hipofosforoso) se añadió a continuación (pH 1,3). Se añadió entonces amoníaco acuoso al 28 % (0,99 g; es decir, 0,28 g efectivos, 16,3 mmol de amoníaco) gota a gota hasta pH = 6,7. Después se midieron los sólidos aglutinantes (20,1 % en peso).

Se añadió silano en una cantidad correspondiente a 0,5 % de sólidos.

Fenolformaldehído con urea (PUF)-aglutinante de jarabe de glucosa

Este aglutinante es una resina de fenol-formaldehído modificada con urea, una PUF-resol.

Se prepara una resina de fenol-formaldehído haciendo reaccionar formaldehído ac. al 37 % (606 g) y fenol (189 g) en presencia de hidróxido de potasio ac. al 46 % (25,5 g) a una temperatura de reacción de 84 °C precedida por una velocidad de calentamiento de aproximadamente 1 °C por minuto. Se continúa con la reacción a 84 °C hasta que la tolerancia a la acidez de la resina sea de 4, y se haya convertido la mayoría del fenol. Luego se añade urea (241 g) y se enfría la mezcla.

La acid tolerance (tolerancia a la acidez- AT) expresa el número de veces que puede diluirse un volumen dado de un aglutinante con ácido sin que la mezcla se enturbie (precipite el aglutinante). Se usa ácido sulfúrico para determinar el criterio de parada en una producción de aglutinante, y una tolerancia a la acidez menor de 4 indica el final de la reacción aglutinante.

Para medir la AT, se prepara un valorante diluyendo 2,5 ml de ácido sulfúrico conc. (>99 %) con 1 l de agua sometida a intercambio iónico. Se valoran entonces 5 ml del aglutinante que va a investigarse a temperatura ambiente con este valorante manteniendo el aglutinante en movimiento con agitación manual del mismo; si se prefiere, se usa un agitador magnético y una varilla magnética. Se continúa con la valoración hasta que aparece una ligera turbidez en el aglutinante, que no desaparece cuando se agita el aglutinante. La acid tolerance (tolerancia a la acidez- AT) se calcula dividiendo la cantidad de ácido usada en la valoración (ml) entre la cantidad de muestra (ml):

$$AT = (\text{Volumen de titulación usado (mL)}) / (\text{Volumen de muestra (mL)})$$

Usando la resina de fenol-formaldehído modificada con urea obtenida, se prepara un aglutinante mediante la adición de amoníaco acuoso al 25 % (90 ml) y sulfato de amonio (13,2 g) seguido de agua (1,30 kg) y silano (2,4 g).

Se produjeron residuos molidos con varilla (RMW) modelo que contenían resina de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa o aglutinante de ácido ascórbico-glucosa mezclando residuos molidos con varilla tratados térmicamente de diferentes fuentes con la mezcla de aglutinante dada, agua y otros aditivos si era relevante. El tratamiento térmico de los residuos molidos con varilla se llevó a cabo a 590 °C durante la noche para eliminar otros componentes orgánicos.

Se produjeron residuos molidos con varilla modelo que contenían fenolformaldehído con urea (PUF) - aglutinante de jarabe de glucosa mezclando residuos molidos con varilla de PUF con soluciones acuosas de jarabe de glucosa, agua y otros aditivos si era relevante.

Mediciones del contenido de glucosa utilizando HPLC y/o un equipo para la medición de azúcar en sangre

La evolución del contenido de glucosa en las mezclas de fermentación se siguió por HPLC y/o con un equipo para la medición de azúcar en sangre (AccuChek® Aviva Nano) en extractos acuosos de las mezclas de fermentación.

Presentación de resultados

Los resultados se presentan en tablas que contienen información sobre:

- 5 • **Mezcla de fermentación (%):** La composición de las mezclas de fermentación, calculada como % en peso de levadura, aglutinante, fibras, humedad y aditivos de la mezcla total (de modo que levadura + aglutinante + fibras + humedad + aditivos = 100 % en peso). Los datos que se dan en cursiva comprenden información que detalla adicionalmente cuánto % en peso de la mezcla total que está hecha de un determinado subcomponente elegido.
- 10 • **Condiciones de fermentación:** Las condiciones en las que se han realizado las fermentaciones. Incluye información como la temperatura de almacenamiento, el tiempo de medición y el pH de los extractos acuosos realizados al inicio y al final de las fermentaciones.
- 15 • **Eliminación de glucosa:** Detalla el tiempo (días/horas) requerido para >25 %, >50 %, >75 % y >90 % de reducción en el contenido de glucosa en los extractos acuosos de las mezclas de fermentación calculados en relación con los valores iniciales. Medido por medio de HPLC o un equipo de medición de azúcar en la sangre. En los ensayos en los que se han hecho briquetas, se ha detallado además la reducción de glucosa en el día de la formación de briquetas.
- 20 • **Composición de la barra de prueba (%):** La composición de las barras de prueba hechas en FEhS en Duisburg. En las tablas solo se detalla el contenido de la mezcla de fermentación o la lana molida con varilla de referencia. Otros componentes en las barras de prueba hechas de residuos fermentados incluyen: Cemento 52,5R (12,3 %), arena (53,8 %). Otros componentes de las barras de prueba fabricadas a partir de residuos molidos con varilla de referencia incluyen: Cemento 52,5R (13,0 %), arena (57,0 %).
- 25 • **Resistencia a la compresión (MPa):** Las resistencias a la compresión de las barras de prueba después de un cierto número de días, medidas en FEhS, Duisburg.
- 30 • **Composiciones de briquetas (%):** La composición de las briquetas de prueba. En las tablas solo se detalla el contenido de la mezcla de fermentación o la lana molida con varilla de referencia, así como el contenido de cemento. Otros componentes de las briquetas hechas de residuos fermentados incluyen: Valdi (6,9 %), arena dolomítica (4,9 %), laitier criblé (9,8 %), MTMS (5,9 %), SSA SSIAAP (7,9 %), tamizado mixto (4,9 %), ceniza volante (3,9 %), bauxita (14,7 %). Otros componentes de las briquetas hechas a partir de residuos molidos con varilla de referencia incluyen: Valdi (7,0 %), arena dolomítica (5,0 %), laitier criblé (10,0 %), MTMS (6,0 %), SSA SSIAAP (8,0 %), tamizado mixto (5,0 %), ceniza volante (4,0 %), bauxita (15,0 %).
- 35 • **Detalles de la briketa (%):** El peso, la altura, la densidad de las briquetas de prueba, así como las resistencias a la compresión de las briquetas de prueba después de un determinado número de días. Se puede considerar que son adecuados los valores de resistencia a la compresión de briketa de 5 MPa o más.

40 Tabla 1

Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8
Mezcla de fermentación (%)								
Levadura de panadería fresca	0,30 %	0,30 %	0,30 %	0,30 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	0,70 %	0,70 %	0,70 %	0,70 %	0,80 %	0,80 %	0,80 %	0,80 %
Fibras	69 %	69 %	69 %	69 %	79 %	79 %	79 %	79 %
Humedad	30 %	30 %	30 %	30 %	20 %	20 %	19 %	19 %
Tampón fosfato 0,1 M pH 3,0,	-	0,32 %	-	-	-	0,20 %	-	-
tampón fosfato 0,5 M pH 3,	-	-	-	-	-	-	1,0 %	-
tampón fosfato 0,02M pH 6,5,	-	-	0,06 %	-	-	-	-	-
tampón fosfato 0,5 M pH 6,5,	-	-	-	-	-	-	-	1,0 %
tampón fosfato 0,02M pH 8,5	-	-	-	0,06 %	-	-	-	-
Condiciones de fermentación								
Temperatura	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta
Tiempo de medición (días)	3	1	1	1	3	3,	1	1
pH inicio	9,6	7,9	9,2	9,4	9,8	8,4	8,1	8,1
pH final	7,2	7,7	7,6	8,0	9,7	7,5	7,1	7,1
Eliminación de glucosa								
>25 % de reducción (días)	1	1	1	1	>3	1	1	1
>50 % de reducción (días)	3	1	1	1	>3	1	1	1
>75 % de reducción (días)	3	1	1	1	>3	3	1	1
>90 % de reducción (días)	3	1	1	1	>3	3	1	1

Se han incluido dos ejemplos sin fosfatos para la comparación (ej. 1 y 5).

Con un 30 % de humedad, la inclusión de tampones fosfato de pH 3,0, pH 6,5 o pH 8,5 tuvo en todos los casos un efecto de acortamiento en el tiempo de eliminación de glucosa (ej. 2-4 frente a 1). Por lo tanto, las tres fermentaciones se completaron en un día.

Con un 19-20 % de humedad, y con un contenido ligeramente disminuido de levadura de panadería y un contenido de aglutinante ligeramente aumentado, la inclusión de tampones de fosfato tuvo igualmente un efecto de acortamiento sobre el tiempo de eliminación de glucosa (ej. 6-8 frente a 5).

Tabla 2

Ejemplo	1	2	3	4
Mezcla de fermentación (%) Levadura de panadería fresca	0,20 %	1,1 %	2,2 %	5,0 %
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	0,80 %	0,79 %	0,78 %	0,75 %
Fibras	79 %	78 %	77 %	74 %
Humedad	20 %	20 %	20 %	20 %
Condiciones de fermentación				
Temperatura	ta	ta	ta	ta
Tiempo de medición (días)	6	1	1	1
pH inicio	9,0	8,0	7,5	7,0
pH final	7,5	7,5	7,5	8,0
Eliminación de glucosa				
>25 % de reducción (días)	2	1	1	1
>50 % de reducción (días)	2	1	1	1
>75 % de reducción (días)	3	1	1	1
>90 % de reducción (días)	6	1	1	1
Composiciones de barra de prueba (%)				
Residuos molidos con varilla	34,0	34,0	34,0	34,0
Resistencia a la compresión (MPa)				
3 días	6,3	5,5	5,0	4,3
7 días	8,9	8,4	7,7	6,4

El impacto del contenido de levadura se estudió variando la concentración de levadura de 0,2 % a 5,0 % (ej. 1-4) usando residuos molidos con varilla tratados térmicamente. La inclusión de cantidades crecientes de levadura dio como resultado un acortamiento del tiempo de fermentación requerido: la inclusión de levadura al 0,2 % requirió 6 días para >90 % de eliminación de glucosa (ej. 1) mientras que solo se requería 1 día para >90 % de eliminación de glucosa para 1,1-5,0 % de levadura (ej. 2-4). El pH de inicio disminuyó gradualmente de 9 a 7 con el aumento del contenido de levadura.

Parecía haber una disminución gradual en las resistencias de la barra de prueba con el aumento del contenido de levadura de panadería fresca (ej. 1-4).

Tabla 3

Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8
Mezcla de fermentación (%)								
Levadura de panadería fresca		0,20 %	0,59 %	1,0 %		0,20 %	0,59 %	1,0 %
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa								
ácido ascórbico - glucosa	1,6 %	1,6 %	1,6 %	1,6 %	-	-	-	-
Fibras	-	-	-	-	1,6 %	1,6 %	1,6 %	1,6 %
Humedad	79 %	79 %	78 %	78 %	79 %	79 %	78 %	78 %
	20 %	20 %	20 %	19 %	20 %	20 %	20 %	19 %
Condiciones de fermentación								
Temperatura	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta
Tiempo de medición (días)	70	70	57	23	70	51	23	16
pH inicio	8,5	8,5	8,5	8,5	8,0	7,5	8,0	8,0

pH final	7,5	6,5	7,5	7,0	6,5	5,5	5,5	5,5
Eliminación de glucosa								
>25 % de reducción (días)	63	35	28	14	57	28	14	9
>50 % de reducción (días)	70	57	51	19	70	35	19	14
>75 % de reducción (días)	>70	70	51	21	>70	41	21	14
>90 % de reducción (días)	>70	70	57	23	>70	51	23	16

Los resultados muestran que la fermentación en presencia de 1,6 % de resina de alcanolamina-anhídrido con aglutinante de jarabe de glucosa con 0,2-1,0 % de levadura de panadería fresca es factible (ej. 2-4). Todas las fermentaciones tenían un pH inicial de 8,5 y terminaban a 6,5-7,5. El tiempo requerido para >90 % de eliminación del contenido de glucosa disminuyó en función del aumento del contenido de levadura (70 días para levadura al 0,2 % frente a 23 días para levadura al 1,0 %, ej. 2 frente a 4). Se observó cierta eliminación de glucosa en el ejemplo sin levadura añadida, pero la conversión fue muy lenta (ej. 1).

La eliminación del contenido de glucosa en presencia de 1,6 % de aglutinante de ácido ascórbico - glucosa con 0,2-1,0 % de levadura de panadería fresca es factible (ej. 6-8). Estas fermentaciones tenían un pH inicial de 7,5-8 y terminaban en 5,5. El tiempo requerido para >90 % de eliminación del contenido de glucosa disminuyó significativamente en función del aumento del contenido de levadura (51 días para levadura al 0,2 % frente a 16 días para levadura al 1,0 %, ej. 6 frente a 8). Se observó cierta eliminación de glucosa en el ejemplo sin levadura añadida, pero la conversión fue muy lenta (ej. 5).

Tabla 4

Ejemplo	1	2	3	4
Mezcla de fermentación (%)				
Levadura de panadería fresca	0,20 %	0,20 %	0,20 %	-
Agglutinante de PUF	1,8 %	1,8 %	1,8 %	-
Jarabe de glucosa	0,77 %	0,77 %	0,77 %	-
Fibras	77 %	77 %	77 %	-
Humedad	20 %	20 %	20 %	-
NaH ₂ PO ₄	-	0,20 %	-	-
AcOH	-	-	0,10 %	-
Condiciones de fermentación				
Temperatura	ta	ta	ta	-
Tiempo de medición (días)	1	1	1	-
pH inicio	6,0	6,0	6,0	-
pH final	6,0	6,0	6,0	-
Eliminación de glucosa				
>25 % de reducción (días)	1	1	1	-
>50 % de reducción (días)	1	1	1	-
>75 % reducción (días)	1	1	1	-
>90 % reducción (días)	1	1	1	-
Composiciones de barra de prueba (%)				
Mezcla de fermentación	34,0	34,0	34,0	-
Resistencia a la compresión (MPa)				
3 días	3,3	2,1	2,8	5,9
7 días	5,7	5,2	5,9	8,6

Se observó una fermentación rápida en todas las pruebas de fermentación, y se observó una eliminación de glucosa >90 % en un día (ej. 1-3).

Las barras de prueba producidas a partir de estas fermentaciones mostraron resistencias a la compresión comparativamente bajas después de 3 días (2,1-3,3 MPa, ej. 1-3) y después de 7 días (5,2-5,9 MPa, ej. 1-3). Estos valores son inferiores al valor de referencia (5,9 MPa después de 3 días, 8,6 MPa después de 7 días, ej. 4).

Ejemplo 2: 25 % de jarabe de glucosa acuoso (32,0 g; es decir, 8,0 g efectivos de jarabe de glucosa, 24,0 g de humedad) se añadió poco a poco con agitación a residuos molidos con varilla de PUF (868,4 g, 2,1 % de aglutinante, 92,1 % de fibras, 5,8 % de humedad; es decir, 18,2 g efectivos de aglutinante, 799,8 g de fibras, 50,4 g de humedad). La agitación se continuó durante unos minutos más y una mezcla de hidrato de dihidrógeno fosfato de sodio (2,37 g; es decir, 2,06 g efectivos de dihidrógeno fosfato de sodio y 0,31 g de humedad) y levadura de panadería fresca (2,09 g;

calculado como anhidro) en agua (132,7 g) se añadió poco a poco con agitación continua. Por lo tanto, la mezcla de fermentación estaba compuesta inicialmente de 20 % en peso de humedad, 0,20 % en peso de levadura de panadería fresca, 0,77 % en peso de jarabe de glucosa, 1,8 % en peso de aglutinante de PUF, 0,20 % en peso de dihidrógeno fosfato de sodio y 77 % en peso de fibras. Después de agitar durante 10 minutos más, la mezcla se transfirió a un cubo de plástico de 2,5 L y el cubo se cubrió con papel de aluminio.

Las mediciones del contenido de glucosa y el pH de los extractos acuosos se realizaron directamente después de transferir la mezcla al cubo, así como en los días relevantes a continuación (intervalos de 1-2 días dependiendo de la evolución en el contenido de glucosa). Una muestra de la mezcla de fermentación (16 g, peso exacto indicado) se diluyó con agua (40 g, peso exacto indicado) en una botella con tapón de rosca de 100 mL y la suspensión resultante se agitó durante 10 minutos. Para los estudios de HPLC, la mezcla agitada se filtró, donde después se midió el pH y el contenido de glucosa (HPLC, determinaciones dobles) del filtrado. Para los estudios del equipo de medición de azúcar en sangre, la mezcla agitada simplemente se dejó sedimentar durante unos pocos minutos y se midió el pH y el contenido de glucosa (equipo de medición de azúcar en sangre, determinaciones dobles) del sobrenadante.

Tabla 5

Ejemplo	1	2	3	4	5
Mezcla de fermentación (%)					
Levadura de panadería fresca	0,20 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %	-
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	2,1 %	2,1 %	2,1 %	2,1 %	-
Fibras	78 %	77 %	78 %	78 %	-
Humedad	20 %	20 %	20 %	20 %	-
NaH ₂ PO ₄	0,20 %	0,40 %	-	-	-
AcOH	-	-	0,10 %	0,20 %	-
Condiciones de fermentación					
Temperatura	ta	ta	ta	ta	-
Tiempo de medición (días)	12	12	12	12	-
Tiempo antes del briqueteado (días)	8	8	8	8	-
pH inicio	8,0	7,5	8,5	8,5	-
pH final	8,7	8,7	8,1	7,6	-
Eliminación de glucosa					
>25 % de reducción (días)	4	4	4	4	-
>50 % de reducción (días)	4	4	4	4	-
>75 % de reducción (días)	4	4	4	4	-
>90 % de reducción (días)	4	4	12	12	-
Reducción en el día de briqueteado (%)	>97	>96	>78	>88	-
Composiciones de briquetas (%)					
Mezcla de fermentación	31,6	31,6	31,6	31,6	-
Lana molida con varillas	-	-	-	-	30,0
Cemento 52,5R	9,8	9,8	9,8	9,8	10,0
Detalles de la briqueta					
Peso (kg)	2,17	2,23	2,43	2,22	2,07
Altura (mm)	131,4	132,6	138,4	133,4	140,4
Densidad (kg/dm ³)	2,10	2,14	2,23	2,11	1,88
Resistencia a la compresión, 3 días (MPa)	5,4	4,8	8,8	6,8	4,1

Los resultados de la fermentación y la formación de briquetas se muestran a partir de la fermentación a escala de 1 tonelada de residuos de resina de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa molida con varilla. Se utilizaron las siguientes condiciones de fermentación: 20 % de humedad, 0,2 % de levadura de panadería fresca, 2,1 % de resina de alcanolamina-anhídrido con aglutinante de jarabe de glucosa y 0,1-0,4 % de dihidrógeno fosfato de sodio o ácido acético.

Las fermentaciones se completaron en 4-12 días (ej. 1-4). Las fermentaciones comenzaron a pH 7-8,5 (el más bajo en presencia de 0,2-0,4 % de dihidrógeno fosfato de sodio) y terminaron a aproximadamente 7,5-9 (el más bajo en presencia de 0,1-0,2 % de ácido acético). Las fermentaciones fueron más rápidas cuando se realizaron en presencia de 0,2-0,4 % de dihidrógeno fosfato de sodio que en presencia de 0,1-0,2 % de ácido acético (4 días frente a 12 días para >90 % de eliminación de glucosa, ej. 1-2 frente a 3-4).

Los residuos fermentados se usaron en la producción de briquetas después de 8 días de fermentación. En este momento, las dos fermentaciones realizadas en presencia de dihidrógeno fosfato de sodio estaban casi completas, mientras que las dos fermentaciones realizadas en presencia de ácido acético habían alcanzado aproximadamente 80-90 % de eliminación de glucosa. Se obtuvieron resistencias de briqueta más altas con el contenido más bajo de aditivo y el ácido acético como aditivo dio como resultado briquetas más fuertes que el dihidrógeno fosfato de sodio. Tres de las cuatro composiciones de residuos fermentados produjeron briquetas que estaban a más de 5 MPa después de 3 días (0,2 % de dihidrógeno fosfato de sodio, 0,1 y 0,2 % de ácido acético como aditivos, ej. 1 y 3-4), mientras que el cuarto era muy cercano (0,1 % de dihidrógeno fosfato de sodio como aditivo, ej. 2). Las briquetas preparadas a partir de las cuatro mezclas de fermentación fueron más fuertes que la referencia después de 3 días (4,8-8,8 frente a 4,1 MPa, ej. 1-4 frente a 5). Sin embargo, esto puede deberse en parte al menor peso y densidad de las briquetas de referencia.

Ejemplo 1: Una mezcla de hidrato de dihidrógeno fosfato de sodio (2,6 kg; es decir, 2,3 kg efectivos de dihidrógeno fosfato de sodio y 0,3 kg de humedad) y levadura de panadería fresca (2,3 kg; calculado como anhidro) en agua (133 kg) se mezcló poco a poco en residuos molidos con varilla (1015 kg, 2,4 % de aglutinante, 88,1 % de fibras, 9,5 % de humedad; es decir, 24,4 kg efectivos de aglutinante, 894,2 kg de fibras, 96,4 kg de humedad). Por lo tanto, la mezcla de fermentación estaba compuesta inicialmente de 20 % en peso de humedad, 0,20 % en peso de levadura de panadería fresca, 2,1 % en peso de resina de alcanolamina-anhídrido con aglutinante de jarabe de glucosa, 0,20 % en peso de dihidrógeno fosfato de sodio y 78 % en peso de fibras. Después de mezclar durante 15 minutos más, la mezcla se transfirió a un IBC de 1000 L que después se cubrió con una cubierta de bolsa de plástico.

Las mediciones del contenido de glucosa y el pH de los extractos acuosos se realizaron directamente después de transferir la mezcla al IBC, así como en los días relevantes posteriores (intervalos de 1-2 días dependiendo de la evolución en el contenido de glucosa). Una muestra de la mezcla de fermentación (50 g, peso exacto indicado) se diluyó con agua (50 g, peso exacto indicado) en una botella con tapón de rosca de 100 mL y la suspensión resultante se agitó durante 10 minutos. Para los estudios de HPLC, la mezcla agitada se filtró, donde después se midió el pH y el contenido de glucosa (HPLC, determinaciones dobles) del filtrado. Para los estudios del equipo de medición de azúcar en sangre, la mezcla agitada simplemente se dejó sedimentar durante unos pocos minutos y se midió el pH y el contenido de glucosa (equipo de medición de azúcar en sangre, determinaciones dobles) del sobrenadante.

Después de 8 días de fermentación (>97 % de reducción en el contenido de glucosa), la mezcla de fermentación se usó en la producción de briquetas de prueba.

Tabla 6

Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8
Mezcla de fermentación (%)								
Levadura de panadería fresca	-	8 %	18 %	7 %	12 %	10 %	4 %	4 %
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	7 %	7 %	15 %	12 %	16 %	17 %	18 %	18 %
Fibras	10 %	9 %	20 %	16 %	22 %	23 %	24 %	24 %
Humedad	83 %	76 %	46 %	66 %	50 %	51 %	54 %	54 %
Condiciones de fermentación								
Temperatura	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta	ta
Tiempo de medición (horas)	72	2	3	3	4	4	7	8
pH inicio	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
pH final	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Eliminación de glucosa								
>25 % de reducción (horas)	>72	1,0	1,0	1,3	2,1	2,0	4,2	4,8
>50 % de reducción (horas)	>72	1,0	2,2	2,0	3,2	2,5	5,2	4,8
>75 % de reducción (horas)	>72	1,5	2,2	2,5	3,2	3,5	6,8	6,1
>90 % de reducción (horas)	>72	1,5	2,8	3,0	3,2	4,0	6,8	7,2

Los resultados muestran que fue posible eliminar >90 % del contenido de glucosa en los filtros de la cámara de rotación (SCF) en cuestión de solo unas pocas horas, dependiendo de las condiciones (ej. 2-8). El contenido de levadura en estas fermentaciones en suspensión fue alto (4-18 %) ya que la levadura ahora se centró solo en los SCF. Por tanto, el contenido de aglutinante también fue muy alto (7-18 %). Como era de esperar, hubo una tendencia general hacia una fermentación más rápida para altos niveles de humedad (> 60 %, ej. 2 y 4) y/o altos contenidos de levadura (>4 %, ej. 2-6).

No se requirieron aditivos en estas fermentaciones de alta humedad. No es improbable, sin embargo, que los aditivos como los utilizados en las pruebas anteriores puedan aumentar aún más las velocidades de fermentación. El control sin levadura añadida no mostró una reducción significativa en el contenido de glucosa en 72 horas (ej. 1).

Tabla 7

Ejemplo	1	2	3	4	5	6
Mezcla de fermentación por filtración en cámara de rotación (SCF) (%)						
Levadura de panadería fresca	4 %	12 %	-	4 %	12 %	-
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	18 %	16 %	-	18 %	16 %	-
Fibras	24 %	22 %	-	24 %	22 %	-
Humedad	54 %	50 %	-	54 %	50 %	-
Condiciones de fermentación de SCF						
Temperatura	ta	ta	-	ta	ta	-
Tiempo antes de la siguiente etapa (horas)	25	8	-	25	8	-
pH inicio	5,0	5,0	-	5,0	5,0	-
pH final	5,0	5,0	-	5,0	5,0	-
Eliminación de glucosa SCF						
>90 % reducción (horas)	7,2	3,2	-	7,2	3,2	-
Mezcla de fermentación de lana molida con varilla (RMW) (%)						
Levadura de panadería	0,24 %	0,70 %	0,59 %	0,24 %	0,70 %	0,58 %
resina de anhídrido de alcanolamina con jarabe de glucosa	1,2 %	1,2 %	1,6 %	2,1 %	2,1 %	2,8 %
Fibras	78 %	78 %	78 %	77 %	77 %	77 %
<i>Fibras de SCF</i>	1,4 %	1,3 %	-	1,3 %	1,3 %	-
Humedad	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	19 %
Condiciones de fermentación de RMW						
Temperatura	ta	ta	ta	ta	ta	ta
Tiempo de medición (días)	21	2	46	70	5	63
pH inicio	8,5	8,0	8,5	8,0	7,5	8,5
pH final	7,5	6,5	6,5	7,5	6,5	5,5
Eliminación de glucosa de RPM						
>25 % de reducción (días)	14	1	22	10	1	26
>50 % de reducción (días)	14	2	36	21	2	42
>75 % de reducción (días)	21	2	42	63	4	57
>90 % de reducción (días)	21	2	46	70	5	63

Las fermentaciones en dos etapas se llevaron a cabo llevando a cabo primero una fermentación en suspensión de SCF y luego añadiendo una cantidad de esta mezcla fermentada a los residuos de resina modelo de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa molidos con varilla. Las mezclas de SCF fermentadas se añadieron en una cantidad que daría como resultado concentraciones de levadura totales de 0,2-0,7 % y de modo que las fibras que se originan a partir de la fermentación de SCF constituirían 1,3-1,4 % de la mezcla de fermentación total. Se han incluido dos ejemplos preparados por fermentación directa de residuos molidos con varilla de resina de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa modelo con fines de comparación (ej. 3 y 6).

Los resultados obtenidos para la fermentación en dos etapas de los residuos molidos con varilla de la resina modelo de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa (ej. 1-2 y 4-5) demuestran que de hecho es posible llevar a cabo las fermentaciones como un proceso de dos etapas fermentando primero rápidamente los SCF y luego transfiriendo esta mezcla a los residuos molidos con varilla restantes para completar la fermentación general.

Ejemplo 2, primera etapa: Filtros de cámara de rotación de la resina de alcanolamina-anhídrido con jarabe de glucosa (250 g, 37,3 % de aglutinante, 49,9 % de fibras, 12,8 % de humedad; es decir, 93,3 g efectivos de aglutinante, 124,8 g de fibras, 32,0 g de humedad) se cortaron en bloques de aproximadamente 5×5×5 cm y luego se agitaron en agua (250 g) durante 25 min a temperatura ambiente. A la suspensión resultante se añadió una mezcla de levadura de panadería fresca (65,9 g; calculado como anhídrido) y se continuó la agitación lenta durante 8 horas a temperatura ambiente antes de que se usara la mezcla resultante en la siguiente etapa. Por lo tanto, la mezcla de fermentación

estaba compuesta inicialmente por 50 % en peso de humedad, 12 % en peso de levadura de panadería fresca, 16 % en peso de resina de anhídrido de alcanolamina con aglutinante de jarabe de glucosa y 22 % en peso de fibras.

Las mediciones del contenido de glucosa y el pH de los extractos acuosos se realizaron inmediatamente después de mezclar todos los ingredientes, así como en los momentos relevantes a continuación (intervalos de 1-2 horas dependiendo de la evolución del contenido de glucosa). Una muestra de la mezcla de fermentación (0,5 g, peso exacto indicado) se diluyó con agua (7,5 g, peso exacto indicado) en un vaso de precipitados pequeño y la suspensión resultante se agitó durante 1 minuto. Para los estudios de HPLC, la mezcla agitada se filtró, donde después se midió el pH y el contenido de glucosa (HPLC, determinaciones dobles) del filtrado. Para los estudios del equipo de medición de azúcar en sangre, la mezcla agitada simplemente se dejó sedimentar durante unos pocos minutos y se midió el pH y el contenido de glucosa (equipo de medición de azúcar en sangre, determinaciones dobles) del sobrenadante.

Segunda etapa: 20 % de humedad, 0,7 % de levadura de panadería fresca, 1,2 % de resina de alcanolamina-anhídrido con aglutinante de jarabe de glucosa.

Resina de anhídrido de alcanolamina con aglutinante de jarabe de glucosa (68,0 g, 18,0 % de sólidos; es decir, 12,2 g efectivos de aglutinante y 55,8 g de humedad) se añadió poco a poco con agitación a residuos molidos con varilla tratados térmicamente (780 g). Se continuó agitando durante unos minutos más y después se añadió agua (121,4 g) poco a poco con agitación continua. Una parte de la mezcla que contiene filtros de cámara de rotación fermentados producidos en la primera etapa (51,6 g, 26,4 % de fibras, 59,7 % de humedad, 13,9 % de levadura suponiendo que todos los sólidos aglutinantes se han convertido en CO₂ y se han evaporado mientras que todos los demás componentes permanecen sin cambios; es decir, 13,6 g efectivos de fibras, 30,8 g de humedad, 7,2 g de levadura) se añadió poco a poco con agitación. Por lo tanto, la mezcla de fermentación estaba compuesta inicialmente de 20 % en peso de humedad, 0,70 % en peso de levadura de panadería fresca, 1,2 % en peso de resina de alcanolamina-anhídrido con aglutinante de jarabe de glucosa y 78 % en peso de fibras. Después de agitar durante 10 minutos más, la mezcla se transfirió a un cubo de plástico de 2,5 L y el cubo se cubrió con papel de aluminio.

Las mediciones del contenido de glucosa y el pH de los extractos acuosos se realizaron directamente después de transferir la mezcla al cubo, así como en los días relevantes posteriores (intervalos de 2-7 días dependiendo de la evolución en el contenido de glucosa). Una muestra de la mezcla de fermentación (10 g, peso exacto indicado) se diluyó con agua (75 g, peso exacto indicado) en una botella con tapón de rosca de 100 mL y la suspensión resultante se agitó durante 10 minutos. Para los estudios de HPLC, la mezcla agitada se filtró, donde después se midió el pH y el contenido de glucosa (HPLC, determinaciones dobles) del filtrado. Para los estudios del equipo de medición de azúcar en sangre, la mezcla agitada simplemente se dejó sedimentar durante unos pocos minutos y se midió el pH y el contenido de glucosa (equipo de medición de azúcar en sangre, determinaciones dobles) del sobrenadante.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo compactado, en particular una briqueta, adecuado para su uso en una carga mineral en la producción de fibras vítreas artificiales (MMVF), comprendiendo dicho cuerpo compactado
 - a) un producto obtenido tratando un sustrato con un método para la reducción del contenido de carbohidratos en un material de lana mineral, comprendiendo dicho material un aglutinante que contiene carbohidratos, donde el método implica una etapa de tratar un sustrato que comprende el material con uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato y/o un extracto de uno o más microorganismos capaces de metabolizar el carbohidrato;
 - b) un aglutinante de cemento.
2. Cuerpo compactado según la reivindicación 1, en donde el método implica una etapa de trituración del material, preferiblemente mediante molienda con varillas del material.
3. Cuerpo compactado según la reivindicación 1 o 2, en donde el material comprende uno o más de filtros de cámara de rotación, residuos de atornillado, recortes laterales, residuos lavados, residuos de fondo de filtro de cámara de rotación, limpiezas de cámara de rotación, residuos de atornillado de rotación, residuos curados, esteras de filtro de cámara de rotación.
4. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sustrato comprende agua en una cantidad de más del 40 al 90 % en peso, preferiblemente del 50 al 76 % en peso, con respecto al peso total del sustrato.
5. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o más microorganismos está presente en una cantidad de $0,0125 \times 10^9$ a 10×10^9 , preferiblemente de $0,1 \times 10^9$ a 5×10^9 microorganismos/gramo con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.
6. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el extracto está presente en una cantidad del 0,5 al 25 % en peso, preferiblemente del 4 al 18 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.
7. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,1 a 35, preferiblemente de 0,5 a 25 % en peso de carbohidratos, con respecto al peso total del material.
8. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa de tratar el sustrato tiene lugar a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C.
9. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa de tratar el sustrato tiene lugar durante un tiempo de 1 - 72 horas, preferiblemente de 6 - 24 horas.
10. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el sustrato comprende agua en una cantidad del 10 al 40 % en peso, preferiblemente del 20 al 40 % en peso, con respecto al peso total del sustrato.
11. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 10, en donde el uno o más microorganismos está presente en una cantidad de $0,000625 \times 10^9$ a $2,5 \times 10^9$, preferiblemente de $0,005 \times 10^9$ a $1,5 \times 10^9$ microorganismos/gramo, con respecto al peso total del sustrato, y microorganismos y/o extracto de microorganismos.
12. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 10 u 11, en donde el extracto está presente en una cantidad del 0,05 al 15 % en peso, preferiblemente del 0,2 al 5 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, microorganismos y/o extracto de microorganismos.
13. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 10 a 12, en donde el sustrato comprende un potenciador de la fermentación preferiblemente en forma de un ácido mineral u orgánico o cualquier sal del mismo.
14. Cuerpo compactado según la reivindicación 13, en donde el potenciador de la fermentación es uno o más del grupo de ácidos fosfóricos y/o fosfatos, ácido acético y/o sales cualesquiera de los mismos.
15. Cuerpo compactado según las reivindicaciones 13 o 14, en donde el sustrato comprende el potenciador de la fermentación en una cantidad del 0,01 al 5 % en peso, preferiblemente del 0,05 al 0,4 % en peso, con respecto al peso total del sustrato, microorganismos y/o extracto de microorganismos.

16. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en donde el material tiene un contenido de carbohidratos de 0,05 a 10, preferiblemente de 0,25 a 4 % en peso de carbohidrato, con respecto al peso total del material.
- 5 17. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 10 a 16, en donde el método implica la etapa de tratar el sustrato a una temperatura de 10 a 50 °C, preferiblemente de 15 a 45 °C.
18. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 10 a 17, en donde el método implica la etapa de tratar el sustrato durante un tiempo de 3 horas a 30 días, preferiblemente de 1 a 3 días.
- 10 19. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende al menos dos etapas en forma de:
 - (i) tratar un sustrato según la reivindicación 4, y
 - 15 (ii) tratar un sustrato combinado del producto de la etapa (i) y un sustrato según la reivindicación 10.
20. Cuerpo compactado según la reivindicación 19, en donde la etapa (i) tiene una o más de las características de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9.
- 20 21. Cuerpo compactado según la reivindicación 19 o 20, en donde la etapa (ii) tiene una o más de las características de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18.
22. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, en donde el sustrato tratado en la etapa (i) comprende filtros de cámara de rotación.
- 25 23. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende un resol basado en fenol-formaldehído y estando seleccionado el carbohidrato de un azúcar, tal como la dextrosa.
- 30 24. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en donde el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende además
 - (a) un componente de ácido policarboxílico o cualquier sal del mismo y/o un ácido inorgánico o cualquier sal del mismo
 - 35 (b) un componente seleccionado del grupo que consiste en compuestos de amina, amoníaco; y opcionalmente,
 - (c) un producto de reacción de un componente de ácido policarboxílico o un anhídrido del mismo y un componente de alcanolamina.
- 40 25. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aglutinante que contiene carbohidratos usado en la producción del material de lana mineral comprende un carbohidrato seleccionado de hexosa, tal como dextrosa, fructosa, pentosa, tal como xilosa y/o sacarosa, jarabe de glucosa.
- 45 26. Cuerpo compactado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o más microorganismos se seleccionan del grupo que consiste en hongos, levaduras, comprendiendo preferiblemente la levadura *saccharomyces cerevisiae*, y/o bacterias en particular de los géneros *lactobacillus*, *leuconostoc*, *pediococos* y/o *bifidobacterium*.