

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 352**

51 Int. Cl.:

C12P 3/00 (2006.01)

C04B 41/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2017** **E 17167680 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 3239299**

54 Título: **Proceso de obtención de una sustancia mineral cementosa**

30 Prioridad:

25.04.2016 FR 1653614

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

03.04.2019

73 Titular/es:

**SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

SARRAF, RIAD

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 707 352 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

Proceso de obtención de una sustancia mineral cementosa

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere al campo de las sustancias minerales cementosas y a sus procesos de obtención biológica. La presente invención se refiere igualmente al campo de los materiales autorregeneradores que comprenden una sustancia mineral cementosa y sus procesos de fabricación.

10

Estado de la técnica

Se conocen los procesos para obtener sustancias minerales utilizando un proceso biológico para producir material mineral y soportes minerales, como los que se describen en los documentos FR2723080 y FR2644475. Estas materias minerales son de origen natural o artificial o incluso una parte de estos es de origen natural y otra parte es de origen artificial.

15

El término "mineral" debe tomarse aquí en sentido amplio y significa "que incluye en su composición al menos un mineral, en particular, carbonatado", es decir, una materia generalmente sólida definida por su composición química y la disposición ordenada de sus átomos. La composición química de un mineral está formada principalmente, sustancial o exclusivamente, de elementos distintos del carbono.

20

Los términos "de origen artificial" significan "que se sintetiza por la acción del hombre", en oposición a "de origen natural" que significa "que se sintetiza en la naturaleza".

25

Estas sustancias minerales creadas de este modo se pueden usar para reemplazar y/o reparar o complementar soportes minerales como la piedra, en particular, la piedra caliza, de dolomita o de yeso, a la vez que presenta una estructura, una apariencia y una textura próximas o similares a las de estos últimos.

30

Estos procesos conocidos, en particular, los descritos en los documentos FR 2723080 y EP 0708836), incluyen en particular las etapas de:

a. preparación de una base que comprende una cantidad predeterminada de una materia mineral sintetizada por al menos una estructura viva o al menos una parte de la estructura viva, la estructura viva perteneciente al reino vegetal, animal, o microorgánico; y

35

b. tratamiento de dicha base para transformarla en sustancia mineral inactivada de textura predefinida en función del uso extemporáneo al que está destinada, por ejemplo, para su utilización como materia prima para el bloqueo de residuos por cementación, también denominada carga de aportación.

40

En estos documentos, el término de "base" indica sea la materia mineral sola o la combinación de la materia mineral con un sustrato de base que permite su desarrollo. La materia mineral puede ser por ejemplo oxalato de calcio, carbonato de calcio, sílice, etc.

45

La expresión "estructura viva" indica, en estos documentos, cualquier estructura celular o de origen celular (vegetal, animal o microorgánico), viva y/o resultante de la vida y/o de los compuestos de origen biológico, cristalizados o no, como enzimas, hormonas, proteínas, ADN; estas estructuras vivas son mineralizantes, mineralizadas o mineralizable (o petrificantes), es decir, capaces de sintetizar, en la naturaleza o artificialmente, una materia mineral (patentes FR 2723080 y EP 0708836).

50

Estos procesos conocidos, aunque en principio son satisfactorios, requieren en algunos casos mejoras.

Objeto de la invención

Por lo tanto, la presente invención propone un proceso de obtención de una sustancia mineral a partir de una base que incluye una materia mineral, comprendiendo el proceso la obtención de la base que incluye una cantidad predeterminada de la materia mineral sintetizada por una estructura viva o una parte de la misma, caracterizado porque la obtención de la base comprende la proporción de la estructura viva y la proporción de al menos un microorganismo láctico susceptible de simbiosis con la estructura viva para la síntesis de la materia mineral de la sustancia mineral.

55

La adición de un microorganismo láctico permite la aceleración del proceso de mineralización de las sustancias minerales creadas de esta manera (es decir, la producción de la materia mineral contenida en las sustancias minerales), mejorar la mineralidad y diversificarlas.

60

La obtención de la base puede comprender además la proporción de una sustancia nutritiva, preferentemente, de carbonato de glicerol y/o de derivados de carbonato de glicerol.

65

La estructura viva y el microorganismo láctico pueden ser proporcionados juntos para formar un complejo biológico.

El microorganismo láctico puede proporcionarse primero y luego la estructura viva.

- 5 La obtención de la base puede comprender además la proporción de un sustrato de base adaptado al desarrollo de la estructura viva y/o del microorganismo láctico y poner en contacto el sustrato de base con la estructura viva y el microorganismo láctico.

- 10 El proceso puede comprender además la limpieza de las superficies del sustrato de base en contacto con el microorganismo láctico por el mismo; la síntesis de la materia mineral por la estructura viva, la limpieza y la síntesis pudiendo tener lugar simultánea o sucesivamente en este orden.

- 15 El proceso puede comprender además la inactivación de la base para obtener una sustancia mineral inactivada. La invención propone igualmente una composición mineralizante que comprende:

- a. una estructura viva o al menos una parte de la estructura viva;
- b. al menos un microorganismo láctico; y
- c. una sustancia nutritiva.

- 20 Esta composición se puede formular además para una utilización extemporánea.

La invención propone igualmente una sustancia mineral que comprende:

- 25
- a. una estructura viva o al menos una parte de la misma;
 - b. - al menos un microorganismo láctico; y
 - c. - una materia mineral sintetizada por la estructura viva o la parte de la misma.

Esta sustancia mineral es susceptible de obtenerse en particular a partir del proceso descrito anteriormente.

- 30 La sustancia mineral puede comprender además un sustrato de base adaptado para la proliferación de la estructura viva y/o del microorganismo láctico.

- 35 La materia mineral, y eventualmente el sustrato de base, puede estar presente en forma de poros que se abren fuera de la sustancia mineral en los que están presentes la estructura viva y el microorganismo láctico.

La estructura viva y/o el microorganismo láctico puede(n) estar inactivado(s).

- 40 Finalmente, de manera más general, la presente invención propone la utilización de una combinación de una estructura viva y de un microorganismo láctico en simbiosis uno con otro, como agente de mineralización en un material autorregenerador, el microorganismo láctico siendo capaz de segregar ácido láctico; y la de la composición mineralizante o de la sustancia mineral descrita anteriormente como agente reparador en un material autorregenerador.

45 **Descripción de las figuras**

Otros objetivos, características y ventajas aparecerán con la lectura de la descripción siguiente en referencia a los dibujos dados a título ilustrativo y no limitante entre los cuales:

- 50 la figura 1 es un organigrama que muestra las diferentes etapas del proceso según la invención;
la figura 2 es una fotografía en blanco y negro que muestra una materia mineral en forma de neocristales de calcita labirínticos obtenibles gracias a la presente invención;
las figuras 3 y 4 son fotografías que muestran variedades de materia mineral en forma de biocarbonatos cristalinos obtenibles gracias a la presente invención;
55 la figura 5 es una fotografía en blanco y negro de una producción mineral silicocarbonada obtenida gracias a la implementación del proceso según el ejemplo 1;
la figura 6 es una fotografía que muestra una materia mineral silicocarbonatada obtenible gracias a la presente invención;
las figuras 7 y 8 son fotografías que muestran materias minerales en forma de depósito cristalino de oxalato de calcio obtenible gracias a la presente invención; y
60 la figura 9 es una fotografía en blanco y negro de un relleno de grietas de mortero según la implementación del proceso según el ejemplo 2.

Descripción detallada de la invención

- 65 *Proceso de obtención de una sustancia mineral*

Un proceso de obtención de una sustancia mineral que comprende una materia mineral se describe a continuación en referencia a la figura 1.

El término "sustancia" indica en este caso un material o una composición.

5 Este proceso comprende la obtención de una base que incluye una cantidad predeterminada de la materia mineral sintetizada por una estructura viva o una parte de la misma y la transformación de la base en sustancia mineral. La materia mineral comprende en particular caliza o calcio. En lo sucesivo, se hará referencia únicamente a la estructura
10 viva para facilitar la lectura de esta exposición, pero debe entenderse que las ocurrencias de estos términos también incluyen los modos de realización en los que la estructura viva se reemplaza por una parte de la misma, incluso para los otros aspectos de la invención.

La obtención de la base incluye la proporción de la estructura viva y la proporción de al menos un microorganismo láctico susceptible de simbiosis con la estructura viva para la síntesis de la sustancia mineral de la sustancia mineral.

15 Los términos "mineral carbonatado" debe entenderse en este caso en el sentido amplio y significa "que incluye en su composición al menos un mineral", es decir, una materia generalmente sólida definida por su composición química y la disposición ordenada de sus átomos. La composición química de un mineral está formada principalmente, sustancial o exclusivamente, por elementos distintos del carbono que no sea el carbonato.

20 El término de "base" indica aquí o bien una materia mineral sola o bien la combinación de una materia mineral con un sustrato de base que permite su desarrollo. Durante su desarrollo en el sustrato de base, la materia mineral se sustituye al menos en parte por el sustrato de base.

25 La materia mineral puede ser, por ejemplo, la calcita, oxalatos tales como el oxalato de calcio, carbonatos (en particular, biocarbonatos y oligocarbonatos) tales como el carbonato de calcio, sílice, silicocarbonatos, etc. Las figuras 2 a 8 muestran diversas materias minerales obtenibles.

30 El término "simbiosis" indica, en el contexto de la presente invención, una asociación íntima, duradera entre dos organismos (en este caso, la estructura viva y el microorganismo láctico, los dos pudiendo ser calificados como simbióticos). Por lo tanto, los casos de relaciones parasitarias, es decir, en las que uno de los dos organismos obtiene una ventaja mientras que el otro sufre los costes, no están incluidos.

35 Por lo tanto, ya sea durante la obtención de la base o en el momento de la utilización de la sustancia mineral, el microorganismo láctico en el momento de la fermentación produce ácido láctico y dióxido de carbono que sirve de precursor mineral para la síntesis de la materia mineral por la estructura viva, en particular, por mineralización-carbonatación orgánica que es una mineralización híbrida. La materia mineral obtenida de esta manera por mineralización híbrida se encuentra reforzada con respecto a una materia mineral obtenida sin la adición de
40 microorganismo láctico. En efecto, la materia mineral, que está a escala molecular a la vez que orgánica y mineral, es estable por su insolubilidad en el agua. Además, la materia mineral presenta una porosidad abierta.

45 La expresión "estructura viva" indica, en el contexto de la presente invención, cualquier estructura celular o de origen celular (del reino de los vegetales, el de los animales, el de las arqueas, el de las bacterias, el de los protistas o el de los micetos), viva y/o resultante de la vida y/o de los compuestos de origen biológico, cristalizados o no, como enzimas, hormonas, proteínas, ADN; estas estructuras vivas son mineralizantes (capaces de producir una materia mineral), mineralizadas (de las cuales una parte se ha vuelto una materia mineral) o mineralizables (o petrificante, es decir de las cuales al menos una parte es capaz de volverse una materia mineral). Por lo tanto, son capaces de sintetizar o producir, en la naturaleza o artificialmente, una materia mineral.

50 La estructura viva es preferentemente una estructura viva calcificada y/o calcificante (es decir, que produce un mineral que comprende calcio y/o magnesio).

La proporción de la estructura viva puede realizarse mediante el cultivo, recogida (en la naturaleza).

55 En el caso en el que se cultiva, las condiciones (por ejemplo, duración y medio de cultivo) de su cultivo se eligen para permitir la síntesis de la materia mineral. Preferentemente, la estructura viva se cultiva hasta alcanzar su fase de crecimiento exponencial. La fase de crecimiento exponencial puede ser comprobada, por ejemplo, por densidad óptica.

60 En el caso en el que esta sea el resultado de una recogida o de una recolecta, la estructura viva se incorpora a continuación a la base.

En un modo de realización, la estructura viva es una o varias bacterias calcificantes capaces de mineralización-carbonatación según, por ejemplo, el proceso descrito en los documentos FR2723080 y EP0708836. Ejemplos de dichas bacterias se eligen entre los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*.

65 Se entiende por "microorganismo láctico", un microorganismo vivo (tal como las levaduras, las bacterias o los virus)

capaz de asociarse por simbiosis con la estructura viva y/o entre ellos para vivir y para desarrollarse, y capaz de fermentación láctica, es decir, de producir ácido láctico en condición anaeróbica y en presencia de glúcidos.

5 En el caso de que solo haya un único microorganismo láctico, este es capaz de simbiosis con la estructura viva. Por otro lado, en el caso de que existan varios microorganismos lácticos, no es necesario que todos los microorganismos lácticos sean capaces de simbiosis con la estructura viva, es suficiente un microorganismo láctico con dicha propiedad. Los microorganismos lácticos que no son capaces de simbiosis con la estructura viva, lo son al menos entre ellos.

10 Estos microorganismos lácticos actúan naturalmente en simbiosis y presentan propiedades que favorecen la síntesis de minerales, en particular, carbonatados. De este modo, mejoran el medio en el que la estructura viva sintetiza la materia mineral produciendo dióxido de carbono gracias a la fermentación y el ácido láctico. Las acciones de los microorganismos lácticos son particularmente:

- 15 a. la disminución del pH del medio en el que la estructura viva sintetiza la materia mineral;
- b. una digestión enzimática de las materias orgánicas, incluidas las fibras leñosas y celulósicas, propicia para el anclaje e injerto de la materia mineral sintetizada por la estructura viva;
- c. el desplazamiento del equilibrio calcocarbónico hacia la producción de dióxido de carbono gracias a la fermentación inducida por los microorganismos lácticos, que es favorable para la síntesis de la materia mineral carbonatada por la estructura viva; y
- 20 d. la limpieza de las superficies de un sustrato de base que se prepara para el anclaje de la materia mineral sintetizada por la estructura viva.

25 Con el fin de facilitar la lectura de la presente exposición, sólo se hará referencia a un único microorganismo láctico. Sin embargo, debe entenderse que esto incluye los modos de realización en los que se utiliza más de un microorganismo láctico de los cuales al menos uno es capaz de simbiosis con la estructura viva, incluso para los otros objetos de la invención.

30 El microorganismo láctico puede elegirse entre el grupo formado por: la familia de las Aerococcaceae, la familia de las Bifidobacteriaceae, la familia de las Carnobacteriaceae, la familia de las Enterococcaceae, la familia de las Lactobacillaceae, la familia de las Leuconostocaceae, la familia de las Saccharomycetaceae, la familia de las Sporolactobacillaceae y la familia de las Streptococcaceae.

35 Preferentemente, el microorganismo láctico se elige entre el grupo formado por: la familia de las Bifidobacteriaceae, la familia de las Lactobacillaceae, la familia de las Saccharomycetaceae y la familia de las Streptococcaceae.

Siempre preferentemente, el microorganismo láctico se elige entre el grupo formado por: la familia de las Bifidobacteriaceae, la familia de las Enterococcaceae, la familia de las Lactobacillaceae, la familia de las Leuconostocaceae, la familia de las Saccharomycetaceae y la familia de las Streptococcaceae.

40 Entre la familia de las Bifidobacteriaceae, se puede citar *Bifidobacterium sp.*, en particular, *B. lactis*, *B. breve* y *B. bifidum*.

45 Entre la familia de las Enterococcaceae, se puede citar *Tetragenococcus sp.*, en particular, *T. halophilus*, *T. muriaticus*, *T. solitarius*, *T. koreensis*, y *T. osmophilus*.

Entre la familia de las Lactobacillaceae, se puede citar *Lactobacillus sp.* y *Pediococcus sp.*

50 Entre la familia de las Leuconostocaceae, se puede citar *Leuconostoc sp.* y *Oenococcus sp.*, en particular, *L. mesenteroides* y *O. oeni*.

Entre la familia de las Saccharomycetaceae, se puede citar *Saccharomyces sp.*, en particular, *S. cerevisiae* y *S. boulardii*.

55 Entre la familia de las Streptococcaceae, se puede citar *Lactococcus sp.* y *Streptococcus sp.*, en particular, *L. lactis* (antiguamente *S. lactis*).

60 La obtención de la base puede incluir además la proporción de una sustancia nutritiva para la estructura viva y/o el microorganismo láctico. Esta sustancia nutritiva puede elegirse particularmente entre el carbonato de glicerol, al menos un derivado del mismo, o una mezcla de los mismos. El derivado de glicerol puede ser por ejemplo, un éster de glicerol.

La sustancia nutritiva permite alimentar la estructura viva y/o el microorganismo láctico, este último a su vez produce ácido láctico y dióxido de carbono en el momento de la fermentación proporcionando a la estructura viva fuentes de precursores de minerales con el fin de perdurar la mineralización-carbonatación orgánica.

65 La sustancia nutritiva puede incluirse en un medio de cultivo apropiado y conocido por el experto en la técnica en el que se cultiva la estructura viva y/o el microorganismo láctico. El medio de cultivo puede ser un medio líquido

simplificado, en particular, elegido entre:

- a. mezcla acuosa que contiene 5 g de glucosa y 10 g de fructosa 10 g, en 1 l de agua destilada;
- b. M.R.S. (agar de Man, Rogosa, Sharpe), un medio selectivo que permite subcultivos; y
- c. una mezcla acuosa compuesta por 30 g de polvo de agar Sabouraud en 1 l de agua destilada.

Preferentemente, el microorganismo láctico se cultiva hasta alcanzar su fase de crecimiento exponencial. La fase de crecimiento exponencial puede ser comprobada, por ejemplo, por densidad óptica.

- 10 La estructura viva y el microorganismo láctico pueden proporcionarse juntos o no, por ejemplo, el microorganismo láctico se proporciona primero y después la estructura viva.

La estructura viva y el microorganismo láctico forman juntos un complejo biológico.

- 15 El complejo biológico atrapa el dióxido de carbono presente en el medio en los biocarbonatos complejos que produce y donde incorpora las proteínas que tienen una función de cola biológica. Estos biocarbonatos complejos son similares a los depósitos de minerales naturales y que presentan por su contenido en sílice una mayor dureza con respecto a los minerales de sílice y de calcio conocidos. Estos biocarbonatos complejos presentan además un aspecto y características cristalográficas y fisicoquímicas cercanas a los materiales minerales naturales.

- 20 En el caso de que la estructura viva y el microorganismo láctico puedan proporcionarse juntos, el cultivo de la estructura viva y la del microorganismo láctico puede realizarse en un mismo medio de cultivo, preferentemente hasta alcanzar su fase de crecimiento exponencial.

- 25 En tal caso, el medio de cultivo puede incluir ventajosamente urea y carbonato de glicerol para favorecer el desarrollo de tipos de mineralización biológica extremadamente variados y la constitución de una mineralización bioquímica por carbonatación orgánica creando híbridos que combinan lo orgánico y lo mineral a escala molecular, es decir, nuevos materiales muy estables gracias a funciones de unión específicas más extendidas.

- 30 El concepto de complejo biológico se comprende perfectamente bien en el caso de que el microorganismo láctico y la estructura viva se proporcionen juntos, pero no se reduce a esta situación. En efecto, en el caso de que el microorganismo láctico y la estructura viva no se proporcionen juntos, también forman, sin embargo, un complejo biológico cuyas actividades serán útiles pero de manera diferida antes, durante la síntesis de la materia mineral y en la utilización de la sustancia mineral.

- 35 La obtención de la base puede comprender también la proporción de un sustrato de base adaptado al desarrollo de la estructura viva y/o del microorganismo láctico y la puesta en contacto el sustrato de base con la estructura viva y el microorganismo láctico.

- 40 Los términos "sustrato de base" indican cualquier materia o material sobre o en la/el cual se puede desarrollar la estructura viva y/o el microorganismo láctico.

- 45 El sustrato de base puede ser la piedra, en particular, la piedra caliza, de dolomita o de yeso. El sustrato de base puede ser una parte de un edificio existente o un material de construcción destinado a la edificación de una edificación u obra.

- 50 En tal caso, el proceso puede comprender también la limpieza de las superficies del sustrato de base en contacto con el microorganismo láctico por este último y la síntesis de la materia mineral por la estructura viva, la limpieza y la síntesis pudiendo tener lugar simultánea o sucesivamente en este orden.

- 55 El proceso puede además comprender la inactivación de la base para obtener una sustancia mineral inactivada. El término "inactivado" significa en este caso "desprovisto de cualquier actividad biológica", tal como una actividad biomineralizadora o microbiológica patógena.

- La inactivación de la base puede obtenerse por inactivación del microorganismo láctico y/o la de la estructura viva, en particular, después de que una cantidad suficiente de materia mineral haya sido sintetizada.

- 60 La inactivación del microorganismo láctico y/o de la estructura viva puede realizarse por la latencia del mismo, por ejemplo, por congelación, liofilización, criodesecación o desecación. El estado de latencia indica un estado en el que el microorganismo láctico permanece vivo pero en un letargo caracterizado por un desarrollo detenido, aunque el microorganismo queda en comunicación con el medio exterior en la sustancia mineral inactivada. El microorganismo láctico y/o la estructura viva en estado de latencia puede ser revivable. La utilización de las formas revivibles del microorganismo láctico y de la estructura viva permite obtener materiales cementosos autorreparadores y abre el camino a los supercementos biológicos y a los petrificantes en el agarre, en la dureza y elasticidad mejoradas.

- 65 Alternativamente o además, la inactivación de la estructura viva puede realizarse por unión de al menos una sal tal

como una sal elegida entre el grupo formado por óxido de magnesio (MgO), sulfato de magnesio (MgSO₄), fosfato (H₃PO₄), cloruro de calcio (CaCl₂), cloruro de bario (BaCl₂), fluorosilicato de sodio (Na₂SiF₆), sal de carbonato (CO₃²⁻), silicato de sodio (Na₂SiO₃) y mezclas de los mismos. La sal está ventajosamente en forma anhidra.

- 5 Alternativamente o además, la inactivación de la estructura viva puede incluir la irradiación de esta última debido a una actividad radiológica externa y/o a la elevación de temperatura hasta una temperatura superior a la que puede soportar la estructura viva. En este último caso, la estructura viva está muerta y no puede ser reactivada.

- 10 Alternativamente o además, el proceso puede además incluir una transformación de la base con el fin de conferir a la sustancia mineral inactivada una textura que corresponde al uso para el que está predestinada. Por ejemplo, la transformación es el amasado y/o la fragmentación de la base con el fin de obtener una biomasa homogénea que es una mezcla de la materia mineral con la estructura viva y el microorganismo. El amasado y/o la fragmentación se realizan al menos en parte simultáneamente en una de las etapas descritas anteriormente, y en particular, en la inactivación de la base. La fragmentación puede realizarse, por ejemplo, por trituración. El amasado puede realizarse con la ayuda de un mezclador conocido por el experto en la técnica. La fragmentación y/o el amasado permite obtener la materia mineral en forma de un polvo y/o agregado granular.

- 20 La transformación puede además comprender la dilución de la base, en particular, en un líquido, preferentemente, acuoso, tal como una solución nutritiva para la estructura viva y/o el microorganismo láctico, en particular, con el fin de obtener un bloque.

- 25 El proceso puede además incluir la incorporación de un agente de cohesión en la base. El agente de cohesión y/o de textura puede elegirse por ejemplo, del grupo que consiste en calcio, magnesio, silicio, bario, sodio, hierro, manganeso, colágeno, mucopolisacárido, compuesto policelulósico, y mezclas de los mismos en uno al menos entre la biomasa, el medio, el material, la base y la materia mineral.

La inactivación de la base y/o el amasado y/o la fragmentación pueden realizarse sucesiva o simultáneamente. Preferentemente, la inactivación se acompaña preferentemente por una transformación de la base inactivada.

- 30 La sustancia mineral puede ser, por ejemplo, un material de construcción, un suelo reforzado. El material de construcción puede obtenerse a partir del reciclaje de un material de partida o de la reparación de este último.

- 35 El presente proceso puede utilizarse para múltiples aplicaciones, tales como la construcción confinada o en ambiente exterior, la consolidación de suelos, la agricultura; y permite prever una cantidad de aplicaciones todavía poco conocidas, o incluso desconocidas hasta la fecha, tales como la recuperación de residuos provenientes de materiales de construcción, la renovación de las superficies artificiales, la autorreparación de los morteros, el relleno de las microgrietas, y la induración de los suelos.

40 *Composición mineralizante*

- La invención también se refiere a una composición mineralizante usada ventajosamente para realizar el proceso descrito anteriormente. La composición comprende la estructura viva, el microorganismo láctico y la sustancia nutritiva tales como se describen anteriormente.

- 45 La composición mineralizante puede comprender del 25 a 98 % en peso de la estructura viva, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 30 %, 70 %, 80 % y 95 %. Por lo tanto, la cantidad de la estructura viva puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 25 a 70 %, 30 a 70 %, 80 a 98 % y 95 a 98 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

- 50 La composición mineralizante puede comprender del 2 al 70 % en peso del microorganismo láctico, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 20 % y 30 %. Por lo tanto, la cantidad del microorganismo láctico puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 2 a 20 % y 30 a 70 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

- 60 La composición mineralizante puede comprender del 25 al 70 % en peso de la sustancia nutritiva, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 30 % y 50 %. Por lo tanto, la cantidad de la sustancia nutritiva puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 25 a 50 % y 30 a 70 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

Todas las combinaciones posibles de los diferentes intervalos divulgados anteriormente están previstas y en particular:

- 65 - 80 a 98 % o 30 a 70 % en peso de la estructura viva y 2 a 20 % en peso del microorganismo láctico;
- 30 a 70 % en peso del microorganismo láctico y 25 a 50 % en peso de la sustancia nutritiva; y

- 2 a 20 % en peso del microorganismo láctico y 30 a 70 % en peso de la sustancia nutritiva.

La composición mineral está formulada ventajosamente para permitir una utilización extemporánea. Puede estar sometida a una molienda y/o a una dilución para favorecer su utilización y estar lista para su uso.

5 *Sustancia mineral*

Una sustancia mineral según la invención, y susceptible de obtenerse por el proceso expuesto anteriormente, se describe a continuación.

10 Una sustancia mineral de este tipo comprende:

- 15 a. una estructura viva;
- b. una materia mineral sintetizada por la estructura viva; y
- c. al menos un microorganismo láctico.

La cantidad de estructura viva puede estar comprendida en los mismos intervalos que para la composición mineralizante descritos anteriormente.

20 La cantidad de microorganismo láctico puede estar comprendida en los mismos intervalos que para la composición mineralizante descritos anteriormente.

25 Preferentemente, la sustancia mineral comprende 25 a 70 % en peso de la materia mineral, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 30 %, 40 %, 50 % y 60 %. Por lo tanto la cantidad de la materia mineral puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 30 a 70 %, 30 a 60 %, 40 a 60 % y aproximadamente 50 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

30 La cantidad de sustancia nutritiva puede estar comprendida en los mismos intervalos que para la composición mineralizante descritos anteriormente.

Todas las combinaciones mencionadas anteriormente para la composición mineral son también válidas para la sustancia mineral.

35 La sustancia mineral puede comprender además un soporte de base adaptado para la proliferación de la estructura viva y/o del microorganismo láctico.

La sustancia mineral puede estar activa o inactiva.

40 La sustancia mineral puede presentarse en forma sólida tal como una forma pastosa, gelificada, pulverulenta, granulosa (amorfa, cristalizada o una mezcla de ambas). La sustancia mineral puede presentarse en forma de fluido, tal como en forma líquida o gaseosa, capaz de solidificarse o condensarse en un sólido, en particular, por cristalización en un medio poroso y/o suelto tal como los suelos.

45 La sustancia mineral puede comprender igualmente al menos una sal tal como una sal elegida entre el grupo que consiste en dióxido de magnesio (MgO), sulfato de magnesio (MgSO₄), fosfato (H₃PO₄), cloruro de calcio (CaCl₂), cloruro de bario (BaCl₂), fluorosilicato de sodio (Na₂SiF₆), sal de carbonato (CO₃²⁻), silicato de sodio (Na₂SiO₃) y mezclas de los mismos. La sal está ventajosamente en forma anhidra.

50 Ventajosamente, la sustancia mineral comprende 25 a 50 % en peso de la sal, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 30 %, 40 % y 45 %. Por lo tanto, la cantidad de sal puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 25 a 50 % y 40 a 50 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

55 La sustancia mineral puede comprender también un agente de cohesión y/o de textura.

60 Ventajosamente, la sustancia mineral comprende 25 a 50 % en peso de agente de cohesión y/o de textura, los límites superiores y los límites inferiores preferidos de este intervalo pueden ser: 30 %, 40 % y 45 %. Por lo tanto, la cantidad de agente de cohesión y/o de estructura puede preferentemente estar comprendida en cualquier intervalo cuyos límites superior e inferior se han mencionado anteriormente, en particular: 30 a 50 %; o puede ser igual a cualquier valor divulgado, posiblemente a ± 5 puntos porcentuales.

65 La composición exacta de la sustancia mineral se elige en función de un sustrato mineral sobre el cual se debe aplicar. Por lo tanto, será posible reconstituir el material de las superficies artificiales de edificios dañados por el tiempo según su naturaleza cristalográfica. Entonces, se facilitará la recreación de la "pátina" de este material.

La estructura viva, el microorganismo láctico, la sustancia nutritiva y el agente de cohesión y/o de textura son como se han descrito anteriormente.

La sustancia mineral está formulada ventajosamente para permitir una utilización extemporánea.

La sustancia mineral puede obtenerse a partir de una composición que comprende al menos la estructura viva y el microorganismo láctico. Las sustancias nutritivas para la estructura viva y/o el microorganismo láctico están preferentemente comprendidas en la composición. La composición puede estar en forma líquida más o menos viscosa o sólida (por ejemplo, en forma de gránulos o de polvo).

La materia mineral, y eventualmente el substrato de base, de la sustancia mineral está preferentemente presente en forma porosa con los poros abiertos hacia el exterior de la sustancia mineral. En otras palabras, el volumen poroso está en contacto fluido con el ambiente exterior. Este volumen poroso constituye un espacio en el que la estructura viva y el microorganismo láctico están presentes, en particular, en estado inactivado.

Utilización

La sustancia mineral descrito anteriormente puede utilizarse como carga, aporte o aglutinante hidráulico en una mezcla para el relleno, alisado, cementación, ensamblaje, imprimación, revestimiento, etc. Por ejemplo, una mezcla de este tipo que comprende la sustancia mineral puede utilizarse para rellenar una cavidad formada por la erosión en una roca caliza.

Por lo tanto, la sustancia mineral puede utilizarse también para el bloqueo de residuos y/o de sedimentos de cualquier clase, la reestructuración de las construcciones, la regeneración de los morteros y de los hormigones mediante el relleno de las fisuras, la consolidación de suelos sueltos porosos y/o móviles, la creación de mineralizaciones a título curativo, preventivo o decorativo.

Se entiende por el bloqueo de residuos, la posibilidad de contenerlo o de secuestrarlos en una mezcla realizada a partir de la sustancia mineral obtenida por este proceso.

De manera más general, la presente invención se refiere a la utilización de una combinación de una estructura viva y de un microorganismo láctico en simbiosis uno con otro, como agente de mineralización, en particular, en un material de construcción, por ejemplo, un material autorregenerador.

Ejemplos

Ejemplo 1

Este ejemplo se refiere al reciclaje de material de construcción, formando el material de construcción un substrato de base. El material de construcción, por ejemplo, el mortero portland, o la parte del mismo, se tritura previamente en fragmentos ventajosamente centimétricos.

En este proceso, la estructura viva, el microorganismo láctico y la sustancia nutritiva se proporcionan juntos en forma de un baño acuoso rico en microorganismo láctico.

El substrato de base se pone en contacto a continuación con este baño acuoso permitiendo la lixiviación o lavado de las superficies del substrato de base gracias a la acción del ácido láctico producido por el microorganismo láctico que desintegra progresivamente el substrato de base en la superficie liberando sustancias silicocarbonatadas.

En otras palabras, las capas superficiales del material de construcción o de la parte del mismo que se disuelve por un efecto de grabado para dar como resultado la destrucción de su estructura cristalina. Además, la lixiviación tiene un efecto limpiador de las superficies del substrato de base favorable para la mineralización-carbonatación posterior que permite prescindir de una etapa adicional de limpieza, en particular, mediante procesos químicos destructivos y peligrosos.

El microorganismo láctico se ha cultivado previamente hasta alcanzar su fase de crecimiento exponencial. La duración del cultivo necesaria para alcanzar este estadio está comprendida generalmente entre 48 y 72 horas a una temperatura de 20 °C para un volumen de 5 l de agar Sabouraud.

Junto con la lixiviación, el proceso puede comprender la precipitación salina de las superficies del substrato de base, asegurando así un lavado progresivo de estas superficies. La extracción puede realizarse entre algunos días hasta varios meses. La extracción se realiza preferentemente con la ayuda de una bomba aspiradora extractora que permite poner en movimiento el baño de lixiviación.

En lo sucesivo, se proporciona una estructura viva para la mineralización, lo que conduce a un material que comprende una materia mineral sintetizada por la estructura viva, opcionalmente mezclada con otra materia mineral no sintetizada

por la estructura viva.

Por lo tanto, es posible valorizar estos materiales de construcción destinados de otro modo a la destrucción o destinados a la descarga. El aspecto de la materia mineral obtenida a partir de un mortero portland se muestra en la figura 2 en la que se puede ver:

- a. la materia mineral 1, en este caso silicocarbonatada;
- b. el sustrato de base 2; y
- c. la solución rica en estructura viva y microorganismo láctico 3.

Ejemplo 2

Este ejemplo se refiere al tratamiento de material de construcción agrietado (relleno), en particular, del mortero agrietado. Este mortero agrietado forma entonces el sustrato de base.

En este ejemplo, el microorganismo láctico (en este caso una bacteria láctica) y la sustancia nutritiva se proporcionan juntos en forma de solución acuosa rica en microorganismo láctico en fase exponencial de crecimiento.

El sustrato de base se pone en contacto con la solución acuosa permitiendo una limpieza previa de la pared de las grietas. La puesta en contacto se realiza mediante la aplicación con brocha o pulverizador de la solución acuosa.

La acción limpiadora es rápida y después de algunas horas (1 a 2 horas), la estructura viva se proporciona y se pone en contacto con el sustrato de base mediante goteo de un medio de cultivo de urea que comprende, en un volumen de un litro, 1 g de glucosa, 10 g de urea, 10 g de carbonato de glicerol, y la estructura viva mineralizante como *Bacillus megaterium* y/o *Bacillus cereus* (bacterias calcificantes), en fase exponencial de crecimiento.

La estructura viva permite la remineralización progresiva de las grietas.

El interés de la simbiosis se basa aquí en la utilización de una bacteria láctica cuya función más importante es la limpieza de las paredes de las grietas que se deben remineralizar por la secreción del ácido láctico, y junto con la utilización de bacterias calcificantes para el relleno de las grietas.

Al final del proceso, se constata el relleno de las grietas por unas producciones biominerales variadas, en particular, cálcicas y oxálicas visibles en la figura 3. En la que se puede ver:

- a. el sustrato de base agrietado 4; y
- b. la materia mineral (cálcica y oxálica) 5.

Al contrario de un relleno simple que deja siempre una interfaz discontinua entre el material que se debe reparar y el relleno, la reparación del material es en este caso más resistente debido al hecho de que la lixiviación producida por el microorganismo láctico permite un mejor anclaje de la materia mineral sintetizada por la estructura viva para que haya una continuidad íntima entre el material y la materia mineral.

Por lo tanto, sobre las superficies artificiales, tales como, por ejemplo, las de los edificios en rocas naturales y/o en morteros y/o en hormigones de cualquier especificidad, se realizan de esta manera revestimientos biocristalinos diversos: carbonatos, oxalatos, sulfatos (rosa del desierto), fosfatos (apatita), fluosilicato y se crean nuevos materiales híbridos que combinan lo orgánico y lo mineral a escala molecular.

Ejemplo 3

Este ejemplo se refiere al tratamiento de producciones coralinas, de algas calcáreas, de conchas, denominadas en lo sucesivo producciones de conchas marinas frescas. Estas producciones de conchas marinas frescas se utilizan como sustrato de base. El microorganismo, la estructura viva y la sustancia nutritiva se proporcionan juntos en forma de una solución acuosa rica en microorganismo láctico en fase exponencial de crecimiento.

El sustrato de base se somete a un lavado (lixiviación) mediante la puesta en contacto con la solución acuosa. El sustrato de base experimenta entonces una fermentación enzimática que es antiséptica y que actúa a nivel de los enlaces orgánicos/inorgánicos de la composición de los edificios biocristalinos naturales comprendidos en el sustrato de base.

Esta etapa preparatoria proporciona al sustrato de base una mayor capacidad de petrificación artificial en las etapas siguientes del proceso.

Este proceso, que también incluye la desodorización de la materia mineral carbonatada obtenida, permite:

- a. mejorar el reciclaje de las producciones de conchas marinas frescas; y

b. la limpieza de las superficies artificiales en el marco de su renovación/remineralización.

El proceso incluye además el tratamiento de superficies artificiales con la ayuda de la sustancia mineral obtenida. Este tratamiento es simple y poco costoso en un campo donde la suciedad a menudo requiere el uso de abrasivos destructores. El proceso incluye finalmente la remineralización de los depósitos orgánicos y minerales debidos a la contaminación llevada a cabo por la estructura viva. Por lo tanto, permite un ahorro de tiempo en las intervenciones de renovación/reparación. Los objetos aislados tales como los mampuestos, bloques de piedra de cualquier naturaleza mineralógica o materiales de construcción como ladrillo, baldosa, hormigón, cemento o desmontables como las estatuarias pueden ser sometidos a este proceso.

Ejemplo 4

Este ejemplo se refiere al tratamiento de triturados y malezas. Las muestras de triturados de malezas se utilizan como sustrato de base y se sumergen en un baño acuoso rico en microorganismo láctico en fase exponencial de crecimiento y que comprende una sustancia nutritiva. Estas muestras experimentan una fermentación enzimática que digiere parcialmente las fibras celulósicas, pectocelulósicas y leñosas.

Este proceso se dirige muy particularmente a las industrias en el sector de la madera confrontadas con la necesidad de destrucción de las fibras celulósicas, pectocelulósicas y leñosas permitiendo rápidamente su digestión.

Por ejemplo, una muestra de triturados de malezas de algunos litros tratados según el proceso de la presente invención por inmersión durante como mínimo 72 horas y como máximo 144 horas a la temperatura de 20 °C, ha permitido gracias a la predigestión de las fibras de los triturados de malezas, una vez secas, una petrificación más fácil bajo la acción de la estructura viva con respecto a, por ejemplo, los procesos descritos en los documentos FR 2723080 y EP 0708836.

Ejemplo 5

Este ejemplo se refiere a la induración de los suelos. Unos perfiles de suelos de tipo aluvial sueltos reconstituidos según unos cilindros de 4 centímetros de diámetro y de 10 centímetros de alto se utilizan como sustrato de base y se percolan primero por una solución acuosa rica en microorganismo láctico en fase exponencial de crecimiento y que comprende una sustancia nutritiva.

El proceso según la invención permite la preparación del sedimento a una petrificación máxima gracias a la acción primordial de arrastre enzimático operado por el microorganismo láctico durante 72 horas.

Los perfiles de suelos de tipo aluvial sueltos reconstituidos se infiltran de manera secundaria por una solución nutritiva compuesta de glucosa, urea y carbonato de glicerol que contiene la estructura viva, en particular, *Bacillus megaterium* y/o *Bacillus cereus*, en fase de crecimiento exponencial. El medio nutritivo simplificado está constituido por 5 g de peptona, 10 g de glucosa, 0,005 g de MgSO₄, 0,1 g de MgCO₃, 0,1 g de K₂CO₃, 0,1 g de Ca(NO₃)₂, 0,05 g de ZnSO₄ y de agua en cantidades suficientes para un litro.

Se constata por este proceso una induración progresiva del sedimento por el desarrollo de una sedimentación cristalina alrededor de los granos aluviales desde los primeros días del tratamiento conducido, en total, durante una semana y que da como resultado una formación arenisca sólida al cabo de una quincena de días de secado natural de las probetas.

La mineralización clásica por la estructura viva del estado de la técnica anterior se refuerza en este ejemplo por la mineralización causada por la carbonatación orgánica que resulta de la actividad del microorganismo láctico que produce dióxido de carbono, a partir de este dióxido de carbono, de la urea y del carbonato de glicerol.

Se constata por examen microscópico que la induración progresiva observada experimentalmente resulta de la coalescencia de la materia mineral sintetizada por la estructura viva en donde esta última y el microorganismo láctico están latentes pero revivibles. Los biominerales se presentan en particular en aspectos morfoscópicos y endoscópicos específicos denominados laberínticos, es decir, que son a la vez porosos y en comunicación fluida con el medio exterior que permite diversos intercambios (gaseosos, líquidos, vivos) y constituyen un hábitat para la estructura viva y el microorganismo en estado latente.

Las sustancias mucoproteicas, silicocarbonatadas, componentes esenciales de las uniones biológicas de la materia mineral segregada por la estructura viva en forma cristalina participan en la encapsulación de la estructura viva y del microorganismo láctico claramente favorecido por el carbonato de glicerol y/o derivados que aumentan la integración del carbono orgánico de las mucoproteínas ocultas, recombinantes, unidas y de las uniones biológicas en general.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de obtención de una sustancia mineral a partir de una base que incluye una materia mineral, comprendiendo el proceso la obtención de la base que incluye una cantidad predeterminada de la materia mineral sintetizada por una estructura viva o una parte de la misma,
5 **caracterizado porque** la obtención de la base comprende la proporción de la estructura viva y la proporción de al menos un microorganismo láctico susceptible de simbiosis con la estructura viva para la síntesis de la materia mineral de la sustancia mineral.
- 10 2. Proceso según la reivindicación 1, en el que la obtención de la base puede comprender además la proporción de una sustancia nutritiva, preferentemente, de carbonato de glicerol y/o de derivados de carbonato de glicerol.
3. Proceso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la estructura viva y el microorganismo láctico pueden ser proporcionados juntos para formar un complejo biológico.
- 15 4. Proceso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el microorganismo láctico se proporciona primero y después la estructura viva.
- 20 5. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, la obtención de la base comprende además la proporción de un sustrato de base adaptado al desarrollo de la estructura viva y/o del microorganismo láctico y la puesta en contacto del sustrato de base con la estructura viva y el microorganismo láctico.
- 25 6. Proceso según la reivindicación 5, que comprende además la limpieza de las superficies del sustrato de base en contacto con el microorganismo láctico por el mismo; la síntesis de la materia mineral por la estructura viva, la limpieza y la síntesis pudiendo tener lugar simultánea o sucesivamente en este orden.
7. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además la inactivación de la base para obtener una sustancia mineral inactivada.
- 30 8. Composición mineralizante que comprende:
- una estructura viva o al menos una parte de la estructura viva;
 - al menos un microorganismo láctico; y
 - una sustancia nutritiva.
- 35 9. Composición mineralizante según la reivindicación 8 formulada para una utilización extemporánea.
10. Sustancia mineral que comprende:
- 40 - una estructura viva o al menos una parte de la misma;
- al menos un microorganismo láctico; y
- una materia mineral sintetizada por la estructura viva o la parte de la misma.
- 45 11. Sustancia mineral según la reivindicación 10, que comprende además un sustrato de base adaptado para la proliferación de la estructura viva y/o del microorganismo láctico.
12. Sustancia mineral según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en la que la materia mineral, y eventualmente el sustrato de base, está presente en forma de poros que se abren fuera de la sustancia mineral en los que están presentes la estructura viva y el microorganismo láctico.
- 50 13. Sustancia mineral según la reivindicación 12, en la que la estructura viva y/o el microorganismo láctico está(n) inactivado(s).
14. Utilización de una combinación de una estructura viva y de un microorganismo láctico en simbiosis uno con otro, como agente de mineralización en un material autorregenerador, el microorganismo láctico siendo capaz de segregar ácido láctico.
- 55 15. Utilización de la composición mineralizante según una de las reivindicaciones 8 o 9, o de la sustancia mineral según una de las reivindicaciones 10 a 13 como agente reparador en un material autorregenerador.
- 60

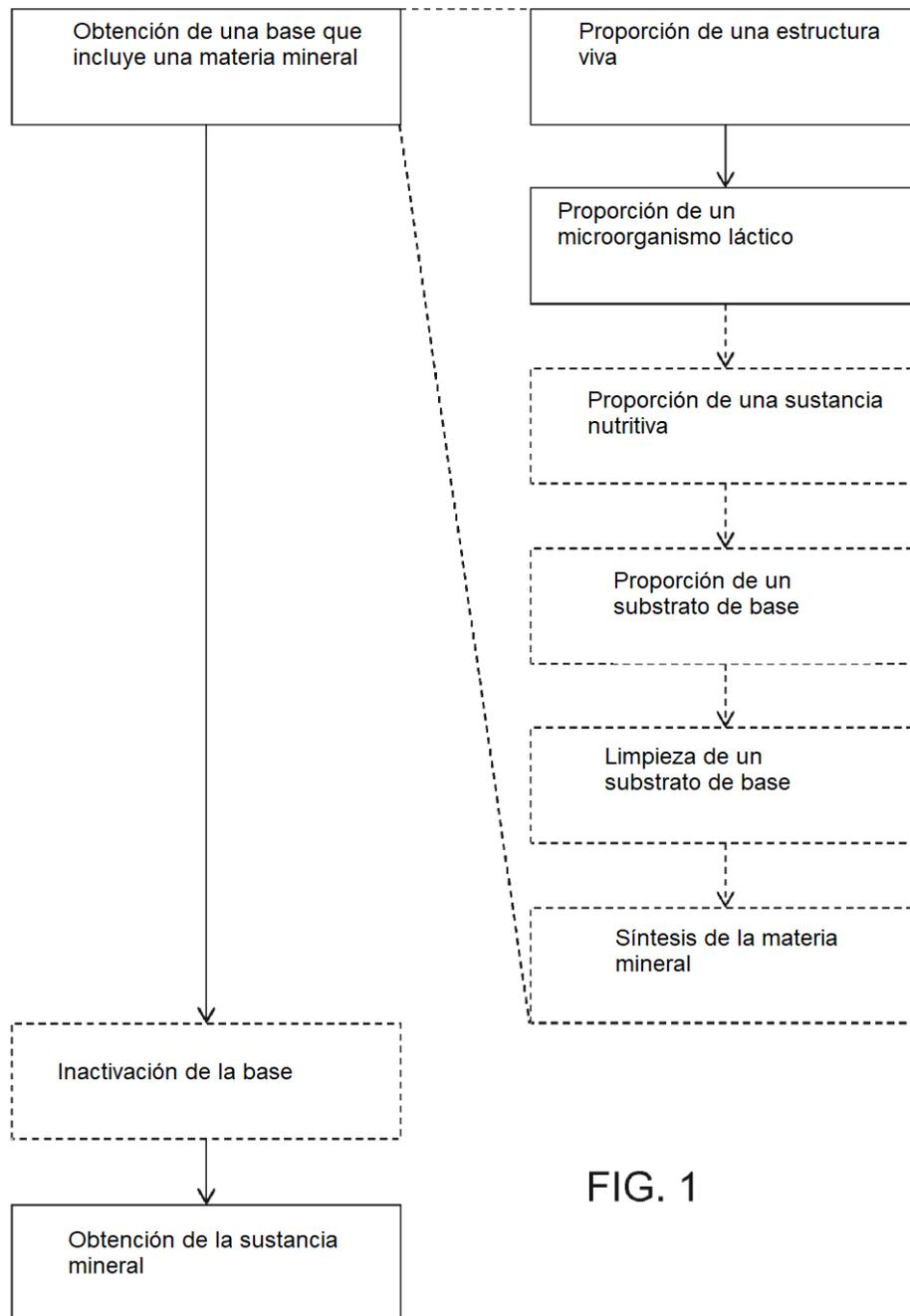
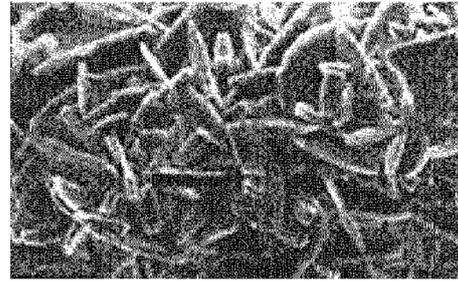


FIG. 1



10µm

FIG. 2



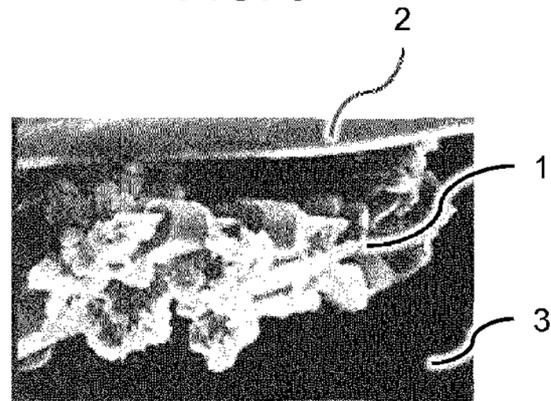
10µm

FIG. 3



10µm

FIG. 4



10µm

FIG. 5

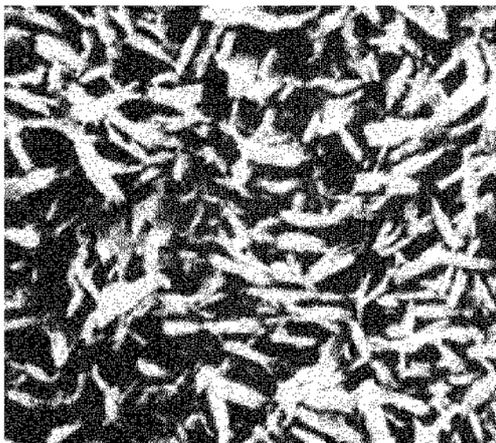
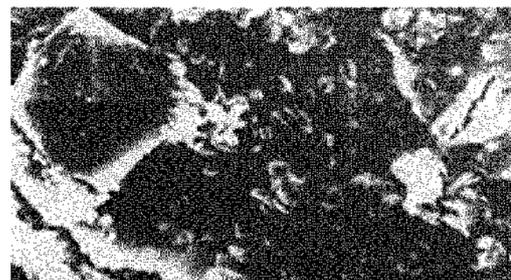


FIG. 6



10µm

FIG. 7

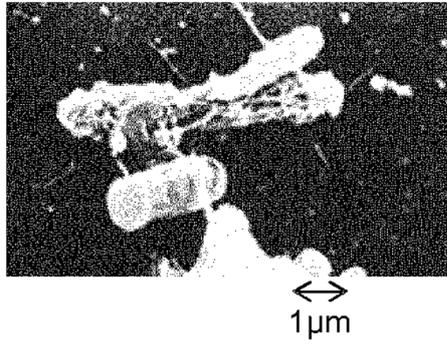


FIG. 8

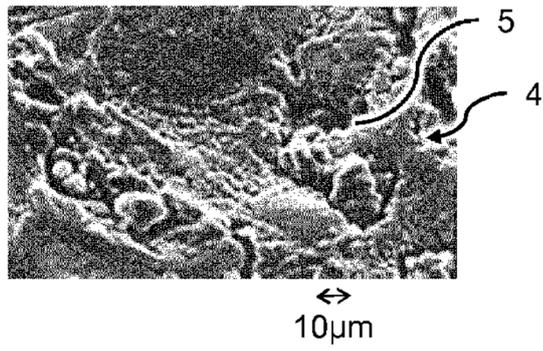


FIG. 9