

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 092**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/66** (2006.01)

**C02F 11/14** (2009.01)

**C05D 3/02** (2006.01)

**C05D 9/02** (2006.01)

**C05F 7/00** (2006.01)

**C02F 1/20** (2006.01)

**C02F 1/52** (2006.01)

**C02F 11/12** (2009.01)

**C02F 3/30** (2006.01)

**C02F 101/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2015 E 15185806 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2998277**

54 Título: **Método para tratar materiales biológicos asociados con el ciclo de purificación de aguas residuales**

30 Prioridad:

**19.09.2014 IT MI20141607**

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

**22.10.2019**

73 Titular/es:

**SYNGEN S.R.L. (100.0%)  
Via Del Capitolo, 54  
29122 Piacenza, IT**

72 Inventor/es:

**CELLA, FABIO**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

ES 2 728 092 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**

5 Método para tratar materiales biológicos asociados con el ciclo de purificación de aguas residuales

La presente invención se refiere a un método para tratar aguas residuales urbanas y/o industriales.

10 Se conoce en el sector técnico de la ingeniería sanitaria que las aguas residuales no pueden volver a introducirse en el medio ambiente como tales, ya que los destinos finales, como el suelo, el mar, los ríos y los lagos, no pueden asimilar una cantidad de sustancias contaminantes mayor que su propia capacidad de auto-purificación. Por este motivo, las aguas residuales se someten a un procedimiento para la eliminación de los contaminantes, que se denomina comúnmente purificación de aguas residuales.

15 Las redes de alcantarillado individuales recogen las aguas residuales y las transportan por medio de alcantarillas troncales a la planta de purificación, dentro de la cual se tratan por medio de un tratamiento que consiste esencialmente en una sucesión de varias etapas durante las cuales se retiran las sustancias indeseables de las aguas residuales y se concentran en forma de lodos, dando lugar a un efluente final con una calidad tal que sea compatible con la capacidad de autopurificación del cuerpo de recepción elegido previamente para desecharlo.

20 En mayor detalle, el tratamiento implica inicialmente una serie de pretratamientos mecánicos que están diseñados para retirar la materia de gran tamaño (piezas de plástico, madera, piedras, papel, etc.), arena, aceite y grasa.

25 Entonces, las aguas residuales se transportan al componente fundamental de la planta de purificación que consiste en un tanque de lodo activo que realiza la eliminación de las sustancias disueltas y los sólidos suspendidos mediante la acción metabólica de microorganismos bacterianos que usan las sustancias orgánicas y el oxígeno disuelto en el efluente para su actividad y reproducción (oxidación).

30 De esta manera, se forman flóculos que consisten en colonias de bacterias, denominado lodo activo, y pueden eliminarse fácilmente durante una etapa de sedimentación posterior.

Para garantizar la absorción óptima de las sustancias, se requiere tener una cantidad suficiente de oxígeno presente, que se proporciona mediante la inyección de aire.

35 La separación de los flóculos de lodo de la mezcla aireada se obtiene por medio de sedimentación dentro del tanque de sedimentación final (sedimentación secundaria). Un puente rascador recoge el lodo activo sedimentado. Parte del lodo se recircula dentro del tanque de aireación y la parte restante se transporta para su posterior tratamiento, tal como mineralización y deshidratación. La salida de agua del proceso de sedimentación final puede definirse en este punto como limpia y, por tanto, puede recircularse de nuevo al interior de la corriente de agua superficial.

40 Los lodos resultantes de la sedimentación pueden transportarse a un digestor anaerobio, un elemento cilíndrico cerrado, donde permanece durante aproximadamente 20 días en un ambiente anóxico y a una temperatura de aproximadamente 35°C y en el interior, bacterias especializadas reducen la sustancia orgánica y la transforman parcialmente en sustancias orgánicas, que producen como resultado de su metabolismo: un gas con un alto contenido de metano (biogás), que puede usarse como fuente de energía para la producción de energía eléctrica y calefacción, mientras que el material (comúnmente denominado lodo biológico) que permanece dentro del digestor al final del procedimiento se transporta al sistema de deshidratación y se retira de la planta en forma de residuos.

50 Si los lodos de sedimentación no se usan para la digestión anaerobia, en cualquier caso pueden deshidratarse, normalmente después de la mineralización previa en un recipiente sometido a aireación prolongada.

55 En promedio, los lodos de purificación biológica extraídos de la línea de lodos antes de los tratamientos de acondicionamiento y/o deshidratación (tanto digeridos como no digeridos) contienen una cantidad de sustancia seca en porcentaje que oscila entre el 1% y el 5%. Con la deshidratación mecánica, que se realiza por medio de una centrífuga o filtro prensa, el contenido de agua se reduce aproximadamente de cinco a diez veces. El lodo deshidratado tiene una consistencia semisólida que permite su fácil manejo para los tratamientos posteriores, tales como: desecho en un vertedero, haciendo recircular la incineración con tratamientos para la conversión en acondicionadores de suelo para la agricultura.

60 Además de los procedimientos mecánicos y biológicos, también se requieren otras formas de tratamiento de las aguas residuales resultantes de la purificación, teniendo dicho tratamiento el fin de limitar las sustancias nutricionales tales como el nitrógeno y el fósforo en el producto de descarga final, sustancias que pueden dar lugar a problemas de hipertrofia en ríos y lagos. La eliminación del nitrógeno se realiza por medio de procedimientos biológicos que usan bacterias especiales en los tanques de oxidación, mientras que la eliminación del fósforo se realiza mediante un procedimiento químico que consiste en la adición de una sustancia floculante (por ejemplo, sales de hierro) durante el procedimiento de purificación.

En particular, debe señalarse que, en las aguas residuales, el nitrógeno está presente esencialmente en forma orgánica (urea, proteína) y en forma de amoníaco ( $\text{NH}_4^+$ ). La eliminación biológica del mismo se realiza por medio de los procesos de: amonificación e hidrólisis del nitrógeno orgánico para dar nitrógeno amoniacal; nitrificación posterior, con transformación del amoníaco primero en nitrito y luego en nitrato; desnitrificación, con reducción del nitrato para dar nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) que se libera del sistema.

El proceso de nitrificación permite la oxidación biológica de los compuestos inorgánicos del nitrógeno a un estado reducido, realizado por bacterias autótrofas, es decir, bacterias capaces de usar carbono inorgánico ( $\text{CO}_2$ ) para la síntesis celular y obtener la energía necesaria para el crecimiento y el metabolismo a partir de la oxidación del amoníaco y luego de los nitritos.

De particular interés en el tratamiento del agua son las bacterias del género *Nitrosomonas*, para la oxidación del amoníaco  $\text{NH}_3$  a nitritos  $\text{NO}_2^-$ , y del género *Nitrobacter*, para la oxidación de los nitritos  $\text{NO}_2^-$  a nitratos  $\text{NO}_3^-$ .

El proceso de nitrificación se realiza en el mismo tanque en el que se realiza el proceso de oxidación de los compuestos orgánicos con los lodos activos. El proceso de desnitrificación permite la retirada de los compuestos de nitrógeno presentes como disolución en forma de  $\text{NO}_3^-$  (y parcialmente  $\text{NO}_2^-$ ) por medio de bacterias heterótrofas opcionales que, si se colocan en condiciones anóxicas (es decir, donde no está presente oxígeno disuelto) son capaces de oxidar el sustrato carbonoso orgánico, usando el oxígeno unido a los nitratos  $\text{NO}_3^-$  en lugar del oxígeno libre  $\text{O}_2$  y liberando nitrógeno gaseoso como catabolito.

La nitrificación, junto con la desnitrificación, puede garantizar buenos rendimientos generales en lo que se refiere a la retirada de los compuestos nitrogenados (el nitrógeno y el fósforo son nutrientes que, cuando están presentes en cantidades excesivas, pueden producir falta de oxígeno en los cuerpos acuosos de superficie, dando como resultado lo que se conoce como "eutrofización").

También se conoce en el sector técnico relacionado con el tratamiento de suelos agrícolas que materiales biológicos tales como: lodos de purificación biológica extraídos al final del procedimiento de purificación de aguas residuales urbanas e industriales (tanto digeridos como no digeridos) pueden constituir, si se tratan adecuadamente, un medio válido para ayudar a mejorar el suelo y la nutrición de las plantas ya que, además de la sustancia orgánica, estos materiales también contienen cantidades considerables de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y azufre.

Con referencia específica al nitrógeno también se conoce:

-) que la cantidad total de nitrógeno consiste en una parte orgánica y una parte inorgánica y

-) que dichos materiales pueden someterse a tratamientos químicos o biológicos destinados a hidrolizar las proteínas con el fin de promover la transformación del nitrógeno de orgánico a inorgánico (forma mineral). A su vez, la parte inorgánica está formada en su mayor parte por nitrógeno amoniacal, pero comprende, aunque mínimamente, nitrógeno nítrico y nitrógeno nitroso.

En detalle, el nitrógeno total presente en estos materiales biológicos es en promedio de entre el 1% y el 6%, expresado en relación con la sustancia seca, y la fracción amoniacal es en promedio de entre el 30% y el 60% del nitrógeno total si dichos materiales se han sometido a digestión anaerobia metanogénica.

En el caso de que dichos materiales biológicos se usen en pequeñas áreas de terreno agrícola, la presencia de nitrógeno en gran cantidad puede, sin embargo, tener consecuencias negativas para el medio ambiente, tales como contaminación de los niveles freáticos y la eutrofización de los mares; por tanto, se han desarrollado procedimientos para tratar dichos materiales con el objetivo de reducir la cantidad en porcentaje de nitrógeno en ellos por medio de la transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno amoniacal y la posterior extracción (separación) del amoníaco con la formación de sulfato de amonio y/u otros fertilizantes. Aunque realizan su función, estos tratamientos generan no obstante un material residual que normalmente tiene un pH mayor que los valores considerados neutros, reduciendo este alto pH drásticamente la posibilidad de uso en terreno agrícola; además, el nitrógeno separado no puede recircularse fácilmente y normalmente se usa para producir fertilizantes con un alto contenido en nitrógeno destinados para uso agrícola, es decir, en áreas geográficas específicas que no están sometidas a la necesidad de usar grandes cantidades de fertilizante orgánico.

El documento EP 2 757 076 A1 describe una etapa para acondicionar materiales biológicos tales como los lodos de purificación biológica extraídos al final del procedimiento de purificación de aguas residuales urbanas e industriales con el fin de mejorar la hidrólisis de la fracción de proteína contenida en estos materiales.

El objeto es optimizar la extracción del nitrógeno, convertido en forma amoniacal, que se produce durante una etapa posterior de la separación del amoníaco en forma gaseosa. El material biológico se neutraliza entonces durante una etapa posterior con la adición de ácido sulfúrico o dióxido de carbono.

El documento GB 1 303 024 A describe un método para tratar lodos extraídos al final del procedimiento de purificación que prevé usar, junto con lodos tanto urbanas como industriales, otros residuos orgánicos e inorgánicos derivados de procedimientos distintos de la purificación, tales como productos residuales de la pirólisis de caucho y de petróleo.

5 El tratamiento comprende una etapa preliminar para el acondicionamiento alcalino de estos lodos usando cal con el objetivo de eliminar las bacterias patógenas, seguido de una etapa para la filtración de los lodos de purificación usando un filtro formado por una mezcla de otros residuos tratados por medio de pirólisis. Por último, la mezcla heterogénea de residuos orgánicos e inorgánicos se neutraliza para obtener un material con características similares a un fertilizante de NPK.

10 El documento prevé usar, tanto para la reacción alcalina como para la neutralización posterior, residuos industriales (no identificados adicionalmente) que tienen propiedades alcalinas y, alternativamente, propiedades ácidas.

15 Este tipo de residuo da como resultado la adición de contaminantes al material tratado que, una vez deshidratado, produce un fertilizante que está potencialmente contaminado con sustancias peligrosas. Además, el agua obtenida a partir de la deshidratación, aunque no contiene compuestos orgánicos, compuestos nitrogenados ni compuestos de fosfato, podría contener otros contaminantes que permanecen en forma de disolución, no teniendo por tanto las características adecuadas para reintroducirse en las aguas superficiales.

20 Dado que la escoria y la ceniza obtenidas a partir de la descomposición pirolítica se usan para filtración, la fase líquida entra por tanto en estrecho contacto con materiales con una composición indefinida y potencialmente insalubre.

25 Ninguno de los documentos del estado de la técnica enseña cómo mejorar los ciclos de purificación de aguas residuales con el fin de obtener materiales deshidratados que pueden usarse como fertilizantes no contaminantes y efluentes que no contienen contaminantes y pueden introducirse de nuevo libremente en las aguas superficiales.

30 Por tanto, el principal problema técnico que se plantea es el de proporcionar un método para tratar materiales biológicos asociados con el ciclo de purificación de aguas residuales, que resultan en general de etapas de un procedimiento de purificación de aguas residuales urbanas e industriales, por lo que como resultado de este método es posible obtener productos que sean adecuados para su uso como correctores de suelos agrícolas, con una reducción en las etapas del procedimiento, la cantidad de energía requerida y la contaminación que normalmente se asocian con los métodos conocidos.

35 En relación con este problema, también se requiere que el método permita una reducción en el nitrógeno contenido en el mismo para superar los problemas mencionados anteriormente de la gestión del nitrógeno producido y separado.

40 Un objeto adicional de la presente invención es que el método también debe permitir preferiblemente el tratamiento de los líquidos residuales de manera que haya una reducción en el nitrógeno contenido en ellos.

45 Estos resultados se obtienen según la presente invención mediante un método para tratar aguas residuales urbanas y/o industriales según los rasgos distintivos característicos según la reivindicación 1.

Pueden obtenerse detalles adicionales a partir de la siguiente descripción de un ejemplo de realización no limitativo del objeto de la presente invención, proporcionados con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 Figura 1: muestra un diagrama de bloques de las etapas del método para tratar materiales biológicos asociados con el ciclo de purificación de aguas residuales según la presente invención; y

Figura 2: muestra un diagrama de bloques de las etapas del método según la invención incorporado en un procedimiento de purificación de aguas residuales.

55 Tal como se muestra en la figura 1, el método según la presente invención comprende las siguientes etapas:

ETAPA A):

60 A1) Recuperación y suministro de material biológico que va a tratarse a un reactor químico, siendo los materiales biológicos lodos de purificación biológica que resultan de procedimientos de purificación de aguas residuales urbanas e industriales (tanto digeridos como no digeridos) con un contenido de sustancia seca de menos del 5% en peso. El material biológico, también denominado a continuación sustancia orgánica FLP0, que forma los lodos de purificación está formado en resumen por proteínas, lípidos e hidratos de carbono con un tamaño de partícula muy pequeño en una suspensión acuosa y por tanto se caracteriza por tiempos de reacción muy rápidos.

65 A2) Acondicionamiento alcalino del material de partida biológico FLP0 mediante la adición de óxido de calcio

(CaO) al FLP0 y la consiguiente formación de un material biológico FLP1 con  $\text{pH} > 10$  que contiene proteínas hidrolizadas e ion amonio  $\text{NH}_4^+$  en equilibrio con el  $\text{NH}_3$ .

5 La adición de óxido de calcio provoca la desinfección del material biológico de las diversas bacterias patógenas contenidas en el mismo (*Clostridium*, *Enterobacteriaceae*, etc.). El tiempo de reacción del FLP0 y el CaO es preferiblemente de 1 a 4 horas. Durante este tiempo se produce la hidrólisis de las proteínas y estas últimas se descomponen en peptonas y aminoácidos.

10 El material biológico de partida FLP0 está en estado fluido, concretamente con un contenido de sustancia seca de no más del 5% en peso y se transporta, por medio de una bomba, al interior de un primer reactor cerrado.

15 La cantidad de cal cáustica se introduce dependiendo del porcentaje de sustancia seca del material de partida biológico y del grado de hidrólisis requerido, preferiblemente desde 0,5 hasta 4 kg de cal cáustica por cada kg de sustancia seca de material biológico FLP0.

La cantidad de cal cáustica en forma de polvo suministrada desde el silo de almacenamiento se introduce en el reactor usando medios de alimentación hasta que la masa biológica alcanza un  $\text{pH} > 10$ .

20 Preferiblemente, un mezclador dentro del primer reactor mantiene la masa completamente agitada.

ETAPA B): neutralización de la masa biológica FLP1, que tiene un alto pH, un contenido de nitrógeno en porcentaje correspondiente a la cantidad exclusiva de nitrógeno contenida originalmente por la biomasa de partida FLP0, pero presente en diferentes formas y que tiene una gran cantidad de sustancia orgánica.

25 La etapa B) de neutralización puede realizarse usando dos métodos diferentes, es decir:

B1) adición de ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  con generación de una mezcla de sustancias orgánicas FLP2G denominada yeso de defecación que puede usarse como corrector para suelos agrícolas salinos y/o alcalinos;

30 En mayor detalle, la etapa B) da lugar a una mezcla de una sustancia orgánica y sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) que se incluye en la definición de "yeso de defecación", que se considera que es con mucho el corrector más versátil para uso agrícola, ya que es uno de esos materiales muy raros que tiene un efecto beneficioso en diferentes situaciones de tratamiento de suelos;

35 o

40 B2) adición de  $\text{CO}_2$  con generación de una mezcla de sustancias orgánicas, FLP2C denominado carbonato de calcio de defecación, que puede usarse como corrector para suelos agrícolas ácidos, ricos en sodio o arcillosos. En mayor detalle, la etapa B2) da lugar a una mezcla de una sustancia orgánica y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que se incluye en la definición de "carbonato de calcio de defecación", que también se considera uno de los correctores más completos y eficaces para terreno agrícola.

45 Los métodos preferidos de neutralización de una masa biológica que se ha hecho alcalina por medio de la reacción con cal cáustica se describen en la solicitud de patente IT-MI2014A 690, que es una fuente para una descripción completa de las etapas B1) y B2).

50 Con el fin de mejorar la capacidad de deshidratación del material y aumentar aún más el rendimiento corrector en suelos agrícolas, la etapa B1 incluye además la incorporación, por medio de mezclado, de una cantidad de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) en forma de polvo que oscila entre 0,5 y 1,5 kg por cada kg de sustancia seca de partida FLP0.

De manera similar, la etapa B2) incluye además la incorporación, por medio de mezclado, de una cantidad de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de polvo que oscila entre 1 y 2 kg por cada kg de sustancia seca de material de partida FLP0.

55 Para ambas etapas B1) y B2) se prevé además preferiblemente incorporar, por medio de mezclado, una cantidad de cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), en una disolución al 40% de concentración, que oscila preferiblemente entre 50 g y 100 g por cada kg de sustancia seca de material de partida FLP0, con el fin de favorecer la deshidratación de FLP2 si se requiere durante las siguientes etapas de tratamiento. De hecho, debido a la adición de cloruro férrico a la masa biológica líquida FLP0, que se ha hecho alcalina por la introducción de sulfato de calcio y/o carbonato de calcio, se obtiene la formación de un flóculo más pesado y que puede deshidratarse más.

60 ETAPA C): deshidratación del material biológico líquido FLP2.

65 El material biológico líquido FLP2G y/o FLP2C, neutralizado mediante  $\text{CO}_2$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en la etapa B) anterior, ya contiene los productos de destrucción de proteínas resultantes de la desnaturalización de las proteínas producida por la reacción con cal cáustica en la etapa A anterior, así como los suplementos minerales, ya sea sulfato de calcio

o carbonato de calcio según sea necesario, introducidos en la etapa B) anterior.

También contiene el nitrógeno amoniacal que ya estaba presente en FLP0.

- 5 La deshidratación C1 o C2, dependiendo de si el material procede de B1 = FLP2G o B2 = FLP2C, separa el material biológico FLP2 en dos partes independientes: una parte sólida y una parte líquida.

10 La parte sólida, que tiene un porcentaje de sustancia seca en promedio de entre el 20% y el 60%, contiene principalmente sustancia orgánica que no se ha destruido completamente, carbonato de calcio o sulfato de calcio, ambos producidos mediante síntesis a partir de la reacción de neutralización según la etapa B) anterior e introducidos específicamente para favorecer la filtración y aumentar la cantidad de Ca o S contenida en el corrector final.

15 Por medio de la introducción de sulfato o carbonato de calcio en forma de polvo, y opcionalmente cloruro férrico adicional, se mejora la deshidratación hasta que se obtienen concentraciones muy altas de sustancia seca en comparación con los resultados que pueden lograrse normalmente mediante centrifugas o filtros prensa en plantas de purificación.

20 Dicho material es, en este punto del tratamiento, un corrector sólido para suelos agrícolas (carbonato de calcio o sulfato de calcio dependiendo de si se ha elegido para realizar la neutralización con CO<sub>2</sub> o con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en la etapa B) anterior.

Se descarga fuera de la planta y está listo para su uso en los suelos.

- 25 Según modos de implementación preferidos, la etapa de deshidratación se realiza por medio de centrifugas, filtros prensa, prensas de correa o máquinas similares a las que se transporta el material por medio de bombas.

ETAPA D) Extracción y recuperación de energía y/o agronómica del nitrógeno.

- 30 Los métodos preferidos para tratar la parte líquida L1, L2 se indican con D) al final de lo cual se obtiene bicarbonato de amonio y/o energía y/o líquidos desnitrógenados en la salida. En aras de la exhaustividad, a continuación se describen las principales características de los dos tratamientos:

35 -) separación del amoníaco contenido en el líquido que está tratándose, por medio de calentamiento de la masa e inyección de aire o, alternativamente, por medio de ebullición a vacío;

-) enfriamiento brusco por condensación del vapor de agua resultante de la ebullición a vacío/separación realizada en la etapa anterior;

40 -) formación de bicarbonato de amonio por medio de la combinación en la fase acuosa del amoníaco separado/evaporado durante las etapas anteriores y producción de bicarbonato de amonio en el estado sólido cristalino;

45 -) uso directo del bicarbonato de amonio como fertilizante sólido nitrogenado;

-) descomposición del bicarbonato de amonio en NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, por medio de sublimación con la producción de un gas;

50 -) combustión del amoníaco contenido en el gas producido en la etapa D2 anterior, en una unidad de cogeneración de combustión interna, además del combustible principal;

55 -) craqueo no catalítico del amoníaco contenido en el gas producido en la etapa anterior y generación de dos gases NH<sub>3</sub> y N<sub>2</sub> con la consiguiente combustión del amoníaco contenido en dicho gas con reducción de la emisión a la atmósfera de los óxidos de nitrógeno.

Tal como se muestra en la figura 2, el método según la invención se incorpora en las etapas de purificación de aguas residuales realizadas en el contexto de una planta de purificación convencional de la que se extraen los lodos de línea FPL0.

- 60 El método requiere que las aguas residuales, suministradas por ejemplo desde las redes de alcantarillado, se traten dentro del purificador 100 que comprende las siguientes fases:

-) recuperación y suministro de las masas biológicas que van a purificarse al purificador;

65 -) sedimentación opcional primaria;

-) desnitrificación;

-) oxidación, nitrificación;

5 -) sedimentación secundaria que da como resultado los lodos que forman la biomasa FLP0 y el líquido residual;

-) opcionalmente, desinfección del líquido residual antes de introducirse de nuevo en un cuerpo acuoso;

10 A1) Recuperación de la masa FLP0 que se transporta al tratamiento según las etapas ya descritas con referencia a la figura 1 y mencionadas en el presente documento.

La recuperación de la masa FLP0 se realiza por medio de sedimentación secundaria que proporciona una masa biológica que ya es suficientemente inodora.

15 Tal como se indica por las líneas discontinuas en la figura 2, se prevé, sin embargo, que la masa biológica también puede retirarse de la sedimentación primaria y mezclarse con el FLP0 obtenido a partir de la sedimentación secundaria.

20 Esto puede ser ventajoso porque la masa obtenida a partir de la sedimentación primaria requiere menos hidrólisis de las proteínas, puesto que tiene una alta concentración de minerales.

25 En este caso, los líquidos obtenidos a partir de las etapas de deshidratación C) y C1) y C2), respectivamente, pueden tratarse según la etapa D) ya descrita, pero también (de manera alternativa o simultánea, completa o parcial) pueden combinarse en un líquido L3 transportado a la entrada del purificador junto con las aguas residuales que van a purificarse, suministradas desde las redes de alcantarillado.

30 Con la reintroducción al comienzo del ciclo de la planta de purificación, las peptonas, los aminoácidos y todas las sustancias resultantes de la desnaturalización de las proteínas, que se obtienen en la etapa A) anterior para aumentar el pH, se destruirán durante el proceso de amonificación realizado por la biomasa activa del purificador al comienzo del tratamiento biológico.

De hecho, los aminoácidos y las peptonas aún no forman nitrógeno mineralizado, pero pueden hacerlo sin embargo mucho más fácilmente que cuando se concatenan en las moléculas de proteína.

35 Durante la etapa de amonificación, que se produce al comienzo del procedimiento de purificación, las bacterias atacan fácilmente dichas sustancias y luego hacen que se disgreguen, con la producción de amoníaco y/o iones amonio.

40 En consecuencia, al introducir en el extremo frontal de la planta de purificación aminoácidos y otros compuestos nitrogenados adicionales derivados del tratamiento en la etapa A2), se aumenta la eficacia del purificador, lo que a su vez aumenta el porcentaje de nitrógeno que se elimina en general del sistema y se descarga al aire en forma de nitrógeno diatómico.

45 De hecho, dentro de la planta de purificación, dichos compuestos se oxidarán posteriormente para formar nitrato dentro del tanque de nitrificación y luego se transformarán en nitrógeno diatómico dentro de la sección de desnitrificación.

Lo mismo ocurre para el nitrógeno del amoníaco que ya estaba presente en FLP0.

50 Por tanto, queda claro cómo el método según la presente invención es capaz de proporcionar una solución a numerosos problemas que surgen de la necesidad de reacondicionar diversos materiales biológicos, tales como los mencionados, dando como resultado:

55 -) una reducción en el nitrógeno presente en el ciclo para la recuperación de la biomasa fertilizante en terreno agrícola, separándose nitrógeno de la biomasa original por medio de hidrólisis alcalina de las proteínas y convirtiéndose luego en forma diatómica por la actividad de la flora bacteriana de una planta para purificación biológica de las aguas residuales y liberándose a la atmósfera;

60 -) generación de materiales biológicos hidrolizados incluidos en la definición de yesos de defecación y carbonatos de calcio de defecación que pueden utilizarse para la corrección de suelos agrícolas.

Los fertilizantes producidos en los puntos B1) y B2) tienen además un efecto muy beneficioso tanto en suelos alcalinos (B1) como en suelos ácidos (B2).

65 De hecho, los yesos de defecación son muy eficaces tanto en suelos "salinos", que son ricos en sodio, como en suelos "alcalinos no salinos", que también son ricos en sodio y/o potasio; en estas situaciones, de hecho, el yeso

favorece el reequilibrio de la capacidad de intercambio catiónico (c.e.c.), produciendo el desplazamiento de los iones metálicos, alcalinos, monovalentes (sodio y magnesio) de las partículas coloidales en el suelo, favoreciendo así a los iones alcalinos bivalentes (calcio y magnesio).

5 El yeso aporta directamente calcio, que es necesario para que las plantas refuercen las paredes celulares, lo que las hace más resistentes a enfermedades y heladas, y azufre que también es fundamental para la actividad de la flora bacteriana útil en el suelo.

10 Aunque se ilustra con las etapas B1, B2 y C1, C2 del método que puede implementarse en paralelo en una sola planta, está dentro del conocimiento técnico del experto en la técnica poder implementar estas etapas también de manera independiente en plantas en las que se prevé solo una de las dos etapas o etapas que pueden implementarse alternativamente en la misma planta con el fin de obtener yesos de defecación o carbonatos de calcio de defecación.

15 Además, con el tratamiento según la invención, se obtiene el importante efecto de poder obtener correctores de suelo usando materiales biológicos que forman un producto de purificación intermedio y no final.

20 Debido al hecho de que el método según la invención forma parte integrante de un ciclo de purificación, el material biológico tras el tratamiento se deshidrata mediante el aparato que es típico de las plantas de purificación. La introducción de sulfato de calcio y/o carbonato de calcio tiene el objetivo principal de mejorar sustancialmente la deshidratación del material tratado. En particular, si la deshidratación se realiza usando un filtro prensa o una prensa de correa, los materiales en cuestión son tales como para permitir la formación sobre los materiales textiles de una capa que impide que el material biológico se adhiera a la misma, lo que aumenta la velocidad de filtración. Comúnmente, las cenizas de las incineradoras u otros materiales inertes en forma de polvo, como harina fósil, se usan para este fin; mediante el uso de sulfato de calcio y/o carbonato de calcio, se obtiene un fertilizante corrector para los suelos agrícolas, libre de contaminantes extraños.

25 Aunque se ha descrito en relación con varias realizaciones y varios ejemplos de realización preferidos de la invención, se entiende que el alcance de la protección de la presente patente está determinado únicamente por las reivindicaciones a continuación.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Método para tratar aguas residuales urbanas y/o industriales, que comprende las siguientes etapas:
- 5 - suministrar aguas residuales urbanas y/o industriales a una planta (100) de purificación;
- un tratamiento de desnitrificación, nitrificación y oxidación de las aguas residuales en la planta (100) de purificación;
- 10 - una etapa de sedimentación secundaria en la planta de purificación para obtener una biomasa en forma de un lodo y un líquido residual, en el que la etapa de sedimentación secundaria sigue al tratamiento de desnitrificación, nitrificación y oxidación; y
- opcionalmente, desinfección del líquido residual;
- 15 - comprendiendo el método las siguientes etapas adicionales:
- A1) extraer dicho lodo de dicha etapa de sedimentación secundaria como un lodo (FLP0) que va a tratarse, extrayéndose dicho lodo (FLP0) antes de someterse a un tratamiento de deshidratación y teniendo un contenido de sustancia seca de no más del 5% en peso, y suministrar dicho lodo (FLP0) a un reactor químico;
- 20 A2) someter el lodo (FLP0) a acondicionamiento alcalino mediante la adición de óxido de calcio (CaO) con generación de una masa biológica (FLP1) con  $\text{pH} > 10$ ;
- 25 B) someter la masa biológica (FLP1) a neutralización, con generación de una masa biológica líquida (FLP2), siendo dicha etapa B) de neutralización:
- o bien una etapa B1) llevada a cabo mediante la adición de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) con generación de una mezcla (FLP2G) que comprende una sustancia orgánica y sulfato de calcio ( $\text{Ca}_2\text{SO}_4$ ) y que incluye además la incorporación, mediante mezclado, de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) en forma de polvo en una cantidad que oscila entre 0,5 y 1,5 kg por cada kg de sustancia seca del lodo (FLP0) que va a tratarse;
- 30 o bien una etapa B2) llevada a cabo mediante la adición de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) con generación de una mezcla (FLP2C) que comprende una sustancia orgánica y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y que incluye además la incorporación, mediante mezclado, de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de polvo en una cantidad que oscila entre 1 y 2 kg por cada kg de sustancia seca del lodo (FLP0) que va a tratarse;
- 35 C) deshidratar la masa biológica líquida (FLP2), que se separa en una parte líquida (L1, L2) y un producto sólido, que tiene un porcentaje de sustancia seca comprendido entre el 20% y el 60% y es adecuado para su uso como corrector para suelos agrícolas;
- 40 en el que las etapas de tratamiento A1) a C) se incorporan en las etapas de tratamiento de la planta (100) de purificación de aguas residuales.
- 45 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque en la etapa A2) de acondicionamiento alcalino el óxido de calcio (CaO) se añade en una cantidad de entre 0,5 y 4 kg por cada kg de sustancia seca del lodo (FLP0) que va a tratarse.
- 50 3. Método según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque dicha etapa A2) de acondicionamiento alcalino tiene una duración de entre 1 y 4 horas.
- 55 4. Método según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque dicha etapa B) de neutralización incluye además la incorporación, mediante mezclado, de una cantidad de cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), en una disolución al 40% de concentración, preferiblemente en una cantidad que oscila entre 50 y 100 g por cada kg de sustancia seca del lodo (FLP0) que va a tratarse.
- 60 5. Método según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque la parte líquida (L1, L2) que resulta de la separación en la etapa C) de deshidratación se transporta al menos parcialmente hacia la entrada de la planta (100) de purificación y se introduce en las aguas residuales urbanas y/o industriales suministradas a la planta (100) de purificación.
- 65

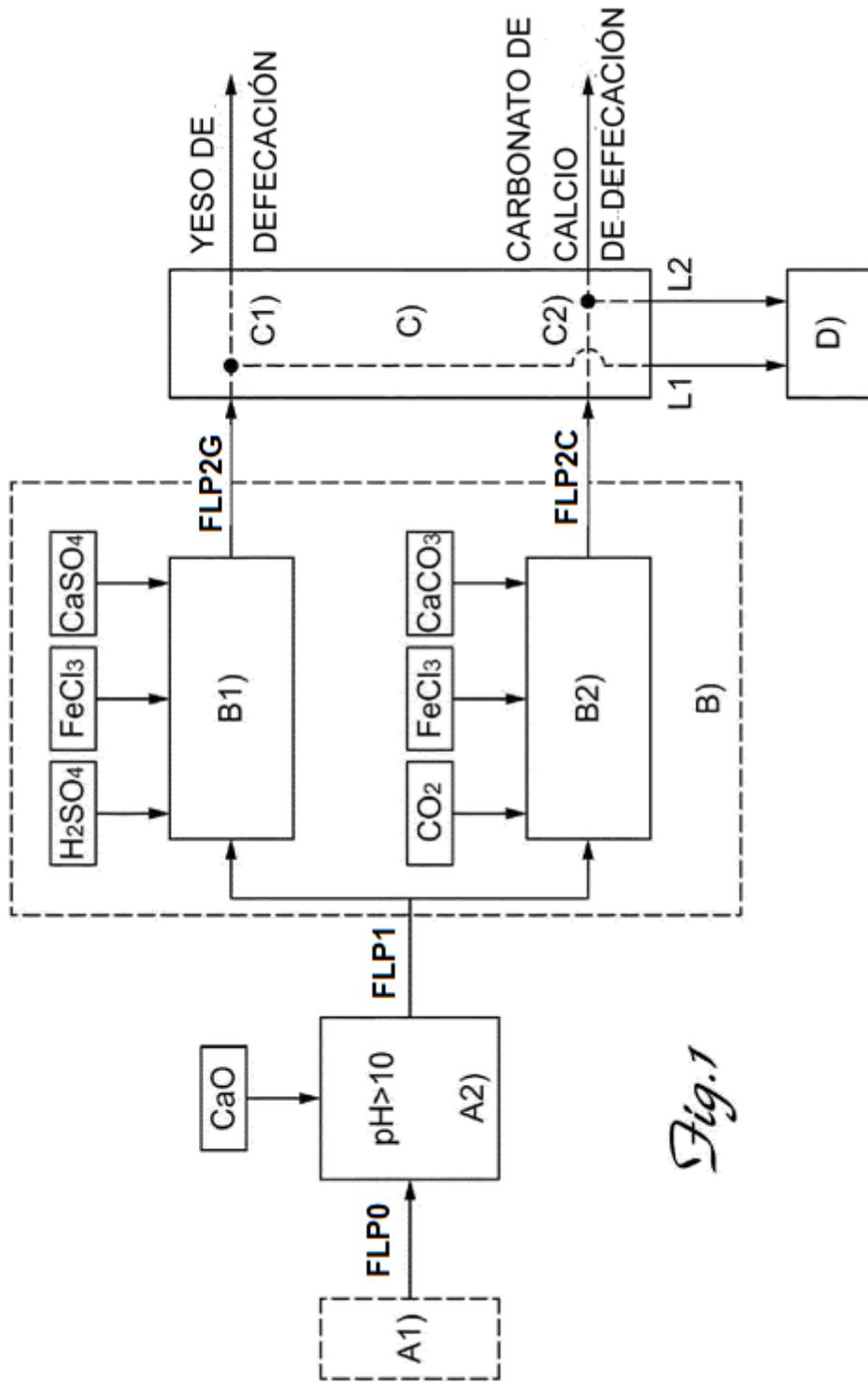


Fig.1

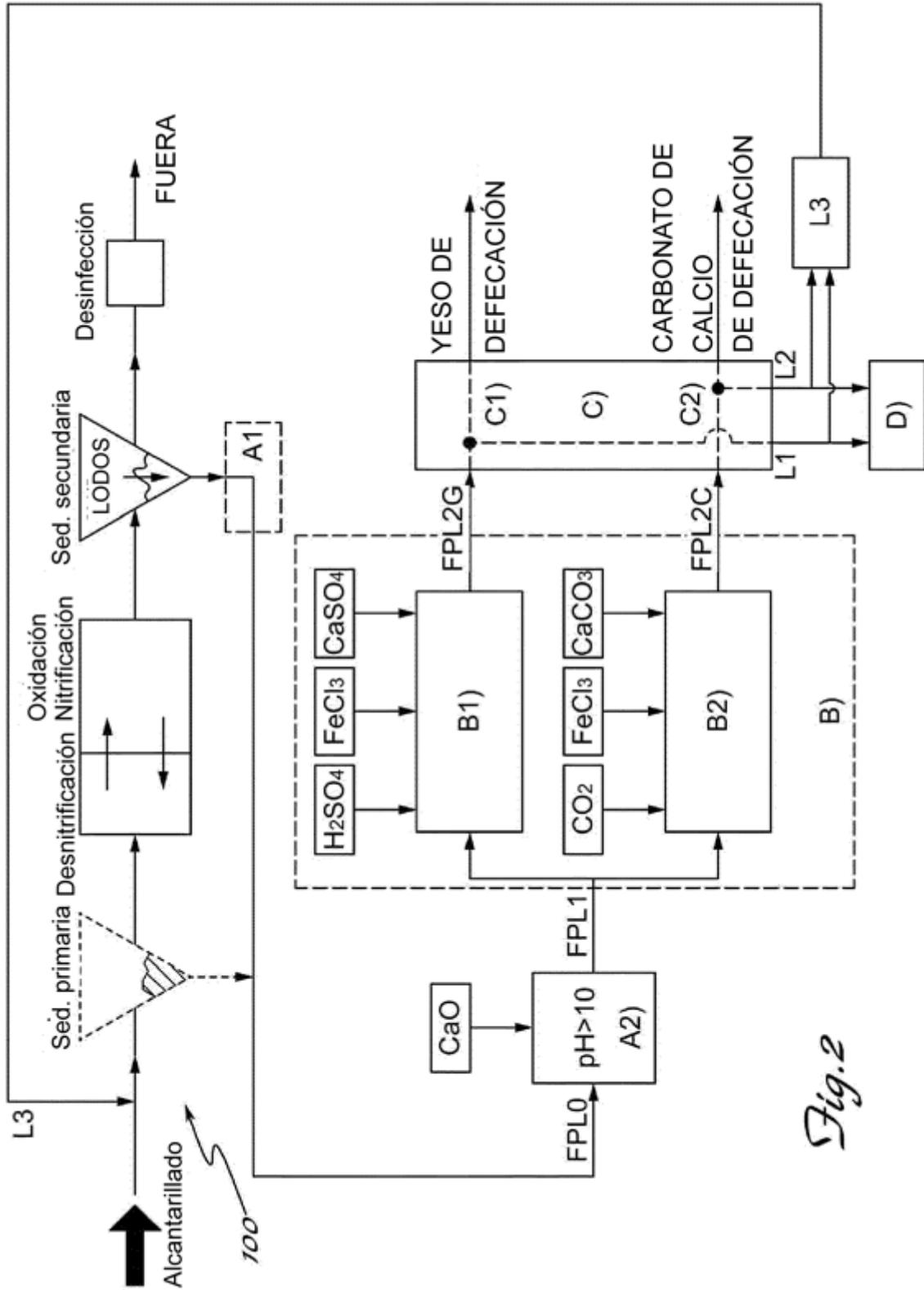


Fig.2

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patente citados en la descripción**

- EP 2757076 A1 [0022]
- GB 1303024 A [0024]