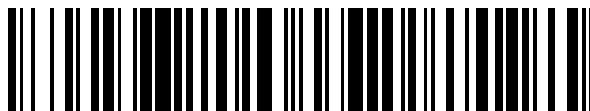


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 379**

21 Número de solicitud: 201531526

51 Int. Cl.:

**C02F 3/30** (2006.01)

**C02F 101/16** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**23.10.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.03.2016**

71 Solicitantes:

**VALORIZA AGUA S.L (100.0%)**  
**Paseo de la Castellana 83-85**  
**28046 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**CAMPOS POZUELO, Elena;**  
**TERRERO RODRÍGUEZ, Patricia;**  
**ZARZO MARTÍNEZ, Domingo;**  
**OSORIO ROBLES, Francisco;**  
**GARCÍA RUIZ, María Jesús;**  
**GONZÁLEZ MARTÍNEZ, Alejandro y**  
**GONZÁLEZ LÓPEZ, Jesús**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

54 Título: **Método y sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales mediante biofiltración en lecho fijo**

57 Resumen:

Método y sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales mediante biofiltración en lecho fijo. Consiguen la eliminación de nitrógeno en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mgN<sub>total</sub>/L y una relación de DBO<sub>5</sub>/N<sub>total</sub> de entre 0,01 y 1 mediante un proceso biopelícula de oxidación anaerobia autotrófica en el que se hace pasar al influente por un biofiltro en lecho fijo constituido por un conjunto de partículas granulares colonizadas por bacterias AOB y bacterias ANAMMOX, teniendo dichas partículas granulares un tamaño efectivo (d<sub>10</sub>) comprendido entre 2,0–8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

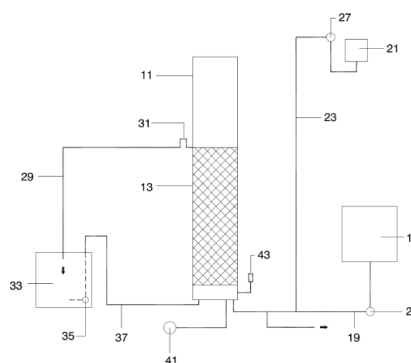


FIG. 1

ES 2 562 379 A1

## DESCRIPCIÓN

Método y sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales mediante biofiltración en lecho fijo

5

### CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método y un sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales mediante biofiltración en lecho fijo aplicable, en particular, al tratamiento de aguas residuales con un alto contenido en Nitrógeno y un bajo contenido de materia orgánica tales como los retornos de la línea de fangos de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

El nitrógeno se ha convertido en los últimos años en uno de los contaminantes más importantes en las aguas residuales urbanas debido a la creciente actividad industrial y agrícola sufrida en los últimos tiempos. El vertido de aguas residuales con alto contenido en nitrógeno a los cursos superficiales de agua puede ocasionar efectos negativos sobre ellas, como la reducción de la concentración de oxígeno disuelto en las aguas receptoras, toxicidad para los microorganismos presentes en el medio acuático, riesgos sobre la salud pública y promover el proceso de eutrofización de las masas de agua, por lo que la legislación en cuanto a su vertido está siendo cada vez más restrictiva.

25

La tecnología más extendida para la eliminación de nitrógeno en aguas residuales se basa en la combinación de dos procesos biológicos como son la nitrificación y la desnitrificación. El primero de ellos es realizado por un conjunto de bacterias autótrofas oxidadoras de amonio y de nitrito, mientras que el segundo es realizado por un amplio conjunto de bacterias que tienen como característica común la posibilidad de emplear nitrato o nitrito como aceptores de electrones en una cadena respiratoria, principalmente en ausencia de oxígeno. Estas características que describen ambos procesos nos obliga a realizarlos por separado, precisando un sistema aireado para llevar a cabo la nitrificación y otro anóxico para la desnitrificación.

30

Sin embargo, y pese a que el proceso de nitrificación-desnitrificación ha demostrado tener una viabilidad técnica suficiente, presenta un gran inconveniente: el alto consumo de oxígeno necesario para realizar el proceso de nitrificación propiamente dicho y que incrementa los costes de explotación del sistema, y además requiere la presencia de  
5 suficiente cantidad de materia orgánica, co-sustrato del proceso de desnitrificación heterótrofo, y que a veces supone una limitación técnica.

La evolución de la técnica de depuración, el objetivo de reducir el consumo energético y los costes del proceso de depuración, y la necesidad de eliminar nitrógeno de las aguas  
10 residuales, han favorecido el desarrollo de novedosos procesos de eliminación de nitrógeno, como son los sistemas autotróficos de eliminación de nitrógeno, los cuales presentan importantes ventajas con respecto a los sistemas convencionales.

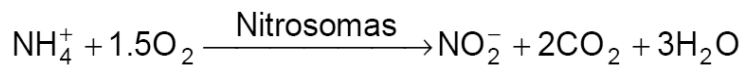
Un aspecto muy importante a tener en cuenta en los procedimientos de eliminación de  
15 nitrógeno en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) son los retornos de la línea de fangos (procedentes básicamente del espesamiento, la deshidratación y el secado de fangos, en su caso), especialmente en plantas que disponen de digestión anaerobia, ya que suponen una elevada carga adicional de nitrógeno y fósforo que condiciona el diseño e incrementa los consumos energéticos. El proceso de digestión  
20 anaerobia produce un incremento del contenido de amonio y de fósforo soluble, debido a que se hidroliza gran parte del nitrógeno orgánico contenido en el fango, y se solubiliza el fósforo asimilado biológicamente. Las formas solubles de nitrógeno (amonio  $\text{NH}_4^+$ ) y fósforo (ortofosfatos  $\text{PO}_4^{3-}$ ) no son retenidos en el proceso de deshidratación, pasando en muy alta concentración a la corriente de retornos que se envía a cabecera de planta.  
25 En el caso de existir secado térmico se produce además la volatilización del amonio, que posteriormente es recuperado en el condensado. Además, la inclusión de procesos avanzados de hidrólisis para la mejora del rendimiento de la digestión anaerobia, producirá un incremento proporcional de la hidrólisis del nitrógeno orgánico, aumentando la carga de amonio en el retorno. La sobrecarga de N correspondiente a los retornos se  
30 cuantifica entre un 10-20% sobre la carga de entrada a planta.

Todos estos retornos contienen muy baja concentración de materia orgánica fácilmente biodegradable, debido a que procede de un proceso de digestión anaerobia, por lo que el

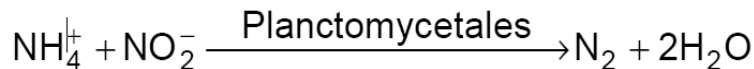
proceso convencional de nitrificación-desnitrificación se complica, pudiendo precisar aporte de materia orgánica adicional (metanol, acetato...).

5 Sin embargo, estas características del retorno de fangos, de elevada carga de nitrógeno y baja presencia de materia orgánica, son las condiciones idóneas que se precisan en los modernos sistemas de eliminación autotrófica de nitrógeno que consisten en una nitrificación parcial, donde se transforma el 50% del amonio en nitrito, y posteriormente una desnitrificación autotrófica donde las bacterias ANAMMOX (iniciales de la expresión inglesa, ANAerobic AMMonium OXidation) toman el amonio restante y el nitrito producido  
10 y lo transforman directamente en nitrógeno molecular bajo condiciones anaeróbicas y sin requerimientos de materia orgánica.

- Etapa de nitrificación parcial:



15 - Etapa de desnitrificación autotrófica:



Los sistemas autotróficos de eliminación de nitrógeno proporcionan importantes ventajas con respecto a los sistemas convencionales. Entre ellas cabe destacar el incremento de  
20 eliminación de nitrógeno a un menor coste, debido entre otras cosas al menor requerimiento de aireación puesto que sólo se necesita de una nitrificación parcial del 50% del nitrógeno a eliminar. Además, no se requiere de dosificación de materia orgánica ni de recirculación interna debido a que no se precisa de materia orgánica durante el proceso de desnitrificación. Todo esto supone un ahorro energético que se puede estimar  
25 en 2,8 kWh/kg N y en un ahorro en la adición de materia orgánica (3 kg metanol/kg N).

Dentro de los sistemas autotróficos de eliminación de nitrógeno el conocido como ANITA™Mox está basado en un sistema de reactor biológico en lecho móvil (MBBR-  
Moving Bed Biological Reactor) desarrollado específicamente para el tratamiento de  
30 efluentes con alta carga de amonio. Este sistema emplea soportes plásticos colonizados con bacterias ANAMMOX. La eliminación de amonio se realiza en un único reactor que contiene los soportes plásticos donde se desarrollan en forma de biopelícula las bacterias productoras de nitrito además de la biomasa ya colonizada por bacterias ANAMMOX. La

formación de esta biopelícula permite alcanzar las condiciones aeróbicas y anóxicas necesarias para eliminar el amonio de manera eficiente en una sola etapa.

Entre los inconvenientes del sistema ANITA<sup>TM</sup>Mox cabe señalar los siguientes:

- 5 - Implica una gran inversión.
  - Solo tiene colonizadas bacterias ANAMMOX.
  - Requiere un sistema de agitación con el consiguiente coste gasto energético.
  - Necesita un sistema de rejillas para evitar pérdidas de soportes del reactor.
- 10 La presente invención está dirigida a la solución de esos inconvenientes.

### **SUMARIO DE LA INVENCION**

En un aspecto la invención proporciona un método para la eliminación de nitrógeno en un  
15 influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mgN<sub>total</sub>/L y una relación de Materia orgánica / Nitrógeno total, expresada en mgDBO<sub>5</sub>/mg Ntotal de entre 0,01 y 1, mediante un proceso biopelícula de oxidación anaerobia autotrófica en el que se hace pasar al influente por un biofiltro en lecho fijo constituido por un conjunto de partículas granulares colonizadas por bacterias AOB y bacterias ANAMMOX, teniendo  
20 dichas partículas granulares un tamaño efectivo (d<sub>10</sub>) comprendido entre 2,0–8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Ventajosamente dichas partículas granulares tienen un coeficiente de uniformidad (d<sub>60</sub>/d<sub>10</sub>) inferior a 1,5 y/o una porosidad comprendida entre 40 y 60% y/o una densidad  
25 comprendida entre 1100 y 1500 kg/m<sup>3</sup>.

Con dichas partículas, la densidad aparente del conjunto de partículas granulares dispuestas en dicho lecho fijo está comprendida entre 600 y 900 kg/m<sup>3</sup>.

30 Ventajosamente dichas partículas granulares están hechas de arcilla expandida.

En otro aspecto, la invención proporciona un sistema para eliminación de nitrógeno en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mgN<sub>total</sub>/L y una relación de DBO<sub>5</sub>/Ntotal de entre 0,01 y 1, mediante un reactor biológico

en el que se lleva cabo un proceso de biopelícula de oxidación anaerobia autotrófica en un biofiltro en lecho fijo constituido por un conjunto de partículas granulares colonizadas por bacterias AOB y bacterias ANAMMOX, teniendo dichas partículas granulares un tamaño efectivo ( $d_{10}$ ) comprendido entre 2,0–8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. El sistema también comprende un subsistema de alimentación de dicho influente al reactor biológico y un sub-sistema de salida del efluente resultante del paso de dicho influente por el reactor biológico.

También se contemplan medios para controlar que en el reactor biológico se cumpla una o más de las siguientes condiciones operativas: un contenido de oxígeno del influente menor de 2 mg/l, una temperatura de funcionamiento preferentemente entre 30 y 35°C, un tiempo de retención hidráulico del biofiltro en lecho fijo comprendido entre 6 h y 18 h, un pH comprendido preferentemente entre 6,5 y 8,0.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de realizaciones ilustrativas de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 es un diagrama esquemático ilustrativo de un sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales con un alto contenido en nitrógeno y un bajo contenido de materia orgánica según la invención.

La Figura 2 es una foto de un conjunto de partículas utilizadas como soportes del material biológico en el biofiltro utilizado en dicho sistema.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Al igual que el sistema ANITA<sup>TM</sup>Mox el sistema objeto de la presente invención es un sistema autotrófico de eliminación de nitrógeno en aguas residuales con un alto contenido en nitrógeno y un bajo contenido de materia orgánica como, particularmente, los retornos de la línea de fangos de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).El proceso tiene lugar en un único reactor.

En concreto, se considera que el sistema es aplicable a aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mgN<sub>total</sub>/L y una relación de Materia orgánica / Nitrógeno total, expresada en mgDBO<sub>5</sub>/mg N<sub>total</sub> de entre 0,01 y 1.

5

A diferencia del sistema ANITA™Mox, el sistema de la invención está basado en llevar a cabo el proceso de eliminación autotrófica del nitrógeno mediante el paso de un influente con las características mencionadas por un biofiltro en lecho fijo.

10 En la realización ilustrada en la Figura 1, el sistema comprende:

- Un reactor biológico 11 con un biofiltro de lecho fijo 13.
- Un sub-sistema de alimentación del reactor biológico 11 que comprende un depósito de influente 17 conectado con el reactor biológico 11 por una tubería principal 19 y una bomba de pistón 25 para impulsar el influente de manera que  
15 atraviese el reactor biológico 11 de abajo a arriba. Este subsistema irá provisto de las necesarias válvulas de regulación en dicha tubería.
- Un depósito de reactivo 21 (para controlar el pH del influente) conectado con la tubería principal 19 a través de una tubería secundaria 23 y una bomba de pistón  
20 27 para impulsar el reactivo.
- Un sub-sistema de salida del efluente resultante del paso del influente por el reactor biológico 11 que comprende una tubería de salida 29 con un sifón 31 en su parte inicial y un depósito de efluente 33.
- Un sub-sistema de lavado del biofiltro de lecho fijo 13 que comprende una bomba de lavado 35 conectada con el reactor biológico 11 a través de una tubería de lavado 37 con una válvula de regulación.  
25
- Medios adicionales, incluyendo un compresor de aire 41 y una válvula de seguridad 43.

30 El biofiltro de lecho fijo 13 comprende como soporte un conjunto de partículas granulares y como material biológico bacterias AOB (iniciales de la expresión inglesa Ammonia Oxidizing Bacteria) y bacterias ANAMMOX. Esas bacterias colonizan las superficies de dichas partículas granulares y permiten que pueda llevarse a cabo el proceso de oxidación anaerobia autotrófica del influente.

Las partículas granulares deben tener las siguientes características:

- un tamaño efectivo ( $d_{10}$ ) comprendido entre 2,0 – 8,0 mm.
- Un coeficiente de uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ) inferior a 1,5. Una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.
- Una porosidad comprendida entre 40 y 60%.
- Una densidad comprendida entre 1100 y 1500 kg/m<sup>3</sup>.

5

Con esas características la densidad aparente del conjunto de partículas granulares dispuestas en el biofiltro de lecho fijo 13 está comprendida entre 600 y 900 kg/m<sup>3</sup>.

10

Preferiblemente, las partículas granulares están hechas de arcilla expandida.

En particular, las partículas comercializadas con la denominación FILTRALITE<sup>®</sup> MC 2,5-4 por MAXIT AS, P.O. Box 216 Alnabru, 0614 Oslo, Norway (ver Figura 2) son partículas apropiadas para constituir el soporte del biofiltro en lecho fijo 13.

15

Un conjunto de partículas granulares con las características señaladas proporciona un soporte compacto al biofiltro en lecho fijo 13 con un bajo nivel de huecos y un soporte con una superficie específica apropiada para la adherencia de las bacterias AOB y ANAMMOX.

20

Entre las condiciones operativas del proceso llevado a cabo en el reactor biológico 11 cabe destacar las siguientes:

25

- El contenido de oxígeno del influente debe ser menor de 2,5 mg/l, preferentemente menor de 2,0 mg/l.
- La relación  $NH_4/NO_2$  óptima en el influente es de aproximadamente 2,55 expresada en mg/L de cada compuesto.
- La temperatura de funcionamiento (T) del reactor biológico debe mantenerse entre 10 y 40°C, preferentemente entre 30 y 35°C.
- El tiempo de retención hidráulico del biofiltro deberá estar entre 6 h y 18 h, preferiblemente próximo a las 12 h.

30



- El pH deberá mantenerse en todo momento entre 6,0 y 9,5 preferentemente entre 6,5 y 8,0 para lo cual se han previsto los medios necesarios de dosificación de reactivos

- 5 Con independencia de las condiciones operativas indicadas, los experimentos realizados han permitido establecer que el sistema no presenta reducciones en cuanto al rendimiento del proceso siempre y cuando las concentraciones de amonio se mantengan por debajo de 1000 mg n-NH<sub>4</sub>/l. Igualmente se ha podido determinar que las concentraciones de nitrito máximo admisible varían en función del tipo de bacterias
- 10 Anammox, pero en cualquier caso, para valores inferiores a 180 mg/l aproximadamente no se detectaron reducciones en el rendimiento del sistema. Las concentraciones de nitrato empiezan a inhibir el proceso, reduciendo los rendimientos de eliminación, a partir de aproximadamente 650 mg/l.
- 15 Al igual que ocurre con el sistema ANITA™Mox, la producción de fangos químicos puede considerarse despreciable. La producción de fangos biológicos es reducida y los mismos son retirados por medio del contralavado periódico del biofiltro cuando se haya producido la colmatación del mismo. La velocidad y frecuencia del lavado dependerá fundamentalmente de las cargas influentes.

20

### Ejemplos

- En la siguiente TABLA se muestran los resultados del rendimiento de eliminación de nitrógeno total (REND) obtenidos en 8 ejemplos de utilización de sistema de la invención variando el tiempo de retención hidráulico (TRH), la temperatura (T), el contenido de
- 25 oxígeno en el influente (OD) y el pH.

	TRH (h)	T (°C)	OD (mg/L)	pH	REND (%)
<b>Ejemplo 1</b>	12	35	0	8	60
<b>Ejemplo 2</b>	12	35	1	7,5	75
<b>Ejemplo 3</b>	12	35	2	7	92
<b>Ejemplo 4</b>	12	35	2,3	7	92
<b>Ejemplo 5</b>	12	20	2	6,8	20
<b>Ejemplo 6</b>	12	25	2	6,9	40

<b>Ejemplo 7</b>	12	28	2	7	70
<b>Ejemplo 8</b>	7	35	2	7	85

Entre las ventajas de la invención respecto al sistema ANITA™Mox cabe señalar las siguientes:

- 5 - Menor consumo energético porque no requiere agitación.
- No necesidad de un sistema de rejillas para evitar que los soportes del material biológico se salgan del reactor al tratarse un proceso de biofiltración sobre lecho fijo.
- Soportes colonizados con bacterias AOB y ANAMMOX.
- 10 - Menor tamaño del reactor ya que soporte del material biológico ocupa mucho menos espacio.
- Mejora de la eficiencia del proceso ya que el biofiltro proporciona mucha superficie específica que permite una mayor concentración de biomasa con lo que se mejora la principal limitación de la oxidación anaerobia autotrófica que es su baja velocidad
- 15 de tratamiento.

Aunque se ha descrito la presente invención en conexión con varias realizaciones, puede apreciarse a partir de la descripción que pueden hacerse varias combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ellas y que están dentro del alcance de la invención

20 definido en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Método para la eliminación de nitrógeno en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a  $1500 \text{ mgN}_{\text{total}}/\text{L}$  y una relación de  $\text{DBO}_5/\text{N}_{\text{total}}$  de entre 0,01 y 1, que comprende la etapa de someterlo a un proceso biopelícula de oxidación anaerobia autotrófica, caracterizado porque dicha etapa se lleva a cabo haciendo pasar al influente por un biofiltro en lecho fijo constituido por un conjunto de partículas granulares colonizadas por bacterias AOB y bacterias ANAMMOX, teniendo dichas partículas granulares un tamaño efectivo ( $d_{10}$ ) comprendido entre 2,0–8,0 mm y una superficie específica mínima de  $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

2. Método según la reivindicación 1, en el que dichas partículas granulares tienen un coeficiente de uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ) inferior a 1,5.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que dichas partículas granulares tienen una porosidad comprendida entre 40 y 60%.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dichas partículas granulares tienen una densidad comprendida entre  $1100$  y  $1500 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la densidad aparente del conjunto de partículas granulares dispuestas en dicho lecho fijo está comprendida entre  $600$  y  $900 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dichas partículas granulares están hechas de arcilla expandida.

7. Sistema para eliminación de nitrógeno en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a  $1500 \text{ mgN}_{\text{total}}/\text{L}$  y una relación de  $\text{DBO}_5/\text{N}_{\text{total}}$  de entre 0,01 y 1, que comprende un reactor biológico (11) para llevar a cabo en el mismo un proceso de biopelícula de oxidación anaerobia autotrófica, un subsistema de alimentación de dicho influente al reactor biológico (11) y un sub-sistema de salida del efluente resultante del paso de dicho influente por el reactor biológico (11), caracterizado porque dicho reactor biológico (11) comprende un biofiltro en lecho fijo (13), constituido

por un conjunto de partículas granulares colonizadas por bacterias AOB y bacterias ANAMMOX, teniendo dichas partículas granulares un tamaño efectivo ( $d_{10}$ ) comprendido entre 2,0–8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

5            8. Sistema según la reivindicación 7, en el que dichas partículas granulares tienen un coeficiente de uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ) inferior a 1,5.

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en el que dichas partículas granulares tienen una porosidad comprendida entre 40 y 60%.

10

10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que dichas partículas granulares tienen una densidad comprendida entre 1100 y 1500 kg/m<sup>3</sup>.

11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en el que la densidad aparente del conjunto de partículas granulares dispuestas en dicho lecho fijo (13) está comprendida entre 600 y 900 kg/m<sup>3</sup>.

15

12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que dichas partículas granulares están hechas de arcilla expandida.

20

13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7-12, que también comprende medios para controlar que en el reactor biológico (11) se cumpla una o más de las siguientes condiciones operativas:

- Un contenido de oxígeno del influente menor de 2 mg/l.

25

- Una temperatura de funcionamiento entre 10 y 40°C, preferentemente entre 30 y 35°C.

- Un tiempo de retención hidráulico del biofiltro en lecho fijo (13) comprendido entre 6 h y 18 h.

- Un pH comprendido entre 6,0 y 9,5 preferentemente entre 6,5 y 8,0.

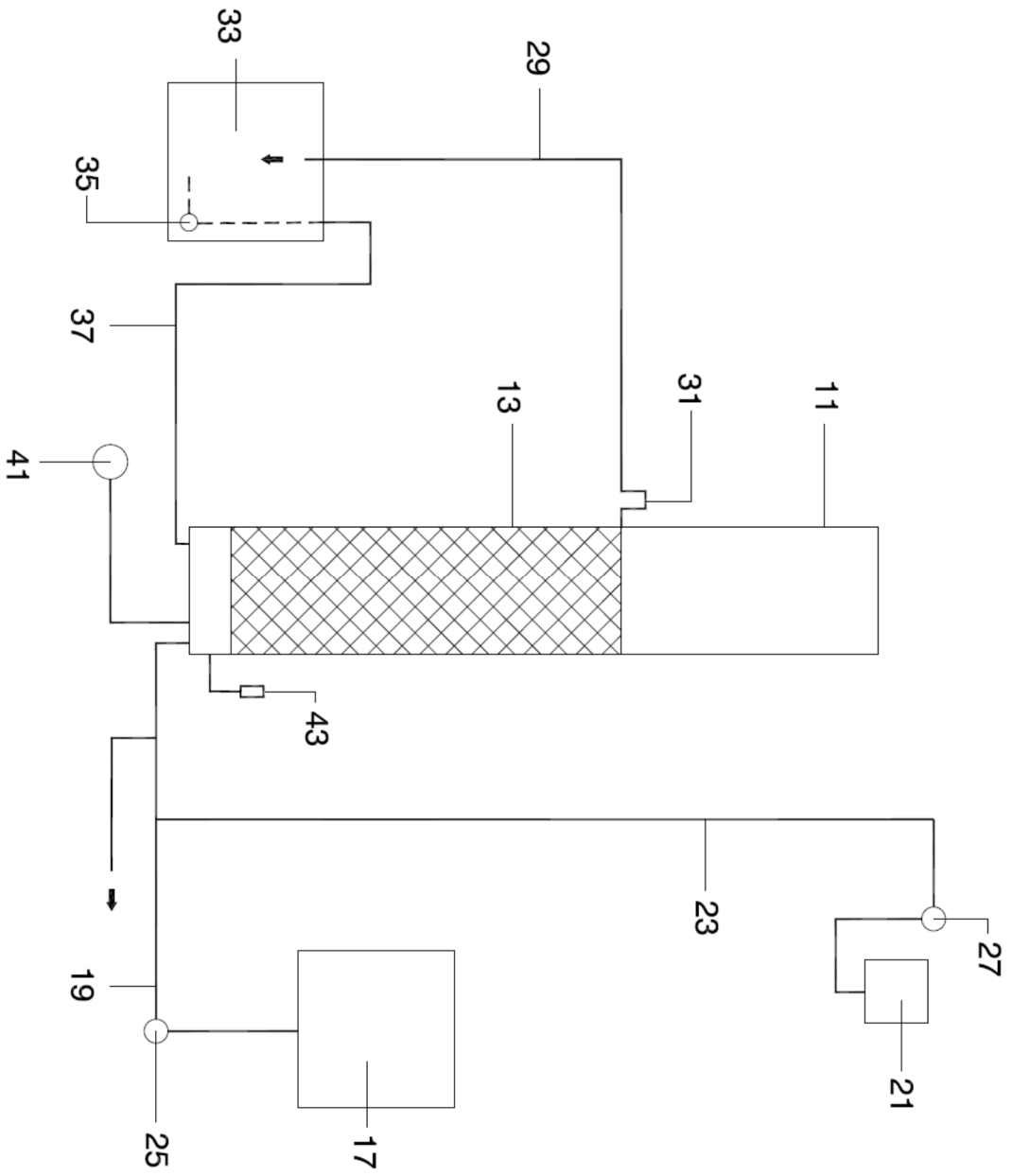


FIG. 1



**FIG. 2**



- ②① N.º solicitud: 201531526  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.10.2015  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C02F3/30** (2006.01)  
C02F101/16 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	FURUKAWA, K. et al. Development of single-stage nitrogen removal using anammox and partial nitrification (SNAP) and its treatment performances. Water Science and Technology. 2006, Vol. 53, Nº 6, páginas: 83-90. ISSN 0273-1223 (impreso). <Doi:10.2166/wst.2006.175>	1,7,13
A	YU, Y.-C. et al. Effects of HRT and nitrite/ammonia ratio on anammox discovered in a sequencing batch biofilm reactor. RSC Advances. 2014, Vol. 4, Nº 97, páginas: 54798-54804. ISSN 2046-2069 (electrónico). <Doi:10.1039/c4ra06148a>	1-4,7-10,13
A	VAZQUEZ-PADIN, J. et al. Microbial community distribution and activity dynamics of granular biomass in a CANON reactor. Water Research. Agosto 2010, Vol. 44, Nº 15, páginas: 4359-4370. ISSN 0043-1354. <Doi:10.1016/j.watres.2010.05.041>	1,7,13
A	FURUKAWA, K. et al. Innovative treatment system for digester liquor using anammox process. Bioresource Technology. Noviembre 2009, Vol. 100, Nº 22, páginas: 5437-5443. ISSN 0960-8524. <Doi:10.1016/j.biortech.2008.11.055>	1,7,13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
23.02.2016

Examinador  
E. Relaño Reyes

Página  
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, MEDLINE, BIOSIS, EMBASE, XPESP, NPL, COMPENDEX, INSPEC



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.02.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	FURUKAWA, K. et al. Water Science and Technology. 2006, Vol. 53, Nº 6, páginas: 83-90.	2006
D02	YU, Y.-C. et al. RSC Advances. 2014, Vol. 4, Nº 97, páginas: 54798-54804.	2014
D03	VAZQUEZ-PADIN, J. et al. Water Research. Agosto 2010, Vol. 44, Nº 15, páginas: 4359-4370.	08.2010
D04	FURUKAWA, K. et al. Bioresource Technology. Noviembre 2009, Vol. 100, Nº 22, páginas: 5437-5443.	11.2009

D01 divulga un procedimiento y una instalación para la eliminación de nitrógeno en aguas residuales mediante oxidación anaerobia autotrófica, en el que se hace pasar el influente por un biofiltro de lecho fijo colonizado por bacterias que oxidan amonio (AOB) y bacterias que realizan la oxidación anaerobia del nitrógeno (ANAMMOX). Las condiciones de dicho procedimiento fueron una temperatura de entre 27 y 35°C y un pH de entre 6 y 7,9.

En D02 se anticipa un método y un sistema para la eliminación de nitrógeno en aguas residuales mediante oxidación anaerobia autotrófica, en el cual el influente pasa por un reactor con biofilm discontinuo secuencial (SBBR). Con tal fin, se mantuvo la temperatura a 34 - 36°C, el pH a 7 y el tiempo de retención hidráulico osciló entre 6 y 72 horas.

D03 describe un procedimiento y un reactor discontinuo secuencial CANON, en el que se produce la eliminación del nitrógeno de aguas residuales mediante oxidación anaerobia autotrófica. La concentración de O<sub>2</sub> disuelto fue de 6,6 mg/l y la temperatura 20°C.

En D04 se estudia la eficiencia de un método y su correspondiente reactor, en la eliminación nitrógeno en aguas residuales con una concentración de nitrógeno de 1600 - 2200 mg N<sub>total</sub>/l, en el que las bacterias AOB y ANAMMOX, se encuentran embebidas en sendos geles de PEG. En este caso, la concentración de O<sub>2</sub> fue de 1,5 - 5 mg/l, el pH menor de 7,8 y la temperatura de 30°C.

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la presente solicitud, es un método para la eliminación de nitrógeno mediante oxidación anaerobia autotrófica, en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mg N<sub>total</sub>/l y una relación de DBO<sub>5</sub>/N<sub>total</sub> de entre 0,01 y 1, que comprende hacer pasar el influente por un biofiltro de lecho fijo constituido por partículas granulares de tamaño efectivo 2,0 - 8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, colonizadas por bacterias AOB y ANAMMOX (reivindicación 1). Las partículas granulares presentan un coeficiente de uniformidad (d<sub>60</sub>/d<sub>10</sub>) inferior a 1,5, una porosidad entre 40 - 60%, una densidad de 1100 - 1500 kg/m<sup>3</sup>, y están hechas de arcilla expandida (reivindicaciones de la 2 a la 4 y 6). Además, la densidad aparente del conjunto de partículas granulares dispuestas en el lecho fijo es de 600 - 900 kg/m<sup>3</sup> (reivindicación 5). También se incluye un sistema para la eliminación de nitrógeno en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mg N<sub>total</sub>/l y una relación de DBO<sub>5</sub>/N<sub>total</sub> de entre 0,01 y 1, que comprende un reactor biológico, un subsistema de alimentación de dicho influente al reactor y un subsistema de salida del efluente resultante, caracterizado por que dicho reactor comprende un biofiltro de lecho fijo constituido por partículas granulares de tamaño efectivo 2,0 - 8,0 mm y una superficie específica mínima de 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, colonizadas por bacterias AOB y ANAMMOX (reivindicación 7). En las reivindicaciones de la 8 a la 12, se especifica que las características de las partículas granulares y su densidad aparente en el lecho fijo, son las mismas que las indicadas en las reivindicaciones de la 2 a la 6. Por último, el sistema comprende medios de control para que el contenido de oxígeno del influente sea menor de 2 mg/l; la temperatura de funcionamiento se encuentre entre 10 y 40°C; el tiempo de retención hidráulico sea de 6 - 8 horas; o el pH se encuentre entre 6,0 - 9,5 (reivindicación 13).

## 1. NOVEDAD Y ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 6.1 y 8.1 L.P. 11/1986)

### 1.1. REIVINDICACIONES DE LA 1 A LA 6

La reivindicación 1 tiene por objeto, un método para la eliminación de nitrógeno mediante oxidación anaerobia autotrófica, en un influente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mg  $N_{total}/l$  y una relación de  $DBO_5/N_{total}$  de entre 0,01 y 1, que comprende hacer pasar el influente por un biofiltro de lecho fijo, constituido partículas granulares de tamaño efectivo 2,0 - 8,0 mm y una superficie específica mínima de 800  $m^2/m^3$ , colonizadas por bacterias AOB y ANAMMOX.

Los documentos D01 - D04 anticipan distintos procedimientos de eliminación de nitrógeno en aguas residuales mediante oxidación anaerobia autotrófica.

Aunque D01 divulga un procedimiento en el que se utiliza un lecho fijo, el soporte en el que se encuentran las bacterias AOB y ANAMMOX es una red de fibra acrílica.

En D02 se utiliza un reactor SBBR, en el que las bacterias ANAMMOX y AOB están retenidas en soportes de polietileno en forma de anillo o de disco.

D03 describe un reactor discontinuo secuencial CANON, en el cual las bacterias AOB y ANAMMOX, están en lodos granulares de 5 mm de diámetro.

Por último, en D04 se presenta un procedimiento, en el que las bacterias AOB y ANAMMOX se encuentran embebidas en sendos geles de PEG.

En consecuencia, ninguno de los documentos citados, considerados individualmente o combinados entre sí, divulgan las características técnicas incluidas en la reivindicación 1.

Por lo tanto, la reivindicación 1 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva (art. 6.1 y 8.1 L.P. 11/1986)

Las reivindicaciones de la 2 a la 6 son dependientes de la reivindicación 1, y al igual que ésta presentan novedad y actividad inventiva (art. 6.1 y 8.1 L.P. 11/1986).

### 1.2. REIVINDICACIONES DE LA 7 A LA 13.

El objeto de la solicitud, según la reivindicación 7, es un sistema de eliminación de nitrógeno en un efluente de aguas residuales con un contenido de nitrógeno inferior a 1500 mg  $N_{total}/l$  y una relación de  $DBO_5/N_{total}$  entre 0,01 y 1, que comprende un reactor biológico, un subsistema de alimentación de dicho influente al reactor y un subsistema de salida del efluente resultante, caracterizado por que dicho reactor comprende un biofiltro de lecho fijo constituido partículas granulares de tamaño efectivo 2,0 - 8,0 mm y una superficie específica mínima de 800  $m^2/m^3$ , que están colonizadas por bacterias AOB y ANAMMOX.

Como se ha indicado en el apartado anterior, en ninguno de los documentos citados D01 - D04, tanto si se consideran de manera individual como en combinación, se anticipa un reactor con un biofiltro de lecho fijo con las características técnicas incluidas en la reivindicación 7.

Por este motivo, la reivindicación 7 tiene novedad y actividad inventiva (art. 6.1 y 8.1 L.P. 11/1986).

Las reivindicaciones de la 8 a la 13 son dependientes de la 7, por lo que también cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva (art. 6.1 y 8.1 L.P. 11/1986).