

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 002**

21 Número de solicitud: 200901615

51 Int. Cl.:

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 3/08 (2006.01)

C02F 9/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **21.07.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **17.07.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **17.07.2012**

71 Solicitante/s:
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
Edificio CACTUS - Campus Sur
15782 Santiago de Compostela, A Coruña, ES

72 Inventor/es:
BUNTNER, DAGMARA;
GARRIDO FERNÁNDEZ, JUAN MANUEL y
LEMA RODICIO, JUAN MANUEL

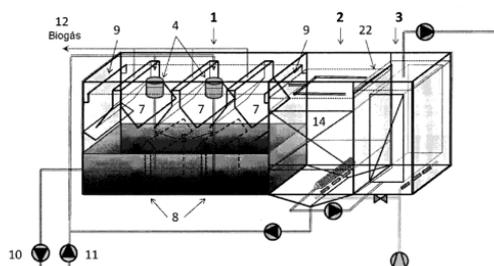
74 Agente/Representante:
No consta

54 Título: **REACTOR BIOLÓGICO DE MEMBRANAS DE TRES ETAPAS, METANOGÉNICA, AEROBIA Y DE FILTRACIÓN, PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.**

57 Resumen:

Reactor biológico de membranas de tres etapas, metanogénica, aerobia y de filtración, y procedimiento para la depuración de aguas residuales urbanas o industriales. El reactor consta de tres cámaras, una cámara anaerobia metanogénica (1), una cámara aerobia (2) y una cámara de filtración (3). En la cámara anaerobia (1) se promueve la eliminación de la materia orgánica presente en el agua residual, usando biomasa anaerobia, generándose un biogás con alto contenido en metano. En la cámara aerobia (2) se mantiene un soporte de partículas plásticas, con una biopelícula de microorganismos aerobios para eliminar la materia orgánica remanente en el agua. El reactor incorpora una cámara de filtración (3) con módulos de microfiltración o ultrafiltración de membranas sumergidas con los que se obtiene un agua depurada, libre de sólidos en suspensión y microorganismos. El reactor se caracteriza por una baja generación de fango y consumo de energía.

Figura 1



ES 2 385 002 A1

DESCRIPCION

Reactor biológico de membranas de tres etapas, metanogénica, aerobia y de filtración, para la depuración de aguas residuales.

Sector de la técnica

5 El reactor biológico de membranas de tres etapas, metanogénica aerobia y de filtración, es un reactor propuesto para depurar aguas residuales en las que se requiera una alta eficacia de eliminación de materia orgánica mediante el uso de un reactor que genere una menor producción de lodos y menor consumo de energía, y en el que se obtiene un efluente final libre de sólidos en suspensión. La presente invención combina las ventajas de sistemas biológicos anaerobios (baja producción de fango y generación de un biogás aprovechable) aerobios (baja Demanda Química de Oxígeno (DQO) del efluente depurado, independientemente de la temperatura de operación) y de filtración de 10 membranas (alta calidad del efluente, concentración despreciable de sólidos en suspensión o microorganismos). El reactor está especialmente indicado para la depuración de aguas residuales urbanas o industriales con concentraciones bajas o 15 moderadas de materia orgánica (entre 150 y 5.000 mg/L de DQO).

Estado de la técnica

Descripción del estado de la técnica de: A.- Fundamentos de los procesos biológicos de tratamiento de aguas, y B.- Las tecnologías de tratamiento biológico aerobia y anaerobia, de aguas residuales, así como de los biorreactores de membrana aerobios o anaerobios 20 metanogénicos desarrollados hasta la actualidad.

Se indican las fortalezas y debilidades de cada una de las tecnologías presentadas y como la combinación de los puntos fuertes de cada tecnología ha llevado al desarrollo de los reactores biológicos de membrana de tres etapas, metanogénica, aerobia y de filtración, que se presentan en esta invención.

25 A.- Fundamentos de los procesos biológicos de tratamiento de aguas

Los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales se utilizan ampliamente para eliminar contaminantes orgánicos, compuestos de nitrógeno o fósforo, de aguas residuales y se basan en el uso de cultivos mixtos formados en el que crecen una amplia variedad de bacterias, hongos, algas, protozoos y metazoos que hacen uso de los 30 contaminantes presentes en el agua residual (Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4ª Edición, Ed. McGraw Hill 2003; Henze M. y colaboradores, Wastewater treatment: biological and chemical processes, Ed. Springer, 2002).

La eliminación de la materia orgánica en sistemas biológicos de tratamiento se realiza 35 usando dos tipos de procesos biológicos diferentes: procesos aerobios y procesos anaerobios metanogénicos. En los procesos aerobios se utilizan microorganismos

aerobios heterótrofos, que en presencia de oxígeno emplean los compuestos orgánicos presentes en el agua residual, produciendo dióxido de carbono, agua y nuevos microorganismos. Los procesos anaerobios metanogénicos se realizan mediante la intervención de diversos grupos tróficos de microorganismos que degradan los contaminantes orgánicos en etapas, produciendo como productos finales del proceso de degradación un biogás rico en dióxido de carbono y metano. Durante la degradación anaerobia de contaminantes orgánicos se originan nuevos microorganismos, aunque en menor cantidad a la observada mediante el uso de procesos aerobios.

Uno de los puntos claves de cualquier proceso de tratamiento biológico es el poder mantener una concentración adecuada de microorganismos/biomasa en el sistema. Ello se logra básicamente mediante el uso de dos procesos: procesos de biomasa en suspensión, en los que los microorganismos se agregan formando flóculos que se mantienen en suspensión; y procesos de biopelículas, en los que se fomenta el crecimiento de la biomasa adherida a soportes o gránulos.

B.- Tecnologías de tratamiento biológico de aguas residuales

B.1.- Tecnologías de tratamiento aerobio

De los reactores de biomasa en suspensión utilizados en el tratamiento de aguas residuales, destaca el reactor de lodos activos con sus múltiples configuraciones. Esta tecnología fue desarrollada en el Reino Unido por Andern y Lockett en 1914 (Andern E. y Lockett W.T. J. Soc. Chem. Ind., 33, 523 (1914)) y en su configuración más elemental consta de un reactor, donde se mantiene un cultivo microbiano en suspensión en condiciones aerobias, y un sedimentador con el cual se puede separar el agua residual tratada del lodo microbiano, el cual se recircula al sistema biológico. El reactor de lodos activos se diseñó, en principio, para la eliminación de materia orgánica del agua residual, pero posteriormente se desarrollaron infinidad de variaciones del proceso para la eliminación de compuestos de nitrógeno y fósforo. Una de las limitaciones más importantes del sistema de lodos activos es la de operar con bajas concentraciones de biomasa, lo que limita la velocidad de conversión de contaminantes en la unidad e implica que se deban construir unidades relativamente voluminosas para tratar un caudal de agua determinado. Aún así, es el reactor de tratamiento biológico más utilizado para depurar aguas residuales ya que es un sistema robusto y fiable.

Los filtros percoladores, los contactores biológicos rotatorios y los filtros biológicos sumergidos son los principales reactores que utilizan biopelículas (biofilm) de microorganismos inmovilizados.

Los filtros percoladores se utilizan desde el siglo XIX en el tratamiento de aguas residuales. Consisten en un tanque abierto relleno con guijarros, piedras, o un relleno plástico, etc. sobre el que crece una biopelícula de microorganismos. El agua residual se

esparce sobre la parte superior del relleno, usando unos sistemas de distribución o duchas, de forma que se moja todo el relleno poniendo en contacto el agua residual con las biopelículas y el aire presentes en el seno del relleno, fomentando de esta forma los procesos biológicos de degradación aerobia.

- 5 Los contactores biológicos rotatorios, también conocidos como biodiscos, están constituidos por un soporte formado por discos plásticos, de alta superficie específica, sobre los que crece una biopelícula. Estos discos están acoplados a un eje rotatorio que se dispone parcialmente sumergido en un tanque que contiene el agua residual a tratar. La rotación de los discos plásticos permite la correcta transferencia de oxígeno desde el
10 aire a la biopelícula y facilita el contacto de la biopelícula con los contaminantes presentes en el agua residual (Henze M. *op. cited*, (2002)).

El principio de operación de los filtros biológicos sumergidos es semejante al de los filtros percoladores, aunque en estos sistemas se inunda totalmente la columna conteniendo un relleno con agua residual. El suministro de aire, si se precisase, se
15 garantiza mediante la inyección de aire, aunque existen también unidades que operan en condiciones anóxicas para la desnitrificación de aguas residuales. Se utilizan como soportes para el crecimiento de las biopelículas materiales orgánicos como el polietileno, poliestireno, poliuretano, partículas granulares de arcilla expandida, partículas de puzolana, arena, u otros materiales con tamaños comprendidos generalmente entre 1 y
20 5 mm. Los primeros biofiltros, que se construyeron a escala industrial, se desarrollaron en los años 70 en Francia usando arcillas expandidas como soporte (Lazarova y Manem, "Innovative Biofilm Treatment Technologies for Water and Wastewater Treatment". En: *Biofilms II: Process Analysis and Applications*, Editorial Wiley, (2000)). En general los biofiltros sumergidos son unidades muy compactas que se utilizan con diversos fines:
25 eliminación anaerobia de materia orgánica, desnitrificación y/o oxidación aerobia de materia orgánica, poseen velocidades de eliminación de contaminante relativamente elevadas. Uno de los problemas más generales, a la hora de aplicarlo, se deriva de su mayor complejidad técnica.

Los reactores biológicos híbridos combinan la presencia de biomasa en la suspensión
30 con la de biomasa inmovilizada en un soporte en el mismo sistema y son en cierta medida una combinación de los reactores biológicos de biomasa en suspensión y de biopelículas usados para el tratamiento de aguas residuales. Estos sistemas permiten el mantenimiento de concentraciones elevadas de biomasa activa en los reactores y combinan las ventajas de los sistemas de biomasa en suspensión, alta calidad del
35 efluente depurado y sistemas robustos que soportan bien variaciones de las condiciones de operación, con la de los sistemas de biopelícula, sistemas que en los que se puede aplicar una mayor carga de contaminantes.

Ejemplos de utilización de sistemas híbridos para el tratamiento de aguas residuales son las patentes US5061368 y las referencias bibliográficas (Andreottola et al.; Münch et al.; Ødegaard et al.; Wat.Sci.Technol. V41, Nº4-5, (1999)) en las que utilizan alguno de los soportes plásticos como los que figuran en las patentes US5458779, US5543039 y
 5 US6126829 para mejorar el rendimiento de diversos reactores biológicos en las que crece biomasa tanto en suspensión como en las biopelículas. Estas invenciones utilizan decantadores secundarios para separar los sólidos en suspensión del agua tratada, por lo que su eficacia puede verse afectada si se aplican velocidades de carga orgánica elevadas o si los sistemas se operan con ciertas aguas residuales problemáticas, ya que se puede
 10 generar una biomasa en suspensión con malas características de sedimentabilidad que no separaría bien mediante decantación. En todos los sistemas híbridos señalados el uso del soporte no sólo mejora la capacidad de tratamiento de materia orgánica en el agua residual, sino especialmente de compuestos nitrogenados.

B.2. Tecnologías de tratamiento anaerobio metanogénico

Aunque hace más de cien años que se utilizan procesos del tratamiento anaerobio metanogénicos para tratar aguas residuales, no sería hasta los años 70 y 80 del siglo pasado en los que su uso se popularizaría, con el desarrollo de nuevas tecnologías (McCarty P.L. y Smith D.P., Env.Sci.Technol. 20 (12), 1200 (1986)). Entre las tecnologías desarrolladas en las últimas décadas se pueden destacar la del filtro anaerobio (AF),
 15 reactores de mantos de lodos (UASB), reactores de lecho expandido (EGSB) (Speece, R.E., Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewater, Archae Press, Nashville, Tennessee (1996)). De entre todas estas tecnologías solamente la de reactores UASB ha tenido cierto éxito para el tratamiento de aguas residuales urbanas. El reactor UASB fue desarrollado en los años 70 en los Países Bajos, el éxito del reactor UASB se debe a su
 20 simplicidad y a las facilidades que presenta su operación.

El reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) está formado por un manto de lodo anaerobio, que se localiza en la parte inferior del sistema, y un separador Gas-Líquido-Sólido (GLS), situado en parte superior del reactor. El manto de lodo en el fondo del reactor está formado tanto por la acumulación de sólidos en suspensión como de
 30 microorganismos agregados tanto en forma de flóculos como de gránulos. El separador GLS permite recuperar gran parte de los sólidos que son arrastrados por la corriente ascendente de agua y biogás, recogiendo las burbujas de biogás mediante una serie de campanas ubicadas estratégicamente a lo largo de la parte superior del sistema. Destacar que el reactor UASB funciona como la combinación de un decantador secundario, un
 35 reactor biológico en el que se degrada la materia orgánica soluble y un digestor del lodo donde se hidroliza la materia en suspensión retenida por el manto de lodo.

La tecnología UASB ofrece una manera simple y eficaz de reducir la presencia de contaminantes orgánicos de aguas residuales urbanas, en regiones cálidas o tropicales

del planeta en los que el agua residual presenta una temperatura mayor de 20 °C, a lo largo del año. Su uso se ha popularizado en países como la India, Pakistán, China, Colombia, Brasil, Indonesia o Egipto. Algunas de las plantas instaladas utilizan el biogás generado para cubrir las demandas energéticas de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

El uso del reactor UASB, para el tratamiento de aguas residuales urbanas, en países con climas fríos o templados, no es viable debido a una combinación de factores interrelacionados como serían la baja productividad celular de la biomasa anaerobia, la baja actividad de los microorganismos a bajas temperaturas que dan lugar a que no se puedan compensar las pérdidas de capacidad que se originan de forma continua en el sistema por lavado de una pequeña fracción de la biomasa con el efluente final. Dichas pérdidas con aguas a mayor temperatura (países cálidos) se ven compensadas por la mayor actividad del lodo, pero en países con aguas frías o templadas dan lugar a que se entre en un círculo vicioso en el que la pérdida de biomasa impide aumentar la capacidad y la disminución de la capacidad de tratamiento impida producir la biomasa que se precisa para compensar las pérdidas observadas.

Aparte de las observaciones realizadas sobre temperatura, el tratamiento anaerobio de aguas residuales con baja DQO, presenta una serie de inconvenientes que impiden su uso bajo los estándares establecidos por la Unión Europea (Directiva 91/271/CEE de depuración de aguas residuales urbanas), incluso en territorios de la unión con aguas residuales "cálidas" (algunos territorios franceses de ultramar, Islas Canarias, etc.) como serían los siguientes factores: efluentes de salida con demanda biológica de oxígeno a cinco días (DBO₅) mayor de 25 mg/L y sólidos en suspensión totales superiores a 35 mg/L, indicados en la Directiva comunitaria 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

B.3. Tecnologías de Reactores Biológicos de Membranas.

La primera referencia del uso de los sistemas de filtración con membranas para la depuración de aguas residuales data de 1969, en la que se utilizó una membrana de la ultrafiltración para separar el lodo del agua tratada en un reactor de lodos activos en vez de un decantador secundario. La combinación de las tecnologías de lodos activos con la de membranas de filtración llevó al desarrollo de los biorreactores de membrana (BRM) (Brindle K. y Stephenson T., *Biotechnology and Bioengineering*, 49, 601-610 (1996)). La mayoría de sistemas biológicos de depuración de aguas residuales actuales que usan membranas de filtración son modificaciones del proceso de lodos activos, en los cuales la biomasa está en suspensión y donde se usan unidades de filtración para separar los microorganismos en suspensión del agua tratada. Las membranas usadas para este propósito son membranas porosas de microfiltración o ultrafiltración fabricadas en materiales poliméricos orgánicos o inorgánicos cerámicos/metálicos, dispuestos en

módulos de membrana de fibra hueca, placa plana o módulos tubulares, los módulos se sumergen en el mismo reactor biológico o pueden disponerse como módulos externos al lado del reactor biológico (Judd S., the MBR book, Editorial Elsevier (2006), patentes US 5.558.774 y US 6.303.035).

- 5 Los biorreactores de membrana (BRM) aseguran la retención de la biomasa por el uso de los módulos de micro o ultrafiltración, por lo que no existe riesgo de lavado de la misma. El agua depurada filtrada (permeado) está prácticamente libre de sólidos en suspensión y microorganismos, así como de gran parte de los contaminantes orgánicos coloidales, por lo que la calidad del agua depurada es mucho mayor que aquella
10 depurada en reactores de lodos activos aerobios con decantadores secundarios.

Mención especial merece la utilización de BRM aerobios en los que se fomenta el desarrollo de biopelículas sobre soportes plásticos, aparte del crecimiento de biomasa en suspensión, lo que confiere una mayor estabilidad de operación y capacidad de tratamiento al sistema BRM. En este sentido la patente ES 2.190.895, de la Universidad
15 de Santiago de Compostela, propone la adición de un soporte granulado plástico para promover el crecimiento de una biopelícula. El aumento de la capacidad de tratamiento observado se debe a que se produce cierta segregación del crecimiento de grupos tróficos en el reactor, la biomasa en suspensión tiende a estar enriquecida con microorganismos heterótrofos aerobios, mientras que la biopelícula tiende a estar
20 enriquecida con microorganismos autótrofos nitrificantes, lo que permite independizar el tiempo de residencia medio de los dos grupos tróficos, y así mejorar la capacidad de tratamiento del BRM.

Por otro lado, también se puede realizar el tratamiento de aguas usando reactores biológicos anaerobios de membrana (An-BRM); en estos sistemas las membranas de
25 filtración retienen con éxito la biomasa anaerobia metanogénica, lo cual es una ventaja ya que dicha biomasa tiene una baja velocidad de crecimiento y baja productividad celular, por lo que el uso de las membranas de filtración facilita el proceso de digestión anaerobia de aguas residuales. El uso de An-BRM se ha probado en el tratamiento de varios tipos de aguas residuales: sintéticas, de la industria alimentaria, industriales, aguas
30 residuales con el alto contenido de sólidos en suspensión e incluso para aguas residuales urbanas o industriales con baja DQO, tanto a escala laboratorio como a escala piloto o escala industrial (Liao B.Q. y colaboradores, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36 (6), pp. 489-530, 2006).

Uno de los factores que más afectan al desarrollo de la tecnología anaerobia de
35 membranas es que las membranas tienden a ensuciarse con mucha más facilidad que en ambientes aerobios, por lo que no es posible el operar las membranas con rendimientos satisfactorios, durante tiempos prolongados y se tiene que operar con flujos muy bajos. En este sentido, se define el flujo como el volumen de agua, en litros, que se puede tratar

por metro cuadrado de superficie de membrana de filtración y hora de operación, siendo un factor crítico que afecta a la viabilidad económica y técnica del sistema biológico de depuración con membranas. El flujo que se puede obtener de forma estable con membranas sumergidas de fibras huecas o placas planas, en el tratamiento de aguas residuales urbanas, a temperaturas templadas o frías (menores de 20º C), suele estar comprendido entre 15 y 35 L/m²·h para reactores biológicos aerobios (Judd S., the MBR book, Editorial Elsevier (2006) y menos de 5-10 L/m²·h para el tratamiento biológico anaerobio. Este factor afecta directamente a la viabilidad económica del proceso an-MBR, para el tratamiento de aguas residuales urbanas o aguas residuales industriales con concentración moderada o baja de DQO.

Mejoras obtenidas con la presente invención

La presente invención "reactor biológico de membranas de tres etapas, metanogénica aerobia y de filtración, para la depuración de aguas residuales" supone una mejora sobre los sistemas anteriormente señalados para el tratamiento biológico de aguas residuales urbanas o industriales con concentración baja o moderada de DQO (entre 150 y 5000 mg/L) en los que se deba eliminar los contaminantes orgánicos del agua residual a temperaturas moderadas.

Una de las principales características del reactor biológico propuesto estriba en combinar de forma adecuada, tres etapas de tratamiento en las tres cámaras de que consta la invención: cámara anaerobia metanogénica, cámara aerobia con biopelículas adheridas a un soporte y cámara con membranas de microfiltración o ultrafiltración sumergidas. La combinación adecuada de las tecnologías de tratamiento anaerobia, aerobia y de filtración de membranas permite aprovechar en el mismo reactor biológico, las ventajas y fortalezas de cada una de las tecnologías como son el menor consumo de energía y producción de lodos asociados a los procesos biológicos anaerobios, la mayor estabilidad y menor DQO del agua depurada asociada a los procesos aerobios y mayor calidad del efluente con ausencia de microorganismos y sólidos en suspensión, asociados a los tratamientos de filtración con membranas, evitando los problemas que se asocian, por separado, a cada una de estas tecnologías.

El agua residual se introduce en la cámara anaerobia, donde se elimina una parte importante de la DQO del agua residual, generándose un biogás rico en metano. El agua que sale de esta etapa, con menor concentración de DQO, llega a la segunda cámara, donde se promueve el crecimiento de microorganismos aerobios adheridos a partículas de soporte plástico en forma de biopelícula, en las que se elimina la fracción de DQO residual. Posteriormente el agua pasa a la tercera cámara, donde se filtra el agua tratada en las membranas sumergidas produciendo un permeado con una DQO menor de 40 mg/L, una DBO₅ menor de 5 mg/L y libre de sólidos en suspensión y microorganismos.

Mediante el uso de una membrana de filtración se evita la salida tanto de la biomasa anaerobia que se lava de la primera cámara como de la biomasa aerobia que se pueda desprender de la biopelícula. Dicha biomasa se recircula a la cámara anaerobia, evitando con ello el lavado de biomasa anaerobia y la pérdida de la capacidad de depuración de la cámara, observado en los sistemas anaerobios metanogénicos convencionales para el tratamiento de aguas residuales de baja carga, urbanas o industriales, a temperaturas bajas o templadas. La recirculación de la biomasa aerobia formada, hacia la cámara anaerobia metanogénica, implica que en dicha etapa se produzca, asimismo, una etapa de digestión y estabilización del lodo generado en la cámara aerobia, mejorando ligeramente la producción de biogás en el sistema y reduciéndose la cantidad de fango generado en el proceso biológico de depuración de aguas.

Gracias al uso de la segunda etapa aerobia, en la que se promueve el desarrollo de biomasa adherida como biopelícula en partículas de soporte plástico, mejora sustancialmente la eliminación de materia orgánica soluble o coloidal, de forma que se evita que estos compuestos puedan llegar a la cámara de filtración y se pongan en contacto con los módulos de membrana, disminuyendo con ello el ensuciamiento de las membranas sumergidas, lo que da más estabilidad a la operación de las unidades de filtración de la cámara de membranas. De esta forma se evitan los problemas asociados al uso de biorreactores de membrana anaerobios, en los que el ensuciamiento de los módulos de membrana impiden lograr flujos (caudal tratado por metro cuadrado de membrana) altos y se logra un reactor biológico de alta estabilidad en los que se pueden operar los módulos de filtración de membranas con los flujos observados en biorreactores de membranas aerobios, pero sin generar tanto fango ni consumir tanta energía como se observa en estos procesos.

Se señala como ventaja adicional de la presente invención, que el biogás generado permitiría para ciertas aplicaciones cubrir una parte importante de la energía que se requiere para la aireación de las cámaras aerobia con biopelículas y la operación de las membranas de filtración.

30

Breve descripción de las Figuras

Figura 1. Perspectiva en tres dimensiones del reactor híbrido de tres etapas, en el que se pueden apreciar las tres cámaras de las que consta el sistema: cámara anaerobia metanogénica (1), cámara aerobia con soporte (2) y cámara de filtración con módulos de membrana sumergidos (3).

35

Figura 2. Esquema del reactor híbrido de tres etapas en la que se pueden apreciar las tres cámaras anaerobia metanogénica (1) aerobia (2) y de filtración de membranas (3).

Figura 3. Detalle del sistema de distribución de agua residual (13) utilizado en la parte superior de la cámara aerobia (3) y detalle AA', sección transversal de uno de los brazos del sistema de distribución, en la que se observa una de los orificios de los que consta cada brazo.

- 5 Figura 4. Detalle del conducto formado por una red de malla (15) que se utiliza para extraer el agua tratada en la cámara aerobia (2) hacia la cámara de filtración (3). Se pueden apreciar los difusores de aire (18) colocados por debajo del conducto y la bomba (16) utilizada para impulsar el agua entre ambas cámaras.

Descripción detallada de la invención

- 10 En las figuras 1 y 2 se representa las características esenciales del reactor biológico de membrana de tres etapas, metanogénica, aerobia y de filtración, mientras que en las figuras 3 y 4 se señalan algunos detalles esenciales de diseño de la invención. El reactor de tratamiento consta de tres cámaras: una cámara anaerobia metanogénica (1), una cámara aerobia con soporte plástico (2) y una cámara de filtración en el que se disponen
15 módulos de membranas de ultrafiltración o microfiltración sumergidos (3).

- En la cámara anaerobia (1) se deben promover tanto el reparto homogéneo del agua residual introducida en la parte inferior del manto de fangos, como la correcta separación del agua tratada de las burbujas de biogás o de los sólidos en suspensión que pudiese arrastrar. Para ello se han dispuesto una serie de elementos en dicha cámara:
20 Arquetas de reparto (4) con mangueras plásticas (5), manto de fango anaerobio (6) en la parte inferior del reactor, campanas para la recogida de biogás en la parte superior de la cámara (7), deflectores instalados en la parte inferior de la cámara (8), rebosaderos perimetrales (9) y bomba y conducción para la purga de fango en exceso (10).

- El agua residual bruta se alimenta a la primera cámara anaerobia metanogénica (1)
25 mediante gravedad, o si la cota del agua no lo permitiese mediante el uso de un sistema de bombeo (11), utilizando para ello las arquetas de reparto (4) ubicadas en la parte superior de la cámara. De dichas arquetas de reparto parten una serie de mangueras plásticas (5) que tienen como cometido el introducir el agua residual de entrada a la parte inferior del manto anaerobio (6). El agua residual fluye en sentido ascendente a
30 través del manto anaerobio. El manto anaerobio es un fango que está constituido por microorganismos anaerobios que degradan los contaminantes orgánicos presentes en el agua residual de entrada, formando un biogás con alto contenido en metano y dióxido de carbono. El biogás se recoge, utilizando una serie de campanas (7), a los cuales se ha conectado conducciones (12) que transportarán el biogás hacia el sistema de
35 almacenamiento, incineración o aprovechamiento energético, que se instale para la correcta gestión del biogás producido. Las placas deflectoras (8) utilizadas en la parte inferior de la cámara anaerobia se utilizan para vehicular parte del biogás formado en zonas próximas a las placas, hacia las campanas de recogida (7), evitando de esta forma

que las burbujas de biogás generadas puedan salir libremente de dicha cámara, junto con el agua tratada.

La salida del agua residual tratada de la cámara anaerobia se realiza a través de una serie de rebosaderos (9) ubicados en la parte superior de la cámara anaerobia a lo largo de la lámina de agua, y que van a marcar el nivel máximo del agua en la cámara, la función de dichos rebosaderos es promover el ascenso homogéneo del agua en la parte superior de la cámara, evitando la aparición de flujos preferentes, de forma que se promueva la decantación de gran parte de las partículas de lodo que hayan ascendido con el agua hacia la parte superior de la cámara. La cámara anaerobia estará dotada de una cubierta que evite la dispersión de olores en el ambiente, así como de una conducción y bomba que se utiliza para purgar el fango en exceso (10) y mantener estable el nivel del manto de fangos (6) en dicha cámara.

La cámara aerobia (2) está formada por los siguientes elementos: sistema de distribución (13), relleno de partículas plásticas (14), malla tubular para la extracción del agua (15) dotado de una bomba (16) y bomba de recirculación (17) entre las cámaras aerobia (2) y anaerobia metanogénica (1). En el fondo de la cámara se dispone una parrilla de difusores de aire (18) con los que se introduce aire gracias al uso de una soplante (19).

El agua procedente de la cámara anaerobia metanogénica (1) se llevará hacia la cámara aerobia (2) utilizando para ello un sistema de distribución (13) que se muestra en las figuras 1 y 2 y se detalla en la figura 3. Dicho sistema de distribución esta formado por una serie de brazos o tubos paralelos dotados de una hilera de orificios en la zona inferior de los mismos, por los que se distribuirá homogéneamente el agua residual en la sección superior de la cámara aerobia. El sistema de distribución se dispondrá en la parte superior de la cámara aerobia, por debajo de la lámina superior de agua, el flujo neto de agua residual se produce en dirección descendente hacia la parte inferior de la cámara aerobia, atravesando el relleno de partículas plásticas (14).

El relleno está formada por partículas plásticas (14), de densidad similar a la del agua, que pueden moverse libremente en el seno de dicha cámara y se utiliza para promover la formación de una biopelícula de biomasa aerobia heterótrofa, que degraden aquellos compuestos biodegradables presentes en el efluente de la cámara anaerobia metanogénica: De esta forma, se garantiza una alta eliminación de materia orgánica biodegradable, soluble o coloidal, en la invención. El uso de un soporte de partículas plásticas móviles limita además la colmatación o atascamiento del lecho de relleno por acumulación de biomasa, ya que en los mismos se promueve equilibrio entre los procesos de crecimiento microbiano en la biopelícula y desprendimiento de biomasa desde la misma. El volumen aparente de la cámara aerobia ocupado por el relleno plástico estará comprendido entre un 20 y un 60%. Como relleno puede utilizarse tanto

partículas granulares plásticas, de aspecto rugoso o anillos Raschig de plástico y tamaño comprendido preferentemente entre 1 y 5 mm, como productos comerciales como son los anillos Kaldnes K1, K2 o K3 de la casa Anoxkaldnes (Anoxkaldnes global AB, Suecia) o cualquier otro producto de partículas plásticas análogo que promueva la
5 formación de una biopelícula.

La mezcla de agua residual tratada con partículas de biomasa en suspensión se bombeará desde la parte inferior de la cámara aerobia (2) hacia la cámara de filtración de membranas (3) utilizando para ello una malla de red metálica o plástica tubular (15) y una bomba (16). La malla, con una luz de paso inferior a la del tamaño de partículas de
10 soporte (y en todo caso menor siempre de 5 mm) evita la salida de partículas de relleno de la cámara aerobia. En la parte inferior de la cámara aerobia se instalará una parrilla de difusores de aire (18) que se utilizan para transferir el oxígeno que se precise para las reacciones de degradación biológica, promover el movimiento del lecho de partículas plásticas, reservando algunas unidades de difusores asimismo para evitar la colmatación
15 de la malla metálica tubular con sólidos en suspensión (véase la figura 4).

El fondo o solera de la cámara aerobia tendrá una pendiente ligera o moderada y desde el fondo parte una conducción dotada con una bomba (17) que se utiliza para llevar a la cámara anaerobia tanto el lodo anaerobio que pudiese haber salido de la misma así como las partículas de biomasa aerobia desprendidas de la biopelícula. Con
20 esta acción se evita el lavado de biomasa anaerobia de la primera cámara (1), así como se promueve la digestión anaerobia del fango formado en exceso en la segunda cámara (2) de la invención.

En la cámara de filtración (3) se instalan módulos de membrana de microfiltración o ultrafiltración (20), que pueden ser tanto de fibra hueca como de placa plana. Desde
25 dichos módulos de membrana se evacúa el agua residual depurada, libre de sólidos en suspensión y microorganismos, a través de las conducciones y bomba(s) de permeado (21). Dichos módulos operarán bajo las condiciones que especifique el fabricante de los mismos y estarán dotados de los elementos auxiliares que especifique o recomiende éste. Se instalarán difusores de burbuja gruesa (23), instalados por debajo de los
30 módulos de membranas, para evitar o limitar el ensuciamiento de las mismas. Parte de la corriente de agua depurada que se bombeó desde la cámara aerobia (2) saldrá filtrada y libre de sólidos en suspensión, como permeado, a través de los módulos de membrana (20), mientras que otra parte con los sólidos en suspensión concentrados retornará por gravedad a la cámara aerobia, a través de un rebosadero (22) instalado en la parte
35 superior de la cámara de filtración. De esta forma se evitará la acumulación de sólidos en suspensión en la cámara de filtración.

EJEMPLO DE UNA REALIZACIÓN

5 A modo de ejemplo se determina las principales características de un sistema de tratamiento de un agua residual urbana producida en una población de 10.000 habitantes equivalentes, con una generación de DQO de 125 g DQO por habitante equivalente y día (o 60 g DBO₅ por habitante equivalente y día) y una generación de agua residual de 200 L por habitante equivalente y día, que tratará 1250 kg DQO/d y 2500 m³/d de media en tiempo seco.

10 Se fija una velocidad de carga orgánica de 1 kg DQO/m³ d, que está comprendido entre las de 0,5 y 2 kg DQO/m³ d bajo las cuales podría operar la invención. El volumen total del reactor biológico sería de 1250 m³. El volumen de las cámaras sería de cámara anaerobia 812,5 m³, cámara aerobia 250 m³ y cámara de filtración 187,5 m³, considerando que el volumen se repartiría en un 65% para la cámara anaerobia, 20% para la cámara aerobia y un 15% para la cámara de filtración. El volumen aparente de soporte, utilizado en la cámara aerobia, sería de unos 125 m³.

15 Se estima que el un 50 y un 80 % de la DQO biodegradable, presente en el agua residual de entrada, se degradará en la cámara anaerobia metanogénica, siendo la restante 20-50 % eliminada en la cámara aerobia o incluso en la cámara de membranas. La producción de lodo, sería de 150 kg SST/d, el efluente filtrado o permeado tendría una DQO menor de 40 mg/L, DBO₅ menor de 5 mg/L y estaría prácticamente libre de sólidos en suspensión y microorganismos, facilitando incluso una potencial reutilización de las
20 aguas residuales depuradas, mientras que los módulos de membrana operarían con flujos iguales o mayores de 15-20 L/m²·h.

REIVINDICACIONES

1.- Reactor biológico de membranas, de tres etapas, metanogénica, aerobia y de filtración, para la depuración de aguas residuales, caracterizado por estar compuesto de tres cámaras: cámara anaerobia metanogénica (1), cámara aerobia (2) y cámara de
5 filtración de membranas (3).

2.- Reactor, según la reivindicación 1, caracterizado porque la cámara anaerobia metanogénica (1) está dotada de arquetas de reparto (4) con mangueras plásticas (5), un manto de fango anaerobio (6) en la parte inferior del reactor, campanas para la recogida de biogás en la parte superior de la cámara (7), deflectores instalados en la parte inferior
10 de la cámara (8), rebosaderos (9) y bomba y conducción para la purga de fango en exceso (10).

3.- Reactor, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque en la cámara anaerobia (1) se introduce de forma homogénea el agua residual a través de la parte inferior del manto de fangos usando las arquetas de reparto (4) y mangueras plásticas
15 (5), el agua residual tratada en la cámara anaerobia abandona la misma a través de los rebosaderos (9) colocados a lo largo de la superficie de la lámina de agua; el nivel del manto de fangos se controlará purgando lodo del mismo a través de una conducción y bomba de purga de fangos (10).

4.- Reactor, según la reivindicación 1, caracterizado porque en la cámara aerobia (2) se ha dispuesto un relleno de partículas plásticas móviles (14); se instalará al menos una soplante (19) que insufla aire hacia una parrilla de difusores de aire (18) en el fondo de la cámara aerobia que se utilizan para transferir oxígeno y promover el movimiento de las partículas de soporte plástico.

5.- Reactor, según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque en la cámara
25 aerobia (2) se dispondrá entre el 20% y el 60% de volumen aparente ocupado por el relleno de partículas plásticas (14); como relleno pueden utilizarse tanto partículas granulares plásticas, de aspecto rugoso, y tamaño comprendido preferentemente entre 1 y 5 mm, anillos Raschig de plástico, o productos comerciales que cumplan una función análoga.

6.- Reactor, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado por el uso de un
30 sistema de distribución (13) formado por tubos perforados longitudinalmente, que introducirán el agua residual pretratada en la cámara anaerobia (1); se utilizará una red de malla de forma tubular para la extracción del agua (15) y una bomba (16) para impulsar el agua desde la cámara aerobia (2) hacia la cámara de filtración de membranas
35 (3); donde dicha red de malla debe tener una luz de paso menor que el tamaño de las partículas plásticas, siendo en todo caso, la luz de paso menor de 5 mm y se garantizará su limpieza ubicando algunos difusores de aire de la parrilla (18) por debajo de la misma;

se utilizará una conducción y bomba (17) para recircular agua y lodo desde la cámara aerobia (2) hacia la cámara anaerobia (1).

5 7.- Reactor, según la reivindicación 1, caracterizado porque en la cámara de filtración de membranas (3) se han dispuesto módulos de microfiltración o ultrafiltración de membrana sumergidos (20), dotados de sus respectivas bombas (21) para la extracción de permeado y aireadores de burbuja gruesa (23), que garanticen el correcto funcionamiento de los módulos de membranas, se recomienda el uso de módulos de fibra hueca o de placas planas.

10 8.- Reactor, según las reivindicaciones 1 y 7, caracterizado porque en la cámara de filtración de membranas se separa el agua depurada mediante los módulos de membrana sumergidas (20) y porque se recircula el licor de mezcla, con sólidos en suspensión desde la cámara de filtración (3) hacia la cámara aerobia (2) a través de un rebosadero (22) colocado en la parte superior de la cámara de filtración.

15 9.- Procedimiento para el tratamiento de aguas residuales, mediante un reactor según las reivindicaciones anteriores, que comprende tres etapas de tratamiento en serie: etapa anaerobia metanogénica, etapa aerobia y etapa de filtración.

20 10.- Procedimiento, según la reivindicación 9, y mediante un reactor según las reivindicaciones 1, 2 y 3, caracterizado porque la etapa de tratamiento anaerobia metanogénica se produce gracias al manto de fango o lodo anaerobio (6) dispuesto en la cámara anaerobia (1), el cual degrada gran parte de la materia orgánica que contiene el agua residual, en términos de Demanda Química de Oxígeno (DQO), produciéndose un biogás con alto contenido en metano y dióxido de carbono, que es recogido por las campanas (7).

25 11.- Procedimiento, según la reivindicación 9, y mediante un reactor según las reivindicaciones 1, 4, 5 y 6, caracterizado porque la etapa de tratamiento aerobia se basa en la utilización de biopelículas de microorganismos aerobios heterótrofos adheridos al relleno de partículas plásticas móviles (14) que se encuentran en la cámara aerobia (2), dichas biopelículas eliminan aquellos compuestos biodegradables que no hayan sido eliminados durante la etapa de tratamiento anaerobio metanogénica; el uso de las partículas plásticas móviles limita la colmatación del relleno ya que en los mismos se promueve el desprendimiento de la biomasa aerobia generada en exceso.

30 35 12.- Procedimiento, según la reivindicación 9, y mediante un reactor según las reivindicaciones 1, 7 y 8, caracterizado porque la etapa de filtración se logra mediante el uso de módulos de membranas sumergidos (20) en una cámara de filtración (3), con dichos módulos se logra obtener un agua depurada libre de sólidos en suspensión y microorganismos, evitando la salida con el agua depurada tanto del lodo generado en exceso durante la etapa aerobia como de aquel lodo anaerobio que hubiese abandonado

la cámara anaerobia metanogénica (1) tras la etapa anaerobia metanogénica, dicho lodo con sólidos en suspensión aerobios o anaerobios retorna desde la etapa de filtración hacia la etapa de tratamiento aerobia a través de un rebosadero (22).

5 13.- Procedimiento, según la reivindicación 9 y 12, y mediante un reactor según las reivindicaciones 1, 6 y 8, caracterizado porque se logra mantener la capacidad de tratamiento de la etapa anaerobia metanogénica, usando un sistema de recirculación de lodo compuestos por la conducción y bomba (17) instaladas en la cámara aerobia (2); con esta medida se devuelve el lodo del manto de fango anaerobio (8) de la cámara anaerobia (1) que hubiese migrado hacia las etapas aerobia y de filtración y se promueva a la vez, la digestión anaerobia del lodo generado en exceso durante la etapa de
10 tratamiento aerobio.

14.- Uso de un reactor y un procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, para la depuración de materia orgánica y eliminación de sólidos en suspensión en aguas residuales urbanas y/o industriales;

15 15.- Uso de un reactor y un procedimiento, según la reivindicación 14, especialmente recomendado para el tratamiento de aguas residuales con bajas concentraciones de materia orgánica medida como DQO, comprendida preferentemente entre 150 y 5000 mg/L de DQO.

Figura 1

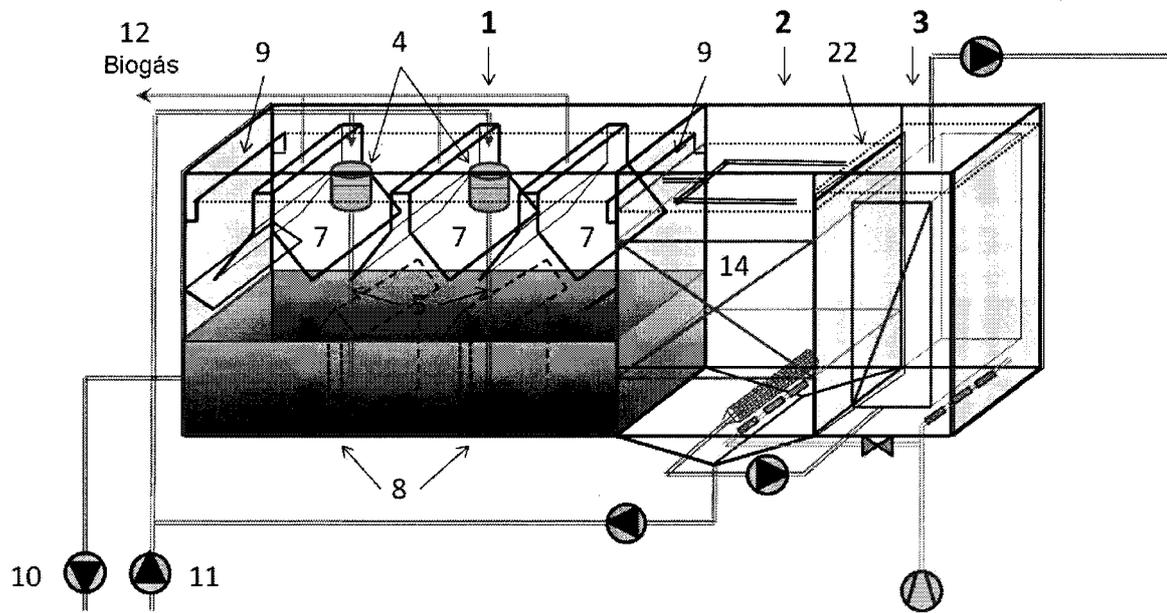


Figura 2

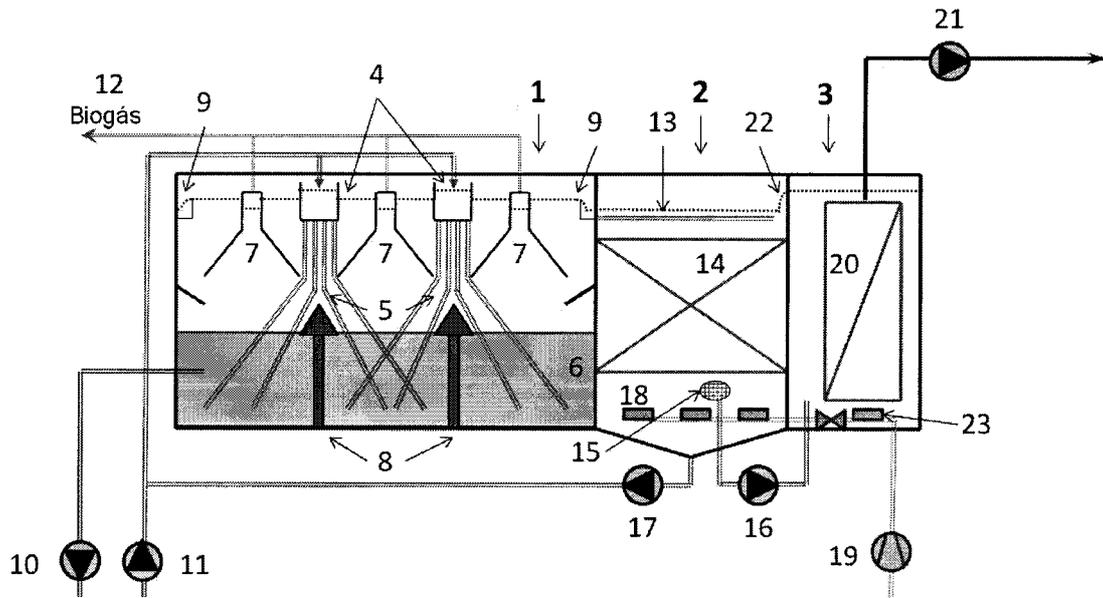


Figura 3

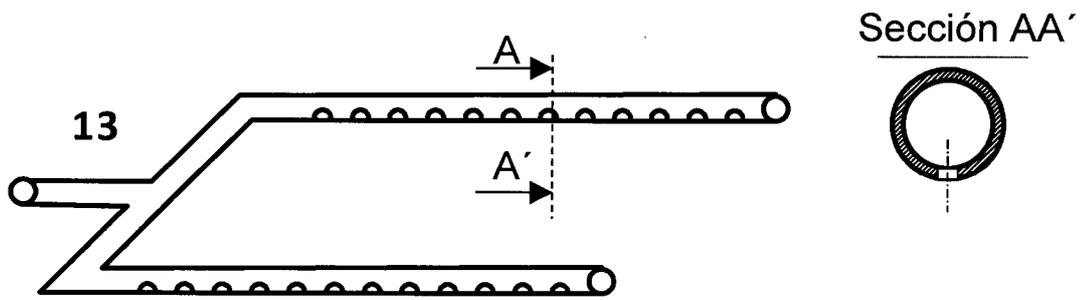
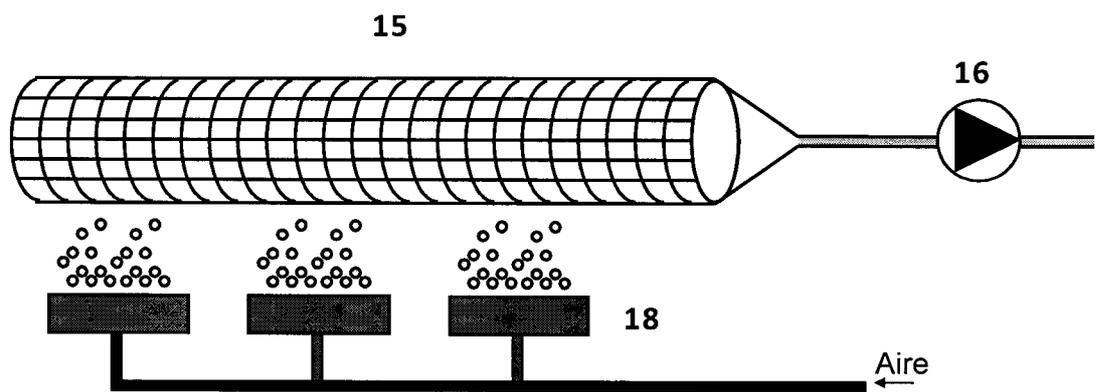


Figura 4





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901615

②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.07.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	US 2005109694 A1 (HUEY-SONG YOU et al.) 26.05.2005, página 3, párrafos [0035]-[0041]; figura 1.	1,7,9,14,15 2-4,6,8,10-13
X A	WO 2004011377 A2 (UNIV CALIFORNIA et al.) 05.02.2004, página 16, párrafo [0077] – página 19, párrafo [0091]; figuras 1-3.	1,9,14,15 2,4,7,11,12
X A	GB 2167055 A (BIOSYSTEM E AB) 21.05.1986, página 1, línea 126 – página 2, línea 61; figura 1.	1,9,14,15 2-4,10
X A	DE 102005025508 A1 (REBO UMWELTTECHNIK GMBH) 07.12.2006, página 5, párrafo [0026] – página 6, párrafo [0029]; figura 1; resumen.	1,9,14,15 6,7,10,13
X A	EP 1559688 A1 (SEGHERS KEPPEL TECHNOLOGY GROU) 03.08.2005, columna 7, párrafo [0035] – columna 10, párrafo [0048]; figura 1.	1,9,14,15
A	US 2007045180 A1 (CRAIG S. BRASE) 01.03.2007, página 2, párrafos [0022]-[0025]; figura 1.	1-4,6,9,10,12-15
A	WO 2007019617 A1 (SIEMENS WATER TECH CORP et al.) 22.02.2007, página 3, línea 8 – página 4, línea 17; figuras 1, 2; resumen.	1,2,7-9,12,14,15

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
29.06.2012

Examinador
A. Ezcurra Martínez

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C02F3/30 (2006.01)

C02F3/08 (2006.01)

C02F9/02 (2006.01)

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.06.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-6, 8, 10-13	SI
	Reivindicaciones 1, 7, 9, 14, 15	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 2-6, 8, 10-13	SI
	Reivindicaciones 1, 7, 9, 14, 15	NO

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	US 2005109694 A1 (HUEY-SONG YOU et al.)	26.05.2005
D02	WO 2004011377 A2 (UNIV CALIFORNIA et al.)	05.02.2004
D03	GB 2167055 A (BIOSYSTEM E AB)	21.05.1986
D04	DE 102005025508 A1 (REBO UMWELTTECHNIK GMBH)	07.12.2006
D05	EP 1559688 A1 (SEGHERS KEPPEL TECHNOLOGY GROU)	03.08.2005

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 inventivo de la solicitud consiste en un reactor biológico de membranas para la depuración de aguas residuales (reivindicación independiente 1), un procedimiento que utiliza dicho reactor (reivindicación independiente 9) y el uso del mismo (reivindicación independiente 14).

En relación a la reivindicación independiente 1, que hace referencia al reactor objeto de la invención, el documento D01 (Pág. 3, párr. [0035] - [0041], Fig. 1) divulga un reactor biológico de membranas de tres etapas: metanogénica, aerobia y de filtración, para la depuración de aguas residuales, que comprende tres cámaras: anaerobia metanogénica (1), aerobia (2) y de filtración de membranas (3). Los documentos D02 (Pág. 16, párr. [0077] - pág. 19, párr. [0091], Fig. 1-3), D03 (Pág. 1, lín. 126 - pág. 2, lín. 61, Fig. 1), D04 (Pág. 5, párr. [0026] - pág. 6, párr. [0029], Fig. 1, Resumen) y D05 (Colum. 7, párr. [0035] - colum. 10, párr. [0048], Fig. 1) también divulgan esto mismo.

Por tanto, la reivindicación 1 no es nueva según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación 7, dependiente de la reivindicación 1, el documento D01 (Pág. 3, párr. [0038], Fig. 1) divulga que en la cámara de filtración de membranas (3) se han dispuesto módulos de filtración de membranas sumergidos y aireadores de burbuja que garantizan el correcto funcionamiento de los módulos de membranas. Las características técnicas de la reivindicación 7 se encuentran divulgadas en el documento D01. Por tanto, la reivindicación 7 tampoco es nueva según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación independiente 9, que hace referencia al procedimiento objeto de la invención, el documento D01 (Pág. 3, párr. [0035] - [0041], Fig. 1) divulga un procedimiento para el tratamiento de aguas residuales mediante un reactor biológico de membranas que comprende tres etapas de tratamiento en serie: anaerobia metanogénica, aerobia y de filtración. Los documentos D02 (Pág. 16, párr. [0077] - pág. 19, párr. [0091], Fig. 1-3), D03 (Pág. 1, lín. 126 - pág. 2, lín. 61, Fig. 1), D04 (Pág. 5, párr. [0026] - pág. 6, párr. [0029], Fig. 1, Resumen) y D05 (Colum. 7, párr. [0035] - colum. 10, párr. [0048], Fig. 1) también divulgan esto mismo.

Por tanto, la reivindicación 9 no es nueva según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación independiente 14, que hace referencia al uso del reactor objeto de la invención, el documento D01 (Pág. 3, párr. [0035] - [0041], Fig. 1) divulga el uso de un reactor biológico de membranas para la depuración de materia orgánica y eliminación de sólidos en suspensión en aguas residuales. Los documentos D02 (Pág. 16, párr. [0077] - pág. 19, párr. [0091], Fig. 1-3), D03 (Pág. 1, lín. 126 - pág. 2, lín. 61, Fig. 1), D04 (Pág. 5, párr. [0026] - pág. 6, párr. [0029], Fig. 1, Resumen) y D05 (Colum. 7, párr. [0035] - colum. 10, párr. [0048], Fig. 1) también divulgan esto mismo.

Por tanto, la reivindicación 14 no es nueva según el art. 6.1 LP.

Tampoco la reivindicación 15 tendría novedad, ya que no presenta ninguna característica técnica adicional respecto a la reivindicación 14.

No se ha encontrado divulgado, sin embargo, en el Estado de la Técnica un reactor que reúna todas las características técnicas de las reivindicaciones dependientes 2-6 y 8. Por lo tanto, se considera que estas reivindicaciones son nuevas y presentan actividad inventiva según los art. 6.1 y 8.1 de la LP. En consecuencia, se considera que las reivindicaciones dependientes de procedimiento 10-13 también presentan actividad inventiva.