(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
15 de agosto de 2019 (15.08.2019)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2019/155105 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
*C02F 9/14* (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)
*C02F 3/30* (2006.01) *C02F 3/00* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2019/070061

(22) Fecha de presentación internacional:
06 de febrero de 2019 (06.02.2019)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201830110 08 de febrero de 2018 (08.02.2018) ES

(71) Solicitante: **UNIVERSIDAD DE BURGOS** [ES/ES]; C/ Hospital del Rey s/n, Ed. Rectorado, 09001 Burgos (ES).

(72) Inventores: **DIEZ BLANCO, Victorino**; C/ Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos (ES). **RAMOS RODRIGUEZ, Cipriano**; C/ Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos (ES). **CÁMARA NEBREDA, José María**; C/ Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,

(54) **Title:** WASTEWATER TREATMENT INSTALLATION

(54) **Título:** INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

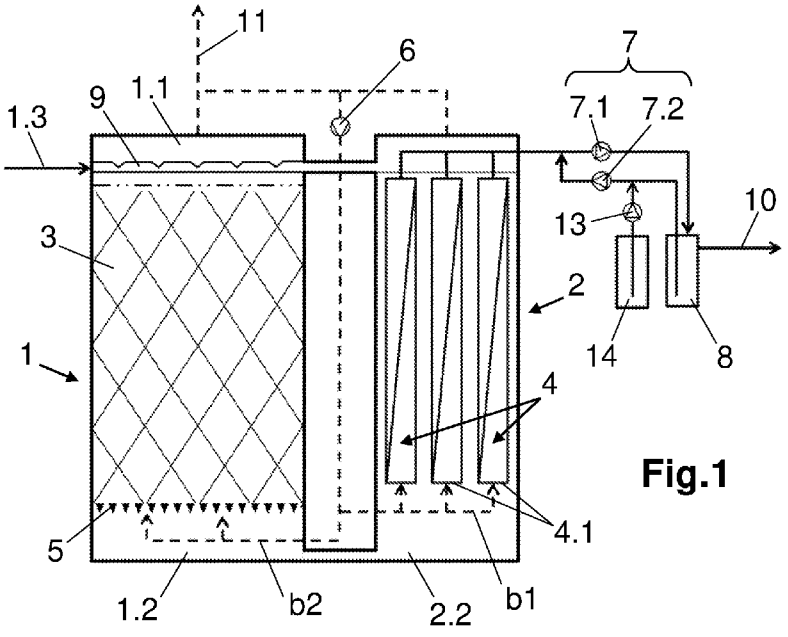



Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to a wastewater treatment installation comprising: a first tank for biological treatment, which is filled with a disordered material designed to form a bed having a length of surface to which microorganisms adhere, said microorganisms treating the wastewater biologically; and a second tank for filtration, containing submerged ultra-filtration or micro-filtration membrane modules. According to the invention, the first tank and the second tank are connected to one another at the respective upper and lower ends thereof, and the second tank is designed to be agitated with a gas injected below the membrane modules, creating a gas-lift effect that circulates the wastewater downwards into the first tank and circulates an effluent, resulting from the treatment in the first tank, upwards into the second tank.

WO 2019/155105 A1

*[Continúa en la página siguiente]*

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Estados designados** *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

**(57) Resumen:** Instalación de tratamiento de aguas residuales que comprende un primer depósito de tratamiento biológico relleno de un material desordenado adaptado para conformar un lecho con una extensión de superficie sobre la que se adhieran unos microorganismos que tratan biológicamente al agua residual, y un segundo depósito de filtración que contiene unos módulos de membrana de micro-filtración o ultra-filtración sumergida, donde, el primer depósito y el segundo depósito están comunicados entre sí tanto por sendos extremos superiores como por sendos extremos inferiores, y el segundo depósito está adaptado para ser agitado con un gas inyectado por debajo de los módulos de membrana, creando un efecto gas-lift que hace circular al agua residual de manera descendente en el primer depósito y a un efluente resultante del tratamiento en dicho primer depósito circular de manera ascendente en el segundo depósito.

# INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

## DESCRIPCIÓN

## CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se engloba en el campo de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, específicamente, con una instalación donde se produce un tratamiento biológico, por ejemplo, mediante una digestión aerobia o anaerobia, de las aguas residuales a tratar filtrando posteriormente el efluente resultante de dicho tratamiento biológico, mejorando notablemente la calidad del agua. De emplearse la digestión anaerobia, la instalación permite la obtención de biogás, que puede ser empleado tanto en la propia instalación como para su refinamiento y empleo como combustible. La instalación es especialmente útil en el tratamiento de las llamadas aguas residuales complejas.

Puede entenderse como aguas residuales complejas, por ejemplo, aguas provenientes de procesos industriales que plantean dificultades en los biorreactores convencionales de cultivo suspendido, como la flotación de la biomasa o desfloculación, debido a la presencia de aceites y grasas, sólidos suspendidos lentamente biodegradables, contaminantes persistentes como fármacos, cosméticos, plaguicidas o elevada salinidad, u otros factores que puedan provocar los efectos anteriormente señalados.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En el documento CA 2943072 se muestra un tratamiento de aguas residuales que incluye un tratamiento primario del agua por medio de un micro-tamiz para producir un efluente primario y un lodo primario. Hay un tratamiento secundario del efluente primario por medio de un biorreactor que emplea una membrana a través de la que se suministra oxígeno y sobre la que se desarrolla una película de microorganismos para producir un efluente secundario y un lodo activado como desecho.

Igualmente, el documento WO 2008121373 muestra un aparato para el tratamiento de agua contaminada, particularmente, para la eliminación simultánea de nitrato, perclorato y otros contaminantes orgánicos contenidos en dicha agua contaminada

usando un biorreactor de membrana de biopelícula (MBfR por sus siglas en inglés) en el que se emplean membranas de fibras huecas que sirven de soporte para el crecimiento de biomasa a través de las que se suministra gas hidrógeno que actúa como agente reductor de nitrato y perclorato.

Otro ejemplo es mostrado en el documento ES 2213461, en el cual, se muestra un sistema para la depuración biológica de aguas residuales que consiste en un cuerpo de reactor que emplea biopelículas, un sistema de aireación y membranas de filtración para la depuración de aguas residuales, así como, comprende una tolva para la digestión y almacenamiento de los fangos.

El factor limitante para el desarrollo de estas actuales tecnologías de los biorreactores de membrana (MBR), así como, de los biorreactores anaeróbicos de membrana (AnMBR por sus siglas en inglés), es el control del ensuciamiento de las membranas empleadas en dichos biorreactores. Como es evidente, el ensuciamiento reduce la capacidad de filtración de las membranas y aumenta los costes de operación, limpieza y reposición de las mismas. Por tal razón, las instalaciones que emplean biorreactores de membrana (MBR) o biorreactores anaeróbicos de membrana (AnMBR) requieren de un control estricto de sus condiciones de operación con el fin de minimizar el ensuciamiento, en particular, el ensuciamiento irreversible que solo puede ser mitigado mediante limpiezas químicas profundas que requieren la parada de la instalación, incrementan los costes de operación, así como, reducen la vida útil de las membranas.

Por tal razón, se requiere diseñar una instalación de tratamiento de aguas residuales que, de forma sencilla y económica, permita superar las anteriores desventajas de las técnicas conocidas.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

El objeto de la invención es una instalación de tratamiento de aguas residuales. El problema técnico a resolver es cómo mantener elevadas concentraciones de biomasa

activa y baja concentración de sólidos suspendidos en las corrientes internas, que reduzcan el ensuciamiento de las membranas de filtrado de la instalación, con vistas a aumentar el rendimiento y efectividad de dicha instalación.

La instalación comprende un primer depósito de tratamiento biológico y un segundo depósito de filtración.

Por ejemplo, el tratamiento biológico podría ser aerobio o anaerobio. En cualquier caso, el primer depósito está relleno de un material desordenado adaptado para conformar un lecho con una extensión de superficie sobre la que se adhieran unos microorganismos encargados del tratamiento biológico del agua residual, los cuales, convierten una materia orgánica del agua residual en dióxido de carbono ($CO_2$), si el tratamiento biológico es aerobio, o bien, en biogás en el caso de que dicho tratamiento sea anaerobio. Ventajosamente, el material desordenado puede comprender una densidad menor que la del agua, para así, conformar un lecho flotante dentro del primer depósito. Por su parte, el segundo depósito contiene unos módulos de membrana de micro-filtración o ultra-filtración sumergida.

El primer depósito y el segundo depósito están comunicados entre sí tanto por sendos extremos superiores como por sendos extremos inferiores, y el segundo depósito está adaptado para ser agitado con una primera corriente de gas, por ejemplo, aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$), en el caso de que el tratamiento biológico aplicado en el primer depósito sea aerobio, o bien, un gas inerte para la digestión anaerobia en el caso de que dicho tratamiento sea anaerobio. En cualquier caso, la primera corriente de gas es inyectada por debajo de los módulos de membrana. La expresión anterior: “por debajo”, implica que la primera corriente de gas puede ser inyectada, ya sea, a través de una parte inferior de los propios módulos de membrana, o bien, por medio de un elemento inyector independiente a los medios de membrana, el cual, queda dispuesto separado de estos, es decir, por debajo a cierta distancia de dichos medios de membrana.

Igualmente, como gas inerte para la digestión anaerobia se entiende cualquier gas diferente al oxigeno ($O_2$) que no interfiera con los microorganismos anaerobios que descomponen la materia orgánica en el primer depósito de la instalación. Por ejemplo,

se prefiere que dicho gas inerte sea el propio biogás generado en dicho primer depósito.

Por otro lado, la inyección de la primera corriente de gas por debajo de los módulos de membrana está adaptada para crear un efecto gas-lift entre los depósitos, donde, el agua residual a tratar circula de manera descendente a través del primer depósito y el efluente resultante del tratamiento biológico en dicho primer depósito circula de manera ascendente a través del segundo depósito.

Así, se logra que el lecho de material desordenado que es atravesado por el agua residual a tratar actúa como un filtro de los sólidos suspendidos de mayor tamaño, al producirse una adhesión de dichos sólidos al material desordenado, reduciéndose así, la concentración de los mismos en el efluente resultante del tratamiento biológico en dicho primer depósito que alcanza el segundo depósito de filtración, con lo cual, se minimiza el ensuciamiento de los módulos de membrana, aumentando la capacidad de filtración de dichas membranas respecto a los biorreactores de membrana (MBR) convencionales, así como, se reduce la frecuencia de las operaciones de limpieza de dichas membranas, lo cual, aumenta la vida útil de las mismas, así como, reduce los costes en reactivos químicos y operativos originados por la parada de la instalación para llevar a cabo la limpieza.

Además, el empleo del efecto gas-lift reduce los costes por bombeo, y sobre todo, se elimina el estrés mecánico provocado por las bombas electromecánicas comúnmente empleadas, las cuales, dañan la biomasa y empeoran la calidad del efluente resultante del tratamiento biológico en el primer depósito.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente, y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa un esquema de una primera realización de la instalación de tratamiento de aguas residuales, en donde, un tratamiento anaerobio es llevado a cabo en el primer depósito, parte del biogás generado es empleado en la instalación, y el segundo depósito está dispuesto al lado del primer depósito.

La figura 2 representa un esquema de una segunda realización de la instalación de tratamiento de aguas residuales, en donde, un tratamiento aerobio es llevado a cabo en el primer depósito, el segundo depósito está dispuesto al lado del primer depósito, ambos depósitos están abiertos, y el gas empleado es aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$).

La figura 3 representa un esquema de una tercera realización de la instalación de tratamiento de aguas residuales, en donde, un tratamiento anaerobio es llevado a cabo en el primer depósito, parte del biogás generado es empleado en la instalación, y el segundo depósito está dispuesto en el interior del primer depósito.

La figura 4 representa un esquema de una cuarta realización de la instalación de tratamiento de aguas residuales, en donde, un tratamiento aerobio es llevado a cabo en el primer depósito, el segundo depósito está dispuesto en el interior del primer depósito, ambos depósitos están abiertos, y el gas empleado es aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$).

La figura 5 representa un detalle ampliado del extremo inferior del segundo depósito de cualquiera de las realizaciones de las figuras anteriores, en donde se muestra una segunda realización de la inyección de la primera corriente de gas por debajo de los módulos de membrana.

## EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención es una instalación de tratamiento de aguas residuales.

Como se muestra en las figuras de la 1 a la 4, la instalación objeto de la invención comprende un primer depósito (1) de tratamiento biológico y un segundo depósito (2) de filtración. El primer depósito (1) y el segundo depósito (2) están comunicados directamente entre sí tanto por sus extremos superiores (1.1, 2.1) como por sus extremos inferiores (1.2, 2.2).

Se prefiere que el tratamiento biológico llevado a cabo en el primer depósito (1) sea anaerobio, sin embargo, igualmente, como otra alternativa posible, dicho tratamiento

podría ser aerobio. En caso de realizarse un tratamiento anaerobio, adicionalmente, los depósitos (1, 2) deben estar cerrados, tal como se muestra en las figuras 1 y 3, a diferencia de cuando se realiza un tratamiento aerobio, en donde los depósitos (1, 2) podrían estar abiertos por sus extremos superiores (1.1, 2.1), por ejemplo, las realizaciones mostradas en las figuras 2 y 4.

En las realizaciones de las figuras 1 y 3, los depósitos (1, 2) están separados y dispuestos uno al lado del otro, sin embargo, en otras realizaciones preferidas, mostradas en las figuras 2 y 4, el segundo depósito (2) está dispuesto dentro del primer depósito (1) de tratamiento biológico, donde, los extremos superiores (1.1, 2.1) de ambos depósitos (1, 2) se encuentran comunicados a través de un rebosadero (9) conectado al segundo depósito (2), y sus extremos inferiores (1.2, 2.2) se comunican por unas aberturas (2.21) practicadas en el segundo depósito (2).

En cualquiera de las realizaciones, el primer depósito (1) está relleno de un material desordenado (3) de elevada superficie por unidad de volumen, el cual, está adaptado para conformar un lecho con una extensión de superficie sobre la que se adhieran unos microorganismos encargados del tratamiento biológico del agua residual, los cuales, convierten la materia orgánica (contaminante) del agua residual en dióxido de carbono ($CO_2$), si el tratamiento biológico aplicado es aerobio, o bien, en biogás, si dicho tratamiento es anaerobio.

Preferiblemente, el material desordenado (3) comprende una densidad menor que la del agua y conforma un lecho flotante dentro del primer depósito (1). Sin embargo, dicho material desordenado (3) podría comprender una densidad mayor que la del agua, y en este caso, estar soportado dentro del primer depósito (1) sobre una placa perforada o una rejilla (5).

En cualquier caso, se prefiere que el material desordenado (3) sea seleccionado de entre material plástico, cerámicos, inorgánicos o cualquier combinación de estos. Igualmente, con cualquier forma geométrica, por ejemplo, cada unidad de las que conforman el lecho de material desordenado (3) puede tener forma de esfera, cilindro, anillo, etc., que a su vez, está conformada por una pluralidad de relieves o superficies ampliadas que al final suman la extensión de superficie apta para que se adhiera la

biomasa. La biomasa empleada para inocular la instalación puede proceder de un digestor o reactor anaerobio externo a la instalación (no mostrado en las figuras).

Por otro lado, el primer depósito (1) comprende una entrada de agua residual (1.3), la cual, como su nombre lo indica, alimenta de agua residual a tratar al primer depósito (1).

En cuanto al segundo depósito (2), este último, contiene unos módulos de membrana (4) de micro-filtración o ultra-filtración sumergida. Preferiblemente, los módulos de membrana (4) son seleccionados de entre fibras huecas, planas o una combinación de éstas.

El segundo depósito (2) está adaptado para ser agitado intensamente con una primera corriente de gas (b1), ya sea, aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$) en caso de aplicar un tratamiento aerobio, o bien, un gas inerte para la digestión anaerobia en caso de aplicar un tratamiento anaerobio. En este último caso, por ejemplo, en una realización preferida mostrada en las figuras 1 y 3, dicha primera corriente de gas (b1) es biogás generado en el primer depósito (1). En cualquier caso, la primera corriente de gas (b1) es inyectada por debajo de los módulos de membrana (4). Para ello, por ejemplo, puede emplearse un compresor (6). En caso de emplear biogás generado en la digestión anaerobia en el primer depósito (1), el compresor (6) toma dicho biogás desde el extremo superior (1.1) del primer depósito (1) y/o del extremo superior (2.1) del segundo depósito (2) y lo inyecta por el extremo inferior (2.2) del segundo depósito (2), específicamente, como se ha comentado, por debajo de los módulos de membrana (4). Es evidente que, en realizaciones donde se realiza un tratamiento anaerobio pero no se emplea parte del biogás generado en la instalación, o bien, el tratamiento es aerobio, lo dicho anteriormente no se cumple. En estos casos, se inyectaría un gas inerte para la digestión anaerobia distinto al biogás generado (en caso de tratamiento anaerobio), o aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$) (en caso de tratamiento aerobio), proveniente de una fuente externa (15) a la instalación, tal como se muestra en las figuras 2 y 4.

La primera corriente de gas (b1) puede ser inyectada, ya sea, a través de una parte inferior (4.1) de los módulos de membrana (4), visto en las figuras de la 1 a la 4, o bien, como muestra la figura 5, por medio de un elemento inyector (16), por ejemplo, a

través de tubos con perforaciones de entre 1 mm y 10 mm, los cuales, quedan dispuestos separados a cierta distancia de los medios de membrana (4), en ambos casos, generándose burbujas gruesas que ascienden a través del segundo depósito (2).

Las burbujas gruesas ascendentes generadas en el segundo depósito (2) reducen el ensuciamiento por deposición de sólidos sobre la superficie de las membranas que conforman dichos módulos (4), y además, generan un efecto gas-lift entre los depósitos (1, 2) que hace circular al agua residual a tratar de manera descendente a través del primer depósito (1) y al efluente resultante del tratamiento biológico en dicho primer depósito (1) penetrar en el segundo depósito (2), por su extremo inferior (2.2), y circular de manera ascendente a través de dicho segundo depósito (2).

Por su parte, el agua residual a tratar que circula a través del lecho de material desordenado (3) en el primer depósito (1) está mezclada con una corriente de rechazo de la filtración proveniente del segundo depósito (2), esta última, accede al primer depósito (1) a través del rebosadero (9) que la distribuye de forma homogénea en el extremo superior (1.1) del primer depósito (1). Esta corriente de rechazo resulta ser una segunda porción del efluente resultante de la digestión anaerobia en el primer depósito (1) que ha circulado por el segundo depósito (2) pero no ha llegado a ser filtrada por los módulos de membrana (4).

Así, el crecimiento de biomasa adherida y el efecto filtro del lecho de material desordenado (3) permite acumular biomasa activa en la zona de digestión, es decir, en el primer depósito (1), mientras la mezcla de agua residual y agua de rechazo a filtrar circula en sentido descendente a través de dicho primer depósito (1) por el efecto gas-lift inducido en el segundo depósito (2), reduciendo la concentración de sólidos suspendidos que pasan al segundo depósito (2) de filtración, lo que aumenta la eficiencia y eficacia de los módulos de membrana (4) y reduce el ensuciamiento de los mismos.

Así mismo, el flujo descendente de la mezcla de agua residual y agua de rechazo agita suavemente al lecho de material desordenado (3), minimizando la formación de zonas muertas por acumulación de biogás o dióxido de carbono ($CO_2$) generado y/o fóculos de biomasa desprendidos de la superficie del material desordenado (3).

Igualmente, puede preverse que una segunda corriente de gas (b2), ya sea, aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$), o bien, gas inerte para la digestión anaerobia, según el tratamiento biológico aplicado, sea inyectada por debajo del lecho de material desordenado (3), para así, agitar momentáneamente dicho lecho de material desordenado (3). En caso de tratamiento anaerobio, se prefiere que sea biogás generado en el primer depósito (1), tal como se muestra en las figuras 1 y 3, tomado desde el extremo superior (1.1) del primer depósito (1) y/o desde el extremo superior (2.1) del segundo depósito (2). En caso de tratamiento aerobio, o bien, de tratamiento anaerobio pero sin emplear el biogás generado en el depósito (1), la segunda corriente de gas (b2) es aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$), o gas inerte para la digestión anaerobia respectivamente proveniente de una fuente externa (15) a la instalación, tal como se muestra en las figuras 2 y 4. En cualquier caso, por ejemplo, la inyección de la segunda corriente de gas (b2) podría ser durante menos de un minuto una o dos veces al día o a la semana, en dependencia de la masa de sólidos suspendidos retenidos por lecho de material desordenado (3).

Por otro lado, el lecho de material desordenado (3) dentro del primer depósito (1) debe ocupar un volumen tal que permita que el tiempo de contacto del agua residual con la biomasa retenida sobre la superficie del material desordenado sea adecuado para el correcto desarrollo del proceso biológico llevado a cabo en el primer depósito (1), por ejemplo, para el caso de tratamiento anaerobio, entre 12 horas y 48 horas, dependiendo de la concentración de materia orgánica (contaminante), así como, de las proporciones de aceites y grasas, sólidos en suspensión, materiales lentamente biodegradables, salinidad, temperatura, entre otras características específicas del agua residual a tratar.

Con ello, en el caso de tratamiento anaerobio, la instalación permite alcanzar rendimientos de eliminación de materia orgánica (contaminante) de entre 94 % y 98 %, operando con velocidades de carga orgánica de hasta 7 kilogramos de DQO (demanda química de oxígeno) al día por metro cúbico de reactor, con producción de biogás entre 330 y 370 litros de metano ($CH_4$) por kilogramo de DQO. Como muestran las figuras 1 y 3, el biogás no empleado en la instalación, abandona la misma por la salida de biogás (11), la cual, está en comunicación con el extremo superior (1.1) del primer depósito (1) y/o con el extremo superior (2.1) del segundo depósito (2).

Adicionalmente, la instalación puede comprender unos medios de bombeo (7) de caudal regulable adaptados para provocar, de forma alternada, la filtración del efluente o el contra-lavado de los módulos de membranas (4).

Preferiblemente, los medios de bombeo (7) son la combinación de dos bombas enfrentadas: una de filtración (7.1) y otra de contra-lavado (7.2) (como se muestran en las figuras de la 1 a la 4), o bien, una bomba reversible (no mostrada en las figuras) que evidentemente lleva a cabo las funciones de las anteriores (7.1, 7.2).

En la realización mostrada en las figuras de la 1 a la 4, la bomba de filtración (7.1), por succión, separa una primera porción del efluente resultante de la digestión anaerobia en el primer depósito (1), la cual, atraviesa los módulos de membrana (4) y abandona la instalación a través de la salida de efluente filtrado (10).

Como se ha comentado anteriormente, la segunda porción del efluente resultante de la digestión anaerobia en el primer depósito (1) que se introdujo en el segundo depósito (2) a través de su extremo inferior (2.2) y que no atraviesa los módulos de membrana (4) es la denominada corriente de rechazo, la cual, retorna al primer depósito (1) a través del rebosadero (9).

Aguas abajo de los medios de bombeo (7), en la realización mostrada en las figuras, específicamente, de la bomba de filtración (7.1), y antes de la salida de efluente filtrado (10), se prefiere que esté acoplado un tanque de permeado (8) adaptado para mantenerse lleno y retener una cantidad de agua filtrada suficiente para efectuar el contra-lavado de los módulos de membrana (4) por medio de la bomba de contra-lavado (7.2).

Así, de forma intermitente, preferiblemente, tras entre 10 minutos y 90 minutos, se detienen las labores de filtración en la instalación y se inician las labores de contra-lavado, donde, para la realización mostrada en las figuras, la bomba de contra-lavado (7.2) toma agua filtrada del tanque de permeado (8) para introducirla en los módulos de membrana (4) en sentido contrario a la filtración, recuperándose en gran medida la permeabilidad de sus membranas.

Para eliminar los posibles sólidos que puedan quedar depositados sobre la superficie de las membranas que conforman los módulos de membrana (4) que no fueron desprendidos con un simple contra-lavado (solo con agua), se prefiere que, entre 1 o 3 veces al día, o bien, cada dos días, en dependencia del estado de suciedad de las membranas, una bomba dosificadora (13) añada al agua empleada en el contra-lavado al menos un reactivo químico (contra-lavado químico), contenido en un depósito (14), para eliminar ensuciamiento tanto orgánico como inorgánico. El reactivo químico adicionado al contra-lavado podría ser sosa, cítrico oxálico u otro ácido débil, o bien, hipoclorito sódico (NaClO), en una proporción de entre 5 mg/L y 50 mg/L, para así, aumentar la eficacia del contra-lavado.

En último caso, si el contra-lavado químico es insuficiente para recuperar la capacidad de filtración de los módulos de membrana (4), entonces, podrían extraerse dichos módulos (4) del segundo depósito (2) para realizarles una limpieza química intensiva en la que las membranas se sumergen en disoluciones de al menos un reactivo químico, tal como sosa o cítrico, o bien, hipoclorito sódico (NaClO) en una proporción de entre 100 mg/L y 1000 mg/L.

## REIVINDICACIONES

1.- Instalación de tratamiento de aguas residuales que comprende un primer depósito (1) de tratamiento biológico y un segundo depósito (2) de filtración, el primer depósito (1) está relleno de un material desordenado (3) adaptado para conformar un lecho con una extensión de superficie sobre la que se adhieran unos microorganismos encargados del tratamiento biológico del agua residual, y el segundo depósito (2) contiene unos módulos de membrana (4) de micro-filtración o ultra-filtración sumergida, **caracterizada por** que el primer depósito (1) y el depósito segundo (2) están comunicados entre sí tanto por sendos extremos superiores (1.1, 2.1) como por sendos extremos inferiores (1.2, 2.2), y el segundo depósito (2) está adaptado para ser agitado con una primera corriente de gas (b1) inyectada por debajo de los módulos de membrana (4), donde, la inyección de la primera corriente de gas (b1) está adaptada para crear un efecto gas-lift entre los depósitos (1, 2) que hace circular al agua residual a tratar de manera descendente a través del primer depósito (1) y a un efluente resultante del tratamiento biológico en dicho primer depósito (1) circular de manera ascendente a través del segundo depósito (2).

2.- Instalación según la reivindicación 1, en la que el material desordenado (3) comprende una densidad menor que la del agua y conforma un lecho flotante dentro del primer depósito (1).

3.- Instalación según la reivindicación 1, en la que el material desordenado (3) comprende una densidad mayor que la del agua y está soportado dentro del primer depósito (1) sobre una placa perforada o rejilla (5).

4.- Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el material desordenado (3) es seleccionado de entre material plástico, cerámicos, inorgánicos o cualquier combinación de estos.

5.- Instalación según la reivindicación 1, en la que los módulos de membrana (4) son seleccionados de entre fibras huecas, planas o una combinación de éstas.

6.- Instalación según la reivindicación 1, en la que la primera corriente de gas (b1) es inyectada a través de una parte inferior (4.1) de los módulos de membrana (4), o por medio de un elemento inyector (15) dispuesto por debajo separado de los medios de membrana (4).

7.- Instalación según la reivindicación 1, en la que el primer depósito (1) comprende una entrada de agua residual (1.3), y el agua residual a tratar que circula a través del lecho de material desordenado (3) está mezclada con una corriente de rechazo proveniente del segundo depósito (2) que accede al primer depósito (1) a través de un rebosadero (9).

8.- Instalación según la reivindicación 1, en la que una segunda corriente de gas (b2) es inyectada por debajo del lecho de material desordenado (3), para agitar momentáneamente dicho lecho de material desordenado (3).

9.- Instalación según las reivindicaciones 1 ú 8, en la que el tratamiento biológico llevado a cabo en el primer depósito (1) es anaerobio, y la primera o segunda corriente de gas (b1, b2) es un gas inerte para la digestión anaerobia.

10.- Instalación según la reivindicación 9, en el que el gas inerte para la digestión anaerobia es el biogás generado en el primer depósito (1).

11.- Instalación según las reivindicaciones 1 ú 8, en la que el tratamiento biológico llevado a cabo en el primer depósito (1) es aerobio, y la primera o segunda corriente de gas (b1, b2) es aire u otro gas que contenga oxígeno ($O_2$).

12.- Instalación según la reivindicación 1, que comprende unos medios de bombeo (7) de caudal regulable adaptados para provocar la filtración de una primera porción del efluente resultante del tratamiento biológico en el primer depósito (1) que por succión atraviesa los módulos de membrana (4).

13.- Instalación según la reivindicación 11, en la que los medios de bombeo (7) son una bomba reversible o la combinación de dos bombas enfrentadas (7.1, 7.2).

14.- Instalación según la reivindicación 12, en la que, aguas abajo de los medios de bombeo (7), está acoplado un tanque de permeado (8) adaptado para retener una cantidad de agua filtrada suficiente para efectuar un contra-lavado de los módulos de membranas (4).

15.- Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo depósito (2) de filtración está dispuesto dentro del primer depósito (1) de tratamiento biológico, donde, los extremos superiores (1.1, 2.1) de ambos depósitos (1, 2) se encuentran comunicados a través de un rebosadero (9) conectado al segundo depósito (2), y sus extremos inferiores (1.2, 2.2) se comunican por unas aberturas (2.21) practicadas en el segundo depósito (2).

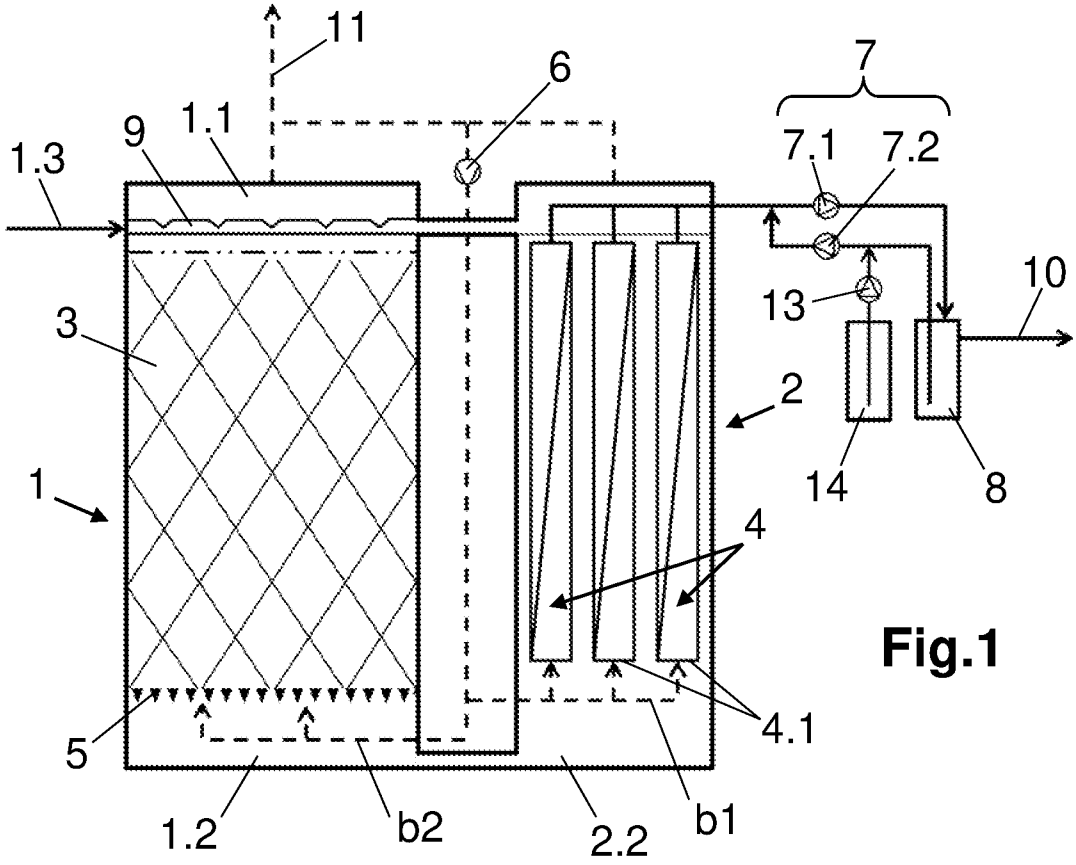

11
6
7
9
1.1
7.1
7.2
1.3
10
13
3
2
1
14
8
4
4.1
5
1.2
b2
2.2
b1

Fig.1

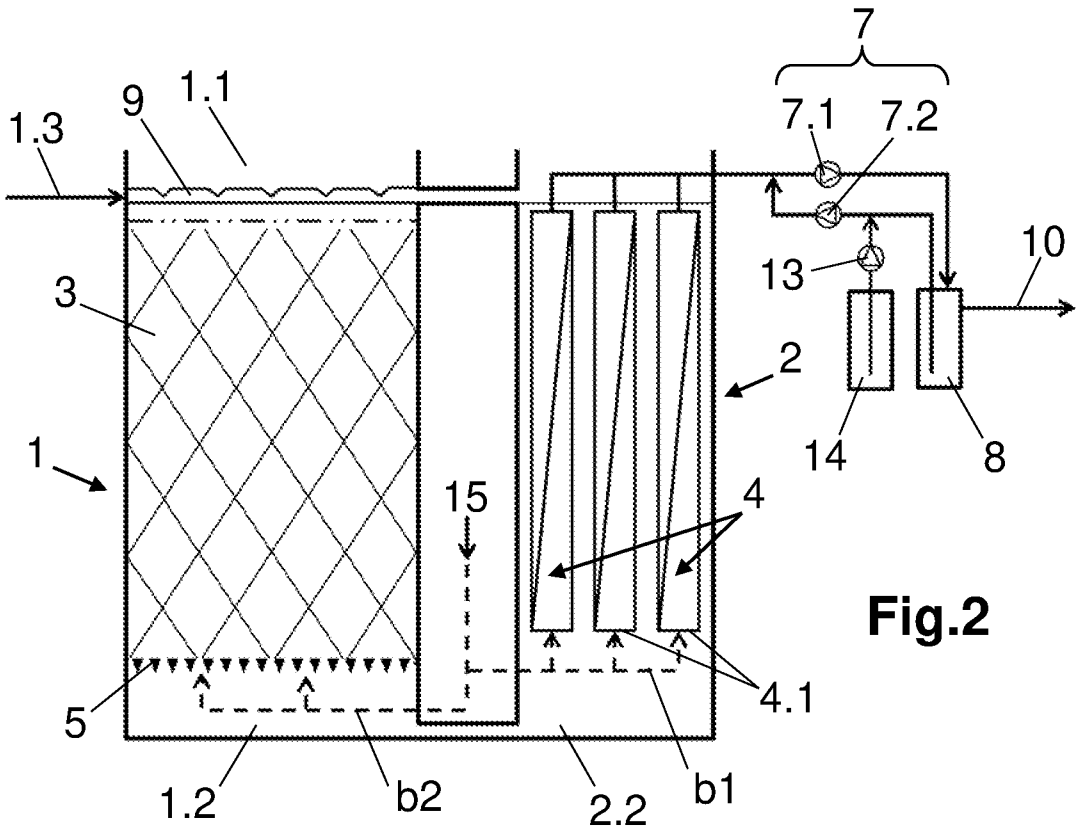

7
9
1.1
7.1
7.2
1.3
10
13
3
2
1
14
8
15
4
4.1
5
1.2
b2
2.2
b1

Fig.2

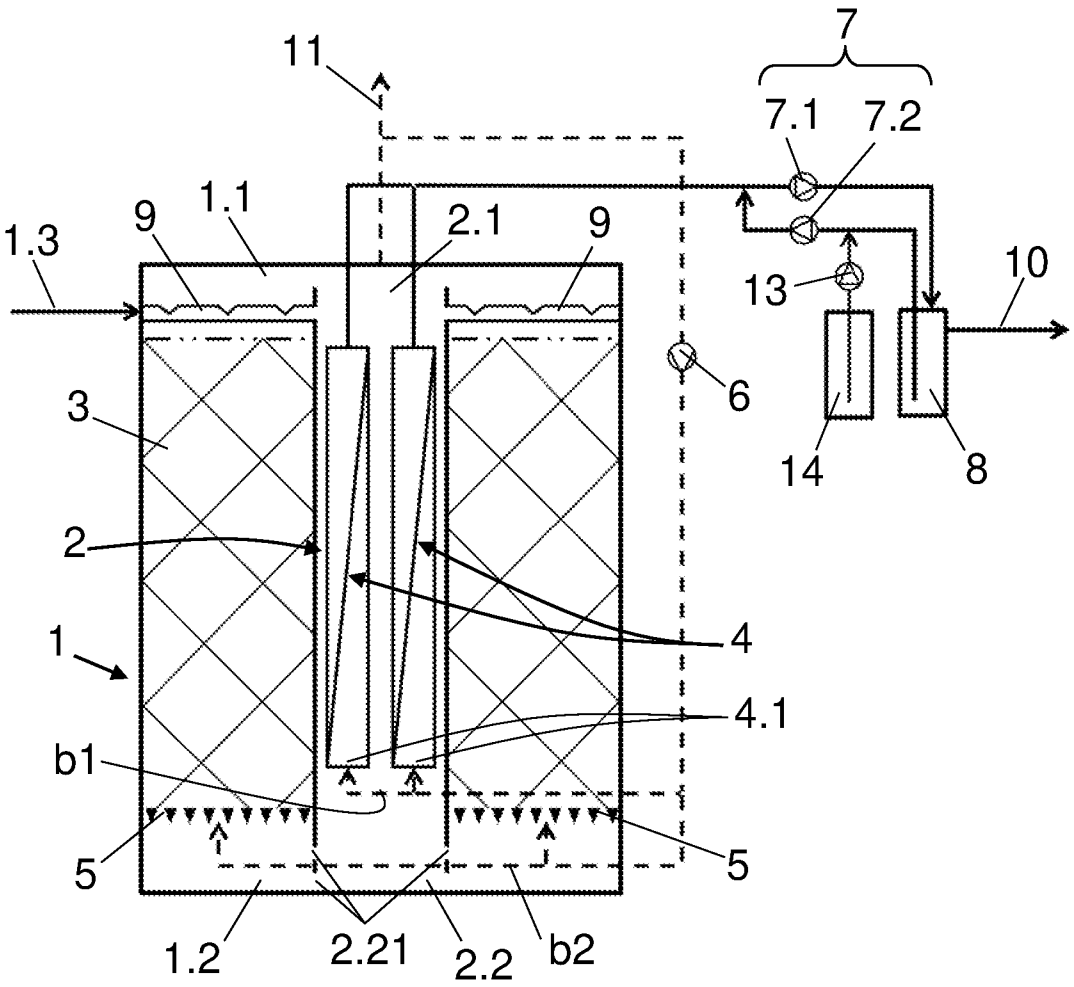



**Fig.3**

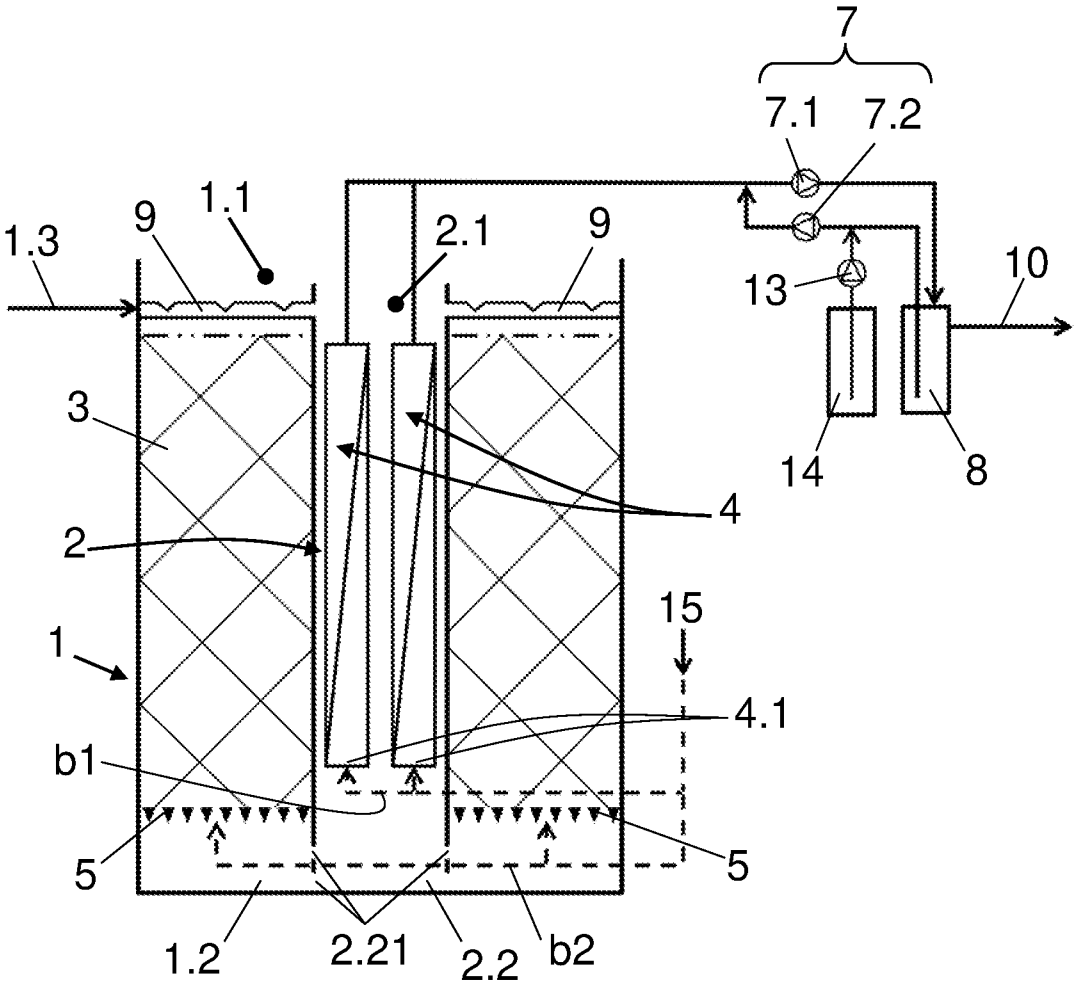

7
7.1
7.2
1.3
9
1.1
2.1
9
10
13
3
4
14
8
2
15
1
4.1
b1
5
5
1.2
2.21
2.2
b2

Fig.4

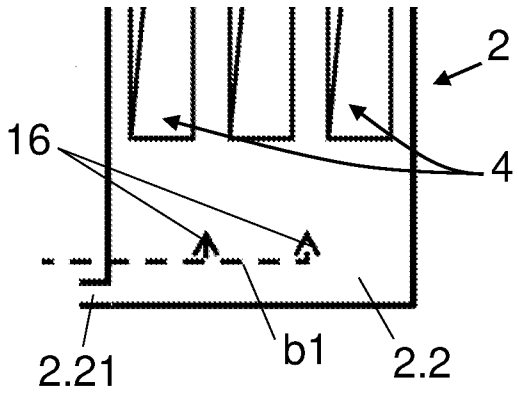

2
16
4
2.21
b1
2.2

Fig.5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2019/070061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**See extra sheet**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, ESPACENET, INTERNET, NPL, WPIAP, WPI, BASES DE DATOS LÓGICAS DE PATENTES PATENW

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | EP 0861808 A2 (KURARAY CO) 02/09/1998, Figures and claims. | 1-15 |
| A | WO 2011130089 A1 (VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECH ET AL.) 20/10/2011, Figures and claims | 1-15 |
| A | ES 2213461 A1 (UNIV CANTABRIA) 16/08/2004, Figures and claims | 1-15 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 25/04/2019 | **(07/05/2019)** |
| Name and mailing address of the ISA/<br>OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS<br>Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)<br>Facsimile No.: 91 349 53 04 | Authorized officer<br>I. Abad Gurumeta<br><br>Telephone No. 91 3495337 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/ES2019/070061

| Patent document cited in the search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| EP0861808 A2 | 02.09.1998 | TW377340B B | 21.12.1999 |
| | | MY118183 A | 30.09.2004 |
| | | KR19980071846 A | 26.10.1998 |
| | | KR100496722B B1 | 13.09.2005 |
| | | US6007712 A | 28.12.1999 |
| | | JPH1142497 A | 16.02.1999 |
| | | JP3385306B B2 | 10.03.2003 |
| | | EP1375435 A2 | 02.01.2004 |
| | | EP1375435 A3 | 03.03.2004 |
| | | CN1199712 A | 25.11.1998 |
| | | CN1127454C C | 12.11.2003 |
| WO2011130089 A1 | 20.10.2011 | JP2013534458 A | 05.09.2013 |
| | | CA2796043 A1 | 20.10.2011 |
| | | AU2011240935 A1 | 08.11.2012 |
| | | EP2558420 A1 | 20.02.2013 |
| ES2213461 A1 | 16.08.2004 | NONE | |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2019/070061

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***C02F9/14*** (2006.01)
***C02F3/30*** (2006.01)
***C02F1/44*** (2006.01)
***C02F3/00*** (2006.01)

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2019/070061

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

**Ver Hoja Adicional**

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
C02F

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)
EPODOC, INVENES, ESPACENET, INTERNET, NPL, WPIAP, WPI, BASES DE DATOS LÓGICAS DE PATENTES PATENW

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

| Categoría* | Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes | Relevante para las reivindicaciones nº |
|---|---|---|
| A | EP 0861808 A2 (KURARAY CO) 02/09/1998, Figuras y reivindicaciones. | 1-15 |
| A | WO 2011130089 A1 (VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECH ET AL.) 20/10/2011, Figuras y reivindicaciones | 1-15 |
| A | ES 2213461 A1 (UNIV CANTABRIA) 16/08/2004, Figuras y reivindicaciones | 1-15 |

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

| Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. | Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional. |
|---|---|
| 25/04/2019 | **07 de mayo de 2019 (07/05/2019)** |
| Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional<br>OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS<br>Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)<br>Nº de fax: 91 349 53 04 | Funcionario autorizado<br>I. Abad Gurumeta<br><br>Nº de teléfono 91 3495337 |

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2019/070061

| Documento de patente citado en el informe de búsqueda | Fecha de Publicación | Miembro(s) de la familia de patentes | Fecha de Publicación |
|---|---|---|---|
| EP0861808 A2 | 02.09.1998 | TW377340B B | 21.12.1999 |
| | | MY118183 A | 30.09.2004 |
| | | KR19980071846 A | 26.10.1998 |
| | | KR100496722B B1 | 13.09.2005 |
| | | US6007712 A | 28.12.1999 |
| | | JPH1142497 A | 16.02.1999 |
| | | JP3385306B B2 | 10.03.2003 |
| | | EP1375435 A2 | 02.01.2004 |
| | | EP1375435 A3 | 03.03.2004 |
| | | CN1199712 A | 25.11.1998 |
| | | CN1127454C C | 12.11.2003 |
| WO2011130089 A1 | 20.10.2011 | JP2013534458 A | 05.09.2013 |
| | | CA2796043 A1 | 20.10.2011 |
| | | AU2011240935 A1 | 08.11.2012 |
| | | EP2558420 A1 | 20.02.2013 |
| ES2213461 A1 | 16.08.2004 | NINGUNO | |

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2019/070061

## CLASIFICACIONES DE INVENCIÓN

***C02F9/14*** (2006.01)
***C02F3/30*** (2006.01)
***C02F1/44*** (2006.01)
***C02F3/00*** (2006.01)