



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 971**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)

B01D 61/16 (2006.01)

B01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06808079 .5**

96 Fecha de presentación : **06.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1937600**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Aparato de clarificación de las aguas y procedimiento de realización.**

30 Prioridad: **09.09.2005 FR 05 09236**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.02.2011

73 Titular/es: **DEGREMONT**
183, avenue du 18 Juin 1940
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es: **Moles, Jacques y**
Bonnelye, Veronique

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**APARATO DE CLARIFICACION DE LAS AGUAS Y PROCEDIMIENTO DE
REALIZACION**

DESCRIPCIÓN

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo de clarificación de las aguas que comprende una zona de flotación, una zona de filtración membranar y medios de extracción, presentando la zona de flotación y la zona de filtración membranar una pared de separación común.

10 **[0002]** Las aguas tratadas antes de echarlas de nuevo al medio natural, destinadas para el consumo o para ser utilizadas en instalaciones pueden contener materias en suspensión (partículas, algas, bacterias...) y materias disueltas (materias orgánicas, micro contaminantes...) y presentar características muy variables de calidades, típicamente turbidez de 0,1 a 200 NTU, temperatura de 0,5°C a 50°C. Estas aguas necesitan un tratamiento de clarificación.

15 **[0003]** Existen varios tipos de clarificación, particularmente la flotación por aire disuelto, la filtración sobre membranas y combinaciones de decantación/filtración sobre membrana o flotación/filtración sobre membrana.

20 **[0004]** La flotación por aire disuelto, a menudo denominada DAF, es uno de los tratamientos de clarificación utilizados para la clarificación de las aguas con miras a la producción de agua potable, agua de procedimiento y en los barredores de descontaminación de las aguas residuales. La misma comprende generalmente una asociación de diferentes etapas:

- 25 - una coagulación con el fin de neutralizar las cargas de superficie de los coloides, y la adsorción de materias disueltas,
- una floculación que permite la aglomeración de las partículas,
- una inyección de agua presurizada que permite la puesta en contacto de las micro burbujas generadas por la descompresión y el agua floculada,
- una separación que permite la separación del copo y del agua clarificada,
- 30 - una recogida del agua clarificada, y
- una recogida de los « lodos » flotados.

35 **[0005]** La tecnología de flotación ha sido objeto de numerosas mejoras, por ejemplo la flotación turbulenta (patente US 5.516.433) que utiliza, en la base de la zona de flotación, elementos de control y de reparto del caudal que permiten obtener río arriba de estos elementos un caudal no uniforme, produciendo este

fenómeno una circulación interna objeto de la patente citada anteriormente.

[0006] Esta tecnología de flotación por aire disuelto, aunque optimizada, no tiene un rendimiento del 100% en la eliminación de las partículas y materias coaguladas y necesita, en todos los casos, una filtración que permita separar del agua clarificada el residuo de copo no retenido en el sistema de flotación.

[0007] La clarificación por filtración sobre membranas utiliza membranas de filtración, ultrafiltración y microfiltración, que se caracterizan por un umbral de corte que permite delimitar una barrera física, jugando el papel de un verdadero tamiz. Según sus características geométricas y de umbral de corte, las membranas de ultrafiltración (UF) y de microfiltración (MF) están particularmente bien adaptadas para la clarificación de las aguas que contienen partículas tales como las materias en suspensión, los microorganismos... Los límites de la aplicación de las membranas en clarificación de las aguas son de dos tipos:

- una eliminación baja de los compuestos disueltos, de las materias orgánicas y de las moléculas cuyo tamaño es más pequeño que el umbral de corte de las membranas, y
- una capacidad hidráulica limitada relacionada con el atascamiento de las membranas por la materia retenida durante la filtración (llamada torta de filtración), en particular en el tratamiento de aguas que contienen fuertes concentraciones de materias en suspensión o de materias orgánicas.

[0008] Con el mismo título que la filtración sobre medio granular, la filtración membranar de ultrafiltración y de microfiltración ve sus rendimientos aumentados cuando la misma es precedida de una etapa de pretratamiento.

[0009] El documento JP 2005 046684 describe un bio-reactor de membrana para el tratamiento de efluentes líquidos que contienen materias orgánicas solubles. Medios de aireación están previstos en la parte baja de la zona de tratamiento para crear grandes burbujas de aire y/o de oxígeno para oxigenar las bacterias utilizadas. Estas burbujas se extenderán por todo el bio-reactor y provocarán una agitación que no permite crear una zona de flotación.

[0010] La asociación de un tratamiento de coagulación / decantación y de filtración sobre membrana es conocida desde hace varios años y es objeto ya de numerosas realizaciones industriales (San Antonio, Texas; Rivière Capot, Martinique). Esta asociación ha demostrado su interés en términos de mejora de la eliminación de las materias disueltas, que pueden ser objeto de una coagulación, y

de mejora de los rendimientos de filtración sobre membrana.

[0011] El emparejamiento de las dos etapas de clarificación como son la flotación por aire disuelto y la filtración membranar son igualmente bien conocidas, tanto a escala de los estudios piloto como de las realizaciones industriales (San Joakim). Las hileras comprenden así una etapa de flotación por aire disuelto, seguida de una etapa de filtración sobre membrana. Cada procedimiento es gestionado independientemente y no existe una optimización real de las posibilidades originadas por la asociación de estas dos tecnologías.

[0012] Se han producido varias tentativas de asociación de los dos procedimientos sumergiendo las membranas directamente en la zona de flotación. En los dispositivos existentes, las membranas se encuentran por debajo de la torta de agua flotada procedente de la flotación. Conociendo la hidráulica y el comportamiento de una flotación por aire disuelto, el experto en la materia identifica inmediatamente los límites de este tipo de disposición. La separación de las micro burbujas del agua clarificada al no estar terminada a la entrada de las membranas por la geometría de la obra, se genera un atascamiento por acumulación de micro burbujas en los módulos de filtración. El único medio de limitar este fenómeno es entonces aumentar la altura del agua por encima del nivel de la membrana, lo cual lleva consigo alturas de obra elevadas.

[0013] Además, el posicionamiento de las membranas en la zona de flotación y bajo la torta de lodo flotada hace cualquier inyección de aire imposible so pena de romper esta torta y de poner de nuevo en suspensión las materias aglomeradas en esta torta, aumentando la concentración de materia en suspensión en la proximidad de las membranas, en detrimento de los rendimientos de las membranas de filtración.

[0014] Por último, la regulación de este conjunto de flotación por aire disuelto / filtración sobre membrana es difícil, no pudiendo realizarse las operaciones de vaciado de la obra más que después de la eliminación de los lodos de la superficie.

[0015] Resulta además difícil realizar una flotación de tipo turbulento que requiere un sistema de control y de distribución de los flujos, entre la flotación y las membranas.

[0016] Además las membranas representan una parte importante del coste de una instalación, por consiguiente resulta costoso aumentar el número o la superficie de estas membranas, para hacer frente a una baja de rendimiento de estas membranas debido a la flotación.

[0017] A la vista de estos diferentes inconvenientes y dificultades, los inventores han puesto a punto, lo que es objeto de la invención, un dispositivo y un procedimiento para aumentar las velocidades de tratamiento de las aguas y facilitar el mantenimiento de la instalación sin repercusión sensible sobre los costes de explotación.

[0018] Según la invención, un dispositivo de clarificación de las aguas del tipo definido anteriormente se caracteriza porque la pared de separación común comprende en su parte inferior una abertura que permite un paso directo del agua flotada hacia la zona de filtración, lo cual conduce a una alimentación de las membranas de agua flotada de abajo a arriba tanto en fase de filtración como en fase de retrolavado. Idealmente, el régimen de circulación en la proximidad de esta abertura será laminar.

[0019] De preferencia, la zona de flotación puede comprender medios que permiten establecer una flotación turbulenta.

[0020] Más preferentemente, los medios de extracción pueden comprender dos desagüaderos situados por encima de la pared de separación y que comprenden medios de comunicación con la zona de flotación y la zona de filtración haciéndolo apto para recibir indistintamente fluido procedente de la zona de flotación y de la zona de filtración.

[0021] Más preferentemente aún, la zona de filtración puede estar compartimentada. En este caso, cada compartimiento puede estar aislado de las otras zonas por una compuerta de paso ancho.

[0022] Ventajosamente, la zona de filtración puede también estar completamente despejada por la parte superior.

[0023] Según un modo de realización preferido del dispositivo según la invención, deflectores o aletas pueden estar previstos en la proximidad de la abertura en la pared de separación con el fin de crear un régimen hidráulico laminar.

[0024] La presente invención se refiere igualmente a un procedimiento de clarificación de las aguas que comprende una etapa de flotación, una etapa de filtración membranar y una etapa de extracción de los lodos procedentes de la etapa de flotación, caracterizado porque el paso del agua flotada hacia la zona de filtración es directo de tal forma que la alimentación de las membranas con agua flotada sea realizada de abajo a arriba tanto en la fase de filtración como en la fase de retrolavado.

[0025] De preferencia, el procedimiento puede comprender una etapa de

limpieza del dispositivo utilizado para la extracción de los lodos con la ayuda de agua flotada.

[0026] Más preferentemente, el procedimiento puede comprender una regulación de los niveles de recuperación en el colector de extracción.

5 **[0027]** Ventajosamente, el procedimiento puede comprender una etapa de inyección de reactivos complementarios entre la etapa de flotación y la etapa de filtración.

[0028] Otras características y ventajas de la invención se facilitarán en los ejemplos que siguen, con referencia a los dibujos en los cuales:

10

- la figura 1 es una vista esquemática por encima de un dispositivo según la invención, progresando el flujo de materia a tratar de izquierda a derecha,
- la figura 2 es una sección esquemática longitudinal de un dispositivo similar al de la figura 1 en una fase de funcionamiento con extracción de los lodos procedentes de la zona de flotación,
- 15 - la figura 3 es un detalle de extracción de los lodos procedentes de la zona de flotación visible en la figura 2,
- la figura 4 es una vista similar a la de la figura 2 en el caso de la utilización de agua flotada para limpiar los medios de extracción de los lodos, y
- 20 - la figura 5 es un detalle de la utilización de agua flotada visible en la figura 4.

[0029] Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se puede apreciar que un dispositivo D según la invención comprende:

- 25 - una zona de floculación doble a_1/a_2 en la cual penetra, por mediación de un desaguadero, el agua bruta EB a tratar,
- una zona de descompresión y de mezcla b,
- una zona de flotación c equipada con elemento de reparto del caudal r,
- una zona de recogida común de las aguas de desconcentración, de retrolavado de las membranas y de lodos flotados d, y
- 30 - una zona compartimentada donde se posicionan las membranas de filtración e y donde es seguidamente extraída el agua tratada ET.

[0030] El tiempo de floculación en la zona a está comprendido entre 5 y 25 minutos, típicamente entre 5 y 15 minutos. El tiempo de flotación en la zona c está comprendido entre 5 y 10 min. El tiempo de permanencia en la zona e está
35 comprendido entre 2 y 5 min.

[0031] Como se puede observar, el dispositivo utiliza las dos tecnologías de clarificación como son la flotación turbulenta tal como se describe en la patente US 5.516.433, y una filtración sobre membrana sumergida, membranas de tipo microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración o hiperfiltración, utilizando geometrías de membrana de tipo fibras huecas, espirales o planas, de tal modo que equipamientos de cada una de las dos tecnologías sean puestos en común.

[0032] Este tipo de disposición nunca jamás se ha realizado en el estado actual de los conocimientos con una flotación turbulenta, y ello, tanto más cuando la circulación en el interior del flotador no es compatible con la circulación que se requeriría para un buen funcionamiento de las membranas.

[0033] En efecto, la flotación turbulenta comprende elementos de distribución del caudal r, posicionados en la base de la zona de flotación c, que permiten asegurar una distribución hidráulica homogénea en esta última. El agua flotada se recoge bajo estos elementos de distribución del caudal. En la presente invención, se utiliza esta agua flotada (río abajo de la zona de flotación c) para realizar una hidráulica óptima de alimentación de los módulos membranares en un régimen laminar para no destruir los copos residuales, y permitiendo asociar una alimentación ascendente y un flujo de burbujas igualmente ascendente.

[0034] Se designa por j un dispositivo que permite crear un lecho de microburbujas lb en la parte superior de la zona de flotación c mediante inyección de aire comprimido ac en el fondo de la zona de mezcla b. El dispositivo j comprende un cuerpo o vasija de mezcla prolongado a nivel de su parte inferior por un tubo de inyección vertical. El extremo inferior del tubo de inyección está equipado con boquillas de descompresión con el fin de obtener burbujas muy finas, particularmente burbujas de tamaño microscópico. Estas microburbujas aglomerarán las impurezas presentes en el agua a tratar y formarán una capa de espuma ec o copo.

[0035] Antes de su inyección, el aire comprimido ac se mezcla con agua bombeada, en la base de la zona de filtración e, por mediación de un sistema de bombeo sp.

[0036] La inyección de microburbujas se realiza en un canal formado por las paredes m y n que separan la zona de descompresión y de mezcla b de la zona de floculación a situada río arriba y de la zona de flotación c situada río abajo. La pared m comprende una abertura en la base y la pared n comprende una abertura en su parte superior, a la altura de la capa de espuma ec, con el fin de permitir la circulación del agua a tratar.

[0037] El lecho de microburbujas lb está situado por debajo de la capa de espuma ec. La clarificación se realiza en el lecho de microburbujas lb.

[0038] Habida cuenta de las velocidades muy bajas puestas en juego en la zona que une la zona de flotación y los módulos membranares, los copos
5 procedentes de la zona de flotación no experimentan ninguna transferencia con fuerte disipación de energía, que podría ser generada por ejemplo en una canalización o por una bomba. Estos copos mantienen por consiguiente su cohesión y su filtrabilidad no obstante de su fragilidad. Esto se traduce por una ganancia evidente en términos de flujo admisible por las membranas.

[0039] Las membranas de filtración, generalmente constituidas por módulos
10 yuxtapuestos horizontalmente y/o verticalmente, constituyen un conjunto que se introduce en la zona de filtración e. La filtración se realiza bien sea por medio de una bomba, no representada, que crea una depresión y que aspira el permeato, o por medio de un sifón o cualquier otro órgano que permita mantener una diferencia
15 de presión entre el lado de concentrado de la membrana, sumergida en el agua flotada, y el lado de permeato de la membrana, asegurando esta diferencia de presión la fuerza motriz que permite al agua atravesar la membrana.

[0040] Como se describe a continuación, la invención utiliza disposiciones con el fin de adaptar el procedimiento de flotación y filtración con membranas:

[0041] El agua flotada se elimina de la obra a través del colector de permeato de las membranas sumergidas.

[0042] La salida de lodos de flotación, recogidos en la superficie, y las salidas de las aguas de desconcentración o de retrolavado se realizan en la parte superior de la obra, en una zona común de recogida d, lo cual facilita la
25 construcción y simplifica el funcionamiento. Además el aporte de agua de desconcentración y/o de retrolavado permite asistir al transporte de los lodos flotados, cuya concentración y estado físico impiden a veces la circulación, de ahí la necesidad de aportar en este punto agua de dilución.

[0043] Un vaciado se encuentra posicionado de tal manera que se refiera
30 prioritariamente a la zona de filtración por membrana e. Un vaciado de la zona e donde están posicionadas las membranas de ultrafiltración y microfiltración es necesario para permitir las operaciones de retrolavado asistido por vaciado, los lavados químicos de las membranas.

[0044] En esta configuración, las operaciones de mantenimiento pueden
35 realizarse independientemente del funcionamiento de la zona de flotación c: estando la zona de filtración por membrana e dividida en varios compartimientos,

una parte de la superficie membranar instalada puede estar afectada por operaciones de mantenimiento sin que el funcionamiento del resto de la unidad sea afectado por ello.

5 **[0045]** Un segundo objetivo de la invención es el de acoplar los sistemas de regulación de los procedimientos de flotación turbulenta y de filtración membranar.

[0046] El caudal de permeato extraído de las membranas sumergidas debe estar en adecuación con el caudal de la zona de flotación c. Para ello, el caudal de permeato se regula en función del nivel de agua a la entrada del dispositivo. En particular, en fase de filtración, un ligero subcaudal de permeato se traducirá por un
10 rebose de agua a nivel de la recogida de los lodos flotados, ayudando a estos a ser evacuados.

[0047] En un retrolavado de un bloque de membrana, se inyecta agua er tangencialmente a las membranas para desprender las impurezas de las membranas. El caudal de alimentación del aparato se mantiene constante. La
15 fracción de agua flotada que no atraviesa las membranas y que se recuperará en la zona de recogida d asistirá al agua de retrolavado en la desconcentración del compartimiento de las membranas y esto de abajo a arriba. El agua sucia de retrolavado es entonces evacuada por la parte superior de la obra. El nivel del desaguadero de salida puede, ser fijo o estar equipado de un sistema de
20 regulación, adaptable en función del nivel de restitución deseado.

[0048] En un retrolavado vaciado, el bloque de membranas se aísla del flotador c por una compuerta mural de paso ancho v, que permite el vaciado selectivo del bloque de membrana. El retrolavado así realizado permite una mejor desconcentración de las membranas, y una mejor eliminación de la torta de
25 filtración.

[0049] En una eliminación hidráulica de los lodos, el caudal de permeación de las membranas está limitado por el sistema de regulación, permitiendo un aumento del nivel de agua en el dispositivo, y por consiguiente una extracción de los lodos hidráulicamente.

30 **[0050]** En un lavado químico, el bloque de membranas en curso de lavado químico se aísla de la flotación c por la compuerta mural v.

[0051] En un vaciado total de la obra, el bloque de membranas y la zona de flotación c son vaciados simultáneamente.

[0052] Debido a la arquitectura del dispositivo, el flujo en la zona de filtración
35 e permanece constantemente dirigido hacia arriba. En un retrolavado, las partículas procedentes de las partes más sucias de las membranas, que se encuentran en la

parte alta debido a la velocidad casi nula de las aguas flotadas en la proximidad de la superficie, no se volverán a depositar por consiguiente sobre partes más limpias.

[0053] El copo formado en la fase de flotación turbulenta presenta dos características: por una parte es frágil, habida cuenta de la naturaleza misma del agua y de la obligación de evitar cualquier sobredosis de floculante que sería perjudicial para la filtración río abajo en las membranas; por otra parte, habiendo «
5 madurado » en una zona con fuerte concentración de partículas (el lecho de burbujas), se puede más fácilmente filtrar y la torta formada en la superficie de las membranas es más permeable al agua.

[0054] El copo filtrado en la membrana de filtración presenta en esta fase del procedimiento una estructura preservada de cualquier modificación relacionada con un bombeo o con una caída de agua o cualquier otro medio de recogida y de transferencia hidráulica. El tiempo de paso del copo entre la zona de separación del flotador y la filtración en membrana está comprendido entre 10 y 60 segundos,
15 típicamente 30 segundos.

[0055] El poder obstruyente de este copo residual, preservado físicamente, es disminuido con relación a un copo que ha experimentado una modificación de estructura, generalmente una desfloculación en el paso por los órganos y obras de transferencia. Este copo de bajo poder obstruyente es retenido por la membrana de
20 filtración por el umbral de corte de esta última. Este copo de bajo poder obstruyente forma entonces una torta de filtración, que corresponde a la acumulación de partículas en superficie de la membrana de filtración, con una porosidad aumentada, caracterizado por una resistencia específica más baja al paso de un fluido tal como agua, y que permite por consiguiente la aplicación de flujos de
25 filtración más elevados, generalmente de +5 a +25%, típicamente de +10 a +20%.

[0056] La disposición de la zona de flotación c y de la zona de filtración e sobre membrana permite una optimización del procedimiento de filtración por la posibilidad de asegurar un acondicionamiento intermediario del agua por medio de coagulante, CAP, polímero, ácido o base:

[0057] En el caso de una coagulación simple, el porcentaje de tratamiento en coagulante puede adaptarse a lo óptimo del ensayo de recipiente para favorecer las características de flotabilidad del copo. La flotación se realiza entonces en lo óptimo de sus rendimientos. Luego, la adición de una nueva dosis de coagulante entre la zona de flotación c y la zona de filtración permite modificar las
35 características de los copos, haciéndolos más aptos para la filtración en membrana (resistencia de la torta más pequeña en la circulación del agua, desprendimiento de

la torta más fácil durante los retrolavados). A menudo sin impacto sobre la calidad del permeato obtenido, esta segunda inyección de coagulante permite dominar mejor la filtración en la membrana, y aumentar los flujos de filtración disminuyendo la frecuencia de los lavados químicos.

5 **[0058]** En el caso de una coagulación con dos pH, la ventaja buscada es una mejor eliminación de la materia orgánica. Es bastante conocido por el experto en la materia que la coagulación de los ácidos húmicos y fúlvicos, principales componentes de la materia orgánica natural disuelta, es más eficaz en medio ácido. El límite principal de pH está relacionado con el aumento de la solubilidad de los
10 iones Fe y Al responsable de la coagulación. La invención permite la realización de una coagulación con dos pH, pH ácido en la zona de flotación, permitiendo una eliminación óptima de la materia orgánica y corrección de pH inmediatamente río arriba de las membranas de filtración para precipitar el residuo de coagulante, con el fin de que sea retenido por la membrana de filtración.

15 **[0059]** En el caso de una corrección final de pH con el fin de llevar el agua al equilibrio calco-carbónico, después de la etapa de filtración, esta corrección final puede realizarse mediante aporte de sosa (pero esta solución lleva consigo un aumento importante de la concentración en iones sodio del agua tratada, y se trata de un reactivo costoso) o mediante la inyección de agua de cal, este último caso
20 implica la construcción de un saturador de cal, costoso y difícil de utilizar. La corrección parcial del pH entre zona de flotación c y membrana mediante aporte de lechada de cal permite considerar un dosificado de lechada de cal pues las membranas son susceptibles de retener los elementos sin cocer de la cal, mientras que el ión de calcio incrementará la filtrabilidad de la torta.

25 **[0060]** Ensayos piloto han sido realizados con el fin de demostrar la eficacia de este nuevo procedimiento de clarificación de las aguas, acoplando una flotación por aire disuelto turbulento y una filtración con membranas sumergidas.

Ejemplo 1: Clarificación de un agua de superficie

30

[0061] La calidad del agua que alimenta la unidad piloto se describe en la tabla siguiente: El agua proviene de una retención, caracterizada por una baja turbidez, por la presencia de materia orgánica (COT-UV) en concentraciones elevadas, y por brotes de algas, pudiendo estas últimas alcanzar concentraciones
35 de 50 000 algas/mL.

Tabla 1-1

Parámetros	Agua bruta	Agua flotada	Agua ultrafiltrada
Temperatura	1-10°C	1-10°C	1-10°C
Turbidez	0,5-2 NTU	0,4-2,8 NTU	<0,1 NTU
Carbono orgánico total	5-8 mg/L	2,6-4,3 mg/L	2,3-4,0 mg/L
Absorbancia UV	8-12/m	6-8/m	4,5-5/m
Algas	2940-52800algas/ mL	523-2210 algas/mL	0 algas/mL

[0062] Los rendimientos hidráulicos se detallan en la tabla siguiente:

5

Tabla 1-2

Tipo de funcionamiento	Rendimientos de la flotación*	Rendimientos de la filtración con membrana simple**	Rendimientos de la filtración con membrana asistida de un acondicionamiento intermedio**
Filtración directa de agua de superficie	-	25-30 L/h/m ²	-
Flotación turbulenta y luego membrana	20-30 m/h	35-45 L/h/m ²	55-60 L/h/m ²
Invencción: copulación Flotación turbulenta + membranas	25-45 m/h	40-60 L/h/m ²	60-70 L/h/m ²
* Velocidad de flotación en m ³ /m ² /h ** Flujo de filtración en L/h/m ² a temperatura de filtración			

Ejemplo 2: Pretratamiento de agua de mar en toma abierta

10 **[0063]** La calidad del agua que alimenta la unidad piloto se describe en la tabla siguiente:

15

Tabla 2-1

Parámetros	Agua bruta	Agua flotada	Agua ultrafiltrada
Temperatura	30-36°C	32-37°C	32-38°C
Turbidez	0,2-10,5 NTU	0,5-2,2 NTU	<0,1 NTU
Indice de atascamiento (SDI)	10-28	-	1,4-3,6
Absorbancia UV	0,8-1,2/m	0,6-0,9/m	0,5-0,8/m
Conductividad	55-56 mS/cm	55-56 mS/cm	55-56 mS/cm

[0064]

Los rendimientos hidráulicos se detallan en la tabla siguiente:

5

Tabla 2-2

Tipo de funcionamiento	Rendimientos de la flotación*	Rendimientos de la filtración con membrana **
Filtración directa de agua de superficie	-	20-30 L/h/m ²
Flotación turbulenta y luego membrana	25-35 m/h	45-55 L/h/m ²
Inversión: acoplamiento Flotación turbulenta + membranas	30-45 m/h	50-65 L/h/m ²
* Velocidad de flotación en m ³ /m ² /h		
** Flujo de filtración en L/h/m ² a temperatura de filtración		

Ejemplo 3

[0065]

La calidad del agua que alimenta la unidad piloto se describe en la tabla siguiente: este estudio trata de la aplicación de la innovación en el tratamiento terciario de agua residual municipal.

10

Tabla 3-1

Parámetros	Agua bruta	Agua flotada	Agua ultrafiltrada
DBO5	22 mg/l	16 mg/l	11 mg/l
DCO	54 mg/l	39 mg/l	30 mg/l
Materias en suspensión	18 mg/l	9 mg/l	0 mg/l
Transmitancia	55%	70%	80%

P-PO4	3 mg/l	1 mg/l	<0,1 mg/l
-------	--------	--------	-----------

[0066] Los rendimientos hidráulicos se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 3-2

Tipo de funcionamiento	Rendimientos de la flotación*	Rendimientos de la filtración con membrana **
Filtración directa de agua de superficie	-	15-25 L/h/m ²
Flotación turbulenta y luego membrana	20-25 m/h	25-40 L/h/m ²
Inención:acoplamiento Flotación turbulenta + membranas	25-45 m/h	40-65 L/h/m ²
* Velocidad de flotación en m ³ /m ² /h		
** Flujo de filtración en L/h/m ² a temperatura de filtración		

5 **[0067]** En conclusión, el dispositivo según la invención permite por consiguiente obtener:

- una disminución de la superficie de suelo y del coste de las instalaciones por la puesta en común de estructuras y equipos,
- 10 - una gestión común de diferentes etapas del procedimiento, conduciendo a una regulación simplificada, y
- una mejora de los rendimientos hidráulico de la etapa de flotación y de filtración por membrana: una mejora del conjunto del procedimiento de clarificación relacionada con las condiciones específicas generadas por esta asociación, permitiendo una reducción de la superficie membranar
- 15 necesaria.

[0068] En los tres casos detallados anteriormente, los estudios piloto han permitido demostrar la compatibilidad del sistema con relación a una filtración directa sobre membrana y con relación a la simple yuxtaposición de una obra de flotación por aire disuelto y por una filtración sobre membrana. Esta compatibilidad está relacionada con la utilización de equipamiento común a los dos procedimientos, y con la mejora de los rendimientos de cada una de las etapas de tratamiento con relación a los sistemas simplemente yuxtapuestos.

20

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de clarificación de las aguas que comprende una zona de flotación (c), una zona de filtración membranar (e) y medios de extracción (d),
5 presentando la zona de flotación (c) y la zona de filtración membranar (e) una pared de separación común (p), **caracterizado porque**:

- una pared (n) separa una zona de mezcla (b) de la zona de flotación (c),
- elementos de distribución del caudal (r) están posicionados en la base de la
10 zona de flotación (c)
- la pared de separación común (p) comprende en su parte inferior una abertura (o) que permite un paso directo del agua flotada, recogida bajo los elementos de distribución del caudal, hacia la zona de filtración (e), lo cual conduce a una alimentación de las membranas con agua flotada de abajo a
15 arriba tanto en fase de filtración como en fase de retrolavado.

2. Dispositivo de clarificación de las aguas según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios de extracción (d) comprenden dos rebosaderos (d1, d2) situados por encima de la pared de separación (p), y comprendiendo
20 medios de comunicación con la zona de flotación (c) y la zona de filtración (e) que los hace aptos para recibir indistintamente fluido procedente de la zona de flotación (c) y la zona de filtración (e).

3. Dispositivo de clarificación de las aguas según la reivindicación 1 ó 2,
25 **caracterizado porque** la zona de filtración (e) está compartimentada.

4. Dispositivo de clarificación de las aguas según la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada compartimiento es aislable de otras zonas, por una compuerta de paso ancho (v).
30

5. Dispositivo de clarificación de las aguas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la zona de filtración (e) está completamente libre por la parte superior.

35 6. Dispositivo de clarificación de las aguas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** están previstos deflectores o aletas

en la proximidad de la abertura en la pared de separación (p), con el fin de crear un régimen hidráulico laminar.

5 7. Procedimiento de clarificación de las aguas que comprende una etapa de flotación, una etapa de filtración membranar y una etapa de extracción de los lodos procedentes de la etapa de flotación, **caracterizado porque**:

- se realiza una inyección de aire comprimido en el fondo de una zona de mezcla (b) separada por una pared (n) de la zona de flotación (c),
- 10 - una distribución hidráulica homogénea está asegurada en la zona de flotación (c) por elementos de distribución de caudal (r) posicionados en la base de la zona de flotación (c), y el agua flotada es recogida bajo estos elementos de distribución del caudal, siendo esta agua flotada utilizada río abajo de la zona de flotación (c) para realizar una alimentación de los módulos membranares,
- el paso del agua flotada hacia la zona de filtración está asegurado de tal
- 15 forma que la alimentación de las membranas con agua flotada sea realizada de abajo a arriba tanto en fase de filtración como en fase de retrolavado.

8. Procedimiento de clarificación de las aguas según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende una etapa de limpieza del dispositivo utilizado

20 para la extracción de los lodos con la ayuda de agua flotada, procedente de la zona de filtración durante el retrolavado de las membranas.

9. Procedimiento de clarificación de las aguas según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** comprende una regulación de los

25 niveles de recuperación por medio de un umbral variable en el colector de extracción.

10. Procedimiento de clarificación de las aguas según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** comprende una etapa de inyección

30 de reactivos complementarios entre la etapa de flotación y la etapa de filtración.

11. Utilización del dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para la clarificación del agua de mar, del agua salobre, del agua de superficie o de las aguas residuales tratadas, de origen municipal o industrial.

12. Aplicación del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en la clarificación del agua de mar, el agua salobre, el agua de superficie o de las aguas residuales tratadas, de origen municipal o industrial.

17

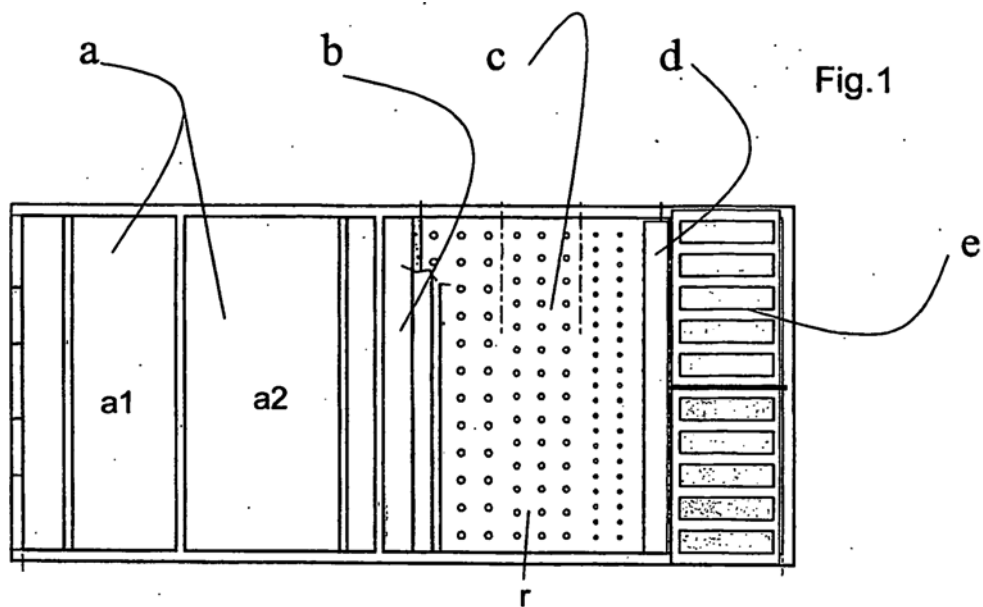


Fig.1

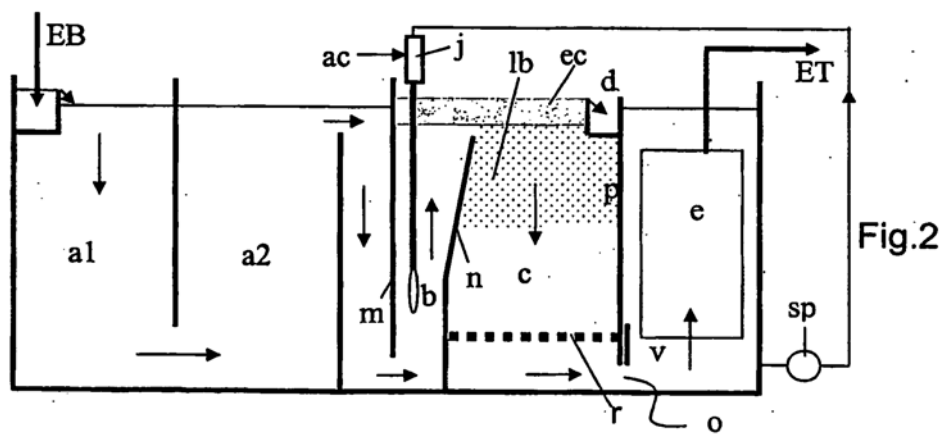


Fig.2

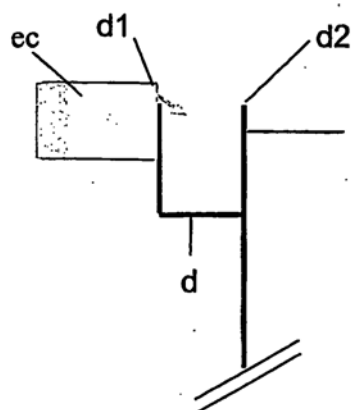


Fig.3

