

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 726**

51 Int. Cl.:

C02F 3/22 (2006.01)

C02F 3/06 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2012 PCT/SK2012/050009**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012 WO12154135**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2012 E 12730065 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 2707334**

54 Título: **Proceso de tratamiento biológico e instalación que incluye elevación por inyección de aire y postratamiento en filtro**

30 Prioridad:

11.05.2011 SK 500232011

11.05.2011 SK 500602011

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

24.07.2018

73 Titular/es:

CSEFALVAY, JURAJ (100.0%)

Zahradnicka 30

900 44 Tomasov, SK

72 Inventor/es:

CSEFALVAY, JURAJ y

PENZES, LADISLAV

74 Agente/Representante:

CASTELLET I TORNE, Mari Angels

ES 2 676 726 T3

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

DESCRIPCIÓN

Proceso de tratamiento biológico e instalación que incluye elevación por inyección de aire y postratamiento en filtro

Campo Técnico

5 **[0001]** La presente invención se refiere al dispositivo y al método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales, especialmente para sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales.

Antecedentes Técnicos

10 **[0002]** Un sistema individual de tratamiento de aguas residuales es un método de eliminación de aguas residuales de viviendas familiares, hoteles, pequeñas plantas industriales y otras fuentes pequeñas y aisladas en su punto de origen, que se aplica mayoritariamente en casos en los que no es posible conectarse al sistema de alcantarillado público por motivos técnicos o económicos. Los sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales tienen por objeto poder contar con un método higiénica y ecológicamente adecuado para el vertido de aguas tratadas en aguas superficiales o su infiltración en el terreno, o el reciclaje y la reutilización de aguas tratadas de calidad adecuada en el lugar de origen de las aguas residuales.

15 **[0003]** Los sistemas con tratamiento primario de aguas residuales consisten mayoritariamente en fosas sépticas, que permiten separar sólidos sedimentables y flotantes y al mismo tiempo una descomposición anaerobia. Después de un pretratamiento primario, las aguas residuales contienen sólidos en suspensión - SS con una concentración de 50-80 mg/L, DBO5 de 140-200 mg/L, coliformes fecales de 1.000.000 UFC/100 mL, fósforo total de 5-15 mg/L y nitrógeno total de 40-100 mg/L.

20 **[0004]** El tratamiento secundario, o biológico, de aguas residuales con un proceso biológico aerobio puede reducir la contaminación de las aguas residuales hasta una concentración de SS de 15-30 mg/L, DBO5 de 15-30 mg/L, coliformes fecales de 25.000-200.000 UFC/100 mL, fósforo total de 5-15 mg/L y nitrógeno total de 40-100 mg/L.

25 **[0005]** El nivel terciario o de postratamiento tiene por objeto una mayor reducción de los contaminantes como SS y DBO5, y, a través de la desinfección, también de coliformes fecales y posiblemente nutrientes - fósforo y nitrógeno totales, pudiéndose conseguir SS y DBO5 por debajo de 10 mg/L, coliformes fecales por debajo de 200 UFC/100 mL, fósforo por debajo de 1 mg/L y una reducción del 60-80% del nitrógeno total.

30 **[0006]** En muchos países, el tratamiento biológico, es decir secundario, de las aguas residuales procedentes de pequeñas fuentes de contaminación suele constituir el requisito mínimo para cumplir la normativa vigente. Un método de tratamiento biológico de aguas residuales es el proceso de activación, continuo o discontinuo, en función del método de vertido aplicado. Un inconveniente de los sistemas discontinuos es que suponen una carga para el entorno del vertido - aguas subterráneas o aguas superficiales - durante ciclos de vertido a corto plazo, y por ello son inaceptables en zonas sensibles. Un inconveniente de los sistemas continuos convencionales es su baja resistencia a cargas variables, lo que provoca que el lodo salga del sistema, y deteriore los parámetros del agua tratada; el lodo que se sale puede obstruir los sistemas de infiltración para el vertido de aguas residuales tratadas en aguas subterráneas.

35 **[0007]** Los sistemas individuales con fase de tratamiento biológico se conciben principalmente para eliminar la contaminación orgánica de las aguas residuales, sin eliminación de nitrógeno y fósforo, que son los causantes de un crecimiento excesivo de algas (proliferación de algas), y sin eliminación de contaminación microbiológica, lo que puede dar lugar a enfermedades diversas al reciclar y reutilizar las aguas residuales tratadas. La baja estabilidad en la eficacia del tratamiento imposibilita el reciclaje y la reutilización de las aguas tratadas sin proceder a un tratamiento adicional caro y aumenta la carga sobre las aguas superficiales y subterráneas y la obstrucción de los sistemas de infiltración.

40 **[0008]** El postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente para reducir las concentraciones de DBO5 y sólidos en suspensión también puede eliminar la contaminación microbiológica y reducir la concentración de fósforo con aditivos químicos, hasta tal punto que las aguas residuales tratadas también pueden verterse en zonas sensibles o reutilizarse.

45 **[0009]** Existen dos tipos de dispositivos de postratamiento de aguas residuales. El primero comprende dispositivos que utilizan métodos tecnológicos intensivos provistos de diversos tipos de filtros, membranas, etc., con determinadas demandas de energía eléctrica así como la necesidad en su momento de utilizar aditivos químicos o maquinaria para limpiar y eliminar automática y periódicamente los contaminantes atrapados en la superficie y en los filtros y las membranas.

[0010] El otro tipo lo representan dispositivos extensivos de baja o nula demanda energética que no utilizan aditivos químicos o maquinaria - estos dispositivos imposibilitan la eliminación automática continua de contaminantes atrapados en la capa filtrante, pero tras un período determinado de funcionamiento, debe extraerse, eliminarse y sustituirse toda la capa filtrante, lo que resulta costoso.

5 **[0011]** A pesar de las indudables ventajas de los dispositivos extensivos, se utilizan equipos tecnológicos de postratamiento de aguas residuales cada vez más porque necesitan una superficie menor, su eficacia puede garantizarse y controlarse mejor, pueden adaptarse mejor a cargas fluctuantes y sobrecargas, su contaminación puede eliminarse de forma automática y continua, y ofrecen resultados similares o mejores en cuanto a calidad de las aguas residuales postratadas que los sistemas extensivos; y sin embargo son
10 menos sensibles a la alternancia en las estaciones.

[0012] El antecedente US 3850808A (HOERMANN W), de 26 de noviembre de 1974, presenta una instalación de tamaño reducido que comprende secciones de tratamiento biológico, una cámara de bombeo, elevación por inyección de aire, sedimentación, cloración y filtración del efluente y cuenta con un volumen de reserva para recibir sobrecargas sin sacrificar la eficacia del tratamiento. Los sólidos en
15 suspensión del efluente secundario tratado se eliminan con un filtro, consistente en una capa de piedra machacada, una capa de arena filtrante lavada o gravilla y una segunda capa de piedra machacada. El efluente secundario desciende a través de las capas filtrantes. Después de períodos de funcionamiento prolongados, la piedra machacada y la arena filtrante se obstruirán con sólidos sedimentados. Los sólidos atrapados se eliminan de la capa filtrante mediante lavado a contracorriente.

20 **[0013]** El antecedente GB 1449558A (WALTEC IND TD), de 15 de septiembre de 1976, también presenta una instalación de tamaño reducido que comprende secciones de tratamiento biológico, una cámara de bombeo, elevación por inyección de aire, sedimentación, cloración y filtración. Se deja espacio suficiente en la parte superior del depósito para recibir cargas hidráulicas de choque y existen orificios en las placas de aceleración de la sedimentación para la compensación de caudal. El lecho filtrante compacto consiste
25 en un medio mixto que incluye arena, y el efluente del tratamiento secundario desciende a través del filtro.

[0014] El antecedente WO 2010/083149A2 (ACCESS BUSINESS GROUP INT LLC [US], KUENNEN ROY W [US], LAUTZENHEISEN), de 22 de julio de 2010, preconiza un tratamiento de agua portátil, y una realización descrita utiliza una filtración con arena ascendente con un fondo permeable y un procedimiento de limpieza del lecho filtrante. El filtro puede regenerarse en parte bombeando agua que lo
30 atraviesa en sentido contrario al de circulación normal.

[0015] El antecedente US 2004/060862A1 (SAVAGE E STUART [US] ET AL), 1 de abril de 2004, también presenta un filtro de arena para el tratamiento de aguas residuales con un fondo permeable, un temporizador y un lavado a contracorriente automatizado temporizado. El proceso de lavado a contracorriente se basa en lavado a contracorriente por inyección de aire como mínimo una vez cada 48
35 horas. El lavado a contracorriente oscila entre 1 metro cúbico por minuto/pie cuadrado y 10 metros cúbicos por minuto/pie cuadrado, es decir entre 18,3 m/h y 183 m/h, con un caudal de aire a contracorriente preferido de 6 metros cúbicos por minuto/pie cuadrado, es decir 110 m/h. Estos volúmenes de lavado a contracorriente son necesarios porque un filtro es el filtro de lecho profundo – con una profundidad de lecho entre unos 2,0 pies y unos 10,0 pies, es decir entre 61 cm y 305 cm, y la duración en el tiempo preferida del lavado a contracorriente oscila entre unos 3 minutos y unos 40
40 minutos.

[0016] En el antecedente US5770081, se describe un dispositivo de postratamiento para el tratamiento individual de aguas residuales al objeto de reducir la cantidad de sólidos en suspensión a la salida de la fase biológica del tratamiento, y nivelar la alternancia en los caudales. El aparato se monta en el interior
45 de la cámara de aclarado (pudiéndose montar también detrás de la misma) y se conecta a un tubo de salida, y el aparato incluye una planta cilíndrica. El agua tratada biológicamente sale de la unidad de aclarado final a través de cuatro ranuras verticales en la planta cilíndrica en la salida de la zona de aclarado final, con un ancho aproximado de 1/16", es decir 1,6 mm, y una longitud de 23 cm, lo que da lugar a la formación de una zona de retención en el reactor biológico entre el nivel mínimo y máximo y la salida controlada del reboso. El aparato también se utiliza para el postratamiento de aguas residuales, porque solo partículas de tamaño inferior al ancho de las ranuras las atraviesan. Se forma un crecimiento biológico en las ranuras que también suprime sustancias sólidas. Después de un tiempo de funcionamiento, se produce un lento desarrollo del crecimiento biológico en las ranuras, que se obstruyen por contaminantes flotantes, y aumenta el nivel de agua en todo el aparato, porque el agua solo puede
50 salir a través de la parte superior de la ranura. La longitud de las ranuras se propone para que se disponga de una zona de paso suficiente incluso en caso de obstrucción gradual entre intervalos de servicio, es decir anticipa un crecimiento excesivo en las ranuras. La purificación de las ranuras se produce en parte de forma espontánea, porque el agua que rebosa por las ranuras provoca "erosión" en los lugares obstruidos y la parte del crecimiento, que ya no se encuentra bajo el agua después de algún tiempo, se seca y se cae. Este método de depuración de la unidad de filtración es incierto, incontrolable y solo puede eliminar de forma segura partículas más largas que el ancho de la ranura, y además solo
55 resuelve la eliminación de sustancias en suspensión o flotantes.
60

[0017] En el antecedente US6200472B1, se describe un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Tres Fases (primaria, secundaria y terciaria) de fuentes pequeñas en un aparato compacto. La primera fase consiste en un depósito de pretratamiento en el que se deja que las aguas residuales sedimenten hasta que se inician procesos anaerobios, un depósito de lodo activado con separación de lodo activado, y la fase terciaria consiste en filtración y cloración en el tercer depósito. Todos estos depósitos están conectados en un conjunto y conforman un aparato compacto. En la salida de la fase biológica a la fase terciaria, se instala un desviador, que comprende dos derivadores, de forma que los posibles contaminantes en suspensión de la superficie de la parte de separación no pasen a la fase terciaria. Se utiliza un filtro integrado con clorador para eliminar posibles contaminantes. El principio del filtro es que el agua tratada biológicamente salga a través de los desviadores, que comprenden dos derivadores, hacia un filtro de tubo vertical en el que se forman ranuras en la parte mayoritaria de la superficie. El filtro se utiliza para atrapar contaminantes en suspensión que pueden pasar desde la fase biológica. En la parte superior del filtro tubular también hay espacio para una pastilla de cloro, que desinfecta las aguas residuales tratadas. El inconveniente de este método es que el filtro tiene que limpiarse a mano periódicamente y como mínimo dos veces al año.

[0018] En el antecedente US4608157A, se describe una planta de tratamiento de aguas residuales para viviendas individuales que utiliza un proceso de lodo activado, formando parte del sistema una zona de lodo activado y una zona de aclarado final, una unidad de filtración a la salida de la zona de aclarado final y un nivel de agua que puede estar a nivel normal y aumentado, en función de que la unidad filtrante esté obstruida o no. La zona de aclarado final se comunica por un tubo de conexión con una cámara de rebose, que también es una cámara de lavado a contracorriente. Se monta una bomba, que bombea agua lavada a través de un tejido filtrante, en la cámara de rebose, y la puesta en marcha de la bomba depende de la presencia de un nivel determinado de agua en la cámara de rebose. Se prevé una ranura de emergencia, por la que pasan las aguas residuales cuando la unidad filtrante está obstruida, en la zona de aclarado final. El sistema de filtración tubular funciona con filtración a través de un tejido filtrante y se sitúa un filtro tubular horizontalmente al nivel de agua normal, de forma que cuando sube el nivel de agua a caudales de aguas entrantes superiores, queda cada vez más sumergido en el agua y así aumenta la zona de filtro. Cuando se obstruye el filtro, sube el nivel de agua hasta un nivel en el que rebosa a través de la salida de emergencia y evita el filtro. El inconveniente de este aparato es que el material filtrante no se encuentra sumergido constantemente en el agua y no pueden lograrse condiciones adecuadas para el crecimiento biológico aerobio. El efecto del filtro se limita únicamente al postratamiento de las aguas en lo que se refiere a contaminantes brutos y partículas de lodo. Otro inconveniente es que las partículas de lodo pueden obstruir el tejido filtrante, al no crearse la zona de sedimentación de las partículas de lodo que pasan, y la falta de equilibrio de la circulación en el tejido filtrante.

[0019] En el antecedente US4021347A, se describe un aparato que contiene pretratamiento, tratamiento biológico y tratamiento terciario de aguas residuales procedentes de pequeñas fuentes de contaminación, cuyo tratamiento terciario comprende un chapa perforada y una capa de fibras plásticas no tejidas. El método de lavado a contracorriente del filtro es por agua a presión. Este método de depuración del filtro elimina el crecimiento biológico y por ello el efecto del filtro es pequeño.

[0020] Uno de los métodos conocidos de postratamiento de aguas residuales es la filtración a través de material granular, mayoritariamente arena aunque también se conocen otros materiales filtrantes granulares y fibrosos (p.ej. zeolita, fibras minerales, etc.). Se conocen bien los equipos que comprenden filtros de arena para la filtración de agua y aguas residuales. Son bien conocidas algunas configuraciones de filtros de arena, como por ejemplo filtros de gravedad y presión, filtros de arena lentos y rápidos, y, en función del sentido de circulación, filtros de arena con circulación en sentido descendente y ascendente. Los filtros de arena más simples son los filtros de gravedad con circulación descendente, que consisten en un depósito con un medio de filtración, como por ejemplo arena, y con una entrada de agua a presión en la parte superior del depósito y una salida de agua filtrada situada en la parte inferior del depósito. Para eliminar los contaminantes atrapados, se lleva agua a presión hasta el lecho filtrante desde el fondo con una velocidad suficiente para dar fluidez a la capa de arena, de forma que las partículas de arena empiezan a girar y librarse de los contaminantes mecánicos. Una vez acabado el proceso de lavado, la capa de arena se sedimenta y, por el efecto de la gravedad, se acumulan las partículas de mayor tamaño en la parte inferior y las partículas de menor tamaño en la parte superior de la columna con el medio filtrante. La parte superior del filtro con las partículas de arena más pequeñas atrapa la mayoría de las partículas contaminantes. Este sistema de filtración no es adecuado para sistemas individuales pequeños de tratamiento de aguas residuales porque la fuga de partículas de lodo puede obstruirlo fácilmente; asimismo, necesita un equipo para el lavado intensivo de la arena.

[0021] En función de su caudal, los filtros de arena pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Filtro de arena estándar con circulación descendente: caudal de filtración de unos 1-4 m/h;
- Filtro de arena estándar rápido con circulación descendente: caudal de filtración de unos 20-29 m/h;
- Filtro de arena convencional lento con caudal de filtración inferior a 0,4 m/h, arena no estratificada, inactiva;
- Filtro de arena a presión rápido- caudal de filtración máx. de 9 m/h, arena de 0,6-1,2 mm.

[0022] Los sistemas que no se obstruyen demasiado rápidamente, que no precisan un lavado intensivo de la capa filtrante y que son lentos, son adecuados para sistemas individuales de tratamiento, para conseguir una eficacia adecuada. Estos sistemas tienen que afrontar la obstrucción – colmatación de la capa filtrante, que provoca el deterioro de la porosidad y permeabilidad del sistema, y reduce el paso de oxígeno. Estos factores reducen la eficacia del tratamiento hasta llegar a un funcionamiento anómalo total (obstrucción) del sistema de postratamiento.

[0023] En el antecedente US3870633A, se describe un dispositivo de postratamiento terciario de aguas residuales tratadas biológicamente (secundario). El dispositivo contiene una cámara de equilibrio, que nivela la alternancia en el caudal de la fase de tratamiento biológico, un filtro de arena con circulación descendente y un sistema de tubo para el lavado del filtro. El inconveniente es que los caudales se nivelan mediante interruptores de flotador y válvulas de solenoide, lo que supone una mayor inversión y mayores gastos de funcionamiento, y el filtro de arena tiene un caudal descendente, con el consiguiente peligro de obstrucción del filtro por sedimentación de partículas de lodo directamente en la capa del lecho filtrante.

[0024] Se conocen soluciones de filtro con circulación ascendente (p.ej. US2007289908A1 o US6406218B1) en el campo del tratamiento de aguas pluviales, en los que se prevén paredes verticales en la parte del fondo del depósito filtrante por debajo de la rejilla del medio filtrante, que impiden la agitación del lodo sedimentado. El filtro contiene también un mecanismo de autolimpieza inverso cuando para de llover, a saber a través de una pequeña abertura en la parte del fondo, por la que puede salir de forma espontánea la parte del contenido del depósito. Otra solución conocida de filtro de circulación ascendente (filtro con una circulación en sentido ascendente) es la solución conocida a partir del antecedente US4141824 en relación con el suministro de agua, para la potabilización de agua sin tratar, en la que se hace circular agua de río en sentido ascendente a través del filtro, a un caudal de seis pulgadas por minuto, es decir unos 9 m/h. Se introduce agua para la limpieza del filtro a través de la abertura en la parte del fondo del depósito por debajo del fondo permeable que sustenta el lecho filtrante. La parte del fondo del depósito bajo el fondo de lecho filtrante sirve para la eliminación de impurezas gruesas. Asimismo, la abertura para la eliminación puntual de caudal punta de agua del filtro, que sirve para el lavado a contracorriente periódico, se sitúa en la parte del fondo del depósito. Sin embargo, el agua pluvial y el agua sin tratar de la planta de tratamiento de agua son de naturaleza distinta a las aguas residuales, y por tanto también la solución de lavado inverso y depuración del filtro exige un planteamiento distinto en el caso de las aguas residuales.

[0025] Se conoce a partir del antecedente US2004026317A1 que los microorganismos quedan atrapados principalmente en la capa fina de la capa filtrante, donde se forma la capa biológica fina. En el interior de la capa, los microorganismos son destruidos por otras bacterias o quedan atrapados entre las partículas de arena hasta que dejan de vivir. El agua sin tratar debe contener una cantidad de oxígeno suficiente para permitir que se produzcan estos procesos. Las aguas residuales depuradas procedentes del proceso de lodo activado también pueden contener partículas de lodo activado, mayores o menores, que pueden obstruir los poros en el terreno de infiltración u obstruir las aberturas de los sistemas de riego. En ese caso, las tecnologías convencionales utilizan la adición de agentes químicos para la coagulación y floculación previa a la filtración. Se forman partículas grandes a partir de partículas pequeñas con los agentes químicos, que quedan atrapadas fácilmente en la capa de material filtrante. Los agentes químicos producen lodo químico, que puede obstruir los poros del filtro y resultar en un coste mayor del postratamiento así como la necesidad de ciclos de lavado frecuente. Así pues, en el antecedente US2004026317A1, se utiliza un postratamiento terciario por filtración después del tratamiento biológico por el proceso de activación sin necesidad de dosificar agentes químicos, utilizándose la capacidad de las partículas de lodo activado en pequeña cantidad para iniciar la floculación de sólidos en suspensión presentes en el agua depurada antes de la filtración, mejorando la eficacia de la filtración y disminuyendo la cantidad de sólidos en suspensión en el agua depurada después de la fase de postratamiento. Asimismo, se forma una capa activa en la superficie del filtro por una pequeña cantidad de lodo activado frente al filtro, mejorando las características del agua filtrada por procesos biológicos que se producen en dicha capa.

Conocimientos Generales de los Antecedentes Técnicos y Necesidad de Mejora del Estado Actual:

[0026] Los equipos tecnológicos, como por ejemplo los filtros de arena o zeolita lentos o a presión, de filtración por membrana, con o sin aditivos químicos dosificados, o los equipos pasivos como por ejemplo diversos tipos de filtros de tierra, filtros de arena verticales, plantas de humedales para postratamiento, etc. se utilizan mayoritariamente para el postratamiento terciario de aguas residuales en dispositivos de tratamiento de aguas residuales domésticos y plantas pequeñas de tratamiento de aguas residuales. Los filtros de arena convencionales y otros filtros con materiales filtrantes granulares o fibrosos están expuestos a obstrucción si se utilizan en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, porque es imposible, por motivos económicos, utilizar los métodos de lavado a contracorriente comúnmente utilizados, que son complejos técnicamente y presentan una frecuencia de averías elevada, y precisan un mantenimiento frecuente; otra problemática reside en las grandes fluctuaciones en la producción de aguas residuales - motivo por el que tienen que sobredimensionarse y en consecuencia no suelen

aplicarse. Los dispositivos de filtración con membrana ofrecen la ventaja de poder eliminar contaminación microbiana sin añadir agentes químicos. Estos dispositivos, denominados de membrana activada, se han utilizado también recientemente en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, pero son relativamente caros y su funcionamiento y mantenimiento también es más complejo y caro. Se utilizan con mayor frecuencia sistemas extensivos pasivos de postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente, sin exigencias técnicas en cuanto a equipamiento y mantenimiento. Se integran bien en los ecosistemas naturales, pero exigen espacio, especialmente si deben aceptar fluctuaciones en la carga.

[0027] La presente invención tiene por objeto mejorar la filtración de arena para su utilización en sistemas individuales de forma que el filtro prácticamente no precise mantenimiento, se disponga de un lavado a contracorriente automático, con el fin de eliminar la obstrucción del filtro y que la eficacia del filtro se aproxime o mejore a la de los dispositivos de filtración con membrana. Se alcanzarían así resultados en el tratamiento de aguas residuales comparables a los de los dispositivos con membrana, pero con costes de adquisición, funcionamiento y mantenimiento sensiblemente inferiores.

15 Naturaleza de la Invención

[0028] Dicho objetivo se alcanza, eliminándose en gran medida los inconvenientes de los dispositivos de tratamiento biológico de aguas residuales y métodos de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales tratadas, con el dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente y el método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con la presente invención. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente contiene un reactor biológico de tratamiento biológico de aguas residuales que utiliza un sistema con lodo activado y un dispositivo filtrante para el postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente. La naturaleza de la solución técnica consiste en que el dispositivo de filtración contiene una cámara de bombeo, una zona de sedimentación y una zona de filtración con lecho filtrante, y una zona de acumulación de agua postratada situada entre el nivel superior del lecho filtrante y la salida de la zona de filtración. La entrada de aguas residuales tratadas biológicamente desde el reactor biológico se encuentra en la zona de sedimentación bajo el fondo permeable del lecho filtrante y, en una realización preferente, puede servir de salida para aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente de sedimentación y la zona de filtración. Esta abertura se comunica con la cámara de bombeo a través de un tubo de conexión, previéndose la abertura de aspiración del dispositivo de bombeo en el fondo de la cámara de bombeo y dirigiéndose la salida del tubo de presión del dispositivo de bombeo al reactor biológico.

[0029] Desde el punto de vista de la eficacia del lavado de la zona de sedimentación, cabe destacar que el dispositivo de filtración contiene una zona de almacenamiento de agua, que se comunica con la zona de sedimentación a través de una abertura, dedicándose la zona de sedimentación y la zona de almacenamiento a las aguas residuales tratadas biológicamente y dedicándose la zona de filtración a las aguas residuales postratadas.

[0030] Desde el punto de vista de los gastos de funcionamiento y de mantenimiento y de minimización del porcentaje de fallos del dispositivo, es fundamental que las aguas residuales tratadas biológicamente procedentes del reactor biológico se llevan a la zona del dispositivo de filtración bajo el lecho filtrante, donde se crea la zona de sedimentación bajo la superficie del lecho filtrante, de forma que durante la lenta elevación del agua a través de una superficie grande del lecho filtrante, las partículas grandes de lodo activado pueden sedimentarse en la zona bajo el lecho filtrante en condiciones adecuadas, cuando la fuerza de arrastre del agua en ascenso es inferior a la velocidad de sedimentación de las partículas grandes de lodo, mientras que las partículas pequeñas de lodo activado pueden aglomerarse en el interior de las más grandes y sedimentarse en el fondo de la zona de sedimentación al igual que las partículas grandes, ya sea por el efecto coagulante natural del lodo activado o con la ayuda de agentes químicos dosificados antes de la entrada en la zona de sedimentación.

[0031] En una realización preferente, el dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales dispone de una zona de retención integrada creada en el reactor biológico que sirve para equilibrar y retener caudal fluctuante utilizando la abertura de regulación del regulador de caudal en la salida del reactor biológico.

[0032] Desde el punto de vista de la eficacia filtrante y el tamaño de la superficie del lecho filtrante, es importante que con el estrangulamiento de la salida del reactor biológico y el uso de la zona de retención integrada para la eliminación del caudal punta de aguas residuales de corta duración así como para la acumulación de aguas residuales procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración en la zona de retención del reactor biológico, se consigue un caudal equilibrado lento de aguas residuales tratadas biológicamente de paso al interior del dispositivo de filtración, lo que supone ahorrar superficie de filtración y a la vez preservar la carga máxima de la capa filtrante en el intervalo de filtración lenta de 0,2-0,4 m/h y además reducir la dosificación y el consumo de coagulantes, mientras que caudal equilibrado

del agua tratada biológicamente no agita el lodo sedimentado en el fondo de la cámara de bombeo y en la zona de sedimentación del dispositivo de filtración.

[0033] Preferentemente, la entrada y salida de aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente de la zona de sedimentación y filtración es la misma abertura.

5 **[0034]** Desde el punto de vista de protección del lecho filtrante frente a su obstrucción por el lado de la zona de sedimentación bajo el lecho filtrante, es preferible, que el fondo permeable del lecho filtrante se realice a partir de una chapa metálica inoxidable fina perforada en su totalidad con un diámetro de malla de 0,3-0,6 mm, con una superficie lisa que retiene las partículas flotantes de lodo activado en la zona de sedimentación e impide la obstrucción del lecho filtrante, mientras que el posible crecimiento biológico
10 alrededor de la malla en la chapa metálica se desprende fácilmente durante el lavado a contracorriente del lecho filtrante.

[0035] En una realización preferente, la altura de la zona de sedimentación bajo el fondo permeable del lecho filtrante oscila entre 10-15 cm.

15 **[0036]** Desde el punto de vista de la eficacia en el lavado de la zona de sedimentación del dispositivo de filtración, se prefiere una escasa altura de la zona de sedimentación, p.ej. 10-15 cm, para un mejor lavado del lodo sedimentado, y la posibilidad de activación frecuente del lavado a contracorriente durante el día permite diseñar esta zona con un volumen menor, porque no es necesario tener en cuenta cualquier
20 acumulación de lodo en el fondo de la zona de sedimentación. Como el lodo no permanece mucho tiempo en la zona de sedimentación, no se producen procesos anaerobios, la capa de lodo sedimentado no se endurece en el fondo y puede eliminarse fácilmente del fondo durante el lavado a contracorriente.

[0037] Preferentemente, el lecho filtrante se realiza con arena de cuarzo con un tamaño de partícula de 0,3-0,8 mm, y una altura máxima del lecho filtrante de 30 cm, y la superficie del lecho filtrante se deriva a partir de la velocidad de filtración del filtro de arena de 0,2-0,4 m/h.

25 **[0038]** Desde el punto de vista de la eficacia del dispositivo de postratamiento de aguas residuales, es importante que la capa de material filtrante no tenga una altura superior a unos 30 cm, y en condiciones óptimas de 15 cm, lo que supone que con una capa de arena adecuadamente baja y utilizando oxígeno disuelto residual en aguas residuales tratadas biológicamente y contenido residual de nitratos como
30 fuente química de oxígeno, se conservan las condiciones óxicas en toda la capa de material filtrante, lo que proporciona condiciones favorables para el crecimiento biológico de bacterias aerobias, que prefieren la presencia de oxígeno para su crecimiento, y condiciones desfavorables para el desarrollo de crecimiento biológico anaerobio, que podría obstruir la capa filtrante. El lodo activado atrapado entre los granos de arena es consumido continuamente por microorganismos aerobios, que se reproducen más rápidamente a mayor aportación de materia orgánica, sin que se produzcan procesos anaerobios que puedan favorecer la obstrucción del lecho filtrante, porque el lavado a contracorriente frecuente y la baja
35 altura del material de la capa filtrante no permiten dichos procesos, y el crecimiento microbiano aerobio también es eficaz para la eliminación de microorganismos patógenos, lo que permite que se recicle el agua sin aditivos químicos.

40 **[0039]** Preferentemente, se utiliza arena como medio filtrante para la desinfección del agua tratada biológicamente mediante reactivo de cloro, porque durante la elevación por el lecho filtrante realizado en arena fina, se elimina mayoritariamente el exceso de cloro en el agua tratada biológicamente en la superficie de los granos de arena, donde se liberan burbujas de cloro gaseoso, reduciendo así el contenido en cloro del agua postratada por encima del lecho filtrante, lo que se prefiere cuando se utiliza el agua desinfectada para el riego de parques y jardines en el reciclaje de agua.

45 **[0040]** Preferentemente, se utiliza arena de cuarzo con un tamaño de partícula de 0,3-0,8 mm como material filtrante, porque es duradera y no es costosa, y con el método de lavado a contracorriente no se escapa durante el enjuagado y puede enjuagarse fácilmente con una corriente de agua.

[0041] El dispositivo de filtración puede situarse en el interior de un reactor biológico o en un depósito aparte, conectado detrás de un reactor biológico, por ejemplo según lo ilustrado en los ejemplos de realización.

50 **[0042]** Desde el punto de vista de los gastos de funcionamiento y de mantenimiento y minimización del porcentaje de fallos del dispositivo, es importante realizar el lavado a contracorriente del dispositivo de filtración automáticamente varias veces al día a intervalos cortos, y así el dispositivo de filtración tiene una elevada capacidad de autolimpieza, por su estructura y lavado a contracorriente automático múltiple, y prácticamente no necesita ningún mantenimiento o sustitución del material filtrante. El dispositivo de
55 filtración está capacitado para su autolimpieza continua y espontánea aun en el supuesto de que se produzca una salida mayor de lodo procedente de la fase biológica durante una carga hidráulica enorme del reactor biológico, porque el lavado a contracorriente repetido protege progresivamente al dispositivo

de filtración de una sedimentación excesiva de lodo en la zona de sedimentación del dispositivo de filtración situada bajo el lecho filtrante.

5 [0043] Desde el punto de vista de la eficacia del dispositivo de postratamiento de aguas residuales, es importante realizar el lavado a contracorriente del lecho filtrante mediante circulación inversa lenta de agua postratada a través de una capa de material filtrante en sentido descendente por gravedad, de forma que en la cámara de bombeo inferior, comunicada hidráulicamente con la cámara de filtración, formando así vasos comunicantes, el nivel de agua cae por acción del dispositivo de bombeo, que también propicia una caída del nivel de agua en la zona de filtración, cuyo lavado debe activarse varias veces al día durante períodos cortos, proporcionando un modo respetuoso de regeneración biológica del lecho filtrante
10 que proporciona una parte significativa de los procesos de postratamiento de aguas residuales, y así el lavado inverso ayuda a aportar equilibrio entre los organismos vivos beneficiosos atrapados en el lecho filtrante y un exceso de crecimiento de regeneración biológica que podría obstruir la capa filtrante.

15 [0044] Desde el punto de vista de la eficacia del lavado a contracorriente, es fundamental que el agua tratada biológicamente procedente del reactor biológico se lleve hasta la zona de sedimentación del dispositivo de filtración con un caudal equilibrado, inferior al caudal de bombeo de aguas residuales procedentes del lavado a contracorriente por el dispositivo de bombeo, porque de este modo la cantidad bombeada de agua y lodo procedentes del lavado a contracorriente se acumula durante el ciclo corto de lavado inverso en la zona de retención del reactor biológico y pasa lentamente al interior de la cámara de bombeo a través de la abertura de regulación del regulador de caudal, permitiéndose así que el agua y
20 lodo procedentes del lavado a contracorriente circulen libremente, por gravedad, desde la zona de sedimentación, la zona de filtración y la zona de almacenamiento del filtro hasta el interior de la cámara de bombeo.

25 [0045] Preferentemente, se prevé la desinfección del agua tratada biológicamente mediante pastillas de disolución lenta que contienen un desinfectante a base de cloro antes de la entrada a la zona de sedimentación del dispositivo de filtración, con eliminación extensiva de microorganismos patógenos, permitiéndose así un reciclaje seguro del agua.

30 [0046] Preferentemente, por encima de la capa filtrante de arena siempre hay una capa de agua tratada en la zona de acumulación de agua postratada, cuya altura viene determinada por el fondo de la salida del dispositivo de filtración, que impide que se seque y agriete la superficie del filtro aun en momentos de nula entrada de caudal. La altura de la capa puede variar; puede incluso permitir la instalación de una bomba de aspiración de agua tratada terciaria, para darle otro uso al agua tratada. La zona de acumulación de agua postratada puede servir de depósito para reciclar agua, p.ej. para cisternas de inodoros.

35 [0047] La presente invención mejora la filtración con arena para su utilización en sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales de forma que el filtro de arena prácticamente no precisa mantenimiento, con un lavado a contracorriente automático, eliminándose la obstrucción del filtro y consiguiéndose que la eficacia del filtro se aproxime o mejore la eficacia de dispositivos de filtración con membrana. Esto proporciona resultados en el tratamiento de aguas residuales comparables a los de los dispositivos de membrana, pero con costes de adquisición, funcionamiento y mantenimiento sensiblemente inferiores.

40 [0048] La invención se define por las reivindicaciones unidas.

Descripción General de las Figuras en los Dibujos

[0049] La naturaleza de la invención se ilustra adicionalmente con ejemplos de su realización que se describen sobre la base de los dibujos unidos, en los que se muestra lo siguiente:

45 Fig. 1 a, Reactor biológico y dispositivo de filtración integrado en un dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales (ejemplo 1).

Fig. 2 a, b Dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales, en donde el dispositivo de filtración se instala en un depósito separado detrás del reactor biológico (ejemplo 2).

50 Fig. 3 Dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales, en donde el dispositivo de filtración se instala en un depósito separado unido al reactor biológico (ejemplo 3).

Ejemplos de Realización de la Invención

Ejemplo 1

55 [0050] La Fig. 1 muestra un dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales para una vivienda familiar, que consiste en un reactor biológico 1 de tratamiento biológico de aguas

residuales que utiliza un sistema con lodo activado y un dispositivo de filtración 2 de postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente, en donde el reactor biológico 1 y el dispositivo de filtración 2 se integran en un dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales 75.

5 **[0051]** El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales 75 cuenta con una
 10 entrada 3, una salida 4, un fondo 5, un alojamiento 6 y una cubierta practicable 7. La entrada 3 del
 15 dispositivo 75 también sirve de entrada del reactor biológico 1. El reactor biológico 1 contiene una zona de
 20 activación 8 y una zona de aclarado final 9. La zona de activación 8 y la zona de aclarado final 9 están
 comunicadas hidráulicamente a través de una abertura 53. En el fondo de la zona de aclarado final 9,
 existe una abertura de aspiración 72 una bomba de elevación por inyección de aire para el bombeo de
 lodo sedimentado activado a través de una abertura de descarga 57 de la bomba de elevación por
 inyección de aire 56 al interior de la zona de activación 8. El reactor biológico 1 contiene una zona de
 retención integrada 10 para la acumulación del exceso de aguas residuales a caudales punta de la
 vivienda familiar y aguas residuales procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2
 entre niveles de agua en modo de funcionamiento normal y máximo en el reactor biológico 1. La zona de
 aclarado final 9 del reactor biológico 1 contiene un regulador de caudal 11 con una abertura de regulación
 12 al nivel de agua en modo de funcionamiento normal en el tubo de salida 13 de la zona de aclarado final
 9. El regulador de caudal 11 contiene una abertura 14 para la descarga de emergencia de aguas
 residuales tratadas biológicamente al nivel de agua en modo de funcionamiento máximo en el reactor
 biológico 1. El tubo de salida 13 de la zona de aclarado final 9 desemboca en el interior de una cámara de
 bombeo 15 del dispositivo de filtración 2.

[0052] El dispositivo de filtración 2 cuenta con una entrada 52, una salida 30 y contiene una cámara de
 bombeo 15 y una zona de sedimentación 33 y una zona de filtración 35.

25 **[0053]** La cámara de bombeo 15 se incorpora a la zona de activación 8 del reactor biológico 1 en forma
 30 de tubo vertical 16 fijado sólidamente al fondo 5 del reactor biológico 1, de forma que la zona circular
 definida por el contacto del tubo 16 con el fondo 5 del reactor biológico 1 también sirve de fondo de la
 cámara de bombeo 15. El nivel de agua en la cámara de bombeo 15 es igual al nivel de agua en el
 reactor biológico 1 durante el proceso de tratamiento. En el interior de la cámara de bombeo 15 hay una
 35 bomba de elevación por inyección de aire 17, situándose una abertura de aspiración 19 de la misma en el
 fondo de la cámara de bombeo 15 y situándose la salida 20 del tubo 16 de la bomba de elevación por
 inyección de aire 17 por encima del nivel de agua en modo de funcionamiento máximo en la zona de
 40 activación 8 del reactor biológico 1. El tubo de la bomba de elevación por inyección de aire 17 cuenta en
 su extremo con un orificio de ventilación 21. El tubo 16 de la cámara de bombeo 15 contiene una salida
 22, que se comunica con un tubo de conexión 25 entre la cámara de bombeo 15 y el fondo 23 de la zona
 45 de sedimentación 33. El tubo de conexión 25 se conecta a la entrada 26 al interior de la zona de
 sedimentación 33 a través de su fondo 23 y su extremo se sitúa bajo el fondo permeable 34 del lecho
 filtrante 37. La entrada 26 de aguas residuales tratadas biológicamente también sirve de salida 77 para el
 agua y lodo procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2. A través de la abertura
 27, un tubo de derivación 28 desemboca en el tubo de conexión 25 entre la cámara de bombeo 15 y el
 50 fondo 23 de la zona de sedimentación 33. La salida 29 del tubo de derivación 28 se sitúa por encima del
 nivel de agua en modo de funcionamiento máximo del reactor biológico 1 y desemboca en el punto de
 toma de muestras 54. Por encima del fondo permeable 34, la zona de filtración 35 contiene un lecho
 55 filtrante 37 conformado por una capa de arena de cuarzo dispuesta libremente, con un tamaño de
 partícula de 0,6 - 0,8 mm; la altura del lecho filtrante 37 es de 15 cm. La superficie del lecho filtrante 37
 tiene unas dimensiones que se corresponden con el caudal de filtración normal de 0,2-0,4 m/h para una
 filtración lenta. El fondo permeable 34 se realiza a partir de chapa metálica inoxidable perforada con un
 60 diámetro de malla 0,4 - 0,5 mm. La altura de la zona de sedimentación 33 entre el fondo 23 y el fondo
 permeable 34 es de 10 cm. La zona de almacenamiento 36 del agua tratada biológicamente se separa de
 la zona de filtración 35 por una pared de separación 40 y, por su parte inferior, se comunica
 65 hidráulicamente con la zona de sedimentación 33 a través de una abertura 67 en el fondo 23 de la zona
 de sedimentación 33. El nivel de agua en la zona de almacenamiento 36 correspondiente al agua tratada
 biológicamente es igual al nivel de agua en el reactor biológico 1 durante el proceso de tratamiento. La
 zona de acumulación de agua postratada 55 se sitúa entre el nivel de agua postratada en modo de
 funcionamiento normal en la zona de filtración 35 y el nivel superior del lecho filtrante 37. El nivel de agua
 en la zona de acumulación del agua postratada 55 se determina por el borde inferior de la salida 30 de la
 zona de filtración 35 durante el proceso de tratamiento. Entre el nivel de agua postratada en modo de
 funcionamiento normal en la zona de acumulación de agua postratada 55 y el nivel de agua en modo de
 funcionamiento normal en el reactor biológico 1, existe un desnivel de unos 10 cm, suficiente para crear
 presión hidrostática para la circulación gravitacional de agua a través del lecho filtrante 37. La salida 30
 del tubo de salida 41 de la zona de filtración 35 se conecta a una salida de aspiración 42 de la bomba de
 elevación por inyección de aire de aguas residuales postratadas 43, y la salida 44 desemboca en el punto
 de toma de muestras 54. La salida 4 del dispositivo 75 de tratamiento biológico y postratamiento de las
 aguas residuales contiene un punto de toma de muestras 54 con una abertura de toma 45 para la toma de
 muestras de aguas residuales vertidas. En el tubo de entrada de aire comprimido 46 al interior de la
 bomba de elevación por inyección de aire 17 en la cámara de bombeo 15, se sitúa una válvula magnética
 47, controlada por un temporizador 48 con intervalo regulable de apertura y cierre. Un soplador de aire 49

es la fuente de aire comprimido para alimentar las bombas de elevación por inyección de aire 17, 43, 56 y además airear la zona de activación 8. Una vez abierta la cubierta practicable 7 del dispositivo 75 de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales y posteriormente la cubierta 32 de la zona de filtración 35, puede sustituirse o enjuagarse el lecho filtrante 37. Las aguas residuales de la vivienda familiar se suministran a través de la entrada 3 de aguas residuales sin tratar al interior del dispositivo 75 de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales y al interior del reactor biológico 1. En el reactor biológico 1, se produce el tratamiento biológico utilizando el sistema con lodo activado en la zona de activación 8; una mezcla de lodo activado y aguas residuales circula a través de la abertura 53 del alojamiento 51 hacia el interior de la zona de aclarado final 9; en la zona de aclarado final 9, el agua tratada biológicamente se separa del lodo activado que cae al fondo y seguidamente se recicla en el proceso de tratamiento por la bomba de elevación por inyección de aire 56. La zona de aclarado final 9 dispone de un regulador de caudal 11, que impide, por medio de la abertura de regulación 12 en el tubo de salida 13 de la zona de aclarado final 9, la salida de aguas residuales tratadas biológicamente a un caudal igual al caudal de aguas residuales entrantes procedentes de la vivienda familiar y aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2 al interior del reactor biológico 1; la cantidad acumulada de aguas residuales permanece en la zona de retención 10 del reactor biológico 1, que se forma entre los niveles en modo de funcionamiento normal y máximo en el reactor biológico 1. Las aguas residuales tratadas biológicamente con caudal equilibrado circulan desde la zona de aclarado final 9 por gravedad a través de la entrada 52 del dispositivo de filtración 2 hacia el interior de la cámara de bombeo 15, donde las partículas sólidas en suspensión más grandes y pesadas caen al fondo y las aguas residuales tratadas biológicamente con partículas sólidas en suspensión más pequeñas ascienden, debido a la presión hidrostática generada por niveles de agua diferentes en el reactor biológico 1 y en la zona de filtración 35 del dispositivo de filtración 2, a través del tubo de conexión 25 al interior de la zona de sedimentación 33 bajo el fondo permeable 34 del lecho filtrante 37. En la zona de sedimentación 33, las partículas sólidas en suspensión pequeñas se agregan en el interior de las partículas de mayor tamaño y caen al fondo, mientras que las aguas residuales tratadas biológicamente sin las partículas sedimentadas ascienden lentamente debido a la presión hidrostática por el fondo permeable 34 atravesando el lecho filtrante 37. Después de un período de funcionamiento determinado del dispositivo de tratamiento biológico de aguas residuales y postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente 75, se forma una capa biológica en la superficie y en el interior del lecho filtrante 37 - un crecimiento consistente en bacterias que se alimentan de la materia orgánica atrapada en el interior del lecho filtrante 37 y eliminan gérmenes patógenos o contaminación microbiana de las aguas residuales tratadas biológicamente. El lecho filtrante 37 proporciona las condiciones ideales para el crecimiento de estas bacterias, porque el material filtrante permanece sumergido siempre en el agua, no se seca y su superficie no se agrieta al conservarse una capa de agua postratada en la zona de acumulación de agua postratada 55 por encima del lecho filtrante 37. El agua tratada biológicamente contiene oxígeno disuelto residual procedente del proceso de activación o una cantidad residual de nitratos que aportan una fuente química de oxígeno, impidiéndose así los procesos anaerobios en el lecho filtrante 37 y la reproducción de bacterias anaerobias que podrían obstruir el lecho filtrante 37. Al mismo tiempo, se mantiene el equilibrio en las poblaciones microbianas del lecho filtrante 37 mediante un lavado a contracorriente periódico frecuente y corto. Las aguas residuales postratadas se recogen por encima del lecho filtrante 37 en la zona de acumulación de aguas postratadas 55 entre el nivel de agua postratada en modo de funcionamiento normal que determina la salida 30 del tubo de salida 41 y el nivel superior del lecho filtrante 37, mientras que las aguas residuales postratadas se bombean desde la zona de filtración 35 por la bomba de elevación por inyección de aire de aguas residuales postratadas 43, a través de la salida 44 de la bomba de elevación por inyección de aire 43, al interior del tubo de salida 4, a través del punto de toma de muestras 54 hacia la salida del dispositivo 75 de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales.

[0054] En el supuesto de que la zona de acumulación 10 entre los niveles en modo de funcionamiento normal y máximo del reactor biológico 1 no sea suficiente para retener temporalmente las aguas residuales entrantes, el agua tratada biológicamente atraviesa la abertura 14 para la descarga de emergencia del regulador de caudal 11 por la cámara de bombeo 15 al interior de la zona de sedimentación 33. Si el lecho filtrante 37 se obstruye de forma crítica, el agua tratada biológicamente se eleva por el tubo de derivación vertical 28 y llega a la salida 4 del dispositivo 75 de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales a través del punto de toma de muestras 54.

[0055] El lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2, que se activa controlando la válvula magnética 47 en el tubo de aire 46 que desemboca en la bomba de elevación por inyección de aire 17 en la cámara de bombeo 15, sirve para impedir la obstrucción del lecho filtrante 37. Se configura el temporizador 48 fijando intervalos de tiempo de cierre y apertura de la válvula magnética 47, por ejemplo fijándose el intervalo de su estado cerrado en 1,5 horas y el intervalo de su estado abierto en 10 segundos, y alternándose estas secuencias temporales a lo largo del día.

[0056] El lavado a contracorriente también sirve para la limpieza de la zona de sedimentación 33 de depósitos de lodo. El funcionamiento del mecanismo de lavado a contracorriente prevé la activación por el temporizador 48 de la apertura de la válvula magnética 47, lo que inicia el funcionamiento de la bomba de elevación por inyección de aire 17 en la cámara de bombeo 15; el efecto de aspiración de la bomba de

elevación por inyección de aire 17 provoca una caída del nivel de agua en la cámara de bombeo 15 hasta un nivel por debajo de la salida 22, que se comunica a través del tubo de conexión 25 con la salida 77 en la zona de sedimentación 33, lo que propicia la circulación gravitacional de agua desde la zona de filtración 35 y la zona de almacenamiento 36 en sentido descendente, descendiendo más lentamente en la zona de filtración 35 a través de la capa de material filtrante, y descendiendo más rápidamente en la zona de almacenamiento de agua tratada biológicamente 36. En su descenso lento, el agua realiza un lavado a contracorriente suave de la capa de arena, eliminando del lecho filtrante 37 únicamente los restos sin vida de bacterias y el exceso de material biológico acumulado y contaminantes atrapados entre granos de arena a través del fondo permeable 34 del lecho filtrante 37 al interior de la zona de sedimentación 33. El rápido descenso del nivel de agua en la zona de almacenamiento 36 provoca un lavado rápido de toda la zona de sedimentación 33 y la posterior eliminación de lodo sedimentado y lodo del lavado a contracorriente de la cámara de filtración 35. Las aguas residuales y el lodo del lavado a contracorriente pasan por la salida 77 y por del tubo de conexión 25 al interior de la cámara de bombeo 15, desde donde las aguas residuales y el lodo del lavado a contracorriente se bombean al interior de la zona de activación 8 del reactor biológico 1 por la bomba de elevación por inyección de aire 17. El lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2 solo dura diez segundos, pero se repite varias veces al día. Se consigue así que el lecho filtrante 37 se lave a contracorriente permanentemente con aguas residuales postratadas y que la zona de sedimentación 33 se lave con aguas residuales tratadas biológicamente. El agua residual del lavado a contracorriente se bombea al interior de la zona de activación 8 del reactor biológico 1, donde aparece como caudal afluente que pasa al interior de la zona de aclarado final 9 a través de la abertura 53. El regulador de caudal 11 en la zona de aclarado final 9 impide la salida rápida de agua desde la zona de aclarado final 9 al interior de la cámara de bombeo 15 y al interior de la zona de sedimentación 33, con lo que se consigue un lavado a contracorriente eficaz, porque el caudal de agua residual procedente del lavado a contracorriente, que se bombea desde la cámara de bombeo 15 al interior de la zona de activación 8 y posteriormente al interior de la zona de aclarado final 9, es mayor que el caudal de agua residual tratada biológicamente desde la zona de aclarado final 9 al interior de la cámara de bombeo 15.

Ejemplo 2

[0057] Las Fig. 2a, 2b muestran un dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales 75 para una vivienda familiar, que consiste en un reactor biológico 1 de tratamiento biológico de aguas residuales que utiliza un sistema con lodo activado y un dispositivo de filtración 2 de postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente, en donde el dispositivo de filtración 2 se instala en un depósito separado detrás del reactor biológico 1.

[0058] El tubo de salida 13 de la zona de aclarado final 9 desemboca en el interior de una cámara de bombeo 15 del dispositivo de filtración 2.

[0059] El dispositivo de filtración 2 cuenta con una entrada 52, una salida 30, un fondo 60, un alojamiento 61 y una cubierta practicable 62. El depósito del dispositivo de filtración 2 es de configuración cilíndrica. El dispositivo de filtración 2 se divide por una pared de separación vertical 59 en una cámara de bombeo 15, una zona de sedimentación 33 y una zona de filtración 35, en donde el fondo 60 del dispositivo de filtración 2 también sirve de fondo de la zona de sedimentación 33 y la cámara de bombeo 15. La cámara de bombeo 15 contiene una bomba de lodo de inmersión 63, cuya abertura de aspiración 19 se sitúa en el fondo de la cámara de bombeo 15, y la salida 20 del tubo de presión 70 de la bomba de lodo de inmersión 63 se sitúa por encima del nivel de agua en modo de funcionamiento máximo en la zona de activación 8 del reactor biológico 1. La cámara de bombeo 15 y la zona de sedimentación 33 se comunican hidráulicamente a través de un tubo de conexión 25. La salida 22 del tubo de conexión 25 en la cámara de bombeo 15 se sitúa al nivel del agua postratada en modo de funcionamiento mínimo en la zona de filtración 35. El tubo de conexión 25 se comunica con la entrada 26 en la zona de sedimentación 33 a través de la pared de separación 59 en el fondo 60 del dispositivo de filtración 2, bajo el fondo permeable 34 del lecho filtrante 37. La entrada 26 de aguas residuales tratadas biológicamente también sirve de salida 77 para el agua y lodo procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2. Un tubo de derivación 28 desemboca a través de su abertura de entrada 27 en el interior de la cámara de bombeo 15; la salida 29 del tubo de derivación 28 desemboca en el interior del tubo de salida 41 del dispositivo de filtración 2. Por encima del lecho filtrante 37 se sitúa la zona de acumulación de agua postratada 55, que sirve también de depósito de agua postratada para la bomba utilizada para la salida de agua tratada destinada por ejemplo a cisternas de inodoros, riego de parques y jardines y usos similares, que no se muestra en las Fig. 2a, 2b, situándose la abertura de aspiración 64 del tubo de aspiración 71 en la zona de acumulación 55 de agua postratada. El funcionamiento de la bomba 63 se controla mediante un temporizador 48 con un intervalo de puesta en marcha y parada regulable. Una vez abierta la cubierta practicable 62 del dispositivo de filtración 2, puede sustituirse o enjuagarse el lecho filtrante 37. El dispositivo de filtración 2 puede instalarse asimismo detrás del reactor biológico 1.

[0060] En la Fig. 2a, se ilustra el aparato de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales 75 durante la fase de filtración, y en la Fig. 2b, se ilustra el aparato durante la fase de lavado a contracorriente.

[0061] La cámara de bombeo 15 puede contener un dispositivo dosificador de agente químico 73 en forma de tubo vertical con una tapa 76 y aberturas 74 por su parte inferior. El dispositivo dosificador 73 contiene pastillas de disolución lenta que contienen cloro como desinfectante.

5 **[0062]** Las aguas residuales postratadas se acumulan por encima del lecho filtrante 37. El nivel de agua en modo de funcionamiento normal en la zona de filtración 35 lo determina la salida 30 del tubo de salida 41 de la zona de filtración 35, por el que circulan las aguas residuales postratadas por gravedad desde el depósito 58 del dispositivo de filtración 2. El nivel en modo de funcionamiento mínimo en la zona de filtración 35 lo determina la salida 22 del tubo de conexión 25 en la cámara de bombeo 15, por el que circulan las aguas residuales procedentes del lavado a contracorriente. En la zona de filtración 35 se retiene, en la zona de acumulación de agua postratada 55 entre los niveles en modo de funcionamiento normal y mínimo, una cantidad de agua suficiente para su reciclaje, p.ej. para cisternas de inodoros o para riego de jardines, incluso después de realizar el lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2.

10 **[0063]** Para impedir la obstrucción del lecho filtrante 37, el lavado a contracorriente repetido del dispositivo de filtración 2 se activa controlando la bomba 63 en la cámara de bombeo 15. Se configura el temporizador 48 fijando intervalos de tiempo para la puesta en marcha y parada de la bomba 63, p.ej. fijándose el intervalo inactivo en 1,5 horas y el intervalo activo en 10 segundos, y alternándose estas secuencias temporales a lo largo del día.

15 **[0064]** El lavado a contracorriente también sirve para la limpieza de la zona de sedimentación 33 de depósitos de lodo. El funcionamiento del mecanismo de lavado a contracorriente prevé la activación por el temporizador 48 de la bomba 63 en la cámara de bombeo 15, y el efecto de aspiración de la bomba 63 provoca una caída del nivel de agua en la cámara de bombeo 15, que se comunica a través del tubo de conexión 25 con la salida 77 en la zona de sedimentación 33. Cuando el nivel de agua en la cámara de bombeo 15 cae por debajo de la salida 22, por el desnivel entre la cámara de bombeo 15 y la zona de filtración 35 o la zona de almacenamiento 36 del agua tratada biológicamente, el agua empieza a circular por gravedad desde la zona de filtración 35 y la zona de almacenamiento 36 en sentido descendente, con un descenso más lento en la zona de filtración 35 a través de la capa de material filtrante, y un descenso más rápido en la zona de almacenamiento de agua tratada biológicamente 36. El agua residual procedente del lavado a contracorriente para por la salida 77 en la zona de sedimentación 33 y atraviesa el tubo de conexión 25 hasta el interior de la cámara de bombeo 15, desde donde se bombea al interior de la zona de activación 8 del reactor biológico 1 por la bomba 63.

Ejemplo 3

20 **[0065]** La Fig. 3 muestra un dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales 75 para una vivienda familiar, que consiste en un reactor biológico 1 de tratamiento biológico de aguas residuales que utiliza un sistema con lodo activado y un dispositivo de filtración 2 de postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente, en donde el dispositivo de filtración 2 se instala en un depósito separado que se une al depósito del reactor biológico 1 y de este modo forma un conjunto único.

25 **[0066]** El tubo de salida 13 de la zona de aclarado final 9 desemboca en el interior de la cámara de bombeo 15 del dispositivo de filtración 2.

30 **[0067]** El dispositivo de filtración 2 cuenta con una entrada 52, una salida 30 y contiene una cámara de bombeo 15, una zona de sedimentación 33 y una zona de filtración 35. La cámara de bombeo 15 se incorpora a la zona de activación 8 del reactor biológico 1, en forma de tubo vertical 16, fijado al fondo 5 del reactor biológico 1. La cámara de bombeo 15 contiene una bomba de elevación por inyección de aire 17, con una abertura de aspiración 19 situada en el fondo de la cámara de bombeo 15, y situándose una salida 20 de la bomba de elevación por inyección de aire 17 por encima del nivel de agua en modo de funcionamiento máximo en la zona de activación 8 del reactor biológico 1, contando en su extremo con un orificio de ventilación 21. El tubo 16 de la cámara de bombeo 15 contiene una salida 22, que se comunica con un tubo de conexión 25 entre la cámara de bombeo 15 y la zona de sedimentación 33. El tubo de conexión 25 se conecta a la entrada 26 al interior de la zona de sedimentación 33 bajo el fondo permeable 34 del lecho filtrante 37. La entrada 26 del agua tratada biológicamente también sirve de salida 77 para el agua y lodo procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración 2. La solución con agente químico dosificada, por ejemplo para la eliminación de fósforo, llega el interior del tubo de conexión 25, a través de la entrada 65 del tubo de dosificación 66 de agente químico. También puede disponerse la dosificación del agente químico líquido haciendo desembocar el tubo de dosificación 66 en el interior de la cámara de bombeo 15 o el interior de la zona de aclarado final 9.

Uso Industrial

35 **[0068]** Puede utilizarse el dispositivo y el método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con la presente invención para el tratamiento de aguas residuales y su reciclaje a partir de fuentes de contaminación pequeñas aisladas, en especial para la solución descentralizada de

- 5 tratamiento de aguas residuales. La calidad de las aguas tratadas cumple los criterios rigurosos en cuanto a eliminación de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales, y el saneamiento de las aguas residuales incluye la eliminación de virus, con lo que también pueden utilizarse dichos dispositivos de tratamiento para el vertido en aguas superficiales en zonas sensibles, donde exista un riesgo de eutrofización de aguas superficiales, para el vertido en aguas superficiales adecuadas para el ocio y la natación, y para el vertido en aguas subterráneas, o pueden destinarse las aguas tratadas a cisternas para inodoros, riego, colada, lavado de vehículos, etc.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales y eliminación de aguas residuales procedentes de fuentes aisladas en el punto de origen, que contiene un reactor biológico (1) para el tratamiento biológico de aguas residuales, y un dispositivo de filtración (2) para el postratamiento de aguas residuales tratadas biológicamente, en el que el dispositivo de filtración (2) contiene una cámara de bombeo (15) y una zona de sedimentación (33), una zona de filtración (35) con un lecho filtrante (37) con un fondo permeable, y con la zona de acumulación (55) para agua postratada situada entre el nivel superior del lecho filtrante (37) y la salida (30) de la zona de filtración (35);
- 10 la entrada (26) de aguas residuales tratadas biológicamente procedentes del reactor biológico (1) y la salida (77) que sirve para la descarga de aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente de la zona de filtración (35) y la zona de sedimentación (33), se sitúan en la zona de sedimentación (33) bajo el fondo permeable (34) del lecho filtrante (37); la altura máxima del lecho filtrante es de 30 cm;
- 15 la salida (77) se comunica a través del tubo de conexión (25) con la cámara de bombeo (15), situándose una abertura de aspiración (19) de un dispositivo de bombeo (17, 63) en el fondo de la cámara de bombeo (15) y desembocando la salida (20) del tubo de presión (18, 70) del dispositivo de bombeo (17,63) en el interior del reactor biológico (1),
- 20 en donde el reactor biológico (1) contiene una zona de retención integrada (10) para el equilibrio y la retención de caudales fluctuantes utilizando una abertura de regulación (12) del regulador de caudal (11) en el tubo de salida (13) del reactor biológico (1),
- y en donde el dispositivo de filtración (2) contiene una zona de almacenamiento de agua (36), que se comunica con la zona de sedimentación (33) a través de una abertura (67), en donde la zona de sedimentación (33) y la zona de almacenamiento de agua (36) se dedican a aguas residuales tratadas biológicamente, y la zona de filtración (35) se dedica a aguas residuales postratadas.
- 25 2. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una abertura común sirve tanto de entrada (26) como de salida (77) para la evacuación de aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente de la zona de sedimentación (33) y la zona de filtración (35).
- 30 3. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el fondo permeable (34) del lecho filtrante (37) se forma a partir de chapa metálica inoxidable perforada, con un diámetro de malla de 0,3-0,8 mm.
4. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, en donde la altura de la zona de sedimentación (33) entre el fondo (60, 23) y el fondo permeable (34) del lecho filtrante (37) oscila de 10-15 cm.
- 35 5. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, en donde el lecho filtrante (37) se realiza con arena con una granulometría de 0,3-0,8 mm, y el tamaño de la superficie del lecho filtrante (37) se deriva a partir de la velocidad de filtración del filtro de arena, que oscila de 0,2-0,4 m/h.
- 40 6. El dispositivo de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5, en donde el dispositivo de filtración (2) se instala en el interior de un reactor biológico (1) o el dispositivo de filtración (2) se sitúa en un depósito separado con paredes laterales (61), un fondo (60) y una cubierta (62).
- 45 7. Método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales que utiliza un dispositivo como el definido en las reivindicaciones 1-6, de tal forma que las aguas residuales sin tratar se tratan biológicamente en el reactor biológico (1), las aguas residuales tratadas biológicamente se separan del lodo activado y las aguas residuales tratadas biológicamente se tratan posteriormente en la fase de tratamiento terciario de postratamiento - en el dispositivo de filtración (2), en el que, durante la filtración, el agua tratada biológicamente sin partículas sedimentadas asciende lentamente debido a la presión hidrostática producida por el desnivel entre el nivel de agua en el interior del reactor biológico (1) y el nivel
- 50 de agua en el interior de la zona de filtración (35), atravesando el fondo permeable (34) del lecho filtrante (37), pasando por el lecho filtrante (37) provisto de material filtrante, previéndose la limpieza del lecho filtrante (37), manteniendo a la vez el equilibrio de las poblaciones microbianas del lecho filtrante (37), mediante un lavado a contracorriente repetido con activación frecuente del lavado a contracorriente durante el día, y consistiendo el mecanismo de enjuague en que se acciona repetidamente un dispositivo
- 55 de bombeo (17, 63), que está conectado a una entrada (26) de la zona de sedimentación (33), y, debido a la presión hidrostática, el nivel de agua en la zona de filtración (35) empieza a caer a través del lecho filtrante (37);

el descenso lento del agua en el lecho filtrante (37) elimina los restos sin vida de bacterias y contaminantes atrapados del lecho filtrante (37) por el fondo permeable (34) del lecho filtrante (37), al interior de la zona de sedimentación (33), y posteriormente al interior de la cámara de bombeo (15), y en donde

5 durante el lavado a contracorriente, el nivel de agua desciende más lentamente por el lecho filtrante (37) mientras que desciende más rápidamente en la zona de almacenamiento (36); el descenso lento del agua en el lecho filtrante (37) proporciona un lavado a contracorriente suave del lecho filtrante (37) mientras que el descenso rápido del nivel de agua en la zona de almacenamiento (36) provoca un lavado rápido de la zona de sedimentación (33), con lo que se elimina lodo sedimentado y lodo del lavado a contracorriente al interior de la cámara de bombeo (15).

10 **8.** El método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el agua tratada biológicamente procedente del reactor biológico (1) pasa al interior de la zona de sedimentación (33) con un caudal equilibrado, que es inferior al caudal de bombeo de aguas residuales y lodo procedentes del lavado a contracorriente del dispositivo de filtración (2) por el dispositivo de bombeo (17, 63).

15 **9.** El método de tratamiento biológico y postratamiento de aguas residuales de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en donde, antes del postratamiento de las aguas residuales tratadas biológicamente, las aguas residuales tratadas biológicamente que pasan al interior de la zona de sedimentación (33) se someten a un tratamiento físico y químico o a un tratamiento químico.

20

25

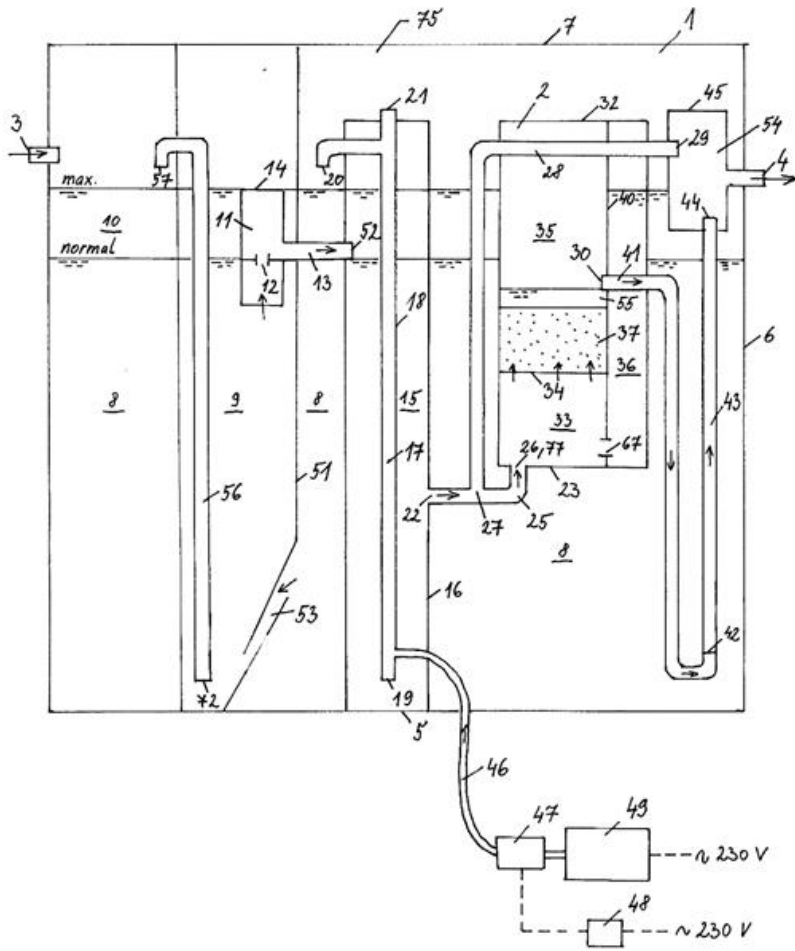
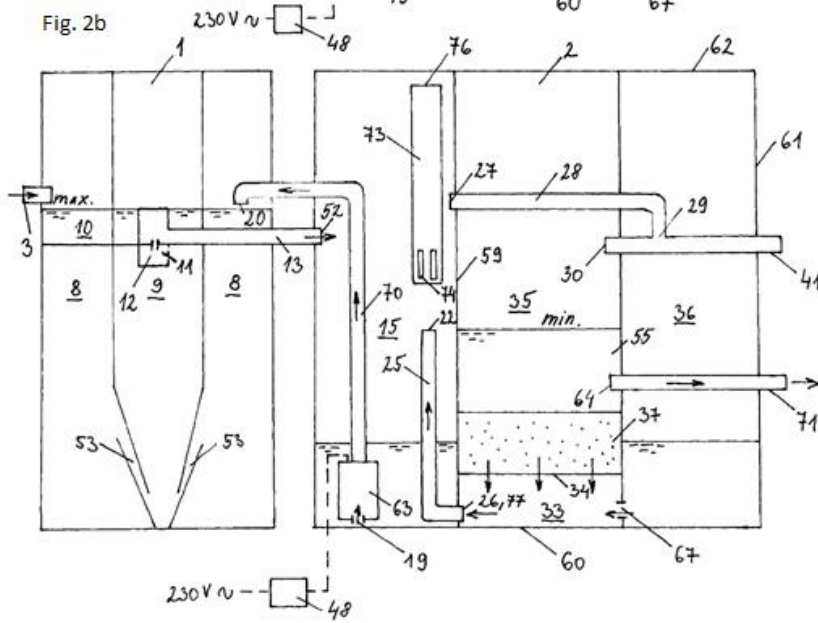
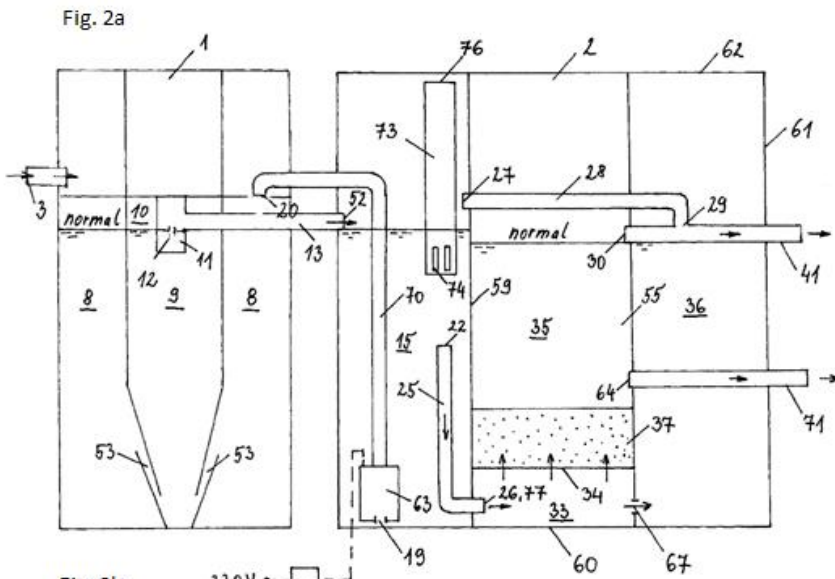


FIG. 1



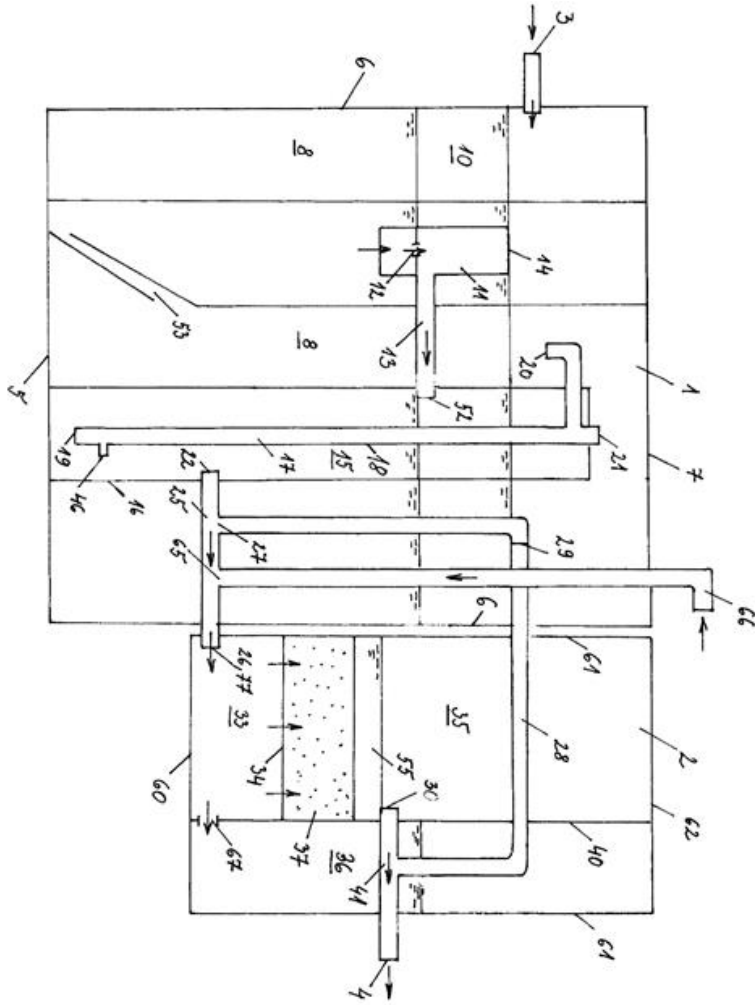


FIG. 3