



# OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 530 954

51 Int. Cl.:

C02F 3/30 (2006.01) C02F 3/06 (2006.01) C02F 3/12 (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 15.09.2004 E 04762829 (2)
  Fecha y número de publicación de la concesión europea: 10.12.2014 EP 1678090
- (54) Título: Método y planta para el tratamiento de aguas residuales
- (30) Prioridad:

15.09.2003 DK 200301333

Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 09.03.2015

(73) Titular/es:

BIOKUBE INTERNATIONAL A/S (100.0%) Centervej Svd 5 4733 Tappernoje , DK

(72) Inventor/es:

HEDEGAARD, HENRIK, U.

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

#### **DESCRIPCIÓN**

Método y planta para el tratamiento de aguas residuales

5 La presente invención se refiere a un método mejorado para la purificación de agua y a una planta para llevar a cabo dicha purificación.

#### Antecedentes de la invención

#### 10 1. Campo de la invención

30

35

45

50

Durante la última década se ha suscitado un mayor enfoque sobre la purificación de agua residual procedente de la actividad urbana e industrial para devolverla de nuevo a la naturaleza.

- Numerosos hogares privados no se encuentran conectados a los sistemas públicos de saneamiento y sus residuos, por tanto, no se tratan en una planta pública de purificación. En lugar de ello, estos hogares están basados en soluciones individuales en cuanto al problema de la purificación.
- Una solución común es en forma de un tanque séptico en el que el proceso de fermentación anaerobia a bajas temperaturas purifica el residuo. No obstante, este proceso consume una cantidad significativa de tiempo y, con frecuencia, el flujo saliente se elimina por medio de un determinado tipo de percolación en el suelo, por ejemplo, una unidad de infiltración, o a través de un tubo de drenaje o al lago o corriente más próxima.
- Solamente en Dinamarca, más de 300.000 hogares están basados en tanque séptico como tratamiento de aguas residuales.

Las demandas recientes por parte de las autoridades obligan a estos hogares a proporcionar una mejor purificación de sus aguas residuales. Entre otras, se centran en los compuestos orgánicos, compuestos de fósforo y compuestos que contienen nitrógeno.

Con frecuencia, los compuestos de fósforo se retiran por medio de precipitación oxidativa en la que se añaden sustancias químicas al agua residual y se oxidan los compuestos de fósforo hasta fosfatos que se precipitan en forma de sales poco solubles. Normalmente, los compuestos de fósforos bien precipitan en un tanque separado o bien en el tanque séptico o, de manera opcional, en un compartimiento del tanque séptico como se divulga en el documento JP 1997 004 1289.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

Las plantas anteriores para la purificación de agua residual con respecto a uno o más de los compuestos anteriormente mencionados se describen en la bibliografía.

El documento US 2003/0062321 A1 describe una planta en la cual el agua objeto de purificación se suministra a un primer lecho de filtro anaerobio y desde ahí a un segundo lecho de filtro anaerobio. Durante etas etapas, se descompone anaeróbicamente la materia orgánica y el nitrato, que es una fuente de oxígeno, se convierte en nitrógeno libre. A partir del segundo lecho de filtro anaerobio, se conduce el agua residual a un lecho de filtro aerobio en el que se convierte el nitrógeno orgánico en nitrato de forma biológica. Tras la precipitación, posteriormente se conduce el agua a desinfección y des-nitrificación electrolítica o a retirada de fósforo electrolítica. Este proceso tiene la desventaja de que los compuestos de fósforo no se retiran antes de la introducción en las zonas microbianas, donde puede afectar a la capacidad de proliferación y purificación de las bacterias. De manera adicional, la nitrificación en el lecho de filtro aerobio, que es autótrofa, podría verse impedida por la competición de las bacterias heterótrofas que proliferan de forma más rápida, dando como resultado una conversión incompleta de los compuestos que contienen nitrógeno. Además, no existe descripción alguna sobre el modo de manipulación de un posible problema con  $H_2S$ .

- El documento JP 10 235104 describe un dispositivo de retirada de fósforo que se puede aplicar a diferentes secciones de una planta de purificación de agua. El dispositivo de retirada de fósforo puede proporcionarse en cualquier sección de una planta de purificación de agua que tenga dos secciones anaerobias y una sección aerobia. En el caso ilustrado, se proporciona el dispositivo de retirada de fósforo en la segunda sección anaerobia. Esta construcción tiene la desventaja de que es preciso usar una cantidad excesiva de sustancia química de retirada de fósforo, la bacteria autótrofa no tiene condiciones óptimas de proliferación y no retira H<sub>2</sub>S presente de manera opcional.
- El documento US 6 210 578 B1 describe una planta de tratamiento de agua a usar en serie junto con una fosa séptica. La planta de tratamiento de agua tiene una pluralidad de compartimientos aireados que tienen bacterias aerobias y dos compartimientos anaerobios. Antes de los compartimientos anaerobios existe un compartimiento de sedimentación en el que se deposita el material denso. En esta planta, se recicla el agua procedente del

compartimiento anaerobio hasta el compartimiento de sedimentación. Esto proporciona un flujo mejorado a través del sistema y permite la des-nitrificación en los compartimientos anaerobios. Además, diluye el compuesto tóxico hasta niveles aceptables para las bacterias. Esta planta presenta la desventaja de que aunque diluye los compuestos tóxicos no evita la generación de los mismos. En casos de vacaciones e interrupción del suministro de agua objeto de tratamiento, se genera una cantidad de H<sub>2</sub>S en la fosa séptica y posteriormente cuando se reanuda el suministro , y se genera un flujo a través del sistema, se produce la entrada masiva de H<sub>2</sub>S, que es preciso diluir, en la planta de tratamiento. De este modo, se produce la muerte de las bacterias y se proporciona un tratamiento de agua insuficiente que da como resultado una salida de agua impurificada. Además, esta planta no tiene una retirada óptima de fósforo.

10

5

El documento WO 03/02650 describe una planta de tratamiento de agua que tiene dos secciones aireadas y un compartimiento de separación antes de las secciones aireadas. El compartimiento de separación retira  $H_2S$  del agua residual. Esta planta tiene algunos de los inconvenientes descritos anteriormente. No inhibe la generación de  $H_2S$  y no tiene una retirada óptima de fósforo.

15

El documento US 6 592 755 describe un sistema de tratamiento de aguas residuales que incluye un tanque séptico que tiene una descarga para comunicación de flujo con una pluralidad de recipientes de biofiltros que tienen un medio filtrante dentro de los mismos. Se permite que el agua residual o el efluente procedente del tanque séptico avance en sentido descendente a través del medio filtrante y cada recipiente incluye un salida para el vertido de agua residual en el medio ambiente o la transferencia a otras instalaciones de tratamiento.

20

El documento EP 396142 describe un método y un aparato que comprenden precipitación de fósforo en una corriente que une una zona anaerobia con una zona anóxica, que además trata la corriente en dos secciones aerobias y reciclar parte del lodo excedente a la zona anaerobia o anóxica.

25

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método y una planta que tenga una retirada de fósforo mejorada, que tenga un rendimiento de arranque tras interrupciones prolongadas, y que limite la generación de H<sub>2</sub>S.

#### Sumario de la invención

30

En un primer aspecto, la invención se refiere a un método para la purificación de agua residual que comprende las etapas de precipitar fósforo en un tanque séptico; conducir el agua residual a una primera zona de biodegradación aireada; y conducir el agua residual desde la primera zona aireada hasta la segunda zona de biodegradación aireada para obtener agua purificada.

35

En un segundo aspecto, la invención se refiere a una planta de purificación que comprende un tanque séptico, una primera sección con un bio-filtro aireado, una segunda sección con un bio-filtro aireado y un medio de reciclaje para reciclar agua pura y el lodo al tanque séptico, opcionalmente una unidad de precipitación de fósforo.

40

En un tercer aspecto, la invención se refiere al uso de una unidad de purificación en un método como se ha descrito anteriormente, comprendiendo dicha unidad de purificación una primera sección con un bio-filtro aireado y una segunda sección con un bio-filtro aireado.

45

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de una realización de una planta de acuerdo con la invención. La Figura 2 muestra una realización de una unidad de purificación de acuerdo con la invención.

#### Descripción detallada de la presente invención

Breve descripción de los dibujos

50

Se ha comprobado que el método de la invención tiene la ventaja de mantener la producción de H₂S en un mínimo, reducir la cantidad necesaria de sustancias químicas usadas para la retirada de fósforo, tiene lugar una nitrificación mejorada y se mejora la purificación durante el arranque después de una interrupción prolongada. Estas mejoras se describen en detalles adicionales en las siguientes secciones.

55

De manera apropiada, el agua residual se almacena en un tanque séptico convencional.

Preferentemente, los compuestos de fósforo se retiran por medio de la adición de un agente que tiene como resultado la precipitación de fósforo.

60

Es preferible garantizar una carga uniforme de la planta, por medio del uso de una bomba controlada eléctricamente para el control de la corriente de agua reciclada y/o lodo.

65

De acuerdo con una realización preferida de la invención, se ajusta la cantidad añadida de agente de precipitación de fósforo teniendo en cuenta la alimentación de los compuestos que contienen fósforo y la cantidad de nitrato en el agua purificada y reciclada a medida que actúa el nitrato como donante de oxígeno, usado en la retirada de los

compuestos de fósforo. Preferentemente, se añade el agente de precipitación a la corriente reciclada facilitando el control de la cantidad añadida y la mezcla en el depósito.

La retirada de los compuestos de fósforo se lleva a cabo en el tanque séptico, incluso de forma más preferida en un compartimiento separado del tanque séptico.

Es preferible separar los componentes volátiles del agua residual antes de la primera zona de biodegradación aireada. Ejemplos de dichos componentes volátiles son acetona, H<sub>2</sub>S, cloro, turpentina, etc.

- 10 En una realización preferida, se hace volver el lodo procedente de las zonas de biodegradación al tanque séptico por medio de una bomba, preferentemente una bomba gigante. De este modo, se retira el lodo de las zonas de biodegradación donde podría bloquear el flujo de agua y se mantiene en forma de tanque séptico, donde resulta sencillo retirar el lodo, por ejemplo, usando un dispositivo de vaciado de sumidero.
- 15 Es preferible conducir el agua desde una zona a la siguiente por medio de desbordamiento sencillo.

35

40

60

En una realización preferida, se permite la deposición de las partículas del agua tratada en una zona de biodegradación, antes de la entrada en la siguiente zona de biodegradación y/o la salida del proceso.

- En una realización especialmente preferida, el agua fluye a través de la zona de biodegradación con una velocidad tal que tiene lugar la sedimentación en la zona de biodegradación. Se puede determinar una velocidad apropiada por medio de la determinación de la velocidad media de sedimentación de las partículas en el agua y posteriormente ajustando el caudal de manera que el agua permanezca en la zona durante un tiempo más largo que el necesario para que una partícula media se sumerja desde la parte superior de la zona hasta la parte inferior. La sedimentación puede depositar cualquier fracción deseada de partículas por medio del ajuste del caudal de agua a la velocidad de sedimentación para la fracción deseada. No obstante, ha de tenerse en cuenta la corriente de alimentación a las bacterias.
- Es preferible reciclar el agua tratada por un lado a la retirada de fósforo y por otro, al lugar de almacenamiento, por ejemplo, el tanque séptico.

En una realización especialmente preferida de la invención, se conduce el agua purificada procedente de la segunda zona de biodegradación aireada hasta al menos una zona de biodegradación adicional para obtener agua purificada adicional. Preferentemente, el número de zonas de biodegradación adicionales está dentro del intervalo de 1-7, de forma especialmente preferida es 1 o 2.

En otro aspecto, la invención se refiere a un método para la purificación de agua residual en el que el agua residual se somete a un tratamiento en una primera zona para precipitar fósforo, después de lo cual se hace pasar el agua desprovista de fósforo de forma sucesiva a través de dos bio-filtros aireados, cada uno en un tanque, para obtener un estado en el que el primer bio-filtro alberga principalmente bacterias heterótrofas y el segundo bio-filtro principalmente bacterias autótrofas, vertiéndose el agua residual procedente del segundo bio-filtro, caracterizándose el método por que el agua procedente del segundo bio-filtro se recicla parcialmente a la zona de precipitación de fósforo.

- La invención está basada en el descubrimiento de que es posible, por medio de reciclaje de lodo y/o por medio de un control del tiempo de flujo de agua residual a través de la planta, contrarrestar los problemas anteriormente mencionados relativos a la producción variable de agua residual en domicilios.
- Por medio del control del flujo de agua residual a través de la planta con el tiempo, se puede hacer pasar el agua residual a través de la planta, distribuida de manera uniforme durante todo el día y, de este modo, proporcionar condiciones óptimas para la neutralización de los microorganismos a medida que "el ritmo diario alcanza un pico". Mejores condiciones de proliferación bacteriana tienen como resultado una mejor purificación, lo que a su vez proporciona una reducción del exceso de capacidad necesario.
- Por medio de la retirada del lodo procedente de las cámaras, varias veces al día, y haciéndolo pasar a la entrada del tanque séptico, se logra que la planta se encuentre libre de lodo y, también, que se produzca la "alimentación" de la planta a medida que la cantidad de lodo/agua retirada hace que la cantidad correspondiente de agua pase al interior de la planta de purificación procedente del tanque séptico, independientemente del suministro variable de agua a la planta y, de este modo, se mantienen los procesos operativos.

Por medio de reciclaje se obtiene agua purificada rica en desnitrificación de nitrato del agua residual en el tanque séptico, es decir, se obtiene la retirada de nitrito y nitrato. Debido a la presencia de nitrato, se puede obtener una precipitación de fósforo más barata.

Una realización preferida de acuerdo con la invención es un método para la purificación de agua residual procedente de pequeños hogares, que comprende:

- recoger el agua residual y precipitar fósforo en un tanque séptico,

5

15

25

30

35

45

50

55

60

 purificación en un mínimo de 2 secciones, preferentemente un mínimo de 3 secciones, donde cada sección tiene un filtro aireado sumergido y una etapa de precipitación de lodos, caracterizándose el método por que el agua y el lodo se reciclan, procedentes de una o varias secciones y por que el flujo de agua residual a través de la planta se controla de manera opcional.

En una realización preferida se lleva a cabo el método de purificación usando de 3 a 5 secciones, comprendiendo cada una de ellas una cámara principal con un bio-filtro sumergido y, opcionalmente, un tanque de sedimentación.

10 Este método se puede combinar con cualesquiera realizaciones preferidas anteriormente descritas.

La presente invención se refiere a un método para la purificación biológica de agua residual y una planta para su uso en el método. En particular, la planta de acuerdo con la invención es una planta de purificación pequeña 5-500 EP de tipo "planta de bio-filtros aireados sumergidos" y se caracteriza por que la carga de la planta puede tener lugar proporcionalmente de manera temporal, y/o por que la desnitrificación puede tener lugar en "simbiosis" con la precipitación de fósforo, donde un tanque de pre-precipitación (tanque séptico) participa en el proceso. En una realización preferida, el control de proceso se proyecta de manera que la carga diaria de la planta se distribuya uniformemente durante las 24 horas del día.

Todo el proceso tiene lugar en dos o más, preferentemente tres o más, más preferentemente cuatro o más, del modo más preferido de cuatro a siete, secciones separadas.

La presente invención se basa en la hipótesis de que por medio de la disposición de diversas secciones en tándem se puede obtener una capacidad de purificación mucho más mejorada, debido a que una vez que se ha producido el flujo a través del sistema, el agua residual se vuelve más pura en la salida, con respecto a la entrada.

En una realización preferida de la planta de purificación, se hace pasar una cantidad de agua preferentemente constante, preferentemente de 3-7 veces el consumo diario agregado doméstico, desde la última cámara de la última sección hasta el tanque séptico. Debido a que el agua procedente de la última cámara tiene un contenido muy elevado de nitratos, se obtiene la desnitrificación en el tanque séptico debido a las condiciones anaerobias y al carbono disponible de forma libre. En una realización todavía más preferida, se añade una sustancia química de precipitación de fósforo en contracorriente, por ejemplo PAX 14 de Kemira MiljØ. El elevado número redox del agua que contiene nitrato mejora la precipitación de fósforo, dando como resultado menos consumo de sustancias químicas. Ahora, el fósforo precipitado permanece en el tanque séptico y, por tanto, no altera los procesos biológicos de la planta de purificación.

En una realización preferida, el tanque séptico tiene dos o más cámaras, preferentemente 2-4, más preferentemente

40 En una realización alternativa, se lleva a cabo la desnitrificación en una unidad separada.

No obstante, resulta sorprendente e inesperado que por medio del método de acuerdo con la invención, que difiere de los procesos conocidos en que comprende una carga proporcional temporal de la planta y una etapa de desnitrificación final y de precipitación de fósforo, se obtengan resultados de análisis de salida que se encuentran significativamente por debajo de los requisitos que las autoridades fijan para plantas más grandes y mucho más avanzadas.

En un aspecto adicional, la invención se refiere a una planta para llevar a cabo el método de la invención, por ejemplo, una planta que comprende un tanque séptico, una primera sección con un bio-filtro aireado, una segunda sección con un bio-filtro aireado, un medio de reciclaje de agua purificada y un medio para el reciclaje del lodo precipitado en los biofiltros, o después de los mismos, hasta el tanque séptico.

En una realización de la invención, se proporciona una planta de purificación que comprende un tanque séptico que tiene como resultado un mínimo de 2 secciones, preferentemente un mínimo de 3 secciones, que comprenden cada una cámara principal con un bio-filtro sumergido y opcionalmente un tanque de sedimentación, en la que la planta de purificación se caracteriza por tener un medio de reciclaje de agua y lodo procedentes de uno o más tanques de sedimentación hasta el tanque específico, y por tener opcionalmente un medio para controlar el flujo de agua residual a través de la planta. La planta puede comprender un tanque séptico y de tres a cinco unidades aireadas que, en secuencia, descomponen el material orgánico y el nitrógeno de amonio/amoníaco. Adicionalmente, una unidad de desnitrificación y retirada de fósforo en el mismo ciclo de trabajo.

En una realización de la invención, la planta comprende de 3 a 5 secciones, comprendiendo cada una de ellas una cámara principal con un bio-filtro sumergido y opcionalmente un tanque de sedimentación.

65 Es preferible que la purificación comprenda un medio para devolver el agua desde la última sección de manera apropiada en una cantidad que corresponde al suministro diario normal de agua residual o más, preferentemente en

una cantidad de 3 a 7 veces el suministro de agua normal de agua residual. De manera apropiada, dicho medio puede estar en forma de tubería o tubo.

De acuerdo con una realización particularmente preferida, la planta en cuestión es una planta de purificación pequeña del tipo diseñado como una planta de bio-filtros aireados sumergidos, y que, en la realización preferida, tiene una capacidad entre 5 y 500 personas equivalentes (PE). En dicha planta, se divide la parte biológica y se separa de la parte de nitrificación por medio de un recipiente de sedimentación, lo que implica un proceso de purificación más estable ya que las bacterias desnitrificantes alcanzan su propia sección de bio-filtros una vez que se ha descompuesto el material orgánico y se ha depositado el lodo. De este modo, la concentración de materia orgánica en la entrada de la cámara sucesiva se reduce de manera muy considerable. Esto implica condiciones considerablemente más estables en la planta que tienen como resultado una purificación más óptima y eficaz.

5

10

15

20

25

30

35

50

60

La Figura 1 muestra el diseño de una planta de purificación preferida, a partir de la cual se observa que la planta consiste en un tanque séptico y cuatro recipientes similares acoplados. En cada recipiente hay un bio-filtro sumergido. Este bio-filtro está aireado por medio de un difusor montado bajo el elemento filtrante. El difusor al mismo tiempo garantiza la circulación de agua residual a través del filtro de forma que se establece el contacto entre el agua residual y las bacterias sobre la superficie del filtro. Un tanque de sedimentación recoge el lodo procedente de los procesos biológicos. Este lodo se puede devolver a la entrada del tanque séptico por medio de un sistema de bomba, preferentemente una bomba gigante.

Posteriormente, se hace pasar el agua residual parcialmente purificada a la cámara siguiente, y así sucesivamente. Preferentemente, la construcción con tres a cinco cámaras depende de las condiciones espaciales. La planta se puede construir en forma de una planta larga y estrecha, o como planta más corta y más ancha. Lo que resulta decisivo para la capacidad de purificación es el contenido cúbico de los elementos del filtro y la aireación.

En una realización preferida, se hace pasar un sub flujo del agua residual purificada presente en el último recipiente de precipitación de lodos de nuevo hasta la entrada del tanque séptico. Se añaden sustancias químicas de precipitación de fósforo a este sub flujo, y ahora tiene lugar la desnitrificación y precipitación de fósforo simultáneas en el tanque séptico.

A continuación, se envía el agua residual, ahora purificada, por medio de una salida, al recipiente.

La realización mostrada en la figura está formada por diversas unidades separadas que se pueden construir juntas, siendo cada una de ellas sustituible. Con esta realización se hace posible, de manera sencilla y fácil, sustituir partes individuales de la planta, o la ampliación de la misma, en caso de necesidad, por ejemplo, para una capacidad mayor en forma de más PF. Las ventajas de esto resultan evidentes.

Cada recipiente individual de la planta puede ser de plástico, metal, fibra de vidrio, hormigón u otros materiales. Un volumen típico de un recipiente o sección para su uso junto con la planta pequeña preferida se encuentra entre 400 litros y 25 m³. El interior del recipiente o sección, por medio de una pared divisoria que no alcanza más allá de la parte inferior del recipiente, está dividido en una parte de purificación y una parte de sedimentación. Un difusor, u otra unidad de distribución de aire que distribuye el aire suministrado en el contenido de agua residual del recipiente, se encuentra ubicado bajo el elemento filtrante.

Normalmente, el difusor proporciona una cantidad de aire de entre 10 y 100 litros de aire por cada 100 litros de volumen de recipiente.

En una realización preferida, se incluye una unidad de precipitación de fósforo en el tanque séptico, y es preferible usar un agente oxidante y/o de precipitación en la unidad de precipitación de fósforo.

En una realización preferida, la planta tiene un medio para controlar la cantidad de agente oxidante añadido a la unidad de precipitación de fósforo, teniendo en cuenta el contenido de nitrato del agua purificada reciclada.

La planta tiene un medio para reciclar el lodo precipitado en las secciones bio, o después de las mismas, hasta el tanque séptico. Preferentemente, dicho medio adopta la forma de una bomba, más preferentemente, una bomba gigante.

En una realización preferida, la planta además comprende una unidad de control para vigilar la cantidad y/o los intervalos de reciclaje de agua tratada hasta el tanque séptico y/o la unidad de precipitación de fósforo, permitiendo de este modo la operación óptima de la planta. De este modo, se garantiza, como se describe en detalles adicionales a continuación, que H₂S no se acumula y que las bacterias no están subalimentadas. La ventaja de dicho control es también que el tratamiento del agua residual se amplía a esencialmente 24 horas al día en lugar de únicamente a las horas en las cuales llega el agua a la planta, por ejemplo, durante la mañana y la tarde.

65 Es preferible que una sección con los bio-filtros vaya seguida de una unidad de sedimentación para depositar las partículas del agua. En una realización especialmente preferida, la unidad de sedimentación es una parte integral de

la sección, y del modo más preferido la sedimentación se garantiza por medio de la disposición de secciones con los bio-filtros dimensionados de manera que el tiempo de residencia del agua en la sección sea más largo que el tiempo usado para que una fracción pre-determinada por ejemplo, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 9/10 o 99/100, de materia sólida viaje desde la parte superior hasta la parte inferior de la sección.

5

En una realización preferida, la planta además comprende una unidad de separación ubicada aguas arriba de las secciones con los bio-filtros.

10

En otra realización preferida, la planta comprende secciones adicionales, cada una de las cuales está provista de un bio-filtro aireado para obtener agua purificada de forma adicional. Preferentemente, el número de secciones adicionales está dentro del intervalo de 1-7, de forma especialmente preferida 1 o 2.

15

En una realización especialmente preferida, la precipitación del compuesto de fósforo se lleva a cabo en el propio tanque séptico, retirando los compuestos de fósforo sin usar una unidad individual de precipitación de fósforo.

20

Es preferible usar un bio-filtro que no se bloquee o que no reduzca la eficacia cuando las bacterias proliferan sobre el mismo. como en el caso de usar tuberías o tubos. Materiales de filtro apropiados son, por ejemplo, tubos hilados a partir de hebras de plástico o materiales filtrantes disponibles en forma de materiales filtrantes de Biokblok. En una realización preferida, el bio-filtro usado en la presente invención es un filtro Bioblok tal como Bioblok 100 que tiene un área superficial de 100 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> o un Bioblok 150 que tiene un área superficial de 150 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Preferentemente, la planta tiene un medio para retirar la materia precipitada a partir de la primera y segunda sección.

25

En un aspecto adicional, la invención se refiere al uso de una unidad de purificación en un método como el que se ha descrito anteriormente, comprendiendo dicha unidad de purificación una primera sección con un bio-filtro aireado, una segunda sección con un bio-filtro aireado, presentando dicha unidad de purificación un medio de reciclaje para reciclar agua purificada y un medio para reciclar el lodo hasta un tanque séptico.

30

En una realización preferida, la unidad de purificación tiene una o más características preferidas de la planta.

En una realización preferida, la unidad de purificación está en forma de una unidad separada que puede conectarse a un tanque séptico ya existente o a continuación de una unidad de purificación ya colocada.

35

En general, dichos métodos de purificación usan el principio de rebosamiento cuando se introduce material de una sección en otra dentro de la planta. Esto significa que cuando se añade material en una posición aguas arriba, entonces el material fluye desde esta sección y a través de las siguientes secciones. Por tanto, en los casos en los que la alimentación de agua residual al tanque séptico se ve interrumpida durante algún tiempo, por ejemplo durante un período de vacaciones o 14 días, no existe flujo a través del sistema.

40

Dichos períodos afectan al proceso de purificación de varias formas. Por ejemplo, el agua residual almacenada en el tanque séptico puede comenzar a fermentar. Durante dicha fermentación, se genera una cantidad significativa de H<sub>2</sub>S en el tanque séptico y cuando se añade nueva corriente de alimentación al tanque séptico, entonces la corriente que alcanza la sección biológica es rica en H₂S. Si no se aborda este problema, las bacterias se envenenan y mueren, dando como resultado que el agua residual no se purifica.

45

Además, durante estos períodos no se suministra alimentación a las bacterias, y dependiendo de la duración de la interrupción, las bacterias mueren por falta de alimento. Esta reducción de la flora bacteriana proporciona una menor capacidad del método/planta después de dicha interrupción. A continuación, la menor capacidad tiene la consecuencia de que parte del agua residual fluye no tratada a través del sistema debido a no existen bacterias suficientes que degraden el residuo, dando como resultado agua insuficientemente purificada.

50

No obstante, se pueden solucionar ambos problemas por medio del reciclaje del agua purificada procedente de cualquier sección biológica, preferentemente la última, hasta el tanque séptico. Este reciclaje puede ser continuo o intermitente y ocurre por un lado durante la operación normal y por otro, durante las interrupciones en la corriente de alimentación de agua residual. El procedimiento de reciclaje puede variar de manera opcional dependiendo de la condición de operación, por ejemplo, se puede reciclar el agua purificada de una primera forma durante la operación normal o de una segunda forma durante las interrupciones.

60

55

El reciclaje al tanque séptico de esta agua purificada que con frecuencia es rica en nitratos genera el flujo de material procedente del tanque séptico a través de las secciones de purificación de la planta. De este modo, se pueden alimentar las bacterias durante un período de tiempo más largo dando como resultado la posibilidad de interrupciones más largas sin que se produzca reducción alguna de la capacidad de purificación durante el arranque.

65

Además, este flujo de agua a través del sistema durante la interrupción prohíbe el proceso de fermentación y, por tanto, se genera H<sub>2</sub>S en mucho menos grado, por debajo de los niveles tóxicos. Por tanto, no existe riesgo alguno de

que las bacterias mueran durante el arranque.

Preferentemente, la retirada de fósforo se lleva a cabo por medio de oxidación de los compuestos de fósforo a fosfato y el fosfato precipitado en forma de sal escasamente soluble. El agente oxidante es un agente externo añadido al sistema. El agua procedente de la zona de nitrificación es rica en nitrato que es un agente oxidante y, por medio de reciclaje del agua purificada a la etapa de retirada de fósforo, se puede reducir la cantidad de agente externo. Esta reducción de la cantidad de agente oxidante externo se permite debido a que el nitrato toma parte en el proceso. Un efecto secundario positivo del uso de nitrato como agente oxidante es que parte del nitrato se reduce a nitrógeno que, finalmente, da lugar a una reducción de la cantidad de nitrato vertido en los alrededores.

Por medio del uso de dos o más secciones con bio-filtros aireados se garantiza que las bacterias separen esencialmente una sección heterótrofa y una sección autótrofa. Las bacterias heterótrofas proliferan más rápido que las bacterias autótrofas y, si sus zonas no están separadas, existe riesgo de purificación insuficiente del agua. Además, si la nitrificación no tiene lugar, no es posible la ventaja de usar el nitrato en la retirada de fósforo, debido a la ausencia de nitrato.

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Ahora se describe la invención con más detalle con referencia a los dibujos que muestran las realizaciones preferidas de la invención.

La Figura 1 muestra una planta (1) para llevar a cabo el método descrito anteriormente. La planta (1) tiene un tanque séptico (2), que tiene una entrada (3) y una salida (4). En el tanque séptico (2), se proporciona un pozo de bombeo (5). El pozo de bombeo tiene una bomba (6) y el pozo de bombeo funciona como se muestra a continuación: el agua objeto de purificación fluye desde un compartimiento del tanque séptico al interior del pozo de bombeo, permitiendo de este modo que los componentes pesados del agua se purifiquen para depositarse en el tanque séptico; posteriormente la bomba (6) bombea el agua procedente del pozo de bombeo (5) hasta las secciones que contienen los biofiltros aireados. En esta realización, existen cuatro secciones (7), cada una de las cuales tiene un bio-filtro aireado (8), un difusor (9) y un cono (10) de sedimentación de lodos integrado. El difusor (9) proporciona el aire para que las bacterias se asienten sobre el bio-filtro (8). Una bomba gigante (11) recicla el lodo sedimentado hasta la entrada (3) del tanque séptico (2) a través de la tubería de conexión (12). Una tubería adicional (no mostrada) recicla el agua purificada hasta el tanque séptico (2).

La Figura 2 muestra una realización de una unidad de purificación de acuerdo con la invención que tiene una entrada (20) y una salida (21). Una parte de la corriente procedente de la salida se puede reciclar a la unidad de retirada de fósforo y/o al tanque séptico. En esta realización, hay tres secciones que tienen cada una un bio-filtro aireado (23) y un difusor (22). El lodo producido por las bacterias se deposita en la parte inferior y tiene lugar la sedimentación adicional de las partículas en la zona de sedimentación (24). En esta realización, existe una zona de sedimentación adyacente a cada una de las secciones. El agua fluye de una sección a otra sección por medio de rebosamiento. La fracción de rebosamiento se introduce en la siguiente sección por medio de una tubería (25) que introduce el agua en la parte inferior de la siguiente sección. Alternativamente, se podría introducir el agua en la parte superior y retirar de la parte inferior. El difusor (22) aporta su suministro de aire a través de una tubería (26), estando dicha tubería conectada a un compresor.

#### 45 Ejemplo 1

5

10

15

20

25

30

35

40

En este ejemplo, se sometió a ensayo una realización de la invención.

| Día Nº | рН   | COD mg/litro | NH <sub>4</sub> mg/litro | NO₃ mg/litro | NO <sub>2</sub> mg/litro | P <sub>tot</sub> mg/litro |
|--------|------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 1      | 7,1  | 29,6         | 0,145                    | 29,6         | 0,759                    | 2,27                      |
| 12     | 7,63 | 23,9         | 0,114                    | 20,3         | 0,444                    | 0,758                     |
| 27     | 7,35 | 24,6         | 0,218                    | 14,6         | 0,253                    | 0,746                     |
| 40     | 7,27 | 20,3         | 0,127                    | 12,8         | 0,346                    | 0,634                     |
| 55     | 7,63 | 22,8         | 0,102                    | 10,6         | 0,295                    | 0,538                     |
| 72     | 7,48 | 20,7         | 0,095                    | 10,2         | 0,372                    | 0,521                     |
| 84     | 7,35 | 22,7         | 0,184                    | 11,9         | 0,329                    | 0,627                     |
| 101    | 7,29 | 21,9         | 0,137                    | 11,2         | 0,284                    | 0,573                     |
| 118    | 7,17 | 20,5         | 0,132                    | 10,5         | 0,294                    | 0,472                     |
| 133    | 7,3  | 22,9         | 0,118                    | 10,2         | 0,312                    | 0,529                     |

50

#### REIVINDICACIONES

- 1. Un método para purificar agua residual en el que el agua residual se somete a un tratamiento en una primera zona para precipitar fósforo en un tanque séptico, después de lo cual se hace pasar sucesivamente el agua residual desprovista de fósforo a través de dos bio-filtros aireados cada uno en un tanque que forma zonas separadas en los cuales el primer bio-filtro alberga principalmente bacterias heterótrofas y el segundo bio-filtro alberga principalmente bacterias autótrofas, vertiéndose el agua residual procedente del segundo bio-filtro, **caracterizándose** el método **por que** se retira lodo y agua purificada rica en nitrato varias veces al día y se recicla a partir del segundo bio-filtro aireado hasta la entrada del tanque séptico.
- 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende:
  - recoger agua residual en un tanque séptico

5

10

15

25

30

60

- purificar en un mínimo de 2 secciones, preferentemente un mínimo de 3 secciones, en donde cada sección tiene un filtro aireado sumergido y una etapa de precipitación de lodo, **caracterizándose** el método **por que** el agua y/o el lodo se reciclan desde una o varias secciones y por que el flujo de agua residual a través de la planta se controla de forma opcional.
- 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que se garantiza una carga uniforme de la planta usando una bomba controlada de forma electrónica.
  - 4. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, en el que la desnitrificación y la precipitación de fósforo se llevan a cabo en el tanque séptico usando un flujo de retorno procedente de la última etapa de precipitación de lodos.
  - 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que se añade una precipitación de fósforo al flujo de retorno.
  - 6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la cantidad añadida de agente de precipitación de fósforo se ajusta teniendo en cuenta la alimentación de compuestos que contienen fósforo y la cantidad de nitrato en el agua purificada reciclada.
  - 7. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2-6, en el que se usa el lodo sometido a retorno para hacer que el agua residual pase desde el tanque séptico hasta las secciones de purificación.
- 35 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la cantidad reciclada de agua corresponde al suministro diario normal de agua residual.
- 9. Una planta de purificación que comprende un tanque séptico, una primera sección con un bio-filtro aireado, una segunda sección con un bio-filtro aireado, formando dichas secciones zonas separadas en las cuales el primer bio-filtro aireado alberga principalmente bacterias heterótrofas y el segundo bio-filtro aireado principalmente bacterias autótrofas, caracterizada por que una unidad de distribución de aire está ubicada bajo el elemento filtrante y por que la planta tiene un medio de reciclaje para reciclar el agua purificada rica en nitrato y un medio para reciclar el lodo precipitado en los bio-filtros, o después de los mismos, hasta el tanque séptico.
- 45 10. Una planta de purificación de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada por que comprende un tanque séptico formado por un mínimo de 2 secciones, preferentemente un mínimo de 3 secciones, que comprenden cada una cámara principal con un bio-filtro sumergido, formando dichas secciones zonas separadas y un tanque de sedimentación, caracterizada por que la planta tiene un medio de reciclaje de agua rica en nitrato y/o lodo procedente de uno o más tanques de sedimentación hasta el tanque séptico.
  - 11. Una planta de purificación de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** tiene opcionalmente un medio para controlar el flujo de agua residual a través de la planta.
- 12. Una planta de purificación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-11, **caracterizada por que** comprende de 3 a 5 secciones, cada una de las cuales comprende una cámara principal con un bio-filtro sumergido y un tanque de sedimentación.
  - 13. Una planta de purificación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-12, **caracterizada por que** comprende un medio para retornar agua procedente de la última sección.
  - 14. Una planta de purificación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-12, **caracterizada por que**, comprende un medio para suministrar un agente para la precipitación de fósforo.
- 15. Uso de una unidad de purificación, comprendiendo dicha unidad de purificación una primera sección con un biofiltro aireado, una segunda sección con un bio-filtro aireado, formando dichas secciones zonas separadas en las cuales el primer bio-filtro aireado alberga principalmente bacterias heterótrofas y el segundo bio-filtro aireado

principalmente bacterias autótrofas, teniendo dicha unidad de purificación una unidad de distribución de aire ubicada bajo el elemento filtrante y un medio de reciclaje para reciclar agua purificada y un medio para reciclar el lodo precipitado en los bio-filtros, o después de los mismos, hasta un tanque séptico.

Fig. 1



