

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 523**

51 Int. Cl.:

C02F 3/04 (2006.01)

C02F 3/06 (2006.01)

B01D 39/04 (2006.01)

C02F 3/10 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2014** **PCT/FR2014/050629**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14147338**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014** **E 14716887 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 2976301**

54 Título: **Filtro que comprende corteza de pino para la depuración de aguas residuales domésticas**

30 Prioridad:

18.03.2013 FR 1352395

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

06.10.2021

73 Titular/es:

EPARCO (100.0%)
1, route de Champlay
89710 Senan, FR

72 Inventor/es:

PHILIP, HERVÉ y
MAUNOIR, SIEGFRIED

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 861 523 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

Filtro que comprende corteza de pino para la depuración de aguas residuales domésticas

La invención se refiere al campo de la depuración de aguas residuales domésticas, especialmente en materia de saneamiento no colectivo, del tipo que comprende una fosa séptica y un filtro de depuración aguas abajo.

- 5 La norma francesa NF DTU 64-1 (agosto de 2013) tiene por objeto precisar las reglas de instalación relativas a ciertas obras de saneamiento no colectivo de tratamiento de aguas residuales domésticas de viviendas residenciales. La misma especifica que las instalaciones de tratamiento de aguas residuales domésticas que sirven a viviendas residenciales están constituidas de un dispositivo de tratamiento previo (o tratamiento primario), seguido de un sistema de tratamiento para el suelo in situ o reconstituido con infiltración o evacuación de las aguas residuales domésticas tratadas. El tratamiento previo corresponde a la parte de la instalación que comprende, en general, una fosa séptica dispuesta aguas arriba. La depuración por tanto se realiza por un suelo reconstituido por separado de la evacuación correspondiente a un filtro dispuesto aguas abajo del tratamiento primario. Según esta norma, los materiales filtrantes utilizados para la depuración son, a través de diversas realizaciones, arena y gravas lavadas.

- 10 Dicho filtro comprende normalmente una entrada para las aguas a tratar, una salida para las aguas tratadas, medios de filtración interpuestos entre la entrada y la salida que comprenden dos redes de tuberías respectivamente de reparto y de drenaje asociadas respectivamente a la entrada y a la salida, colocadas sensiblemente enfrentadas y separadas entre sí, y provistas de perforaciones en sus paredes, repartidas longitudinalmente, y medios filtrantes interpuestos entre las dos redes, que comprenden los materiales filtrante es.

- 15 Con las realizaciones de la norma NF DTU 64-1 (agosto de 2013), la superficie plana de los medios filtrantes debe ser importante y, como consecuencia, el filtro necesita una ocupación de suelo consiguiente, lo que es un inconveniente si se trata de una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas de una vivienda residencial.

- 20 Para resolver este problema, el documento EP 0672440 propone y describe un filtro tal que, en primer lugar, la red de tuberías de reparto está adyacente a una primera superficie de medios filtrantes, los medios de filtración comprenden medios de reparto asociados a la red de tuberías de reparto y destinados a asegurar una difusión de las aguas a tratar hacia los medios filtrantes, los medios de reparto se presentan en forma de un mantel o de bandas de absorción y de difusión de las aguas entre la red de tuberías de reparto y los medios filtrantes, los cuales comprenden al menos una capa granular filtrante. Por otro lado, el material de filtración comprende granulados de zeolita, que presentan una granulometría comprendida entre 0,1 mm y 10 mm aproximadamente. Según una realización, está previsto que la capa granular comprenda dos subcapas, una superior de 2 mm a 5 mm y una inferior de 0,5 mm a 2 mm.

- 25 Dicho filtro ha sido comercializado por la empresa EPARCO bajo la denominación "filtro de masa de zeolita Eparco". Concebido para una vivienda de cinco habitaciones principales, tiene una superficie de 5 m² solamente, contra 25 m² para un filtro de arena equivalente. Existen versiones homotéticas de este filtro para viviendas de un tamaño más grande o para una agrupación de viviendas. Dicho filtro proporciona una plena satisfacción. Sin embargo, el peso de la zeolita implica preferir un montaje de los filtros in situ más bien que un montaje previo en fábrica.

- 30 El documento EP 1539325 B1 describe un material filtrante constituido de mesocarpios de coco, consistente en una mezcla de parénquimas y de fibras, de forma más particular las fibras aglomeradas. Sin embargo, dicho material filtrante necesita un mantenimiento anual para evitar su obstrucción.

Existe por tanto la necesidad de disponer de un material susceptible de hacer la función de material filtrante suficientemente ligero para permitir un montado previo en fábrica y que no necesite un mantenimiento recurrente.

- 40 El principio de los filtros de zeolita o de fibras de coco es el siguiente: el agua tratada previamente por la fosa séptica, es decir desprovista de sus materiales sólidos, es expandida de manera lo más uniforme posible en la superficie de una masa filtrante constituido de granos o de fibras sueltas. En el seno de este material el aire circula en los espacios libres y aporta el oxígeno al agua que ocupa preferiblemente los espacios más pequeños debido al fenómeno de succión capilar. El flujo es por tanto de tipo no saturado. En presencia de oxígeno y de sustancias nutritivas que constituyen la contaminación a degradar, las bacterias y los protozoos se desarrollan en la superficie del material y consumen esta contaminación. La producción de biomasa depuradora (bacterias y protozoos) se equilibra por su degradación (por mortalidad natural y por sus pérdidas en el efluente de salida) siempre que la carga aplicada al filtro no sobrepase un cierto umbral. Por tanto el filtro (denominado biofiltro) no produce lodos residuales y puede funcionar varios años sin obstruirse.

- 45 Sin embargo, las propiedades físicas y químicas del material utilizado juegan un papel determinante:

- El material debe ser estable al agua y a la degradación biológica a largo plazo,
- El material debe presentar una porosidad suficiente para permitir el aporte de oxígeno hacia los elementos depuradores,

- El material debe crear una microporosidad suficiente para retener el agua a depurar durante el tiempo necesario sin evitar la aireación de la masa filtrante,

- El pH y las características fisicoquímicas de la superficie del material deben ser compatibles con el desarrollo de la biomasa depuradora.

- 5 La combinación de estas características debe permitir, en la carga de aplicación prevista un equilibrio entre por un lado la producción de la biomasa depuradora y por otro lado su eliminación por mortalidad natural, de manera que la cantidad de biomasa permanezca constante.

La zeolita de tipo chabazita utilizada en el filtro EPARCO responde al conjunto de estos criterios.

- 10 Por contra, la arena de depuración, tal como la preconizada en la norma francesa NF DTU 64-1 (agosto de 2013) sólo responde a tres de los criterios descritos anteriormente: a igual carga, presenta demasiada poca porosidad libre para la aireación de la masa. Por tanto, mientras que un filtro denominado compacto necesita del orden de 1 m² de superficie de filtración por persona, un filtro de arena necesita 5 veces más debido a su reducida capacidad de aireación.

- 15 Por tanto, resulta que encontrar un nuevo material de filtración cuyas propiedades físicas y químicas sean adecuadas para la realización de un biofiltro compacto de depuración de efluentes sépticos no es una cosa fácil, de hecho al contrario, ya que las propiedades fisicoquímicas requeridas para el material son múltiples. Los ensayos deben en especial realizarse a largo plazo, con verdaderas aguas residuales domésticas.

Después de largos trabajos de búsqueda y de experimentación, los inventores han encontrado un material de filtración que posee las propiedades fisicoquímicas indicadas anteriores requeridas para poder utilizarlo como biofiltro y que además permite realizar un filtro compacto, del orden del del filtro de zeolita.

- 20 El material filtrante objeto de la invención es preparado a partir de trozos de corteza de pino, de naturaleza renovable y disponibles localmente. Presenta la ventaja de tener los mismos rendimientos de depuración que la zeolita a la vez que es más ligero.

- 25 La elección particular de trozos de corteza de pino como material filtrante permite obtener rendimientos de depuración de acuerdo con la reglamentación en saneamiento no colectivo. De hecho, el filtro según la invención es capaz de tratar cargas elevadas de entrada del medio de filtración (de 150 l/m².d a 500 l/m².d) a la vez que proporciona excelentes resultados en la salida: un efluente con una demanda química de oxígeno (DCO) muy inferior a 100 mg/l y de materiales en suspensión (MES) muy inferiores a 30 mg/l. Además, presenta una vida útil elevada (del orden de 10) durante la cual no necesita ningún mantenimiento (sin obstrucción). Otros autores han trabajado en la utilización de corteza de pino para tratar aguas residuales. Pero, o bien las especies de cortezas utilizadas no son precisadas, o bien se trata de una mezcla de diferentes tipos de cortezas, o bien se trata de cortezas que contienen numerosas impurezas. Además, estos autores no han buscado tratar aguas residuales domésticas ya tratadas previamente por fosas sépticas, sino otros tipos de efluentes: industriales, efluentes brutos, aguas grises. Así:

- 35 Lens et al (*Direct treatment of domestic wastewater by percolation over peat, bark and woodchips*, Wat. Res. Vol. 28, No. 1, pp17-26, 1994) describe el tratamiento de efluentes brutos que provienen de una estación de tratamiento antes de la sedimentación primaria, a través de turba, de copos de madera, de trozos de corteza o una combinación de estos diferentes materiales. La corteza de pino probada se obtiene de una mezcla indefinida de pino, con un dominante de albura de pino silvestre. Sin embargo, las cargas tratadas y las capacidades de depuración son reducidas.

- 40 Dalahmeh et al. (*Efficiency of Bark, activated charcoal, foam and sand filters in reducing pollutant from greywater*, Water Air Soil Pollut, 223:3657-3671, 2012) describe el tratamiento de aguas grises por percolación a través de trozos de corteza, de carbón activo, espuma de poliuretano, arena o una combinación de estos diferentes materiales. Sin embargo, las aguas grises no contienen ni materia fecal, ni orina. Además, la corteza de pino probada es obtenida de una mezcla indefinida de pino, sin precisar ninguna especie particular de pino. Finalmente, no se describe ningún resultado de rendimiento referente a las materias en suspensión.

- 45 El documento WO 92/15397 describe un filtro destinado a retener contaminantes contenidos en efluentes industriales. El filtro se realiza a partir de un material ligno-celulósico como por ejemplo cortezas de árbol, por ejemplo cortezas de pino silvestre, o bien cáscaras de frutos. Sin embargo, no se trata de un biofiltro destinado a la depuración de aguas residuales domésticas, sino de un filtro físico. Por otro lado, las pruebas se realizan sobre el polvo de corteza no aplicable a los efluentes domésticos ya que la obstrucción biológica se produce muy rápido. Finalmente, la duración de los ensayos es demasiado corta para hacer pensar que este tipo de filtro funcionaría en efluentes domésticos.

- 50 Según un primer aspecto, la invención tiene por objeto un filtro de depuración de una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas, extendiéndose dicho filtro sustancialmente de forma horizontal con una dirección de paso de las aguas globalmente vertical y descendente y que comprende:

- una entrada para las aguas a tratar en posición alta y una salida para las aguas tratadas en posición baja,
- un sistema de distribución de las aguas en posición alta asociado a la entrada,

- un medio de reparto de las aguas a tratar situado por debajo del sistema de distribución de las aguas a tratar,
 - un medio de filtración interpuesto entre el medio de reparto de las aguas a tratar y la salida para las aguas tratadas, caracterizado por que dicho medio de filtración comprende, de forma más particular comprende principalmente, de forma más particular incluso está constituido o esencialmente constituido de cortezas de pino marítimo en trozos.
- 5 Según un modo de realización, el medio de filtración se presenta en forma de un lecho filtrante drenado con flujo vertical de grosor comprendido entre 40 cm y 70 cm, de forma preferible entre 50 cm y 65 cm, de forma más preferible aproximadamente 55 cm.
- 10 Según un modo de realización, el calibre de los trozos de corteza está comprendido entre 3 mm y 30 mm, de forma más particular entre 3 mm y 27 mm, entre 8 mm y 27 mm, entre 5 mm y 25 mm, entre 5 mm y 10 mm o incluso entre 10 mm y 25 mm.
- Según un modo de realización, el medio de filtración comprende una sola capa de trozos de cortezas de pino de un mismo calibre, o bien varias capas de trozos de cortezas de pino de calibres diferentes dispuestas unas sobre otras.
- Según un modo de realización, el medio de reparto de las aguas se presenta en forma de una banda o de un trozo de geotextil.
- 15 Según un modo de realización, el filtro está contenido en una o varias cubas, cada una posiblemente dividida en varios módulos.
- Según un modo de realización, la ocupación de suelo del filtro para 5 equivalentes habitantes está comprendida entre 3 m² y 7 m², de forma más particular aproximadamente 5 m².
- 20 Según un modo de realización, la ocupación de suelo de un módulo del filtro para 1 equivalente habitante es de al menos 0,6 m², de forma particular de aproximadamente 1 m².
- Según un modo de realización, la ocupación de suelo de una cuba de filtro para 1 equivalente habitante es de al menos 0,6 m², de forma particular de aproximadamente 1 m².
- 25 Según un segundo aspecto, la invención tiene por objeto una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas que comprende un sistema de tratamiento previo, tal como una o varias fosa(s) séptica(s), conectada a uno o varios filtros según la invención.
- Según un modo de realización, el o los filtros se conectan a un sistema hidráulico tal como una cisterna hidráulica o una bomba, instalada entre la(las) fosa(s) séptica(s) y el(los) filtro(s).
- Según un modo de realización, cuando el filtro se divide en varios módulos y/o varias cubas, el sistema hidráulico está provisto de varias salidas, alimentando cada salida al menos un sistema de distribución de módulo o cuba.
- 30 Según un tercer aspecto, la invención tiene por objeto la utilización de cáscaras de pino marítimo en trozos como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales domésticas, en particular aguas residuales que provienen de fosas sépticas.
- La figura 1 es una sección longitudinal por un plano vertical de un filtro según la invención, en el caso de un filtro unitario con tuberías de recogida, en una cuba con fondo.
- 35 La figura 2 es una sección transversal por un plano vertical del filtro de la figura 1.
- La figura 3 representa la evolución de la masa de un piloto experimental que comprende cáscaras de pino en trozos en función del tiempo en condiciones de alimentación reales (M= masa (kg); J = días).
- A continuación se expone detalladamente la invención con un ejemplo y con referencia a los dibujos.
- 40 Según un primer aspecto, la invención tiene por objeto un filtro de depuración de una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas, extendiéndose dicho filtro sustancialmente de forma horizontal con una dirección de paso de las aguas globalmente vertical y descendente y que comprende:
- una entrada para las aguas a tratar en posición alta y una salida para las aguas tratadas en posición baja,
 - un sistema de distribución de las aguas en posición alta asociado a la entrada,
 - un medio de reparto de las aguas a tratar situado por debajo del sistema de distribución de las aguas a tratar,
- 45 - un medio de filtración interpuesto entre el medio de reparto de las aguas a tratar y la salida para las aguas tratadas.
- Según la invención, el sistema de distribución de aguas del filtro permite repartir de manera homogénea las aguas a tratar sobre el área horizontal alta del medio de filtración. Se puede por ejemplo presentar en forma de una o varias

tuberías perforadas con orificios o bien en forma de una placa perforada con orificios. El sistema de distribución del filtro puede estar provisto de cilindros de regulación de la planicidad los cuales, cuando el filtro está colocado en la cuba, están por ejemplo o bien suspendidos de la tapa, o bien descansan en estructuras ancladas en la pared de la cuba.

- 5 El sistema de distribución de aguas a tratar está asociado a un medio de reparto de las aguas, en particular una banda o trozos de geo textil, que lo intercalan entre el sistema de distribución y la parte alta del medio de filtración en las inmediaciones de la parte alta del medio de filtración. Este medio de reparto de las aguas permite mejorar la difusión de las aguas a tratar en el seno del medio de filtración. El medio de reparto, en especial en forma de bandas o de trozos de geotextil, puede descansar directamente sobre la parte alta del medio de filtración.

- 10 La salida para las aguas tratadas está prevista en el fondo del filtro. Se entiende por "fondo" la parte más baja del filtro. Según un primer modo de realización, el fondo del filtro está totalmente abierto.

- 15 Según un segundo modo de realización, el fondo del filtro comprende una pared horizontal que puede prolongarse verticalmente sobre uno o varios lados. Para permitir la evacuación de las aguas tratadas, la pared puede ser permeable al agua o bien comprender pasajes, tales como perforaciones o bien orificios que pueden estar conectados a tuberías de evacuación. La pared puede también ser a la vez permeable al agua y comprender perforaciones u orificios. Según un modo de realización particular, el fondo del filtro comprende una pared horizontal sólida que se prolonga verticalmente sobre uno o varios lados y está previsto uno o varios orificios en al menos una de las paredes verticales que llegan a la pared horizontal.

- 20 Según la presente invención, el medio de filtración comprende, de forma más particular comprende principalmente, de forma más particular incluso está constituido o esencialmente constituido de cortezas de pino en trozos.

Se entiende por "corteza de pino", la corteza externa del pino, es decir la envoltura exterior del árbol. En el sentido de la invención, la corteza no comprende las envolturas del árbol que están situadas sobre la corteza externa, como el líber, el cambium, la albura o el duramen.

Según la invención, las cortezas de pino son cortezas de pino marítimo (*Pinus pinaster*).

- 25 Según un modo de realización, las cortezas de pino se eligen entre una corteza pura de una sola especie, normalizada según la norma NF 44-551 (abril de 2006), con una composición estrictamente controlada. Las cortezas de pino según la invención contienen en especial menos de un 5% de corteza extraña a dicha especie y menos de un 5% de materiales extraños a la corteza externa, tales como el líber, la madera o la albura (% expresado en masa).

- 30 Para un desarrollo industrial, el filtro debe ser eficaz durante el mayor tiempo posible sin necesitar mantenimiento. Según la invención, la pureza de la corteza contribuye a aumentar la fiabilidad de los rendimientos de depuración y a aumentar la vida útil del sistema de depuración. Si se utiliza una mezcla de corteza que contiene una preponderancia de cuerpos extraños como el líber, la vida útil del filtro tiene el riesgo de disminuir.

- 35 Según un modo de realización particular, el medio de filtración se presenta en forma de un filtrante drenado de flujo globalmente vertical descendente, el grosor comprendido entre 40 cm y 70 cm, de forma preferible entre 50 cm y 65 cm, de forma más preferible aproximadamente 55 cm.

Los trozos de corteza de pino del medio de filtración pueden disponerse sueltos naturalmente o bien están contenidos en redes flexibles facilitando por lo tanto el reemplazo del material.

- 40 El calibre de los trozos de corteza de pino del medio de filtración puede estar comprendido entre 3 mm y 30 mm, de forma más particular entre 3 mm y 27 mm, entre 8 mm y 27 mm, entre 5 mm y 25 mm, o entre 10 mm y 25 mm. Se pueden conseguir trozos de cortezas de pino en el mercado, por ejemplo de calibre comprendido entre 0 mm y 15 mm, entre 5 mm y 10 mm, entre 10 mm y 25 mm, entre 25 mm y 40 mm o entre 40 mm y 60 mm. La corteza de pino puede ser cortada al calibre deseado con la ayuda de trituradores. El calibre de los trozos de corteza de pino se puede realizar con la ayuda de una rejilla de calibrado (tamiz) o de varias rejillas de calibrado que tengan mallas del tamaño deseado.

- 45 Los trozos de corteza de pino del medio de filtración presentan, normalmente, una capacidad de retención de agua (definida por la norma NF EN 13 041) comprendida entre 50 l por m³ y 350 l por m³, de forma más particular entre 80 l por m³ y 280 l por m³. Esta capacidad de retención confiere a los trozos de corteza de pino una fuerte capacidad de absorción de los efluentes. Los espacios libres entre los trozos de corteza de pino favorecen una oxigenación óptima de las bacterias y protozoos que realizan la depuración.

- 50 El medio de filtración puede comprender una sola capa de trozos de cortezas de pino de un único y mismo calibre, o bien varias capas de trozos de cortezas de pino de calibres diferentes dispuestas unas sobre otras. En este caso, de arriba hacia abajo, se disponen con preferencia capas de trozos de corteza de pino de calibre decreciente.

En un modo de realización particular, el medio de filtración comprende dos capas de trozos de cortezas de pino de calibres diferentes: una capa superior de calibre comprendido entre 10 mm y 25 mm y una capa inferior de calibre

comprendido entre 5 mm y 10 mm. En este caso, la relación entre la altura de la capa superior de gran calibre y la altura de la capa inferior de pequeño calibre puede estar comprendida entre 50/50 y 75/25. Por ejemplo, la capa superior de gran calibre que tiene un calibre de 10 mm a 25 mm puede tener un grosor de 40 cm y la capa inferior de pequeño calibre que tiene un calibre de 5 mm a 10 mm puede tener un grosor de 15 cm.

- 5 Las cortezas de pino presentan en general un pH al agua (determinado según la norma NF EN 13 037) comprendida entre 4,5 y 6,5, por ejemplo igual a aproximadamente 5.

En una realización, el medio de filtración está esencialmente constituido de cortezas de pino en trozos, pero se puede también contemplar combinar los trozos de cortezas de pino con otros componentes filtrantes, tales como arena, zeolita, lana de roca o copos de coco u otro material funcionalmente equivalente.

- 10 El medio de filtración según la invención permite realizar un filtro compacto cuya ocupación de suelo comprende entre 1 m² y 7 m², de forma más particular aproximadamente 5 m². En particular, la ocupación de suelo del filtro según la invención para 5 equivalentes habitantes está comprendido entre 3 m² y 7 m², de forma más particular aproximadamente 5 m².

- 15 Según un primer modo de realización, como el filtro EPARCO de zeolita, el filtro según la invención es unitario y está contenido en una cuba en la cual ocupa toda el área horizontal o sensiblemente toda el área horizontal. Por "unitario", se entiende un filtro que no está compartimentado.

Según este primer modo de realización, por referencia a las figuras 1 y 2, la figura 1 está contenida en una cuba 7 posiblemente cerrada por una tapa 8.

- 20 Un medio 9 de aireación tal como una chimenea de ventilación, que se extiende verticalmente en la cuba 7 y que atraviesa la tapa 8, participa en la aireación general del filtro 1 al asegurar la ventilación del espacio 10 situado entre la tapa 8 y el medio 6 de filtración.

Un segundo tubo 11 situado por ejemplo en la prolongación del anterior, pone en comunicación el espacio 10 con el espacio 13.

- 25 El filtro 1 comprende un sistema 4 de distribución de aguas en forma de varias tuberías perforadas con orificios que permiten repartir las aguas a tratar sobre el medio 6 de filtración de manera homogénea, así como un medio 5 de reparto, tal como geotextiles, para asegurar la difusión de las aguas a tratar sustancialmente en todo el volumen del medio 6 de filtración.

- 30 En el seno de la cuba 7, el medio 6 de filtración descansa sobre un emparrillado 12 en forma de rejilla, en especial de malla inferior a 5 mm y superior o igual a 0,7 mm, o bien sobre una rejilla (no representada), tal como una geomalla, dicha rejilla estando a su vez soportada por un emparrillado 12, que crea por tanto un espacio 13 vacío de 10 cm a 15 cm entre el emparrillado 12 y el fondo 14 de la cuba 7. Este espacio 13 vacío permite facilitar la evacuación de las aguas tratadas por un lado, y la ventilación de la cara inferior del medio 6 de filtración por otro lado (aporte de aire fresco y evacuación del gas carbónico).

- 35 En su parte baja, el fondo 14 del filtro 1 comprende una salida 3 de las aguas tratadas, en este caso en forma de orificios de salida. En caso necesario, se conectan las tuberías de evacuación a estos orificios de salida.

En el espacio 13, se puede posiblemente añadir un sistema de recuperación de las aguas tratadas, tales como tuberías de drenaje, que se conectan a orificios de salida.

La cuba 7 puede estar realizada de un material estanco al agua, ligero y resistente, por ejemplo de un material compuesto tal como poliéster reforzado con vidrio, no siendo esta realización limitativa.

- 40 Según una variante de este primer modo de realización, se puede prever una cuba 7 con un fondo 14 totalmente abierto o bien una cuba 7 cuyo fondo 14 está perforado con orificios, o incluso una cuba 7 cuyo fondo 14 es permeable, de manera que permite la evacuación de las aguas tratadas al subsuelo adyacente. Según las restricciones locales, la evacuación de las aguas tratadas se puede hacer o bien directamente en el suelo subyacente si la permeabilidad del mismo es suficiente, o bien a través de un lecho de infiltración situado por debajo de la cuba 7, o bien en el suelo a nivel de zanjas o de un lecho de expansión compensado, o bien por vertido al medio hidráulico superficial, o bien por irrigación enterrada de árboles o de arbustos de ornamentación.

Según un segundo modo de realización, el filtro está contenido en una cuba en la cual se divide en varios módulos de la misma dimensión o dimensiones diferentes, comprendiendo cada módulo al menos un sistema de distribución de las aguas asociado a la entrada y un medio de reparto de las aguas a tratar.

- 50 La ocupación del suelo de cada módulo puede ser de al menos 0,6 m², de forma más particular de aproximadamente 1 m². En particular, el filtro está dimensionado de tal manera que puede tratar las aguas residuales de una persona (un equivalente habitante) mientras ocupa una superficie en el suelo de al menos 0,6 m², de forma más preferible de aproximadamente 1 m². El filtro comprende por tanto con preferencia un sistema de distribución por m² de superficie.

- Como en el primer modo de realización, los medios de filtración de los diferentes módulos pueden descansar en un emparrillado en forma de rejilla, en especial de malla inferior a 5 mm y superior o igual a 0,7 mm, o bien sobre una rejilla, tal como una geomalla, estando a su vez dicha rejilla soportada por un emparrillado, creando por tanto un espacio vacío de 10 cm a 15 cm entre la rejilla y el fondo de la cuba permitiendo facilitar la evacuación de las aguas tratadas por un lado, y la ventilación de la cara inferior de los medios de filtración por otro lado (aporte de aire fresco y evacuación del gas carbónico). Si el fondo del filtro es estanco, se pueden prever una o varias perforaciones de eje horizontal (orificios de salida) para permitir la conexión de los tubos para evacuar el agua.
- Según una variante de este segundo modo de realización, como en el primer modo de realización, se puede prever una cuba con un fondo totalmente abierto o bien una cuba cuyo fondo está perforado con orificios, o incluso una cuba cuyo fondo es permeable, de manera que permite la evacuación de las aguas tratadas en el subsuelo adyacente. Según las restricciones locales, la evacuación de las aguas tratadas se puede hacer o bien directamente en el suelo subyacente si la permeabilidad del mismo es suficiente, o bien a través de un lecho de infiltración situado por debajo de la cuba, o bien en el suelo a nivel de zanjas o de un lecho de expansión compensado, o bien vertido al medio hidráulico superficial, o bien por irrigación enterrada de árboles o de arbustos ornamentales.
- Según un tercer modo de realización, el filtro está contenido en varias cubas de la misma dimensión o de dimensiones diferentes, conteniendo cada cuba uno o varios módulos que comprenden al menos un sistema de distribución de las aguas asociado a la entrada y al menos un medio de reparto de las aguas a tratar.
- La ocupación de suelo de cada cuba puede ser de al menos 0,6 m², de forma más particular de aproximadamente 1 m², o bien de al menos 0,6 m², de forma más particular de aproximadamente 1 m² por módulo. En particular, el filtro está dimensionado de tal manera que puede tratar las aguas residuales de una persona (un equivalente habitante) mientras que ocupa una superficie en el suelo de al menos 0,6 m², de forma más preferible de aproximadamente 1 m². El filtro comprende por tanto con preferencia un sistema de distribución por m² de superficie.
- Como en el primer y el segundo modo de realización, los medios de filtración de la o de las diferentes cubas pueden descansar sobre un emparrillado en forma de rejilla, en especial de malla inferior a 5 mm y superior o igual a 0,7 mm, o bien sobre una rejilla, tal como una geomalla, siendo dicha rejilla soportada a su vez por un emparrillado, creando por tanto un espacio vacío de 10 cm a 15 cm entre la rejilla y el fondo de la cuba permitiendo facilitar la evacuación de las aguas tratadas por un lado, y la ventilación de la cara inferior de los medios de filtración por otro lado (aporte de aire fresco y evacuación del gas carbónico).
- Según este tercer modo de realización, las cubas pueden tener un fondo totalmente abierto, o bien tener un fondo perforado con orificios, o bien un fondo permeable, de manera que permiten la evacuación de las aguas tratadas en el subsuelo adyacente. Se pueden combinar también cubas sin fondo, o bien cuyo fondo está perforado con orificios o bien es permeable, con cubas que disponen de un fondo.
- Según un segundo aspecto, la invención se refiere a una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas que comprende el sistema de tratamiento previo, tal como una o varias fosa(s) séptica(s) conectada(s) a uno o varios filtro(s) según la invención.
- Según un modo de realización, el o los filtros están conectados a un sistema hidráulico, tal como una cisterna hidráulica o una bomba, instalada entre la fosa séptica y el(los) filtro(s).
- Se pueden combinar varios filtros según la invención de tamaño equivalente, o bien de tamaños diferentes. La instalación puede por tanto comprender uno o varios filtros según la invención cuyas superficies en el suelo son idénticas o diferentes, en especial comprendidas entre 1 m² y 7 m². En este caso, el sistema hidráulico está conectado a cada uno de los filtros para asegurar el reparto de las aguas a tratar entre los diferentes filtros en función de su capacidad de depuración.
- Cuando el filtro está dividido en varios módulos o cubas, el sistema hidráulico está provisto de varias salidas, alimentando cada salida al menos un sistema de distribución de módulo o cubas, para permitir la distribución equilibrada de las aguas a tratar en los diferentes módulos o cubas.
- Dicho sistema hidráulico puede estar provisto además de una o varias salidas libres que pueden estar conectadas a uno o varios módulos o cubas, suplementarios, para poder aumentar la capacidad de depuración de la instalación de tratamiento de las aguas. Se puede por tanto añadir tantos módulos o cubas como personas suplementarias.
- Según un tercer aspecto, la invención se refiere a la utilización de cortezas de pino marítimo en trozos, tal como se describió anterior mente, como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales domésticas, en particular las aguas utilizadas que provienen de fosas sépticas.
- Se entiende por biofiltro, un sistema de depuración biológica en el que la biomasa depuradora aerobia es fijada en un material sólido en la superficie del cual percola el agua a tratar.
- El ejemplo siguiente ilustra la invención sin limitarlo.

Ejemplo

Los rendimientos de depuración de un medio de filtración que comprende trozos de corteza de pino, de tipo pino marítimo que proviene de las Landas, han sido probados en una configuración piloto.

1.1 Características de los trozos de corteza de pino

- 5 Se han probado dos calibres de trozos de corteza de pino: calibre comprendido entre 5 mm y 10 mm y calibre comprendido entre 10 mm y 25 mm.

Características de las cortezas de pino	Calibre 5-10 mm	Calibre 10-25 mm
Materia orgánica (% del producto seco)	96	95
Materia seca (% del producto bruto)	50	50
Capacidad de retención de agua (ml/l)	250	150
Conductividad (mS/m)	10	5
pH H ₂ O	5	5
Densidad (kg/l)	0,16	0,16

1.2. Medio de filtración

- 10 Las pruebas han sido realizadas en pilotos de laboratorio, con efluentes recogidos en las salidas de las fosas sépticas. Estas últimas funcionan en condiciones reales en la plataforma del Centro Técnico de Investigación EPARCO situado en Mèze (Hérault). La plataforma recibe las aguas residuales de una quicena de pueblos. Los pilotos son columnas de PVC de diámetro de 300 mm para una altura de aproximadamente 1,5 m. Los mismos son alimentados por arriba por medio de bombas peristálticas que permiten regular de forma precisa el caudal diario de entrada. El efluente percola verticalmente en el medio de filtración en el cual se desarrollan microorganismos aerobios que realizan una depuración biológica de la contaminación. El efluente tratado sale por la parte baja y es expulsado.

15 La disposición de la columna es la siguiente (de arriba a abajo): entrada de los efluentes, geotextil de reparto, medio de filtración compuesto de trozos de corteza de pino, geomalla colocada sobre un fondo perforado, salida de los efluentes tratados.

La altura de los materiales filtrantes es H=55 cm.

- 20 1.3. Condiciones de funcionamiento

Alimentación por efluentes de salida de fosa séptica. Los efluentes sépticos tienen las características siguientes (media $\pm$ desviación típica, en mg/l):

Demanda química de oxígeno (DCO)	Materiales en suspensión (MES)	Nitrógeno total Kjeldhal (NTK)	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂
442 $\pm$ 146	74 $\pm$ 32	83 $\pm$ 12	66 $\pm$ 20	0	0

Los ensayos han durado 1815 días.

- 25 1.4. Seguimiento analítico (métodos normalizados):

Se analizan regularmente en el transcurso del tiempo los efluentes de entrada y de salida de columna. Se recogen muestras puntuales medias en el transcurso de uno a tres ciclos de alimentación de columna. Los parámetros analizados son los siguientes:

- DCO
- 30 - DBO₅
- MES
- Nitrógeno (nitratos, amonio)

La relación DCO/DBO5 en la salida de columna ha mostrado que una DCO de 100 mg/l corresponde a una DBO5 de 35 mg/l.

Además, las columnas filtrantes son colocadas en básculas y pesadas en continuo. La evolución de la masa en el tiempo traduce el estado de volumen ocupado del filtro por la biomasa, y por tanto una posible obstrucción a largo plazo.

2. Resultados

2.1. Prueba para evaluar la vida útil del material

Los resultados presentados cubren un periodo de 1815 1224 días, con una carga diaria de 250 l/m², después de 150 l/m².d después de 1288 días de funcionamiento.

El objetivo de esta primera prueba ha sido evaluar la vida útil del material y por tanto su resistencia a la biodegradación debido a la acción de microorganismos de las aguas residuales. Se ha llenado una columna con corteza de calibre 10/25 mm sobre una altura de 55 cm.

Después de 5 años de funcionamiento, parece que el material no se ha biodegradado, y que no ha ocurrido nada visible en cuanto a su resistencia mecánica. Por tanto no hay alteración del material. Se constata por otro lado una nitrificación constante y relativamente grande, señal de que el filtro está siempre bien aireado y posee siempre sus capacidades de oxidación de la materia orgánica.

La evolución de la masa de la columna muestra que se tiende hacia una asíntota (véase la figura 3). Esto significa que después de varios años de prueba en condiciones de alimentación reales no hay acumulación de materia en el filtro que tiende a un equilibrio biológico.

Estos datos permiten contemplar una vida útil del filtro del orden de 10 años.

2.2. Pruebas de rendimientos de depuración

2.2.1. Presentación

Como se ha constatado que el material probado no se biodegradaría, se han implementado varias columnas suplementarias, lo que permite comprobar varias cargas de alimentación y varias configuraciones de disposición interior de los filtros: filtro monocapa o bicapa de cortezas, diferentes calibres de cortezas, diferentes cargas de alimentación de efluente séptico.

2.2.2. Resultados

Varias configuraciones de filtros permiten obtener una DCO de efluente tratado inferior a 100 mg/l. Por ejemplo, con una carga entrante de 250 l/m².día de efluentes séptico, un filtro bicapa (calibre 10-25 mm sobre 40 centímetros de grosor a arriba y calibre 5-10 mm sobre 15 mm de grosor a abajo) dan en la salida, después de 690 días de prueba, los resultados medios siguientes: DCO = 66 mg/l y MES 7 mg/l, con una tasa de NH₄ residual despreciable (4 mg/l). Como otro ejemplo, un filtro monocapa (calibre 5-10 mm sobre 55 cm de grosor) en prueba de 500 l/m².d durante 168 días a los resultados siguientes: DCO = 74 mg/l y MES 14 mg/l- con esta misma configuración y una alimentación de 150 l/m².d, un filtro de los resultados siguientes después de 445 días: DCO = 70 mg/l, MES = 7 mg/l.

3. Conclusión

Los resultados en condición de alimentación real con efluentes sépticos muestran que los trozos de corteza de pino no se biodegradan a medio plazo y que los filtros probados dan excelentes resultados: DCO muy inferior a 100 mg/l y MES muy inferiores a 30 mg/l. Estos umbrales corresponden al nivel de depuración buscado en saneamiento no colectivo. Se revela que estos rendimientos han sido obtenidos con cargas de efluente elevadas en la entrada del medio de filtración, es decir 250 l/m².d a 500 l/m².d contra 30 a 50 l.m².d para un filtro de arena convencional.

REIVINDICACIONES

1. Filtro (1) de depuración de una instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas que se extiende sustancialmente de forma horizontal con una dirección de paso de las aguas globalmente vertical y descendente y que comprende:
 - 5 - una entrada (2) para las aguas a tratar en posición alta y una salida (3) para las aguas tratadas en posición baja,
 - un sistema (4) de distribución de las aguas a tratar en posición alta asociado a la entrada (2),
 - un medio (5) de reparto de las aguas tratadas situado por debajo del sistema (4) de distribución de las aguas a tratar,
 - un medio (6) de filtración interpuesto entre el medio (5) de reparto de las aguas a tratar y la salida (3) para las aguas tratadas,
- 10 caracterizado por que dicho medio (6) de filtración comprende, de forma más particular comprende de forma principal, de forma más particular incluso está constituido o esencialmente constituido de cortezas de pino marítimo en trozos.
 2. Filtro (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el medio (6) de filtración se presenta en forma de un lecho filtrante drenado con flujo vertical de grosor comprendido entre 40 cm y 70 cm, de forma preferible entre 50 cm y 65 cm, de forma más preferible aproximadamente 55 cm.
- 15 3. Filtro (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el calibre de los trozos de corteza está comprendido entre 3 mm y 30 mm, de forma más particular entre 3 mm y 27 mm, entre 8 mm y 27 mm, entre 5 mm y 25 mm, entre 5 mm y 10 mm o entre 10 mm y 25 mm.
 4. Filtro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el medio (6) de filtración comprende una sola capa de trozos de cortezas de pino de un mismo calibre, o bien varias capas de trozos de cortezas de pino de calibres diferentes dispuestas unas sobre otras.
- 20 5. Filtro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el medio (5) de reparto se presenta en forma de una banda o de un trozo de geotextil.
 6. Filtro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la ocupación de suelo del filtro (1) para 5 equivalentes habitantes está comprendida entre 3 m² y 7 m².
- 25 7. Filtro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el filtro (1) está contenido en una o varias cubas (7), cada una, posiblemente, dividida en varios módulos, siendo la ocupación de suelo de dicho módulo o de dicha cuba para 1 equivalente habitante de al menos 0,6 m², de forma más particular de aproximadamente 1 m².
 8. Instalación de tratamiento de aguas residuales domésticas que comprende un sistema de tratamiento previo, tal como una o varias fosas sépticas, conectado a uno o varios filtros (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 30 9. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que el o los filtros (1) están conectados a un sistema hidráulico tal como una cisterna hidráulica o una bomba, instalada entre la fosa séptica y el(los) filtro(s) (1).
 10. Instalación según la reivindicación 8 o 9, caracterizada por que, cuando el filtro (1) está dividido en varios módulos y/o varias cubas, el sistema hidráulico está provisto de varias salidas, alimentando cada salida al menos un sistema
- 35 (4) de distribución de módulo y/o de cuba.
 11. Uso de cortezas de pino marítimo en trozos como biofiltro en el tratamiento de aguas residuales domésticas, en particular las aguas residuales que provienen de fosas sépticas.

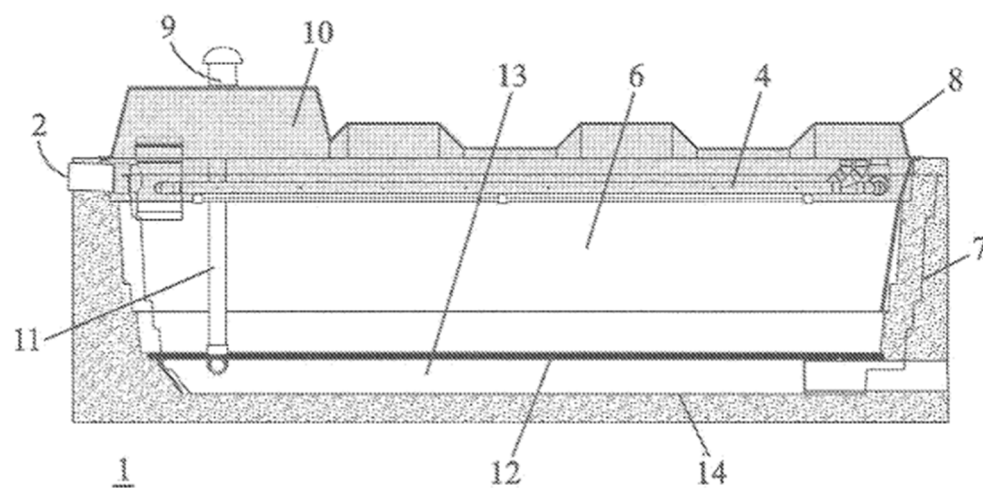


FIG. 1

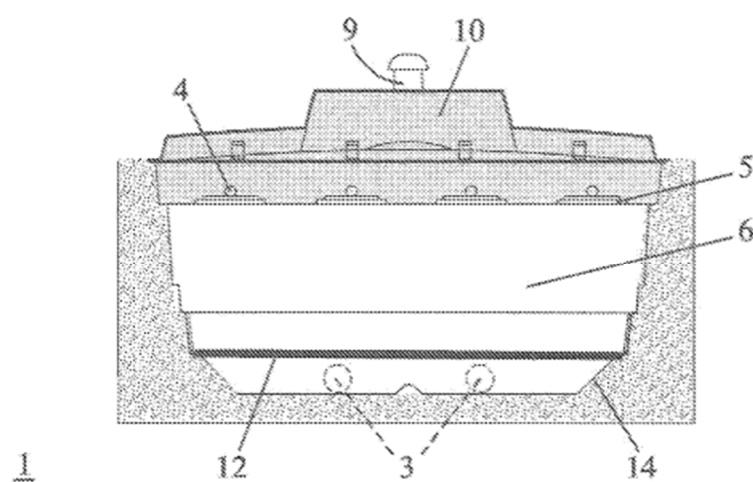


FIG. 2

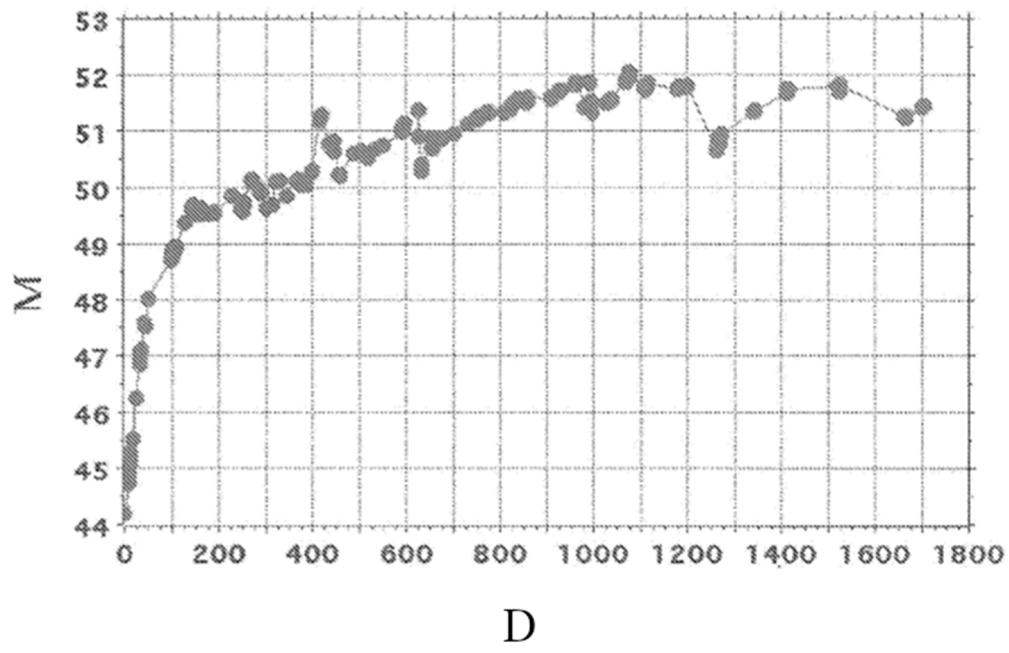


FIG. 3