

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 531**

51 Int. Cl.:

**B01D 63/10** (2006.01)

**C02F 3/10** (2006.01)

**C02F 3/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2010 PCT/IL2010/001052**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11073977**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2010 E 10837161 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2512995**

54 Título: **Aeración de difusión para agua y tratamiento de aguas residuales**

30 Prioridad:

**14.12.2009 US 286055 P**

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

**04.12.2018**

73 Titular/es:

**EMEFCY LIMITED (100.0%)  
7 HaEshel Street P.O. Box 3171  
30889 Caesarea, IL**

72 Inventor/es:

**SHECHTER, RONEN ITZHAK;  
ESHED, LIOR;  
LEVY, EYTAN BARUCH y  
ASHLAGI AMIRI, TAMAR**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 692 531 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

Aeración de difusión para agua y tratamiento de aguas residuales

### **Referencia a solicitudes relacionadas**

5 Se hace referencia en el presente documento a la solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º de Serie 61/286.055, titulada Aireación de difusión de agua y tratamiento de aguas residuales, presentada el 14 de diciembre de 2009.

### **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al tratamiento de aguas residuales en general y, más específicamente, al tratamiento biológico de aguas residuales.

### 10 **Antecedentes de la invención**

Se cree que las siguientes patentes de Estados Unidos representan el estado actual de la técnica: 7.303.677; 7.300.571; 6.908.547; 6.645.374; 5.486.475 y 5.482.859.

El documento US 6.645.374 se refiere a un aparato para el tratamiento de aguas residuales, y divulga un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1 adjunta.

### 15 **Sumario de la invención**

La presente invención trata de proporcionar sistemas y metodologías de tratamiento de aguas residuales mejoradas. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema como se define en la reivindicación independiente 1 adjunta. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para tratar aguas residuales como se define en la reivindicación independiente 4 adjunta. Las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas que dependen de las reivindicaciones independientes 1 o 4.

### **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá y apreciará más completamente a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunción con los dibujos, en los que:

25 La figura 1 es una ilustración gráfica simplificada de un sistema de tratamiento de aguas residuales descentralizado construido y operativo de acuerdo con una realización preferida de la presente invención; La figura 2 es una ilustración simplificada de una instalación de tratamiento de aguas residuales construida y operativa de acuerdo con una realización preferida de la presente invención; y La figura 3 es una ilustración simplificada de una unidad modular de la instalación de tratamiento de aguas residuales de las figuras 1 y 2.

### 30 **Descripción detallada de realizaciones preferidas**

Se hace ahora referencia a la figura 1, que es una ilustración gráfica simplificada de un sistema de tratamiento de aguas residuales distribuido construido y operativo de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Como se ve en la figura 1, las aguas residuales de una ciudad o pueblo rural pueden suministrarse a través de un conducto 100 de aguas residuales a una pluralidad de instalaciones 102 distribuidas, compactas, de tratamiento de aguas residuales de baja energía, construidas y operativas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, cada una de las cuales recibe aguas residuales del conducto 100 de aguas residuales a través de una línea 104 de suministro de aguas residuales. Como puede verse generalmente en la figura 1, las instalaciones 102 de tratamiento de aguas residuales tienen una huella relativamente pequeña. Gracias a sus bajos requisitos de energía, pueden ser alimentadas por un panel 106 fotovoltaico.

40 Se hace ahora referencia a la figura 2, que es una ilustración simplificada de una instalación compacta de baja energía de tratamiento de aguas residuales construida y operativa de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Como se ve en la figura 2, la instalación 102 compacta de tratamiento de aguas residuales de baja energía incluye una pluralidad de unidades 110 de tratamiento de aguas residuales modulares apiladas, cada una preferiblemente incluyendo una vía 112 de aguas residuales generalmente enrollada en espiral y generalmente horizontal dispuesta para definir un pasaje 114 de flujo de aire generalmente vertical, que tiene una sección transversal en espiral, entre sus espiras.

45 Preferiblemente, las unidades 110 están mutuamente apiladas, de tal manera que sus respectivos pasajes 114 de flujo de aire verticales están mutuamente alineados. Se suministra agua residual a cada una de las vías 112 a través de un colector 116 de suministro de aguas residuales, que preferiblemente es modular, y recibe agua residual tratada desde cada una de las vías 112 a través de un colector 118 de aguas residuales tratadas, que también es preferiblemente modular.

50

- Preferiblemente, un flujo de aire vertical a través de los pasajes 114 de flujo de aire de múltiples unidades 110 apiladas se produce mediante un ventilador 120, que puede ser alimentado por una fuente de energía distribuida, tal como un panel 106 fotovoltaico (figura 1), o por cualquier otra fuente de energía adecuada. Alternativamente, cuando se puede crear una corriente suficiente por medio de calor o viento, el uso de energía eléctrica y posiblemente el uso del ventilador 120 pueden obviarse parcial o totalmente.
- Se aprecia que, aunque en la realización ilustrada de la figura 2 la instalación 102 de tratamiento incluye un solo ventilador 120, una o más de varias unidades 110 apiladas puede incluir ventiladores 120 adicionales. Tanto en el ventilador individual como en las realizaciones de múltiples ventiladores, la instalación 102 de tratamiento incluye una sola entrada de aire.
- En una realización alternativa, un único ventilador puede proporcionar flujo de aire vertical para múltiples instalaciones 102 de tratamiento a través de una cabecera conectada a una entrada de aire de cada una de las múltiples instalaciones 102.
- En la realización ilustrada de la figura 2, las vías 112 de las respectivas unidades 110 apiladas se muestran conectadas en paralelo. Se aprecia que alternativamente, se pueden conectar en serie. También se aprecia que múltiples instalaciones 102 pueden estar interconectadas en serie o en paralelo, dependiendo de la naturaleza del agua residual y de los requisitos de tratamiento.
- Se aprecia además que las entradas de agua y las salidas de agua de múltiples instalaciones 102 pueden estar interconectadas en serie para el tratamiento de aguas residuales para un flujo de agua continuo a través de las mismas y de múltiples etapas.
- Se hace ahora referencia a la figura 3, que es una ilustración simplificada de una unidad 110 modular de la instalación 102 de tratamiento de aguas residuales que se muestra en las figuras 1 y 2. Como se ve en la figura 3, en cada unidad 110, una vía 112 de aguas residuales generalmente horizontal y generalmente enrollada en espiral está encerrada dentro de una carcasa 122 cilíndrica. La vía 112 está formada preferiblemente con paredes 124 enrolladas en espiral que se extienden generalmente de manera vertical, cada una formada por una longitud de material 125 permeable al oxígeno e impermeable al agua, preferiblemente polipropileno microperforado u otra poliolefina microperforada, preferiblemente unida a un tejido 126, preferiblemente un tejido de plástico, en al menos un lado. El material 125 permeable al oxígeno e impermeable al agua tiene preferiblemente un espesor de menos de 100 micrómetros y, más preferiblemente, tiene un espesor de menos de 50 micrómetros. El tejido 126 tiene preferiblemente un espesor de menos de 100 micrómetros y se caracteriza por tener un peso por unidad de área de menos de 50 gramos por metro cuadrado. La vía 112 preferiblemente tiene una separación para proporcionar un flujo de aguas residuales entre dos paredes adyacentes en el intervalo de 4 mm a 20 mm.
- El material 125 permeable al oxígeno e impermeable al agua es ampliamente utilizado en la industria de la construcción para tejados y también se utiliza en la fabricación de prendas de protección desechables, tales como película transpirable en relieve Microflex de 16 gsm, disponible comercialmente por parte de Bohme Clopay GmbH, de Dombühl, Alemania. El tejido 126 es típicamente un tejido no tejido, tal como 10g Hydrophilic Durable White, número de catálogo N-S70-26 I, disponible comercialmente por parte de Avgol Ltd de Tel Aviv, Israel.
- Los respectivos bordes 127 y 128 superior y superior de las paredes 124 están sellados por presión con calor, soldadura ultrasónica o medios similares aplicados sobre varios pliegues del material de la pared sobre sí mismo o sobre una película adicional de material compatible sobre los bordes del material de la pared. Las paredes 124 están preferiblemente separadas entre sí por un separador 132 interno, que se extiende a lo largo de las mismas. Preferiblemente, las paredes 124 presentan una región 134 de superficie superior cónica, que proporciona una resistencia relativamente baja al flujo de aire a lo largo de los pasajes 114 de flujo de aire vertical, como se indica mediante las flechas 136. Preferiblemente, a lo largo de la mayor parte de la altura de la vía 112, las superficies interiores de las paredes 124 están separadas por una distancia transversal de 4-20 mm mediante el separador 132.
- Preferiblemente, las vías 112 están enrolladas de tal manera que las superficies exteriores de las paredes 124 de las espiras adyacentes están separadas por una distancia transversal de 4-20 mm, definiendo de este modo pasajes 114 de flujo de aire en espiral verticales que tienen un espesor transversal de 4-20 mm. El espesor transversal del pasaje 114 se mantiene preferiblemente mediante la provisión de separadores 138 entre espiras adyacentes de las paredes 124.
- Los separadores 132 y 138 son preferiblemente mallas de drenaje o mallas de refuerzo o mallas de cercado o productos de rejilla de malla de plástico tridimensionales similares, tal como una red de drenaje B, número de catálogo B-420/4.6/0.7, número de pieza 009442, disponible comercialmente por parte de Boddington Ltd., Maldon, Essex, Inglaterra.
- El agua residual se suministra al interior de la vía 112 a través de una abertura 140 formada en una pared 124 de la misma en un extremo interior de la vía 112 de aguas residuales enrollada en espiral a través de una tubería 142 de interconexión de suministro de aguas residuales que está conectada al colector 116 de suministro de aguas residuales. Alternativamente, el colector 118 puede operar como un colector de suministro de aguas residuales y el colector 116 puede operar como un colector de salida de aguas residuales tratadas, de modo que el agua residual

se suministra desde el extremo exterior de la espiral y fluye a lo largo de la vía 112 hacia el interior de la espiral.

La presencia de las aguas residuales en el interior de la vía 112 provoca la formación de una biopelícula 150 en las superficies interiores de las paredes 124. La biopelícula 150 recibe oxígeno a través de las paredes 124 permeables al oxígeno y está en contacto operativo con las aguas residuales para tratarlas. Una característica particular de la presente invención es que las aguas residuales fluyen a través de la vía 112 en contacto operativo con la biopelícula 150, que está formada en una superficie interior de la vía 112, cuya biopelícula 150 recibe oxígeno a través de la pared 124 sobre la que está formada desde un flujo de aire exterior a la vía 112.

La biopelícula 150 comprende preferiblemente una pluralidad de capas. En un sistema bien estabilizado y operado adecuadamente, la biopelícula tendrá una composición diferenciadora a lo largo de la vía de flujo, que comprende principalmente porcentajes variables de las siguientes capas:

1. más cerca de la pared 124, la biopelícula contendrá principalmente bacterias aeróbicas, y cuanto más abajo en la vía, más bacterias autótrofas oxidarán el amoníaco y reducirán el carbonato;
2. adyacente a la capa de biopelícula más cercana a la pared 124, la biopelícula será más rica en bacterias aeróbicas heterótrofas que oxidan la materia orgánica;
- 3a. más alejada de la pared 124, y principalmente aguas arriba a lo largo de la vía de flujo, donde la concentración de materia orgánica en las aguas residuales es relativamente alta, la capa de biopelícula se caracterizará por una alta concentración de bacterias anaeróbicas que oxidan la materia orgánica al reducir el CO<sub>2</sub> u otros aceptores de electrones alternativos; y
- 3b. principalmente aguas abajo a lo largo de la vía de flujo, la capa más alejada de la pared 124 comprenderá bacterias heterótrofas que realizan la desnitrificación, utilizando la materia orgánica disuelta restante del agua en un lado y el nitrato producido por nitrificación en la primera capa del otro lado.

El agua fluye preferiblemente en un flujo suficientemente turbulento a través de la vía 112, aplicando de ese modo continuamente cizalla sobre las capas de la biopelícula 150, y evitando así el crecimiento excesivo y la obstrucción de la vía 112. Es una característica particular de la presente invención que los requisitos de energía para bombear el agua residual suministrada a la vía 112 pueden ser relativamente bajos o insignificantes, dependiendo de la topografía y de la presión de flujo en el conducto 100 de aguas residuales (figura 1) y las pérdidas de energía a lo largo del mismo.

Preferiblemente, la relación del área de superficie de la pared 124 impermeable al agua y permeable al oxígeno a un área de sección transversal de limitación de flujo de la vía 112 es al menos de 200:1, y más preferiblemente al menos de 1000:1. El diámetro hidráulico típico es de 5-20 milímetros.

Preferiblemente, la vía 112 está configurada para tener una relación del área de superficie de la pared 124 impermeable al agua y permeable al oxígeno al volumen total de la vía de al menos 100:1, más preferiblemente al menos 150:1 y lo más preferiblemente al menos 200:1. El área de superficie alta por unidad de volumen proporciona compacidad, que es un factor importante en la selección de un proceso de tratamiento.

La vía 112 está configurada para promover un flujo de tipo general de tipo de tapón de aguas residuales a su través. Preferiblemente, se seleccionan una longitud, una anchura y una profundidad de vía de flujo de la vía 112 para proporcionar preferiblemente al menos 4, y más preferiblemente, al menos 8, etapas teóricas, N, en un reactor de flujo pistón configurado de ese modo, donde el número de etapas teóricas en un reactor de flujo de pistón se calculan usando la siguiente ecuación:

$$N = 7,4 * Q * L / (W * Q)$$

donde:

- N - número de etapas teóricas;
- Q - flujo en unidades de m<sup>3</sup>/s;
- L - longitud de la vía de flujo en metros;
- W - anchura de la vía de flujo en metros; y
- D - profundidad o separación de la vía de flujo en metros.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (110) de tratamiento de aguas residuales que comprende:

al menos una vía (112) de tratamiento de agua que tiene al menos una entrada (140) de aguas residuales y al menos una salida de aguas residuales tratadas y dispuesta para al menos el tratamiento aeróbico de dichas aguas residuales a medida que fluyen desde dicha al menos una entrada (140) de aguas residuales a dicha al menos una salida de aguas residuales tratadas;

al menos un conducto (116) de suministro de aguas residuales, que suministra dichas aguas residuales a dicha al menos una entrada (140) de aguas residuales de dicha vía (112) de tratamiento de agua; y

al menos un conducto (118) de aguas residuales tratadas, que suministra aguas residuales tratadas desde dicha al menos una salida de aguas residuales tratadas de dicha al menos una vía (112) de tratamiento de agua; estando dicho sistema **caracterizado porque**:

la al menos una vía (112) de tratamiento de agua tiene paredes (124) que se extienden verticalmente impermeables al agua y permeables al oxígeno selladas en bordes (127, 128) superior e inferior del mismo por prensado con calor, soldadura ultrasónica o medios similares aplicados sobre varios pliegues del material de pared sobre sí mismo o sobre una película adicional de material compatible sobre los bordes del material de pared y que define una vía de tratamiento de agua horizontal, estanca al agua, enrollada en espiral, separando las paredes (124) que se extienden verticalmente un interior de dicho al menos una vía (112) horizontal de tratamiento del agua, cerrada con paredes, impermeable al agua desde el aire exterior,

la al menos una vía de tratamiento de agua está dispuesta para definir un pasaje de flujo de aire vertical que tiene una sección transversal en espiral entre las espiras del mismo;

las paredes (124) que se extienden verticalmente de dicha al menos una vía (112) de tratamiento de agua horizontal están dispuestas para soportar una biopelícula en una superficie interior.

2. Un sistema (110) de tratamiento de aguas residuales según la reivindicación 1, y en el que una relación del área superficial de dichas paredes (124) que se extienden verticalmente impermeables al agua y permeables al oxígeno a un área de sección transversal limitadora de flujo de dicha vía (112) es al menos 200:1.

3. Un sistema (110) de tratamiento de aguas residuales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y en el que una relación del área superficial de dichas paredes (124) que se extienden verticalmente impermeables al agua y permeables al oxígeno a un volumen global de dicha vía (112) está al menos 100:1 por metro.

4. Un procedimiento de tratamiento de aguas residuales que comprende:

proporcionar un sistema según la reivindicación 1; suministrar dichas aguas residuales a dicha al menos una entrada (140) de aguas residuales de dicha al menos una vía (112) horizontal de tratamiento de agua; y proporcionar un flujo de aire vertical a través de dicho pasaje (114) de flujo de aire vertical;

tratar dichas aguas residuales mediante al menos tratamiento aeróbico a medida que fluye desde dicha al menos una entrada (140) de aguas residuales a dicha al menos una salida de aguas residuales tratadas; y

suministrar aguas residuales tratadas desde dicha al menos una salida de aguas residuales tratadas de dicha al menos una vía (112) de tratamiento de agua horizontal.

5. Un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según la reivindicación 4, en el que una relación del área superficial de dichas paredes (124) que se extienden verticalmente impermeables al agua y permeables al oxígeno a un área de sección transversal limitadora del flujo de dicha al menos una vía de tratamiento de agua encerrada con paredes horizontal impermeable al agua es de al menos 200:1.

6. Un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según la reivindicación 4 o 5, en el que un diámetro hidráulico de dicha al menos una vía horizontal de tratamiento de agua encerrada con paredes impermeable al agua es de 5-20 milímetros.

7. Un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que una relación del área superficial de dichas paredes (124) que se extienden verticalmente impermeables al agua y permeables al oxígeno a un volumen global de dicha vía es al menos 100:1 por metro.

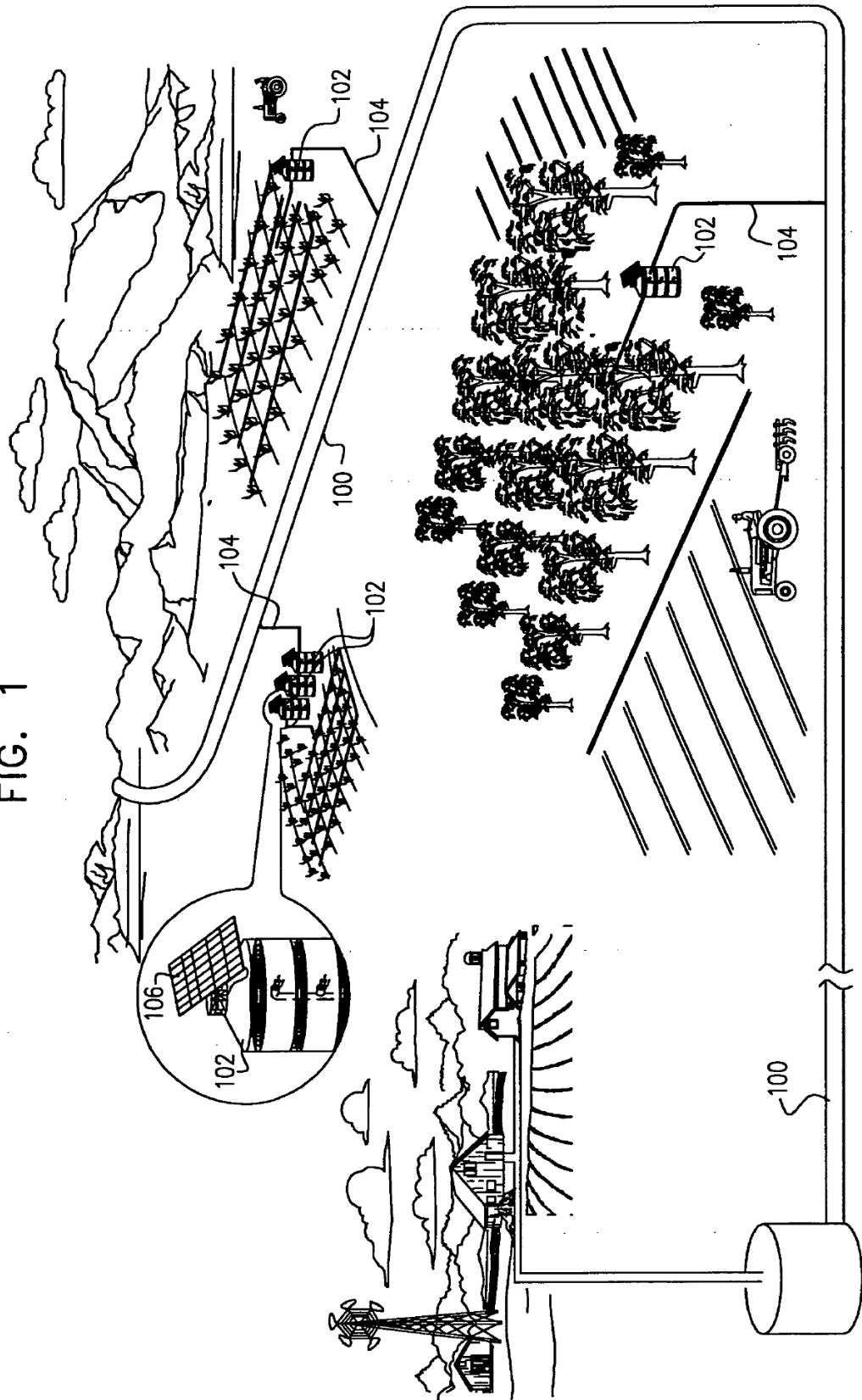
8. Un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende:

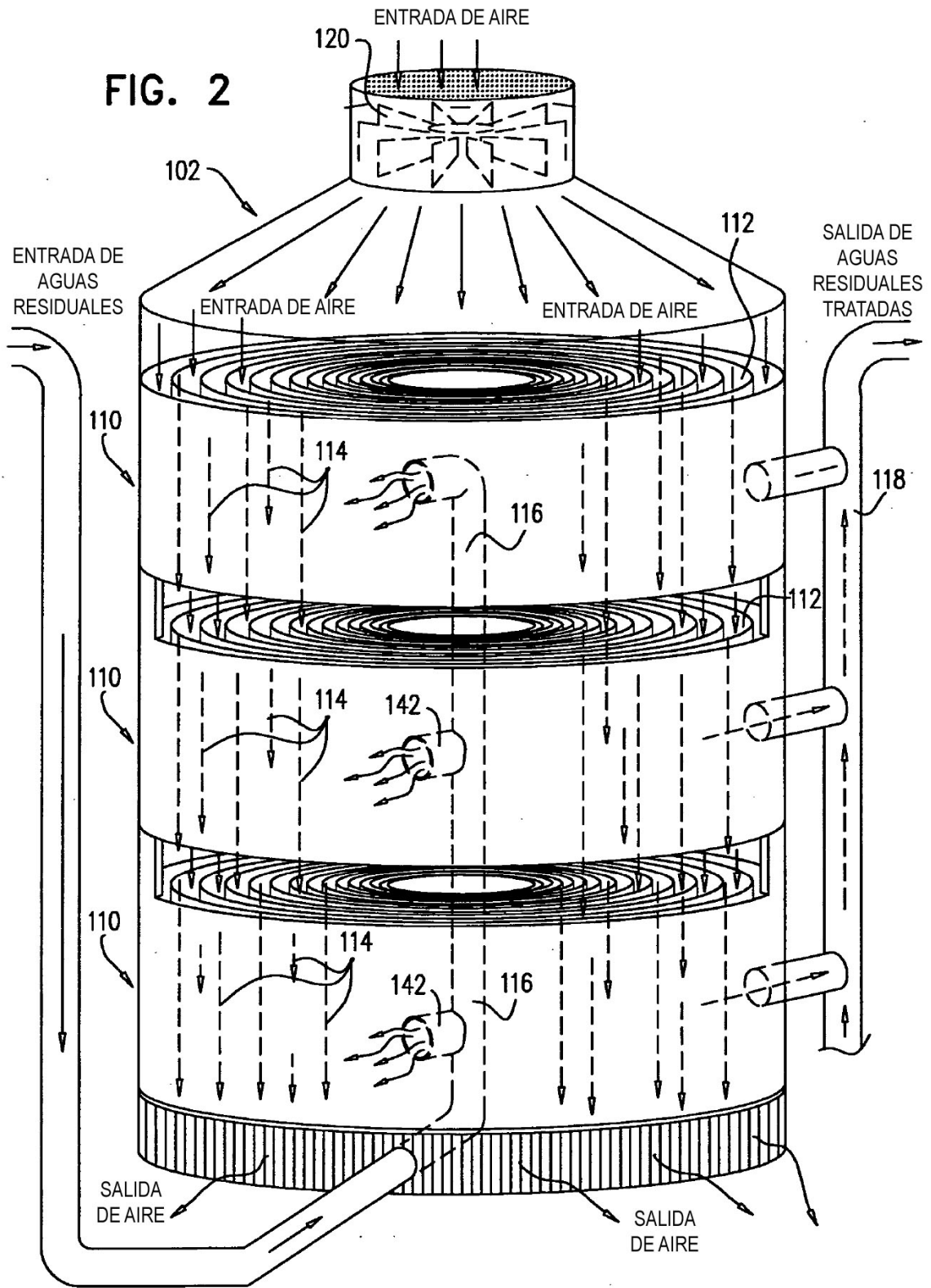
proporcionar múltiples apilamientos de vías (112) horizontales de tratamiento de agua;

disponer cada una de dichas múltiples vías (112) de tratamiento de agua horizontales apiladas para definir un pasaje (114) de flujo de aire generalmente vertical que tiene una sección transversal en espiral; y

alinearse mutuamente dichos pasajes (114) de flujo de aire vertical.

FIG. 1





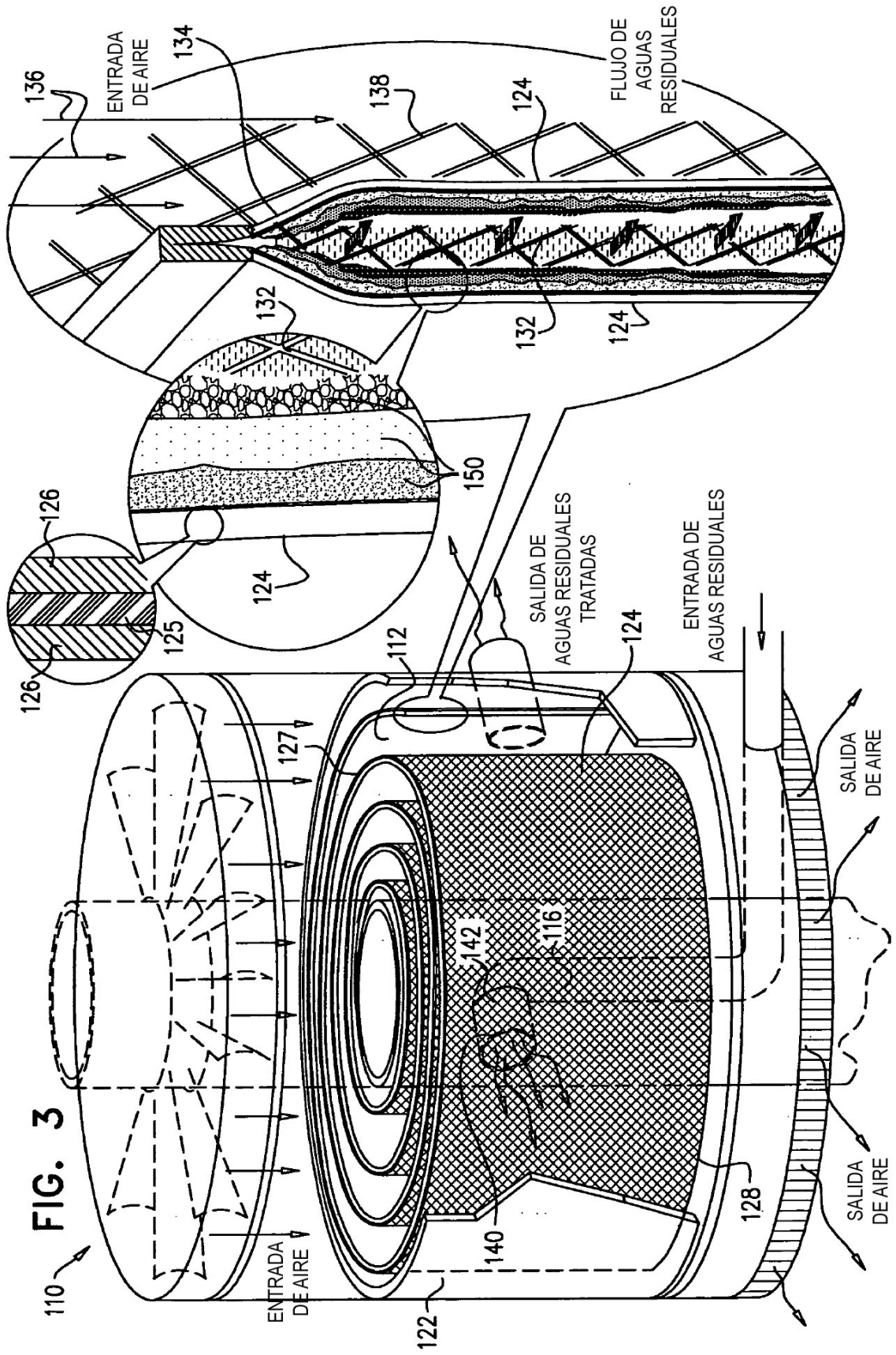


FIG. 3