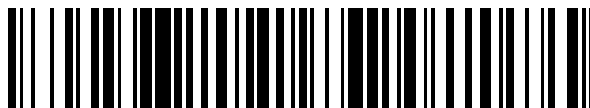


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 393**

21 Número de solicitud: 201600097

51 Int. Cl.:

C02F 1/00

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

08.02.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.08.2017

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA (100.0%)
Secretariado de Transferencia de conocimiento y
emprendimiento, Po. de las Delicias s/n
(Pabellón de Brasil)
41013 Sevilla ES**

72 Inventor/es:

**FRANCO TOVAR, Manuel;
POZO MORALES, Laura;
GARVI HIGUERAS, Dolores;
LEBRATO MARTÍNEZ, Julián;
VARONA GANDULFO, Sergio y
HERNÁNDEZ LIZARRAGA, Alesander**

54 Título: **Sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración de aguas residuales**

57 Resumen:

El sistema escalonado de tratamiento de aguas residuales pertenece al sector de la ingeniería del agua y es un sistema biológico aerobio de tratamiento de aguas residuales con aireación por gravedad y lecho rocoso como soporte de biomasa. Consta de varios cajones dispuestos escalonadamente y el agua se oxigena al pasar de un cajón al inferior sin necesidad de aporte energético. Es una herramienta eficaz, económica y de fácil construcción y mantenimiento. Idóneo para comunidades que por su tamaño y/o por falta de recursos no puedan afrontar grandes gastos.

DESCRIPCIÓN

Sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración de aguas residuales.

5 Objeto de la invención

El objeto de la presente invención describe un sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración de aguas residuales mediante una serie de soportes rocosos escalonados y combinados con elementos que mejoran la aireación por gravedad. El sistema emplea un conjunto de cajones rellenos de rocas como soporte de biomasa y dispuestos en serie de forma escalonada, de manera que el agua se oxigena al pasar de un cajón al inferior sin necesidad de aporte energético.

La invención se desarrolla dentro del ámbito de la ingeniería del agua, la química y física del agua y ciencias de los materiales. El sector principal donde se aplica la presente invención es en obras civiles especializadas en la mejora de la calidad de aguas residuales.

Esta invención tiene gran utilidad en núcleos poblacionales cuya demanda sea insuficiente para la implementación de sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales o donde la inversión económica para dichos sistemas sea demasiado elevada para su ejecución o mantenimiento.

Estado de la técnica

Ya que la invención propuesta se expone desde dos vertientes: Sistema de aireación por gravedad y Sistemas de tratamiento de agua bajo lecho rocoso, el estado de la técnica se expone desde las dos vertientes:

30 Sistema de aireación por gravedad:

La aireación en cascada o aireación por gravedad es un antiguo sistema usado para aumentar el oxígeno disuelto (OD) en agua. Con el único impulso de la gravedad, el agua pasa de un escalón a otro arrastrando aire en cada salto. A pesar de que la eficiencia de aireación es menor a la de otras tecnologías más sofisticadas, se considera un sistema adecuado para algunos casos principalmente por su sencillez de instalación y mantenimiento y por no requerir un aporte externo de energía, con el ahorro que ello significa.

El aumento del OD tiene lugar en dos etapas diferentes: la primera se da durante la caída del agua de un escalón al siguiente y la segunda ya en el interior del agua retenida en el cajón inferior, debido a la transferencia de oxígeno desde las burbujas generadas por el aire arrastrado en el salto, siendo esta segunda etapa la más relevante. La relación óptima entre la profundidad del agua del depósito inferior y la altura del salto es de 2/3.

Actualmente, la aireación por gravedad se usa con diferentes fines, como la mejora de aguas de consumo por eliminación de metales disueltos (principalmente hierro y manganeso que se oxidan al reaccionar con el oxígeno introducido, precipitando una sal que se retira por filtración) y de gases por efecto de arrastre (CO₂, H₂S, CH₄, compuestos orgánicos volátiles), así como el acondicionamiento del agua de estanques de acuicultura, diversos ambientes naturales, y efluentes de depuradoras.

Sistemas de Tratamiento de aguas por circulación subsuperficial a través de un lecho.
Humedales Horizontales de Flujo Subsuperficial:

Desde hace unos treinta años los sistemas de humedales contruidos se han utilizado en determinadas zonas (centro y norte de Europa) para tratar las aguas residuales de pequeños municipios. En la actualidad estos sistemas se están aplicando de forma creciente en todo el mundo tanto en los países del Norte como del Sur, para tratar aguas residuales de todo tipo. En los países del Sur los humedales constituyen una alternativa de sistema de depuración.

El cambio de mentalidad progresivo de las sociedades humanas hacia el desarrollo sostenible ha desencadenado el gran éxito de estas técnicas de tratamiento. En muy pocos años hemos pasado de una gestión del agua desarrollista, a tener mucho más cuidado al analizar los balances de masa y de energía, no sea que estemos intentado resolver problemas generando otros. Los humedales son tecnologías de tratamiento simples de operar, con baja producción de lodos residuales y sin consumo energético. No requieren de la adición de reactivos químicos y de energía para airear el agua o recircularla. La infraestructura necesaria para su construcción es muy simple y asequible, su mantenimiento es relativamente fácil y económico. Este sistema de depuración de aguas se basa en el conocimiento profundo del funcionamiento de los sistemas naturales y por lo tanto es una tecnología muy adecuada para ser aplicada en proyectos de cooperación dado que no genera dependencia tecnológica.

Los humedales están pensados para ser sistemas de bajo coste y con un gasto energético mínimo, y por tanto se recomienda dentro de lo posible utilizar pocos equipos electromecánicos en los procesos unitarios previos.

Se suelen aplicar para mejorar la calidad de efluentes que ya han sido previamente tratados en una depuradora, después de un pretratamiento y un tratamiento primario. En los humedales de flujo horizontal la circulación del agua es de tipo subterráneo a través de un medio granular y, en caso de estar plantados, en contacto con las raíces y rizomas de las plantas. La profundidad de la lámina de agua suele ser de entre 0,3 y 0,9 m. La biopelícula que crece adherida al medio granular y a las raíces y rizomas de las plantas tiene un papel fundamental en los procesos de descontaminación del agua, al inyectar oxígeno al sistema. Se caracterizan por funcionar permanentemente inundados (el agua se encuentra entre 0,05 y 0,1 m por debajo de la superficie) y con cargas de alrededor de 6 g.

Cuando la colmatación del medio granular es muy severa, hecho que ocurre con relativa frecuencia, aparecen extensas zonas encharcadas y se reduce la eficiencia del sistema. Una excesiva carga contaminante, junto con una gran acumulación de restos vegetales reduce notablemente los espacios intersticiales y obtura el medio granular a corto o medio plazo.

A día de hoy, se conocen patentes relacionadas. A continuación se destacan las referencias más importantes:

Título: Humedales artificiales de flujo horizontal o vertical

Fecha de publicación de la solicitud: 19981215

Número de Solicitud: MXP9810668

Titular/es: Universidad Nacional Autónoma de México

Título: Sistema modular y procedimiento para depurar líquidos residuales

Fecha de publicación de la solicitud: 20040401

5 Número de Solicitud: 2203321

Titular/es: Universidad de Santiago de Compostela

10 *Título: Low profile cascade aerator*

Fecha de publicación de la solicitud: 19931109

Número de Solicitud: 5259996

15

Titular/es: Thomas H. Margan

20 *Título: Stair device used for river water body ecological restoring*

Fecha de publicación de la solicitud: 20080917

Número de Solicitud: CN101264981 A

25 Titular/es: East China Normal University

Título: Tower earthworm ecological filler tank system

30 Fecha de publicación de la solicitud: 20080827

Número de Solicitud: CN101250014 A

Titular/es: Nanjing University

35

Título: Dropping, aeration and biological pretreatment - superfiltering combined drinking water purification process

40 Fecha de publicación de la solicitud: 20060726

Número de Solicitud: CN100372785 C

Titular/es: Shanghai Waterworks Shibe

45

Descripción de la invención

La tecnología presentada es un sistema aerobio de depuración de aguas residuales que se presenta como la combinación de la aireación por gravedad y el tratamiento bajo lecho rocoso. Dicha herramienta consiste en un conjunto de cajones rellenos de piedras y dispuestos en serie de forma escalonada.

50

Esta técnica representa tres grandes ventajas respecto a otros sistemas de tratamiento de aguas residuales: suministro de oxígeno sin gasto energético, mejora de los tratamientos con lecho rocoso y facilidad de construcción y mantenimiento.

- 5 En los tratamientos aerobios es imprescindible garantizar una disponibilidad suficiente de oxígeno disuelto para que la biomasa depuradora aerobia pueda llevar a cabo su función satisfactoriamente; en la mayoría de los casos, es necesario un aporte externo de oxígeno o aire y generalmente se produce a través de sistemas mecánicos que requieren suministro eléctrico (difusores y turbinas principalmente), además del mantenimiento
10 asociado a la complejidad de los mismos. Por lo tanto, una tecnología convencional de aireación implica un gran gasto tanto energético como de mantenimiento, difícilmente asumible por comunidades con escasos recursos económicos. La técnica propuesta contribuye a solucionar ambos problemas: se consigue mejorar la calidad del agua residual mediante procesos aerobios aportando el oxígeno gracias exclusivamente a la
15 acción de la gravedad y los costes de instalación y explotación así como las necesidades de mantenimiento son menores.

- Por otro lado, cada escalón representa un pequeño sistema de tratamiento bajo piedra, por lo que la calidad del agua mejora en cada salto. No registra problemas de obturación
20 o colmatación porque hay una dotación continua de oxígeno, lo que evita la proliferación de sustancias atascantes características de ambientes anaerobios que son difícilmente eludibles en los tratamientos con lecho rocoso habituales (humedales artificiales de flujo libre y de flujo subsuperficial).

- 25 Finalmente el sistema es de fácil construcción y es posible llevarla a cabo con materiales corrientes existentes en la mayoría de los entornos, posibilitando su instalación en ambientes muy diversos e incluso la autoconstrucción y gestión por parte de la comunidad interesada.

- 30 El Sistema Escalonado de Tratamiento de Aguas Residuales consiste en un conjunto de cajones dispuestos en serie de forma escalonada y contruidos sobre el terreno, de forma acorde a la pendiente del mismo. Cada cajón cuenta hasta la altura del rebosadero con un lecho rocoso; éste está contenido con una reja vertical, que deja sin piedras un espacio junto a la pared del fondo pero permite el flujo horizontal del agua. El número de
35 escalones y sus dimensiones están en función de factores como las condiciones del lugar, las necesidades de depuración y los tratamientos previos y posteriores. Dependiendo del caudal, el rebosadero puede ser bien una plancha horizontal, bien una serie de canales que concentren el flujo en unos cuantos puntos. El agua residual ha de entrar en el sistema pretratada y circula por efecto de la gravedad de escalan en escalón
40 pasando por el rebosadero; el caño debe incidir en espacio libre de piedras para aumentar el efecto oxigenador

- Al caer, el agua arrastra aire de la atmosfera y lo introduce en el agua del espacio libre de piedras del escalón inferior generando turbulencias y la consecuente mezcla; este aire
45 forma burbujas y tiene lugar la trasferencia de oxígeno de éstas al agua, aumentando la concentración de dicho gas en el líquido. Es habitual que la concentración de oxígeno en aguas residuales sea cercana a cero, por lo que de este modo se posibilita que tengan lugar los pretendidos procesos aerobios de depuración y es importante remarcar que esto se consigue sin necesidad de ningún aporte energético externo.

- 50 El agua fluye entonces a través del lecho rocoso y entra en contacto con la biomasa adherida a la superficie de las piedras, dándose el proceso de depuración, similar al que tiene lugar en los humedales de flujo subsuperficial horizontal. En cada escalón se

consigue una disminución de la materia orgánica y de los sólidos en suspensión, la primera por degradación aerobia y la segunda por sedimentación.

Ejemplo de realización de la invención

5

El ejemplo aquí descrito corresponde a un prototipo experimental que permite variar algunos parámetros para el estudio de su influencia en el proceso de depuración de aguas residuales. El agua utilizada tiene características típicas para un agua residual urbana y es sometida a un pretratamiento antes de entrar en el sistema.

10

El montaje se compone de un tanque de almacenamiento de agua de alimentación ubicado en cabecera y dos escalones. Éstos han sido contruidos sobre huecos excavados en el mismo terreno, aprovechando un desnivel de 1 metro. La estructura de la compuerta está hecha con piezas de PVC reutilizadas, todas de 10 centímetros de ancho. Está formada por una base horizontal de 1 metro de largo y piezas verticales de 15 55 centímetros a modo de guía. Se pueden superponer hasta un máximo de 5 piezas deslizándolas entre las guías para conseguir diferentes alturas del rebosadero y por ende, diferentes profundidades del agua retenida en cada cajón; la pieza superior es en todo caso la que contiene los canales del rebosadero, 6 tubos de PVC de 10 centímetros 20 de largo y 4 de diámetro exterior colocados a una distancia constante entre ellos. Tanto las paredes como el fondo están revestidas con mortero armado. Las dimensiones interiores de cada cajón son 1 metro de largo, 0,5 metros de profundidad y 0,5 metros de altura máxima pero variable.

25

El depósito reproduce la caída entre el primer y segundo escalan en cuanto a la altura del salto y el tipo y número de canales, así que éste es un sistema de 2 saltos. Los escalones (no el depósito por no ser necesario) están rellenos de piedras hasta la altura del rebosadero, exceptuando un espacio en la parte más cercana a las paredes del fondo, que están libres de rocas, esto se consigue encerrando las piedras en una jaula de rejilla 30 de paso grande para no interferir en el flujo del agua pero menor que las piedras más pequeñas.

35

El tanque se alimenta de forma continua con el agua de la arqueta previamente desbastada: pasa del tanque al primer escalan y de éste al segundo por gravedad, cayendo en la zona libre de piedras y percolando de forma horizontal a través del lecho rocoso. Por último, el agua de salida es recogida y desechada de forma controlada, tras realizar los análisis pertinentes.

40

En sólo dos saltos, es notable la disminución de materia orgánica y de sólidos en suspensión, así como un aumento en el oxígeno disuelto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración de aguas residuales, **caracterizado** por estar compuesto de:
 - Una estructura formada por varios cajones dispuestos de forma escalonada y rellenos de piedras.
 - 10 - Una zona libre de piedras junto a la pared del fondo de cada escalón que mejora el proceso de oxigenación.
 - Un rebosadero de lámina horizontal o varios caños que concentran el caudal en unos cuantos puntos.
- 15 2. Sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración aguas residuales, según reivindicación 1, **caracterizado** porque facilita el proceso de aireación y aumento de oxígeno disuelto por gravedad inducido por la caída del agua de un escalón al siguiente.
- 20 3. Sistema escalonado de tratamiento aerobio de depuración aguas residuales, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque acelera los procesos de digestión aerobia llevados a cabo por la biomasa adherida a las piedras del lecho rocoso