

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 997**

51 Int. Cl.:
B01D 15/00 (2006.01) **B01J 39/00** (2006.01)
B01D 24/00 (2006.01) **C02F 1/00** (2006.01)
B01D 39/00 (2006.01)
B01D 39/02 (2006.01)
B01D 39/04 (2006.01)
B01D 39/06 (2006.01)
B01D 39/08 (2006.01)
B01D 39/12 (2006.01)
B01D 39/14 (2006.01)
B01D 71/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04709879 .3**
96 Fecha de presentación: **10.02.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1603653**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

54 Título: **Medios de filtración con capacidad de intercepción microbiológica mejorada**

30 Prioridad:
15.03.2003 US 389146

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.03.2012

73 Titular/es:
**KX Technologies LLC
55 Railroad Avenue
West Haven, CT 06516**

72 Inventor/es:
KOSLOW, Evan, E.

74 Agente/Representante:
Rizzo, Sergio

ES 2 376 997 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

[0001] La presente invención hace referencia a un medio de filtración compuesto, el cual contiene un material que altera el pH que permite capturar de manera más eficiente contaminantes microbiológicos mediante el medio de filtración compuesto o sistemas de filtración que empleen el mismo método.

5 **Resumen de la invención**

[0002] La presente invención hace referencia, en primer lugar, a un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1.

10 [0003] El material que altera el pH se adapta para modificar el pH del influente a menos de 10,5 preferentemente, y más preferentemente, de 7 a 9. Preferentemente, el material que altera el pH está constituido por un carbonato inorgánico.

[0004] El medio positivamente cargado puede estar constituido por un bloque compuesto sólido y el material que altera el pH es una estructura en forma de lámina plana que envuelve dicho medio positivamente cargado. Éste se agrega al material que altera el pH y a un aglutinante, y se extruye para formar un bloque compuesto sólido.

15 [0005] El material que altera el pH puede estar constituido por una estructura en forma de lámina plana colocada aguas arriba de dicho medio positivamente cargado. El material que altera el pH puede regenerarse periódicamente. Los medios de filtración compuestos de la presente invención pueden incluir asimismo un adsorbente para eliminar los contaminantes que reducen la carga aguas arriba del medio positivamente cargado.

20 [0006] Preferentemente, el medio cargado es capaz de proporcionar una intercepción mejorada de contaminantes microbiológicos, estando la capa que altera el pH colocada aguas arriba de dicho medio cargado, y conteniendo el medio de filtración compuesto, además, un medio para eliminar los contaminantes que reducen la carga colocados aguas arriba de dicha capa que altera el pH. El medio cargado puede agregarse a un aglutinante y fusionarse a un sustrato formando una capa cargada, donde dicha capa cargada y la capa que altera el pH se unen en espiral, de manera que la capa que altera el pH quede expuesta al influente antes de que éste entre en contacto con la capa cargada. La capa que altera el pH también puede fusionarse a una segunda superficie del sustrato.

25 [0007] Preferentemente, el medio de filtración compuesto contiene asimismo: partículas activas tratadas con un agente de intercepción microbiológica positivamente cargado, un aglutinante que es agregado a dicho material que altera el pH y a dichas partículas activas, y se extruyen en un bloque compuesto sólido, y un material que elimina la materia orgánica natural que reduce la carga aguas arriba del bloque compuesto sólido.

30 [0008] Preferentemente, el medio de filtración compuesto contiene asimismo: partículas activas tratadas con un agente de intercepción microbiológica positivamente cargado; un aglutinante, en el cual dichas partículas activas y dicho aglutinante se agregan y se extruyen en un bloque compuesto sólido; dicho material que altera el pH, el cual dispone de una estructura en forma de lámina plana que envuelve el bloque compuesto sólido; y el medio de filtración compuesto contiene, además, un material que elimina la materia orgánica natural que reduce la carga aguas arriba del bloque compuesto sólido. El material empleado para eliminar los contaminantes que reducen la carga puede incorporarse a la estructura en forma de lámina plana con el material que altera el pH.

35 [0009] De forma adicional, la presente invención hace referencia a un método consistente en la eliminación de contaminantes microbiológicos en un fluido que consta de los siguientes pasos: modificación del pH del influente, de manera que los contaminantes microbiológicos mantengan una carga negativa al proporcionar un material que altera el pH aguas arriba de un medio de filtración positivamente cargado; y obtención de al menos una reducción de aproximadamente 4 log de los contaminantes microbiológicos cuando un fluido se procesa a través del medio de filtración positivamente cargado. El método puede incluir asimismo el paso consistente en la eliminación de los contaminantes que reducen la carga en el influente de forma coordinada con el paso en el que se modifica el pH del influente.

40 [0010] Preferentemente, dicho material que altera el pH aumenta suficientemente el pH de un fluido procesado a través del sistema de filtración a un pH más alto que un punto isoeléctrico de los organismos objetivo presentes en el fluido, de modo que los organismos objetivo adquieran una carga negativa y el medio positivamente cargado mantenga una carga positiva para proporcionar una atracción eléctrica considerable entre los organismos objetivo y una superficie del medio positivamente cargado.

Breve descripción de los dibujos

50 [0011] Las características de la invención considerada novedosa y los elementos propios de la misma se detallan en las reivindicaciones adjuntas. Las figuras se muestran únicamente a modo de ilustración y no están dibujadas a escala. No obstante, la mejor manera de entender la invención, tanto en lo concerniente a su organización como a su método de funcionamiento, es mediante la descripción de la realización o realizaciones preferente(s) que se presenta a continuación, junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- Las Figuras 1A y 1B son vistas transversales del medio de filtración compuesto de la presente invención.

Descripción detallada de la realización o realizaciones preferente(s)

5 [0012] A la hora de describir la realización preferente de la presente invención, se hará alusión a las figuras 1A y 1B de los dibujos, donde los números se refieren a los elementos correspondientes de la invención. Los elementos de la invención no se muestran necesariamente a escala en los dibujos.

Definiciones

10 [0013] Los siguientes términos, ya se empleen en modo singular o plural, tienen el significado que se especifica a continuación:

15 [0014] Según se utiliza en el presente documento, el término “absorbente” hace referencia a cualquier material capaz de absorber las impurezas fundamentalmente conduciéndolas hacia su estructura interna.

[0015] Según se utiliza en el presente documento, el término “adsorbente” hace referencia a cualquier material capaz de adsorber las impurezas fundamentalmente mediante adsorción física a su superficie.

20 [0016] Según se utiliza en el presente documento, el término “medio de filtración adsorbente” o “medio de prefiltración adsorbente” hace referencia a un medio de filtración realizado con un adsorbente como, por ejemplo, el carbón activado. Un medio de filtración adsorbente preferente es PLEKX[®], comercializado por KX Industries, LP, de Orange, Connecticut.

25 [0017] Según se utiliza en el presente documento, el término “aglutinante” hace referencia a un material empleado principalmente para mantener unidos otros materiales.

30 [0018] Según se utiliza en el presente documento, el término “medio cargado” hace referencia a un medio de filtración que tiene una carga positiva o negativa en función de los materiales usados en la fabricación del medio de filtración, o que puede que esté sujeto a un tratamiento químico que proporciona una carga en al menos una porción de la superficie del medio de filtración.

35 [0019] Según se utiliza en el presente documento, el término “medio de filtración compuesto” hace referencia a un medio de filtración que combina un prefiltro, un medio de prefiltración adsorbente, un medio cargado para la interceptación microbiológica mejorada y un material que altera el pH de la presente invención en una estructura compuesta única. En algunas realizaciones, el prefiltro puede que no forme parte de la misma o que su función sea asumida por el medio de prefiltración adsorbente. El material que altera el pH puede incorporarse asimismo al medio de prefiltración adsorbente.

40 [0020] Según se utiliza en el presente documento, el término “reducción de contaminantes” hace referencia a la atenuación de una impureza en un fluido que es interceptado, eliminado o que se vuelve inactivo, ya sea química o biológicamente, a fin de que el fluido sea más seguro, por ejemplo, para uso humano, o resulte más útil, como en el caso de aplicaciones industriales.

45 [0021] Según se utiliza en el presente documento, el término “fibra” hace referencia a un sólido que se caracteriza por una elevada ratio de aspecto donde la relación altura/diámetro es de, por ejemplo, varios cientos a uno. Cualquier estudio de fibras incluye triquitos.

50 [0022] Según se utiliza en el presente documento, el término “medio de filtración” hace referencia a un material que realiza la filtración de fluido.

[0023] Según se utiliza en el presente documento, el término “fluido” hace referencia a un líquido, gas o a una combinación de los mismos.

55 [0024] Según se utiliza en el presente documento, el término “forma” hace referencia al proceso mediante el cual una sustancia dispersa y no estructurada se convierte en una estructura cohesiva y uniforme. Por ejemplo, la conversión de fibras dispersas en papel.

60 [0025] Según se utiliza en el presente documento, los términos “interceptar” o “intercepción” hacen referencia a la interrupción u obstrucción del paso, a fin de afectar, eliminar, desactivar o influir en el mismo.

[0026] Según se utiliza en el presente documento, el término “valor de reducción logarítmica” o “LVR” (por sus siglas en inglés) hace referencia al \log_{10} del número de organismos en el influente dividido por el número de organismos en el efluente de un filtro.

[0027] Según se utiliza en el presente documento, el término “membrana” hace referencia al medio estrecho y poroso en el cual la estructura consiste en una única fase sólida continua con una estructura de poros continua.

[0028] Según se utiliza en el presente documento, el término “microorganismo” hace referencia a cualquier organismo vivo que puede suspenderse en un fluido, entre el que se incluyen, aunque no de forma limitada, bacterias, virus, hongos, protozoos y formas reproductoras de los mismos, incluyendo quistes y esporas.

[0029] Según se utiliza en el presente documento, el término “PFU” hace referencia a las unidades formadoras de placas.

[0030] Según se utiliza en el presente documento, el término “material que altera el pH” hace referencia a un material que puede incrementar o reducir el pH de un influente que está en contacto con dicho material que altera el pH al rango de pH deseado. El material que altera el pH puede proporcionar un efecto amortiguador en un influente que entra en contacto con el material que altera el pH.

[0031] Según se utiliza en el presente documento, el término “capa” hace referencia a una estructura generalmente bidimensional que tiene una altura y una anchura considerablemente mayores a su grosor.

[0032] Según se utiliza en el presente documento, el término “triquito” hace referencia a un filamento que tiene una ratio de aspecto limitado y se halla en una posición intermedia entre la ratio de aspecto de una partícula y la de una fibra. Cualquier estudio de fibras incluye triquitos.

El medio de filtración compuesto

[0033] La presente invención proporciona un medio de filtración compuesto, el cual incluye un medio cargado y un material que altera el pH, que modifica el pH de un influente, de modo que los contaminantes microbiológicos presentes en el influente conserven una primera carga que sea opuesta a la del medio cargado con una segunda carga. Por ejemplo, el material que altera el pH puede incrementar el pH del influente aproximadamente a menos de 10, preferentemente entre alrededor de 7 y 9. Dentro de este rango de pH, esto es, más alto que el punto isoelectrónico de ciertos organismos microbiológicos, dichos organismos adquieren una carga negativa. Dentro del mismo rango de pH, la carga en el medio de filtración puede disponerse para que sea claramente positiva. El punto isoelectrónico del medio de filtración es mayor que 9 y, preferentemente, mayor que 10, de manera que haya una atracción eléctrica considerable entre los organismos objetivo y la superficie del medio de filtración.

[0034] La mayoría de los contaminantes microbiológicos están negativamente cargados a un pH de entre 6 y 8 en la mayor parte de las fuentes de agua no potables. Cuando los agentes microbiológicos conservan una carga negativa, son fácilmente interceptados mediante el uso de métodos electrocinéticos con un medio de filtración positivamente cargado. No obstante, la captura de los microorganismos positivamente cargados se verá enormemente reducida mediante el uso de un medio de filtración positivamente cargado. El virus de la poliomielitis tiene un punto isoelectrónico a un pH de aproximadamente 7, de tal manera que el virus de la poliomielitis tendrá una carga negativa únicamente a pH alcalino. Constituye, por tanto, una ventaja a la hora de garantizar que cualquier filtro funciona dentro de un rango de pH donde los microorganismos objetivo están negativamente cargados y el medio de filtración conserva una carga positiva, esto es, en un rango de pH entre los puntos isoelectrónicos del microorganismo y el medio de filtración. El medio de filtración compuesto de la presente invención modificará el pH del influente aproximadamente a menos de 10, de tal manera que los contaminantes microbiológicos en el influente tengan una suficiente carga negativa a fin de que un medio de filtración positivamente cargado capture eficazmente dichos contaminantes. En función del fluido que se filtre, un medio de filtración cargado, usado junto con un material que altera el pH para amortiguar el influente, dará lugar a una reducción de los contaminantes microbiológicos más eficaz.

El medio cargado

[0035] El medio cargado del medio de filtración compuesto de la presente invención puede tratarse de cualquier medio cargado conocido por los expertos en la materia. Dicho medio cargado puede estar constituido por membranas, medios de filtración compuestos sólidos, tales como bloques de carbón extruidos, medios de filtración de nanofibras y similares. La carga en el medio cargado puede obtenerse a través del tratamiento químico de los materiales empleados para fabricar el medio o mediante el uso de materiales que tienen una carga natural.

[0036] Con el fin de facilitar una intercepción microbiológica significativa, el medio de filtración compuesto debe tener una estructura porosa, o una estructura microporosa, suficientemente dura para proporcionar distancias de difusión cortas desde el fluido a la superficie del medio de filtración. La carga proporcionada por el medio cargado contribuye a la intercepción electrocinética de contaminantes microbiológicos, mientras que la estructura porosa dura proporciona una longitud de difusión corta y, por tanto, una cinética de difusión rápida de los contaminantes en un fluido que se desplaza a la superficie del medio de filtración compuesto. La estructura porosa dura proporciona asimismo una intercepción mecánica directa suplementaria de contaminantes microbiológicos. Debido al papel

predominante de la difusión para la intercepción de partículas extremadamente pequeñas, esto es, partículas significativamente más pequeñas que los poros del medio de filtración, existe una correlación directa entre el valor de reducción logarítmica de muchas pequeñas partículas virales y el tiempo de contacto del influente dentro del medio de filtración, en lugar de una dependencia con respecto al grosor del medio de filtración.

5
10
15
20
[0037] Los medios cargados preferentes se revelan en solicitudes de patentes pendientes con nº de serie de solicitud de EE.UU. 101.286.695, dirigida a medios de filtración de membranas o nanofibras, y 10/290.803, dirigida a medios de filtración de bloques compuestos sólidos, donde ambos tipos de medios de filtración tienen una estructura microporosa para la intercepción microbiológica mejorada. Las estructuras microporosas son tratadas con un agente encargado de mejorar la intercepción microbiológica capaz de crear una carga positiva en al menos una porción de la superficie de la estructura microporosa. Un complejo metálico catiónico está formado por al menos una porción de la superficie de al menos algunas de las fibras o la membrana mediante el tratamiento de las mismas con un compuesto químico catiónico, seguido de la precipitación de un metal con el anión asociado al tratamiento de superficies catiónicas. En un medio de filtración de bloque compuesto sólido las partículas activas de la estructura microporosa son químicamente tratadas con un agente encargado de mejorar la intercepción microbiológica capaz de crear una carga positiva en la superficie de las partículas activas. Asimismo, el complejo metálico catiónico puede formarse en al menos una porción de la superficie de las partículas activas mediante el tratamiento de éstas con un compuesto químico catiónico, seguido de la precipitación de un metal con el anión asociado al tratamiento de superficies catiónicas. El tratamiento químico produce una fuerte carga positiva en las superficies tratadas, que se mide mediante un análisis del potencial de flujo, y dicha carga positiva conserva los valores de pH inferiores a 10,5.

El material que altera el pH

25
30
[0038] Preferentemente, el material que altera el pH está constituido por un material alcalino de disolución lenta que incrementa el pH de un influente a menos de aproximadamente 10,5, preferentemente entre alrededor de 7 y 9, de manera que los contaminantes microbiológicos presentes en el influente tengan en su totalidad una carga considerablemente negativa. Algunos materiales alcalinos que resultan útiles son los carbonatos inorgánicos, tales como el carbonato de magnesio, el bicarbonato sódico y el carbonato de calcio, la caliza, siendo el carbonato de calcio el más preferible. Mediante la modificación del pH del influente a un pH superior al punto isoeléctrico más alto del virus entérico humano, sustancialmente todos los contaminantes microbiológicos de interés conservan una carga negativa, de modo que un medio positivamente cargado pueda interceptar más eficazmente los contaminantes microbiológicos.

35
40
45
[0039] El material que altera el pH puede incorporarse al medio de filtración compuesto mediante el empleo de métodos conocidos en la materia. El material que altera el pH puede incorporarse directamente al medio cargado. Las estructuras en forma de lámina plana que incorporan el material que altera el pH pueden fabricarse mediante la introducción de las partículas de dicho material que altera el pH en una capa o membrana fibrosa no tejida, con o sin aglutinante. La capa o membrana fibrosa no tejida puede asimismo ser tratada químicamente mediante un agente encargado de mejorar la intercepción microbiológica capaz de crear una carga positiva en la superficie de la capa o membrana fibrosa para formar un medio cargado. El material particulado que altera el pH puede agregarse a un aglutinante y fusionarse a un sustrato para formar una estructura en forma de lámina plana de acuerdo con la Patente de Estados Unidos Nº 5.792.513 perteneciente a Koslow (patente '513), con tal de formar un prefiltro aguas arriba del medio cargado. Al poner en práctica el proceso descrito en la patente '513, pueden emplearse el medio de filtración de nanofibras revelado en la patente pendiente con nº de serie de solicitud de EE.UU. 10/286.695 u otros medios cargados como el sustrato sobre el cual se fusionan el material que altera el pH y el aglutinante.

50
55
60
65
[0040] Las figuras 1A y 1B son vistas transversales del medio de filtración compuesto **10** de la presente invención que está constituido por una capa de prefiltración adsorbente **11** y una capa de intercepción microbiológica **19**. El medio de filtración compuesto **10** puede realizarse mediante capas diferenciadas, tal y como se muestra en la figura 1A. En la figura 1A el medio de filtración compuesto **10** dispone de una capa de prefiltración adsorbente **11** sobre el medio cargado **20**, el cual tiene capacidad de intercepción microbiológica. La capa de prefiltración adsorbente **11** está constituida por un sustrato de apoyo adsorbente **12**. Al menos una porción del sustrato **12** está cubierta con el material que altera el pH **14**, partículas adsorbentes **16** y partículas aglutinantes **18** que se fusionan unas con otras y con la superficie del sustrato **12**. La cobertura en el sustrato de apoyo adsorbente **12** se obtiene según un método que se detalla en la patente '513. Tal y como se describe básicamente en la patente '513, la cobertura se obtiene mediante la preparación de una mezcla de partículas del material que altera el pH, partículas adsorbentes y partículas aglutinantes. Preferentemente, las partículas aglutinantes tienen el tamaño medio de las partículas, sin sobrepasar aproximadamente 80 micrones. La mezcla se aplica a parte o a la totalidad del sustrato de apoyo adsorbente **12** para producir una cobertura en polvo dispersa en la superficie frontal. La cobertura en polvo dispersa se calienta a al menos la temperatura de reblandecimiento de las partículas aglutinantes, pero por debajo de la temperatura de fusión del sustrato de apoyo adsorbente **12** y las partículas del material que altera el pH y las adsorbentes para formar partículas aglutinantes reblandecidas **18**. La presión se aplica al sustrato **12** para que las partículas aglutinantes reblandecidas **18** se fusionen con el material que altera el pH **14**, las partículas adsorbentes **16** y el sustrato de apoyo adsorbente **12**. Después o durante el calentamiento de la cobertura en polvo a al menos la temperatura de reblandecimiento de las partículas aglutinantes **18**, puede colocarse un segundo sustrato **15** sobre la

cobertura en polvo y adherirse a la mezcla en polvo antes de que se enfríen las partículas aglutinantes reblandecidas. La capa de intercepción microbiológica **19**, tal y como se muestra en la figura 1A, está constituida por un medio cargado **20**, compuesto a su vez por varias nanofibras **22**.

5 **[0041]** En la figura 1B el medio de filtración compuesto **10** que está constituido por una capa de prefiltración adsorbente **11** y una capa de intercepción microbiológica **19** puede fabricarse mediante el uso de un medio cargado **20**, como el sustrato de apoyo sobre el cual al menos una porción de una superficie del medio cargado **20** se recubre con el material que altera el pH **14**, las partículas adsorbentes **16** y las partículas aglutinantes **18** que se fusionan unas con otras y con la superficie del medio cargado **20**. Un sustrato suprayacente, que no ha sido
10 mostrado, puede ser colocado sobre la cobertura en polvo durante la fabricación en la manera descrita anteriormente en la figura 1A.

[0042] El material que altera el pH, solo o en combinación con otros adsorbentes, puede incorporarse como una estructura en forma de lámina plana en el medio de filtración compuesto donde está colocado aguas arriba del medio cargado en dispositivos de flujo axial. En dichos dispositivos, la estructura en forma de lámina plana puede envolver o enrollarse en el núcleo de un medio de filtración sólido como, por ejemplo, un bloque de carbón extruido, de modo que el influente entre en contacto con el material que altera el pH antes de que tenga contacto con el medio de filtración de bloques de carbón. De manera alternativa, en los medios de filtración extruidos sólidos, el material que altera el pH puede incorporarse directamente en la mezcla de adsorbentes y/o absorbentes, aditivos y aglutinantes que deben ser extruidos, por ejemplo, en bloques compuestos sólidos de acuerdo con la Patente de Estados Unidos N° 5.019.311 perteneciente a Koslow.

[0043] Preferentemente, el material que altera el pH se incorpora en un medio de prefiltración adsorbente que contiene asimismo un adsorbente que elimina la materia orgánica natural que reduce la carga. La materia orgánica natural, como los ácidos húmicos y fúlvicos polianiónicos, reduce la carga en un medio positivamente cargado mediante el recubrimiento y la complejación con la estructura positivamente cargada, disminuyendo así la eficacia del filtro para eliminar los contaminantes microbiológicos negativamente cargados. Al incrementar el pH del influente a más de 7, los ácidos polianiónicos, como el ácido húmico, se eliminan más eficazmente mediante un adsorbente, como el carbón activado.

[0044] El material que altera el pH debería estar presente en una cantidad y forma suficientes para modificar el pH del influente al objetivo deseado. Cuando se incorpora a un prefiltro para incrementar el pH del influente aproximadamente a menos de 10, preferentemente entre alrededor de 7 y 9, puede emplearse un carbonato inorgánico en cerca del 10 al 50 % en peso del medio de prefiltración, preferentemente en cerca del 30 % en peso. El tamaño medio de las partículas del carbonato inorgánico es preferentemente lo suficiente grande para que no se disuelva rápidamente al verse expuesto a grandes volúmenes de agua durante la vida útil del medio de filtración compuesto, pero lo suficiente pequeño para permitir un tiempo de contacto relativamente corto. El material que altera el pH tiene preferentemente el tamaño medio de las partículas de aproximadamente una malla -50 a -150, más preferentemente alrededor de una malla -100. Un carbonato inorgánico preferente es la caliza dolomítica con un tamaño medio de las partículas de aproximadamente una malla -100.

[0045] En los sistemas de tratamiento de agua municipales u otros procesos de tratamiento en línea, el pH del influente puede verse modificado mediante infusión, inyección directa o adición del material que altera el pH antes de entrar en contacto con el medio cargado. Preferentemente, el material que altera el pH se añade como una solución o dispersión acuosa.

[0046] En algunos casos, el ajuste del pH puede llevarse a cabo mediante el uso de un amortiguador adecuado o una resina de intercambio iónico que conserva un pH objetivo en el efluente. En el caso de los materiales de intercambio iónico, éstos podrían regenerarse periódicamente utilizando soluciones alcalinas.

Sistemas de filtración que incorporan el material que altera el pH

[0047] Un sistema de filtración de la presente invención, ya sea un sistema de flujo por gravedad o presurizado, puede incluir un medio de filtración compuesto que esté constituido por un medio cargado, el cual dispone de una estructura microporosa que tiene una trayectoria de flujo media de aproximadamente menos de 2 micrones y que se trata con un agente de intercepción microbiológica que proporciona una carga altamente positiva en al menos una porción de la superficie de la estructura microporosa; un prefiltro adsorbente para eliminar los contaminantes que reducen la carga; y un material que altera el pH para incrementar el pH del influente aproximadamente a menos de 10, preferentemente entre alrededor de 7 y 9. Preferentemente, la estructura microporosa está constituida por varias nanofibras, una membrana o un bloque de carbón sólido. Cuando la estructura microporosa está constituida por nanofibras o una membrana, es preferible incorporar el material que altera el pH al prefiltro adsorbente mediante el proceso revelado en la Patente de Estados Unidos N° 5.792.513 perteneciente a Koslow. El material que altera el pH es preferentemente un carbonato inorgánico presente en una cantidad de aproximadamente el 30% en peso de la composición del prefiltro adsorbente que tiene un tamaño medio de las partículas de aproximadamente una malla -50 a -150, preferentemente alrededor de una malla -100. El prefiltro adsorbente se coloca aguas arriba del medio

cargado para eliminar los contaminantes que reducen la carga y para incrementar el pH del influente antes de que el influente entre en contacto con el medio cargado. Preferentemente, se incluye un prefiltro particulado en el sistema de filtración y se coloca asimismo aguas arriba del prefiltro adsorbente. Se ha demostrado que estos sistemas de filtración de la presente invención mejoran la intercepción de contaminantes microbiológicos, tal y como se ilustra en los ejemplos siguientes.

Ejemplos

[0048] Los siguientes ejemplos permiten ilustrar la presente invención, no debiendo ser interpretados como una limitación del ámbito de la invención.

[0049] Los estudios de porometría se realizaron con un Porómetro de Flujo Capilar Automatizado, comercializado por Porous Materials, Inc., Ithaca, Nueva York. Los parámetros determinados, mediante la utilización de procedimientos estándar publicados por el fabricante del equipo, incluyen el diámetro medio de poros de flujo y la permeabilidad al gas (aire). El flujo de aire se analizó a una presión variable tanto en el medio de filtración en seco como en el medio de filtración en húmedo. Antes de que se humedeciera, el medio de filtración se sumergió inicialmente en aceite de silicona durante al menos 10 minutos mientras se mantenía bajo alto vacío.

[0050] El potencial de flujo o zeta de varios medios de filtración se determinó mediante la medición de éstos con un Analizador Electrocinético BI-EKA, comercializado por Brookhaven Instruments, Holtsville, Nueva York. Este instrumento incluye un analizador, una célula de medición en forma de lámina plana, electrodos y un sistema de control de datos. El analizador incluye una bomba para que la presión requerida pase una solución electrolítica, generalmente 0,0015 moles de cloruro de potasio, de un reservorio a través de una célula de medición que contenga una muestra del medio de filtración aquí descrito. Los sensores para medir la temperatura, la pérdida de carga, la conductividad y el pH se colocan en la parte externa de la célula. Según este método, la solución electrolítica se bombea a través del material poroso. Cuando la solución electrolítica pasa a través de la muestra, se produce un desplazamiento de la carga. El "potencial de flujo y/o la corriente de flujo" resultantes pueden detectarse mediante los electrodos, situados en cada extremo de la muestra. El potencial (de flujo) zeta de la muestra se determina seguidamente a través de un cálculo según el método de Fairbrother y Mastin que toma en consideración la conductividad del electrolito.

[0051] Las pruebas bacteriológicas del medio de filtración se llevaron a cabo mediante las suspensiones de *Escherichiacoli* de la Colección de Cultivos Tipo de Estados Unidos (ATCC por sus siglas en inglés) N° 11.775, y de *Klebsiella terrigena* de la ATCC N° 33.257, para evaluar la respuesta a la prueba bacteriológica. La respuesta a las pruebas virales se evaluó mediante un bacteriófago MS-2 de la ATCC N° 15.597-B1 y PRD-1 de ATCC N° 19.585-B1. Los Procedimientos de Trabajo Normalizados de la ATCC se usaron para la propagación de la bacteria y el bacteriófago, y los procedimientos microbiológicos estándar, tan conocidos en la materia, se emplearon para preparar y cuantificar los microorganismos tanto en el influente como en el efluente de los filtros expuestos a las suspensiones de las partículas microbiológicas. Las pruebas se prepararon, salvo que se especificara lo contrario, con agua obtenida por ósmosis inversa y desionización.

[0052] Las láminas de un medio cargado que dispone de una estructura microporosa se usaron en los siguientes ejemplos y se prepararon del siguiente modo. En una licuadora se añadieron 0,90 g de fibras aglutinantes SHORT STUFF[®] EST-8 con 0,1 L de agua obtenida por ósmosis inversa y desionización (RO/DI por sus siglas en inglés), y el aglutinante se licuó durante aproximadamente 30 segundos en la posición "pulsar". A la dispersión de aglutinante se añadieron 27,4 g de fibras de lyocell en peso seco, dado que un 10% en peso de la pulpa húmeda tenía un Grado de Refinamiento Estándar Canadiense de aproximadamente 45, salvo que se especificara lo contrario. La mezcla se licuó durante otros 15 segundos con unos 800 ml adicionales de agua RO/DI hasta que las fibras se dispersaron por completo. A la mezcla de fibras se añadieron 6,0 ml de MERQUAT[®] 100 como una solución acuosa al 30%. Las fibras se licuaron con el MERQUAT[®] 100 durante aproximadamente 10 segundos y se dejaron reposar al menos entre 4 y 6 horas. Después de unas 4 a 6 horas, las fibras se introdujeron en un dispositivo de drenaje Brit Jar estándar de 20,32 cm equipado con una malla 100, y el exceso de agua se retiró por vacío para formar la lámina de pulpa resultante. Se vertió uniformemente una solución de nitrato de plata diluida, 15 ml de una solución madre al 3% (1,8 g en 60 ml de agua RO/DI), para proporcionar 0,45 g de plata en la lámina de pulpa para una exposición y saturación completas. La solución de nitrato de plata se mantuvo en la lámina de pulpa durante al menos unos 15 minutos y el exceso de agua se retiró por presión de vacío. La lámina de pulpa tratada con plata se dividió en pequeños trozos, se colocó en una licuadora WARING[®] y se volvió a dispersar en 2,0 L de agua desionizada. Se añadió una segunda porción de la solución de MERQUAT[®] 100 (6,0 ml) a la dispersión y la mezcla se licuó durante aproximadamente 2 minutos. Las fibras tratadas se introdujeron en un bastidor de papel FORMAX[®] de acero inoxidable de 30,5 x 30,5 cm² equipado con una pantalla con forma de malla 100 y recubierto con una capa de REEMAY[™] 2004 no tejida. El bastidor se había rellenado previamente con aproximadamente 24,0 L de agua RO/DI. Se utilizó una placa de agitador de acero inoxidable de 30 x 30 cm² con 60 agujeros de 2 cm de diámetro para agitar la mezcla de arriba abajo aproximadamente entre 8 y 10 veces. El agua se retiró de la mezcla de fibras aplicando un ligero vacío por debajo del bastidor para que las fibras se formaran en la capa no tejida. Una vez que se retira la mayor parte del agua, el drenaje complementario se lleva a cabo mediante una bomba de vacío para eliminar el exceso de humedad adicional y crear una lámina plana, bastante fina y relativamente suave similar al papel. La

- lámina resultante se separa de la pantalla y se combina con una lámina de papel secante tanto en la parte superior como inferior. La combinación de láminas se enrolla cuidadosamente con un rodillo de mármol de 2,27 kg para eliminar el exceso de agua y alisar la superficie superior de la lámina. Seguidamente, se coloca la lámina entre dos láminas de papel secante, una seca y la otra húmeda, y se coloca sobre un secador de láminas de papel FORMAX® durante cerca de 10 a 15 minutos a aproximadamente 120°C. El medio cargado resultante se separa de las láminas de papel secante y se calienta directamente en el secador de láminas de papel FORMAX® durante aproximadamente 5 minutos en cada lado para activar las fibras aglutinantes secas. Un potencial de flujo o zeta del medio cargado mostró un potencial zeta de más de +20 mV. La trayectoria de flujo media del medio cargado fue de aproximadamente 0,35 micrones.
- 5
- 10 **[0053]** Los prefiltros adsorbentes, a los que también se hace referencia como capas PLEKX®, se fabricaron de acuerdo con la Patente de Estados Unidos N° 5.792.513 perteneciente a Koslow, el proceso "PLEKX®". Tanto los estratos superiores como los inferiores eran, salvo que se especificara lo contrario, un no tejido hidroligado, comercializado por E.I. du Pont de Nemours Company, Wilmington, Delaware, como DuPont® 18620 recortado a una anchura de aproximadamente 25 cm. La mezcla en polvo era carbón Grade OL de Calgon Cargon Corporation, Pittsburgh, Pensilvania, tratado con 1% en peso de MERQUAT® 100 y 0,5% en peso de plata, molido a un tamaño medio de las partículas de aproximadamente una malla 80 x 325 con 22% de PAN; 14% en peso de aglutinante polietileno MICROTHERNE® FN-510, comercializado por Equistar Chemicals, LP, Tuscola, Illinois; y 8% en peso de celulosa purificada SOLKA-FLOC® 1016, comercializada por International Fiber Corporation, North Tonawanda, Nueva York. La velocidad de la banda era de 0,8 m/min. El rodillo calentado tenía 25,4 cm de diámetro y mediante aceite caliente se elevó a una temperatura de aproximadamente 232 °C (450 °F). La presión en el rodillo compresor era de 72 kg/cm. La masa laminar de polvo, y las cantidades determinadas del carbón y el material que altera el pH se especifican en los ejemplos siguientes.
- 15
- 20

Ejemplos 1 y 2: Estudios comparativos de pH con capas PLEKX® de carbón como un medio de prefiltración adsorbente

- 25 **[0054]** Se llevaron a cabo una serie de estudios sobre el pH del efluente para determinar si se había producido alguna modificación en el pH del efluente después de entrar en contacto con la capa PLEKX® de carbón. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla I. La masa laminar era de aproximadamente 900 g/m².

Tabla I

| Ejemplo | Capa PLEKX® | pH inicial del influente | Volumen total de H ₂ O (L) | pH del efluente |
|---------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | OL Calgon - 2 capas | RO/DI a 5,24 | 0,5 | 8,06 |
| | | | 1,0 | 8,34 |
| | | | 1,5 | 7,14 |
| | | | 2,0 | 6,34 |
| 2 | OL Calgon - 2 capas | Agua potable a 6,5 | 5,0 | 7,15 |
| | | | 10,0 | 6,86 |
| | | | 15,0 | 6,89 |
| | | | 20,0 | 7,06 |
| | | | 25,0 | 7,03 |
| | | | 30,0 | 6,83 |
| | | | 35,0 | 6,76 |

[0055] El pH inicial del influente era bastante ácido en el Ejemplo 1. La capa PLEKX[®] de carbón fue capaz de incrementar el pH del efluente, pero no puede mantener niveles de pH más altos. Después de que 1,5 L de agua fluyera a través de la capa PLEKX[®], el pH descendió por debajo de 7. A un pH del influente de 6,5 en el Ejemplo 2, el efecto amortiguador del prefiltro PLEKX[®] cargado de carbón parece ser insignificante.

5 **Ejemplos 3 a 5: Estudios de pH con capas PLEKX[®] de carbón y caliza como un medio de prefiltración adsorbente**

10 [0056] Se incorporaron diversas cantidades de caliza obtenida por Allyndale Corporation ("caliza Allyndale") a la capa PLEKX[®] de carbón reduciendo la cantidad de carbón. La caliza Allyndale es una caliza para la agricultura que tiene un tamaño medio de las partículas de aproximadamente una malla -100. El efecto que altera el pH de la adición de caliza Allyndale se muestra a continuación en la Tabla II. La masa laminar total era de aproximadamente 900 g/m².

Tabla II

| Ejemplo | Capa PLEKX [®] | pH inicial del influente | Volumen total de H ₂ O (L) | pH del efluente |
|---------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 3 | 50% de caliza - 2 capas | Agua potable a 6,96 | 0,2 | 9,85 |
| | | | 0,4 | 9,55 |
| 4 | 35% de caliza - 2 capas | Agua potable a 6,05 | 0,1 | 9,61 |
| 5 | 35% de caliza - 1 capa | Agua potable a 6,05 | 0,2 | 9,82 |
| | | | 0,3 | 8,35 |
| | | | 5,0 | 7,58 |

15 [0057] La adición de 50% en peso de caliza a la capa PLEKX[®] incrementó y mantuvo considerablemente el pH del efluente a más de 9 cuando el influente tenía un pH neutro. La reducción de la cantidad de caliza al 35% en peso y la exposición a agua ligeramente más ácida, que se aproxima más al agua natural, proporcionaron asimismo una excelente capacidad amortiguadora.

20 **Ejemplos 6 y 7: Estudios de pH con capas PLEKX[®] de carbón y caliza en un medio de filtración compuesto de la presente invención**

[0058] Dos (2) capas de carbón/caliza PLEKX[®] que tienen una masa laminar de 900 g/m² se insertaron en una carcasa del filtro con una (1) capa del medio cargado y se aseguraron con pegamento caliente. Se añadió un bidón de 20,0 L de agua potable desclorada a la entrada de la carcasa del filtro. Se registró el pH del efluente que salía de los, cuyos datos se muestran a continuación en la Tabla III.

25

Tabla III

| Ejemplo | Capa compuesta | pH inicial del influente | Volumen total (L) | Flujo (ml/min) | pH del efluente |
|--------------|---|--------------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 6 | 2 capas PLEKX® al 35% en peso de caliza + medio cargado | Agua potable a 6,35 | 0,5 | 36 | 8,96 |
| | | | 5,0 | 56 | 7,34 |
| | | | 10,0 | 40 | 6,60 |
| 7 | 2 capas PLEKX® al 35% en peso de caliza + medio cargado | RO/DI a 4,92 | 0,5 | 48 | 8,85 |
| | | RO/DI a 4,92 | 5,0 | 60 | 8,65 |
| | | RO/DI a 4,92 | 10,0 | 52 | 8,20 |
| | | RO/DI a 4,92 | 15,0 | 36 | 8,10 |
| | | RO/DI a 4,95 | 20,0 | 64 | 7,95 |
| | | RO/DI a 4,95 | 25,0 | 50 | 7,83 |
| | | RO/DI a 4,95 | 30,0 | 40 | 7,76 |
| | | RO/DI a 4,93 | 35,0 | 68 | 7,96 |
| | | RO/DI a 4,93 | 40,0 | 48 | 7,80 |
| | | RO/DI a 4,93 | 45,0 | 50 | 7,74 |
| | | RO/DI a 5,00 | 50,0 | 44 | 7,84 |
| | | RO/DI a 5,00 | 55,0 | 46 | 7,66 |
| | | RO/DI a 5,00 | 60,0 | 40 | 7,15 |
| | | RO/DI a 4,65 | 65,0 | 64 | 7,55 |
| | | RO/DI a 4,65 | 70,0 | 56 | 7,49 |
| | | RO/DI a 4,65 | 75,0 | 44 | 7,44 |
| RO/DI a 4,92 | 80,0 | 68 | 7,74 | | |
| RO/DI a 4,92 | 85,0 | 48 | 7,79 | | |
| RO/DI a 4,92 | 90,0 | 44 | 7,72 | | |

[0059] En el Ejemplo 6, la modificación del pH es limitada después de la exposición a grandes volúmenes de agua. No obstante, cuando el ritmo del flujo se incrementa en el Ejemplo 7, los elevados niveles de pH se mantienen

mejor, de media aproximadamente 7,5. Después de la exposición a 90,0 L de agua con pH bajo, el filtro del Ejemplo 7 se vio expuesto a MS2 ($2,06 \times 10^9$ preparado en agua RO/RI) para determinar si era posible una reducción logarítmica aceptable. El filtro pudo proporcionar una reducción logarítmica mayor de 9,0 para MS2 tras la exposición a 90,0 L de agua con pH bajo.

5 Ejemplo 8: Un medio de filtración compuesto de la presente invención expuesto a MS2

[0060] Se ensambló una carcasa del filtro utilizando una única capa del medio cargado, seguido de dos (2) capas de una capa PLEKX[®] fabricada con carbón Grade OL de Calgon Carbon Corporation, y aproximadamente 35% en peso de caliza Allyndale pulverizada, de acuerdo con el proceso revelado en la Patente de Estados Unidos N° 5.792.513. El medio cargado empleado en este ejemplo se trató con bromuro de sodio durante el primer tratamiento de 10 MERQUAT[®] 100. Cada capa PLEKX[®] tenía una masa laminar de entre aproximadamente 800 y 900 g/m² de materia particulada. Una capa de red INTERNET[™] se coloca en la parte inferior de la carcasa del filtro y se asegura con pegamento caliente. El medio cargado se fijó bien a la red, seguido de las dos capas de material PLEKX[®]. La carcasa del filtro entera se pegó con adhesivo caliente para evitar cualquier fuga. La propia área del filtro era de 15 aproximadamente 2,5 pulgadas x 3,75 pulgadas (6,35 cm x 9,53 cm). Se aseguró un manguito de ¼ de pulgada (0,6 cm) de diámetro interior a la entrada de la carcasa del filtro mediante pegamento caliente y la salida de la carcasa quedó abierta al flujo de fluido. Se mantuvo una presión de una columna de agua de aproximadamente 4 pulgadas (10,2 cm) en todo momento. El filtro se fijó a bidones rellenos con agua RO/DI.

[0061] El filtro se retiró de los bidones y se expuso a una solución de MS2 de 250 ml en diferentes intervalos después de que una determinada cantidad de agua RO/DI pasara a través del filtro. El efluente se recogió en frascos estériles Erlenmeyer de 250 ml, se diluyó, se introdujo en las placas de Petri siguiendo procedimientos estándar y se dejó reposar toda la noche. Tras cada exposición, el filtró se volvía a fijar a los bidones. 20

Tabla IV

| Reducción de MS2 | | | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| Flujo (ml/min) | Volumen de H ₂ O (L) | Exposición a MS2 | PFUs | LRV |
| 52 | 5,5 | $2,06 \times 10^9$ | 0 | 9,31 |
| 56 | 35,5 | $1,13 \times 10^9$ | $8,0 \times 10$ | 7,15 |
| 40 | 74,0 | $1,00 \times 10^9$ | $1,80 \times 10^3$ | 5,74 |
| 40 | 112,0 | $2,80 \times 10^9$ | $8,40 \times 10^4$ | 4,53 |
| 28 | 141,0 | $3,70 \times 10^9$ | $4,80 \times 10^5$ | 3,88 |

[0062] El filtro del Ejemplo 8 proporcionó una excelente reducción logarítmica de MS2 incluso después de cuatro 25 pruebas y una exposición a grandes volúmenes de agua.

Ejemplo 9: Un medio de filtración compuesto de la presente invención expuesto a *E. coli*

[0063] Se expuso una carcasa del filtro descrita en el Ejemplo 8 a *E. coli*. Del mismo modo, se obtuvieron excelentes resultados con las continuadas pruebas bacteriológicas, tal y como se muestra a continuación en la Tabla V.

Tabla V

| Reducción de <i>E. coli</i> | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------|------|
| Flujo (ml/min) | Volumen de H ₂ O (L) | Exposición a <i>E. coli</i> | PFUs | LRV |
| 40 | 5,0 | $1,4 \times 10^9$ | 0 | 9,14 |
| 46 | 35,0 | $1,30 \times 10^9$ | 0 | 9,11 |

| Reducción de <i>E. coli</i> | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|------|
| Flujo (ml/min) | Volumen de H ₂ O (L) | Exposición a <i>E. coli</i> | PFUs | LRV |
| 40 | 73,0 | 1,10 x 10 ⁹ | 0 | 9,04 |
| 40 | 112,0 | 1,05 x 10 ⁹ | 0 | 9,02 |
| 28 | 141,0 | 1,10 x 10 ⁹ | 0 | 9,04 |
| 20 | 168,0 | 4,00 x 10 ⁹ | 0 | 9,60 |
| 20 | 175,0 | 2,65 x 10 ⁹ | 0 | 9,42 |
| 16 | 207,0 | 1,95 x 10 ⁹ | 0 | 9,29 |
| 14 | 218,0 | 3,60 x 10 ⁹ | 2,4 x 10 ² | 7,17 |
| 16 | 225,0 | 1,10 x 10 ⁹ | 6,00 x 10 ³ | 5,26 |

[0064] Este ejemplo determina que el filtro continuará proporcionando valores de reducción logarítmica de bacterias aceptables de más de aproximadamente 4 log hasta que el flujo se reduzca a un ritmo inaceptable.

5 **Ejemplo 10: Un medio de filtración compuesto de la presente invención expuesto a *Klebsiellaterrigena*, PRD-1 y MS2**

10 **[0065]** Se expusieron tres (3) filtros a una mezcla de los tres organismos mencionados anteriormente. Se muestran a título comparativo filtros fabricados con capas PLEKX[®] únicamente de carbón que no incluían caliza. Cada capa PLEKX[®] únicamente de carbón tenía una masa laminar de 600 g/m², de las cuales se emplearon dos. El carbón Grade TOG, de Calgon Corporation, se utilizó en el filtro comparativo A y el carbón Grade OL se usó en el filtro comparativo B. El medio de filtración compuesto de la presente filtración disponía de una única capa PLEKX[®] de carbón y caliza con una masa laminar de 1.500 g/m². Se pegó una (1) capa del medio cargado, que se fabrica mediante el proceso general descrito anteriormente, a un embudo Buchner de cerámica de 6 pulgadas (15,24 cm) de diámetro y 3 pulgadas (7,62 cm) de alto en la parte superior de una capa de red INTERNET[™]. Las capas PLEKX[®] se pegaron en la parte superior del medio cargado. Los bordes exteriores del embudo Buchner se pegaron para evitar fugas a través del sistema. Se colocaron bidones de agua potable desclorada sobre los embudos Buchner y el agua pasó a través de cada embudo. Los filtros se humedecieron previamente con 500 ml de agua potable desclorada y seguidamente se expusieron a 250 ml de la mezcla de los tres organismos preparada con agua desclorada. Los efluentes se recogieron en frascos estériles Erlenmeyer de 250 ml, se diluyeron, se introdujeron en las placas de Petri siguiendo procedimientos estándar y se dejaron reposar toda la noche. Tras cada exposición, se pasó agua desclorada a través de cada filtro.

Tabla VI

| Filtro comparativo A con capa PLEKX [®] de carbón Grade TOG | | | |
|--|------------------------|------------------------|------|
| Volumen de H ₂ O (L) | Exposición | PFUs | LRV |
| Exposiciones a MS2 | | | |
| 0,5 | 8,4 x 10 ⁹ | 3,90 x 10 | 8,33 |
| 13,0 | 6,70 x 10 ⁹ | 9,00 x 10 ⁴ | 4,87 |

| Exposiciones a PRD-1 | | | |
|---|--------------------|--------------------|------|
| 0,5 | $2,10 \times 10^8$ | 0 | 8,32 |
| 8,0 | $6,00 \times 10^8$ | 0 | 8,77 |
| 13,0 | $7,00 \times 10^8$ | $2,40 \times 10^5$ | 3,46 |
| Exposiciones a <i>K. terrigena</i> | | | |
| 0,5 | $1,15 \times 10^9$ | 0 | 9,06 |
| 8,0 | $7,50 \times 10^8$ | 0 | 8,87 |
| 13,0 | $3,00 \times 10^8$ | $3,50 \times 10^3$ | 4,93 |

Tabla VII

| Filtro comparativo B con capa PLEKX® de carbón Grade OL | | | |
|--|--------------------|--------------------|------------|
| Volumen de H₂O (L) | Exposición | PFUs | LRV |
| Exposiciones a MS2 | | | |
| 0,5 | $8,40 \times 10^9$ | $2,70 \times 10$ | 8,49 |
| 15,0 | $6,70 \times 10^9$ | $1,40 \times 10^5$ | 4,68 |
| Exposiciones a PRD-1 | | | |
| 0,5 | $2,10 \times 10^8$ | 0 | 8,32 |
| 8,0 | $6,00 \times 10^8$ | $9,00 \times 10^3$ | 4,82 |
| 15,0 | $7,00 \times 10^8$ | $4,10 \times 10^5$ | 3,23 |
| Exposiciones a <i>K. terrigena</i> | | | |
| 0,5 | $1,15 \times 10^9$ | 0 | 9,06 |
| 8,0 | $7,50 \times 10^8$ | $6,00 \times 10^2$ | 6,09 |
| 15,0 | $3,00 \times 10^8$ | $3,25 \times 10^4$ | 3,96 |

Tabla VIII

| Ejemplo 10 con capa PLEKX® de carbón Grade OL y caliza | | | |
|---|-------------------------|------------------------|------------|
| Volumen de H₂O (L) | Exposición | PFUs | LRV |
| Exposiciones a MS2 | | | |
| 0,5 | 8,40 x 10 ⁹ | 3,60 x 10 | 8,37 |
| 11,0 | 6,70 x 10 ⁹ | 2,50 x 10 | 8,43 |
| 32,0 | 2,02 x 10 ¹⁰ | 1,98 x 10 ⁷ | 3,01 |
| Exposiciones a PRD-1 | | | |
| 0,5 | 2,10 x 10 ⁸ | 0 | 8,32 |
| 5,0 | 6,00 x 10 ⁸ | 2,00 x 10 | 7,48 |
| 11,0 | 7,00 x 10 ⁸ | 3,30 x 10 | 7,33 |
| 32,0 | 9,00 x 10 ⁸ | 1,40 x 10 ⁶ | 2,80 |
| Exposiciones a <i>K. terrigena</i> | | | |
| 0,5 | 1,15 x 10 ⁹ | 0 | 9,06 |
| 5,0 | 7,50 x 10 ⁸ | 0 | 8,87 |
| 11,0 | 3,00 x 10 ⁸ | 0 | 8,48 |
| <u>32,0</u> | 1,20 x 10 ⁹ | 8,05 x 10 ⁴ | 4,17 |

[0066] El filtro del Ejemplo 10 pudo mantener más exposiciones con cantidades de prueba más grandes que los filtros A y B, que no contenían el material que altera el pH, esto es, la caliza.

5 **Ejemplo 11: Estudio a largo plazo de un medio de filtración compuesto de la presente invención expuesto a *Klebsiella terrigena*, PRD-1 y MS2**

10 [0067] Se ensambló un filtro similar a los empleados en el Ejemplo 10 a una (1) capa del medio cargado, fabricado según la descripción general detallada anteriormente, así como a una (1) capa PLEKX® de carbón Grade OL con 35% en peso de caliza situada aguas arriba del medio cargado. Los filtros se humedecieron inicialmente con agua RO/DI y se expusieron a la mezcla de los tres organismos. Se pasaron cantidades adicionales de agua RO/DI a través de los filtros antes de exposiciones posteriores.

Tabla IX

| Ejemplo 11 | | | |
|-------------------|--|------------------------------------|------------|
| Tiempo (h) | Volumen total de H₂O (L) | Exposición (PFU/ml) | LRV |
| 0 | 0,25 (exposición inicial) | MS2 3,00 x 10 ⁷ | 7,48 |
| | | PRD 4,40 x 10 ⁷ | 7,64 |
| | | <i>Kleb</i> 2,50 x 10 ⁷ | 7,40 |
| 72 | 1,5 | MS2 3,00 x 10 ⁶ | 6,48 |
| | | PRD 1,20 x 10 ⁶ | 6,08 |
| | | <i>Kleb</i> 9,50 x 10 ⁶ | 6,98 |
| 96 | 4,0 | MS2 9,00 x 10 ⁶ | 6,95 |
| | | PRD 1,30 x 10 ⁶ | 6,11 |
| | | <i>Kleb</i> 3,00 x 10 ⁶ | 6,47 |
| 120 | 9,75 | MS2 9,00 x 10 ⁶ | 6,95 |
| | | PRD 1,8 x 10 ⁶ | 6,25 |
| | | <i>Kleb</i> 4,50 x 10 ⁶ | 6,65 |
| 144 | 15,5 | MS2 8,00 x 10 ⁶ | 6,90 |
| | | PRD 1,10x 10 ⁶ | 6,04 |
| | | <i>Kleb</i> 5,00 x 10 ⁶ | 6,70 |
| 168 | 22,0 | MS2 7,80 x 10 ⁶ | 6,89 |
| | | PRD 2,30 x 10 ⁶ | 6,36 |
| | | <i>Kleb</i> 6,00 x 10 ⁶ | 6,78 |
| 192 | 26,0 | MS2 9,00 x 10 ⁶ | 6,95 |
| | | PRD 6,00 x 10 ⁶ | 6,78 |
| | | <i>Kleb</i> 4,00 x 10 ⁶ | 6,60 |
| 264 | 30,0 + 0,25 L de Ácido húmico (5 ppm) | MS2 3,10 x 10 ⁶ | 6,49 |
| | | PRD 2,70 x 10 ⁶ | 6,43 |

| Ejemplo 11 | | | |
|------------|---------------------------------------|------------------------------------|------|
| Tiempo (h) | Volumen total de H ₂ O (L) | Exposición (PFU/ml) | LRV |
| | | <i>Kleb</i> 5,50 x 10 ⁶ | 6,74 |

[0068] El filtro del ejemplo 11 mantuvo una reducción de los contaminantes microbiológicos aceptable, incluso cuando la cantidad de agua que fluía a través del filtro había descendido a una cantidad inaceptable.

5 **Ejemplo 12: Estudio a largo plazo de un medio de filtración compuesto de la presente invención expuesto a *Klebsiella terrigena*, PRD-1 y MS2**

10 [0069] El filtro del Ejemplo 12 es similar a los filtros empleados en el Ejemplo 10. Las nanofibras utilizadas en el medio cargado se trataron con bromuro de sodio durante el tratamiento con la primera porción de MERQUAT[®] 100, tal y como se explica en la descripción general anterior, y el resto del procedimiento se llevó a cabo en consonancia con ello. Los filtros se humedecieron previamente con agua RO/DI y se expusieron a la mezcla de los tres organismos. Se pasaron cantidades adicionales de agua RO/DI a través de los filtros antes de exposiciones posteriores.

Tabla X

| Ejemplo 12 (Medio cargado de nanofibras tratado con bromuro de sodio) | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|------|
| Tiempo (h) | Volumen total de H ₂ O (L) | Exposición (PFU/ml) | LRV |
| 0 | 0,25 (exposición inicial) | MS2 3,00 x 10 ⁷ | 7,48 |
| | | PRD 4,40 x 10 ⁷ | 7,64 |
| | | <i>Kleb</i> 2,50 x 10 ⁷ | 7,40 |
| 72 | 6,0 | MS2 3,00 x 10 ⁶ | 6,48 |
| | | PRD 1,20 x 10 ⁶ | 6,08 |
| | | <i>Kleb</i> 9,50 x 10 ⁶ | 6,98 |
| 96 | 11,0 | MS2 9,00 x 10 ⁶ | 6,95 |
| | | PRD 1,30 x 10 ⁶ | 6,11 |
| | | <i>Kleb</i> 3,00 x 10 ⁶ | 6,47 |
| 120 | 19,25 | MS2 9,00 x 10 ⁶ | 6,95 |
| | | PRD 1,8 x 10 ⁶ | 6,25 |
| | | <i>Kleb</i> 4,50 x 10 ⁶ | 6,65 |
| 144 | 29,0 | MS2 8,00 x 10 ⁶ | 6,90 |

| Ejemplo 12 (Medio cargado de nanofibras tratado con bromuro de sodio) | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|------|
| Tiempo (h) | Volumen total de H ₂ O (L) | Exposición (PFU/ml) | LRV |
| | | PRD $1,10 \times 10^6$ | 6,04 |
| | | <i>Kleb</i> $5,00 \times 10^6$ | 6,70 |
| 168 | 35,0 | MS2 $7,80 \times 10^6$ | 6,89 |
| | | PRD $2,30 \times 10^6$ | 6,36 |
| | | <i>Kleb</i> $6,00 \times 10^6$ | 6,78 |
| 192 | 39,0 | MS2 $9,00 \times 10^6$ | 6,95 |
| | | PRD $6,00 \times 10^6$ | 6,78 |
| | | <i>Kleb</i> $4,00 \times 10^6$ | 6,60 |
| 264 | 41,0 + 0,25 L de Ácido húmico (5 ppm) | MS2 $3,10 \times 10^6$ | 6,49 |
| | | PRD $2,70 \times 10^6$ | 6,43 |
| | | <i>Kleb</i> $5,50 \times 10^6$ | 6,74 |

5 **[0070]** En el Ejemplo 12, aunque la reducción logarítmica de los tres organismos es exactamente la misma a la del Ejemplo 11, el volumen de agua que fluía a través del filtro es significativamente mayor debido al tratamiento con bromuro de sodio. Los filtros de los Ejemplos 11 y 12 pudieron mantener una actividad antibacteriológica y antiviral aceptable.

[0071] El medio de filtración compuesto de la presente invención proporciona una intercepción microbiológica mejorada durante un largo periodo de tiempo, incluso cuando está expuesto a múltiples organismos.

10 **[0072]** Pese a que la presente invención se ha descrito detalladamente, junto con una realización preferente específica, resulta evidente que los expertos en la materia advertirán muchas alternativas, modificaciones y variaciones en vista de la anterior descripción. Se contempla, por tanto, la posibilidad de que las reivindicaciones adjuntas incluyan tales alternativas, modificaciones y variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un medio de filtración compuesto, que incluye un medio positivamente cargado, está constituido por:
 - 5 - Un material que altera el pH, donde dicho material que altera el pH incluye un material alcalino que modifica un pH del influente, de modo que los contaminantes microbiológicos presentes en un influente mantengan una carga negativa y dicho medio positivamente cargado proporcione una intercepción de contaminantes microbiológicos.
- 10 2. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde dicho material que altera el pH se adapta para modificar el pH del influente a menos de 10,5.
3. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde dicho material que altera el pH se adapta para modificar el pH del influente a entre 7 y 9.
- 15 4. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde dicho material que altera el pH está constituido por un carbonato inorgánico.
- 20 5. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 4, donde el carbonato inorgánico está constituido por carbonato de magnesio o carbonato de calcio.
6. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde dicho material que altera el pH se incorpora a dicho medio positivamente cargado.
- 25 7. Un medio de filtración compuesto según las reivindicaciones 1 o 5, donde dicho medio positivamente cargado está constituido por un bloque compuesto sólido y donde dicho material que altera el pH es una estructura en forma de lámina plana que envuelve dicho medio positivamente cargado.
- 30 8. Un medio de filtración compuesto según las reivindicaciones 1 o 5, donde dicho medio positivamente cargado se agrega a dicho material que altera el pH y a un aglutinante, y se extruye para formar un bloque compuesto sólido.
9. Un medio de filtración compuesto según las reivindicaciones 1 o 5, donde dicho material que altera el pH está constituido por una estructura en forma de lámina plana colocada aguas arriba de dicho medio positivamente cargado.
- 35 10. Un medio de filtración compuesto según las reivindicaciones 1 o 5 que incluye asimismo un adsorbente para eliminar los contaminantes que reducen la carga aguas arriba del medio positivamente cargado.
- 40 11. Un medio de filtración compuesto según las reivindicaciones 1 o 5, donde dicho material que altera el pH puede regenerarse periódicamente.
- 45 12. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde
 - El medio cargado es capaz de proporcionar una intercepción mejorada de contaminantes microbiológicos;
 - La capa que altera el pH está colocada aguas arriba de dicho medio cargado;
 - El medio de filtración compuesto contiene, además, un medio para eliminar los contaminantes que reducen la carga colocados aguas arriba de dicha capa que altera el pH.
13. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 12, donde dicho medio positivamente cargado está constituido por una estructura en forma de lámina plana.
- 50 14. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 12, donde dicho medio positivamente cargado se agrega a un aglutinante y se fusiona a un sustrato formando una capa cargada, donde dicha capa cargada y la capa que altera el pH se unen en espiral, de manera que la capa que altera el pH quede expuesta al influente antes de que éste entre en contacto con dicha capa cargada.
- 55 15. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 14, donde dicha capa que altera el pH se fusiona a una segunda superficie del sustrato.
- 60 16. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 12, donde dicho material que altera el pH incrementa el pH de un influente y se adapta para regenerarse.
17. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1 que está constituido asimismo por:
 - Partículas activas tratadas con un agente de intercepción microbiológica positivamente cargado;
 - Un aglutinante que es agregado a dicho material que altera el pH y a dichas partículas activas, y se extruyen en un bloque compuesto sólido; y

- Un material que elimina la materia orgánica natural que reduce la carga aguas arriba del bloque compuesto sólido.
- 5 18. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 17, donde dicho material que altera el pH está constituido por un material alcalino de disolución lenta.
- 10 19. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1 que está constituido por:
- Partículas activas tratadas con un agente de intercepción microbiológica positivamente cargado;
- Un aglutinante, en el cual dichas partículas activas y dicho aglutinante se agregan y se extruyen en un bloque compuesto sólido;
- Dicho material que altera el pH dispone de una estructura en forma de lámina plana que envuelve el bloque compuesto sólido; y el medio de filtración compuesto contiene además:
- Un material que elimina la materia orgánica natural que reduce la carga aguas arriba del bloque compuesto sólido.
- 15 20. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 19, donde dicho material empleado para eliminar los contaminantes que reducen la carga se incorpora a la estructura en forma de lámina plana con el material que altera el pH.
- 20 21. Un medio de filtración compuesto según la reivindicación 1, donde:
- Dicho material que altera el pH aumenta suficientemente el pH de un fluido procesado a través del sistema de filtración a un pH más alto que un punto isoeléctrico de los organismos objetivo presentes en el fluido, de modo que los microorganismos objetivo adquieran una carga negativa y dicho medio positivamente cargado mantenga una carga positiva para proporcionar una atracción eléctrica considerable entre los microorganismos objetivo y una superficie de dicho medio positivamente cargado.
- 25 22. Un método consistente en la eliminación de contaminantes microbiológicos en un fluido consta de los siguientes pasos:
- Modificación del pH del influente, de manera que los contaminantes microbiológicos mantengan una carga negativa al proporcionar aguas arriba de un medio de filtración positivamente cargado un material que altera el pH que incluye un material alcalino; y
- Obtención de al menos una reducción de aproximadamente 4 log de los contaminantes microbiológicos cuando un fluido se procesa a través del medio de filtración positivamente cargado.
- 30 23. Un método según la reivindicación 21, que incluye asimismo el paso consistente en la eliminación de los contaminantes que reducen la carga en el influente de forma coordinada con el paso en el que se modifica el pH del influente.
- 35

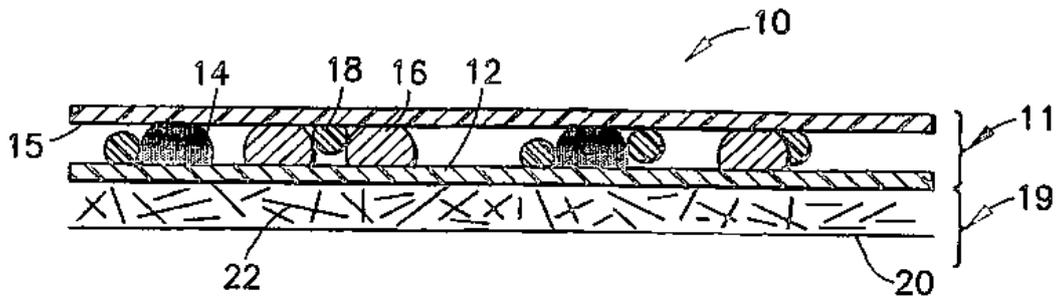


FIG. 1A

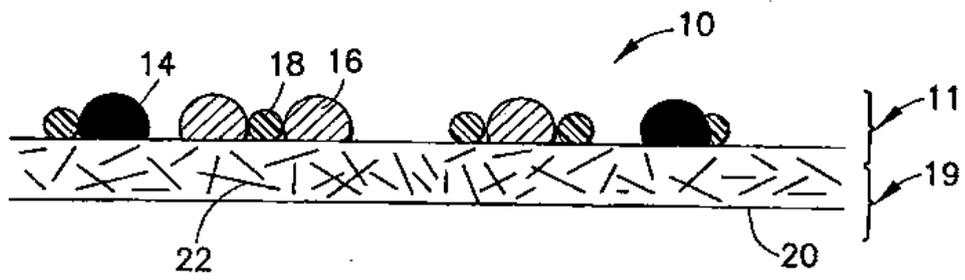


FIG. 1B

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante se incluye únicamente para la comodidad del lector, no formando parte del documento de la patente europea. A pesar del sumo cuidado durante la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones, declinando la OEP toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción:

- US 101286695 A [0037]
- US 286695 A [0039]
- US 10290803 B [0037]
- US 5019311 A, Koslow [0042]
- US 5792513 A, Koslow [0039] [0047] [0053] [0060]