

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 180**

51 Int. Cl.:

C02F 1/28 (2006.01)

B01D 39/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03709276 .4**

96 Fecha de presentación: **21.02.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1594805**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2005**

54 Título: **Materiales para filtros de agua, filtros de agua correspondientes y procesos para usar los mismos**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.10.2012

73 Titular/es:
**HELEN OF TROY LIMITED (100.0%)
13 8th Avenue Belleville, P.O. Box 836E
St. Michael, BB**

72 Inventor/es:
**MITCHELL, MICHAEL, DONOVAN;
COLLIAS, DIMITRIS, IOANNIS;
BJORKQUIST, DAVID, WILLIAM;
ZAVERI, PIYUSH, NARENDRA;
WOOLLEY, MATTHEW, MORGAN y
WEHMEIER, THOMAS, JOSEPH**

74 Agente/Representante:
LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 389 180 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

Materiales para filtros de agua, filtros de agua correspondientes y procesos para usar los mismos

5 **Campo de la invención**

La invención presente se relaciona con el campo de materiales para filtros de agua y filtros de agua y procesos para usar los mismos, y, más particularmente, con el campo de filtros de agua que contienen partículas mesoporosas de carbón activado.

10

Antecedente de la invención

El agua puede contener muchos tipos diferentes de contaminantes que incluyen, por ejemplo, particulados, sustancias químicas peligrosas, y organismos microbiológicos, tales como bacterias, parásitos, protozoos y virus. En una variedad de circunstancias, estos contaminantes deben eliminarse antes de que el agua se pueda usar. Por ejemplo, en muchas aplicaciones médicas y en la fabricación de ciertos componentes electrónicos, se requiere agua extremadamente pura. Como un ejemplo más común, cualquier contaminante peligroso se debe eliminar del agua antes de que sea potable, es decir, apta para consumir. A pesar de los medios modernos de purificación de agua, la población general está en riesgo, y en particular los infantes y personas con sistemas inmunológicos comprometidos están en riesgo considerable

20

En los Estados Unidos y otros países desarrollados, el agua municipalmente tratada incluye típicamente uno o más de las siguientes impurezas: sólidos suspendidos, bacterias, parásitos, virus, materia orgánica, metales pesados, y cloro. Las averías y otros problemas con los sistemas de tratamiento de agua a veces conllevan a una eliminación incompleta de bacterias y virus. En otros países, hay consecuencias letales asociadas con la exposición al agua contaminada, dado que algunos de ellos tienen densidades de la población crecientes, un incremento de la escasez de recursos hídricos, y ausencia de facilidades para tratamiento de agua. Es común que las fuentes de agua potable estén cerca de los residuales humanos y animales, de manera que la contaminación microbiológica es una preocupación primaria de salud. Como resultado de la contaminación microbiológica de las corrientes de agua, un estimado de seis millones de personas mueren cada año, la mitad de los cuales son niños menores de 5 años de edad.

30

En 1987, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) introdujo la "Guía Estándar y Protocolo para Ensayos de Purificadores Microbiológicos de Agua". El protocolo establece los requerimientos mínimos con respecto al desempeño de los sistemas de tratamiento de agua potable que se diseñan para reducir los contaminantes específicos relacionados con la salud en los suministros de agua públicos o privados. Los requerimientos de que el efluente de una fuente de suministro de agua exhiba una eliminación del 99,99% (o equivalentemente, 4 log) de virus y una eliminación del 99,9999% (o equivalentemente, 6 log) de bacterias enfrentan un desafío. Bajo el protocolo de la EPA, en el caso de virus, la concentración del influente debe ser de 1×10^7 virus por litro, y en el caso de bacterias, la concentración del influente debe ser de 1×10^8 bacterias por litro. Debido al predominio de *Escherichia coli* (bacteria, *E. coli*) en los suministros de agua, y los riesgos asociados con su consumo, este microorganismo se usa como bacteria en la mayoría de los estudios. Igualmente, el bacteriófago MS-2 (o simplemente, fago MS-2) se usa típicamente como el microorganismo representativo para la eliminación de virus porque su tamaño y forma (es decir, aproximadamente 26 nm e icosaédrica) es igual a muchos virus. Así, la capacidad de un filtro para la eliminación del bacteriófago de MS-2 demuestra su capacidad para la eliminación de otros virus.

35

40

45

Debido a estos requerimientos y un interés general en el mejoramiento de la calidad del agua potable, existe un deseo continuo de proporcionar procesos para la fabricación de materiales de filtro y filtros, los cuales son capaces de eliminar bacterias y/o virus de un fluido.

50

En la patente WO 03/068686 la cual es relevante solo como arte anterior bajo el Artículo. 54(3) EPC, se describe un filtro para la eliminación de virus y bacterias del agua, el filtro tiene un compartimiento con una entrada y una salida, y un material de filtro que comprende partículas de filtro mesoporosas de carbón activado básico. Un ejemplo descrito es el de un material de filtro que se designa TA4-CA-10, que también se describe en la presente y que tiene un porcentaje de volumen de oxígeno de aproximadamente 1,1%. La patente de Estados Unidos 2002/0148785 también describe un filtro para la eliminación de virus y bacterias del agua; sus partículas del filtro tienen un recubrimiento activado que comprende un lignosulfonato. La patente de Estados Unidos 2002/0172637 y la publicación de la solicitud de patente WO 02/068324 describen otros materiales de filtro de agua.

55

Sumario de la invención

60

Se proporciona un filtro para proporcionar agua potable. El filtro incluye un compartimiento con una entrada y una salida, un material de filtro dispuesto dentro del compartimiento, el material de filtro se forma al menos en parte de una pluralidad de partículas de filtro mesoporosas de carbón activado las cuales son básicas y tienen un porcentaje de volumen de oxígeno de menos de 1%.

65

Breve descripción de los dibujos

Aunque la descripción concluye con las reivindicaciones que señalan particularmente y reivindican distintivamente la invención, se considera que la presente invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La FIG. 1a es una isoterma de adsorción de nitrógeno BET de las partículas mesoporosas de carbón activado ácidas CA-10, y de las partículas mesoporosas, básicas, de carbón activado con oxígeno reducido TA4-CA-10.

La FIG. 1b es una isoterma de adsorción de nitrógeno BET de las partículas mesoporosas de carbón activado básico RGC, y del carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico THe4-RGC.

La FIG. 2a es una distribución del volumen de mesoporo de las partículas de la FIG.1a.

La FIG. 2b es una distribución del volumen de mesoporo de las partículas de la FIG.1b.

La FIG. 3a es un gráfico del punto de carga cero de las partículas de la FIG.1a.

La FIG. 3b es un gráfico del punto de carga cero de las partículas de la FIG.1b.

La FIG. 4 es una vista de la sección transversal lateral de un filtro de flujo axial fabricado de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 5a ilustra la concentración del medio de *E. coli* como una función del tiempo para las partículas del carbón activado de la FIG.1a.

La FIG. 5b ilustra la concentración del medio de *E. coli* como una función del tiempo para las partículas del carbón activado de la FIG.1b.

La FIG. 6a ilustra la concentración del medio de MS-2 como una función de tiempo para las partículas del carbón activado de la FIG. 1a.

La FIG. 6b ilustra la concentración del medio de MS-2 como una función de tiempo para las partículas del carbón activado de la FIG.1b.

La FIG. 7a ilustra la concentración de flujo de *E. coli* como una función del volumen acumulativo de agua a través de 2 filtros; uno que contiene carbón activado básico mesoporoso de RGC, y el otro que contiene partículas microporosas de carbón activado de coco.

La FIG. 7b ilustra la concentración de flujo de MS-2 como una función del volumen acumulativo de agua a través de 2 filtros; uno que contiene carbón activado básico mesoporoso de RGC, y el otro que contiene partículas microporosas de carbón activado de coco.

Descripción detallada de las modalidades preferidas**I. Definiciones**

Como se usa en la presente, los términos "filtros" y "filtración" se refieren a las estructuras y mecanismos, respectivamente, asociados con la eliminación del microorganismo (y/o eliminación de contaminante), principalmente a través de la adsorción y/o exclusión por tamaño en menor grado.

Como se usa en la presente, la frase "material de filtro" se refiere a un agregado de partículas del filtro. El agregado de las partículas del filtro que forman un material de filtro puede ser tanto homogéneo como heterogéneo. Las partículas del filtro pueden estar uniforme o no uniformemente distribuidas (por ejemplo, capas de partículas del filtro diferentes) dentro del material de filtro. Las partículas del filtro que forman un material de filtro no necesitan ser idénticas en forma o tamaño y se pueden proporcionar en una forma suelta o interconectada. Por ejemplo, un material de filtro podría comprender partículas mesoporosas y básicas de carbón activado en combinación con fibras de carbón activado, y estas partículas del filtro se pueden proporcionar en asociación suelta o parcial o totalmente unidas por un aglutinante polimérico u otros medios para formar una estructura integral.

Como se usa en la presente, la frase "partícula del filtro" se refiere a un miembro individual o pieza, la cual se usa para formar al menos parte de un material de filtro. Por ejemplo, una fibra, un gránulo, una perla, etc. son cada una consideradas partículas del filtro en la presente. Además, las partículas del filtro pueden variar en el tamaño, de partículas del filtro impalpables (por ejemplo, un polvo muy fino) a partículas del filtro palpables.

Como se usa en la presente, la frase "volumen de poro del material de filtro" se refiere al volumen total de los poros inter-partícula en el material de filtro con tamaños mayores que 0,1 μm .

Como se usa en la presente, la frase "volumen total del material de filtro" se refiere a la suma del volumen de poro inter-partícula y el volumen ocupado por las partículas del filtro.

Como se usa en la presente, los términos "microorganismo", "organismo microbiológico" y "patógeno" se usan intercambiamente. Estos términos se refieren a distintos tipos de microorganismos que se pueden caracterizar como bacterias, virus, parásitos, protozoos, y gérmenes.

Como se usa en la presente, la frase "Índice de Eliminación de Bacteria" (BRI) de las partículas del filtro se define como:

$$\text{BRI} = 100 \times [(\text{concentración del medio de bacteria } E. coli \text{ en equilibrio})$$

concentración de control de bacteria *E. coli*)

en donde "concentración del medio de bacterias *E. coli* en equilibrio" se refiere a la concentración de bacterias en equilibrio en un medio que contiene una masa de partículas del filtro que tienen un área total de la superficie externa de 1400 cm² y un diámetro promedio de Sauter menor de 55 µm, como se discute más completamente a continuación. El equilibrio se alcanza cuando la concentración de *E. coli*, medida en dos puntos de tiempo de 2 horas separados, permanece sin variación dentro de medio orden de magnitud. La frase "concentración control de bacterias *E. coli*" se refiere a la concentración de bacterias *E. coli* en el medio control, y es igual a aproximadamente 3,7x10⁹ CFU/l. El diámetro promedio de Sauter es el diámetro de una partícula cuya proporción superficie-volumen es igual al de la distribución total de partículas. Note que el término "CFU/l" denota "unidades formadoras de colonia por litro" la cual es un término típico que se usa en el conteo de *E. coli*. El índice de BRI se mide sin la aplicación de agentes químicos que proporcionen efectos bactericidas. Una manera equivalente de informar la capacidad de eliminación de partículas del filtro es con el "Índice de Eliminación Log de Bacteria" (BLRI) el cual se define como:

$$BLRI = -\log[1 - (BRI/100)].$$

El BLRI tiene unidades de "log (donde "log" significa logaritmo). Por ejemplo, las partículas del filtro que tienen un BRI igual a 99,99% tienen un BLRI igual a 4 log. Un procedimiento de ensayo para determinar los valores de BRI y BLRI se proporciona a continuación.

Como se usa en la presente, la frase "Índice de Eliminación de Virus" (VRI) para las partículas del filtro se define como:

$$VRI = 100 \times [1 - (\text{concentración de fagos MS-2 en equilibrio} / \text{concentración de control de fagos MS-2})],$$

en donde "concentración del medio de fagos MS-2 en equilibrio" se refiere a la concentración de fagos en equilibrio en un medio que contiene una masa de partículas del filtro que tienen un área total de la superficie externa de 1400 cm² y un diámetro promedio de Sauter menor de 55 µm, como se discute más completamente a continuación. El equilibrio se alcanza cuando la concentración de MS-2, como se mide en dos puntos de tiempo de 2 horas separados, permanece sin variación dentro de medio orden de magnitud. La frase "concentración control de fagos MS-2" se refiere a la concentración de fagos MS-2 en el medio control, y es igual a aproximadamente 6,7x10⁷ PFU/l. Note que el término "PFU/l" denota "unidades formadoras de placas por litro" el cual es un término típico que se usa en el conteo de MS-2. El índice de VRI se mide sin la aplicación de agentes químicos que proporcionen efectos virucidas. Una manera equivalente de informar la capacidad de eliminación de partículas del filtro es con el "Índice de Eliminación Log de Virus" (VLRI) el cual se define como:

$$VLRI = -\log[1 - (VRI/100)].$$

El VLRI tiene unidades de "log (donde "log" significa logaritmo). Por ejemplo, las partículas del filtro que tienen un VRI igual a 99,99% tienen un VLRI igual a 3 log. Un procedimiento de ensayo para determinar los valores de VRI y VLRI se proporciona a continuación.

Como se usa en la presente, la frase "Filtro de Eliminación Log de Bacteria (F-BLR)" se refiere a la capacidad de eliminación de bacterias del filtro después del flujo de los primeros 2,000 volúmenes de poro del material de filtro. El F-BLR se define y calcula como:

$$F-BLR = -\log [(concentración efluente de *E. coli*) / (concentración influente de *E. coli*)],$$

donde "concentración del influente de *E. coli*" se fija continuamente a aproximadamente 1x10⁸ CFU/l a través de todo el ensayo y "concentración del efluente de *E. coli*" se mide después de que aproximadamente 2,000 volúmenes de poro del material de filtro fluyan a través del filtro. El F-BLR tiene unidades de "log" (donde "log" es logaritmo). Note que si la concentración del efluente está por debajo del límite de detección de la técnica usada para el ensayo, después se considera que la concentración del efluente para el cálculo del F-BLR es el límite de detección. También, note que el F-BLR se mide sin la aplicación de agentes químicos que proporcionen efectos bactericidas.

Como se usa en la presente, la frase "Filtro de Eliminación Log de Virus (F-VLR)" se refiere a la capacidad de eliminación de virus del filtro después del flujo de los primeros 2,000 volúmenes de poro del material de filtro. El F-VLR se define y calcula como:

$$F-BLR = -\log [(concentración efluente de MS-2) / (concentración influente de MS-2)],$$

donde "concentración del influente de MS-2" se fija continuamente a aproximadamente 1x10⁷ PFU/l a través de todo el ensayo y "concentración del efluente de MS-2" se mide después de que aproximadamente 2,000 volúmenes de poro del

- material de filtro fluyan a través del filtro. El F-VLR tiene unidades de "log" (donde "log" es logaritmo). Note que si la concentración del efluente está por debajo del límite de detección de la técnica usada para el ensayo, después se considera que la concentración del efluente para el cálculo del F-VLR es el límite de detección. También, note que el F-VLR se mide sin la aplicación de agentes químicos que proporcionen efectos virucidas.
- 5 Como se usa en la presente, la frase "área total de la superficie externa" se refiere al área geométrica total de la superficie externa de una o más de las partículas del filtro, como se discute totalmente a continuación.
- 10 Como se usa en la presente, la frase "área específica de la superficie externa" se refiere al área total de la superficie externa por unidad de masa de las partículas del filtro, como se discute totalmente a continuación.
- Como se usa en la presente, el término "microporo" se refiere a un poro intra-partícula que tiene una anchura o diámetro menor de 2 nm (o equivalentemente, 20 Å).
- 15 Como se usa en la presente, el término "mesoporo" se refiere a un poro intra-partícula que tiene una anchura o diámetro entre 2 nm y 50 nm (o equivalentemente, entre 20 Å y 500 Å).
- Como se usa en la presente, el término "macroporo" se refiere a un poro intra-partícula que tiene una anchura o diámetro mayor que 50 nm (o equivalentemente, 500 Å).
- 20 Como se usa en la presente, la frase "volumen total de poro" y sus derivados se refiere al volumen de todos los poros intra-partícula, es decir, microporos, mesoporos, y macroporos. El volumen total de poro se calcula como el volumen de nitrógeno adsorbido a una presión relativa de 0,9814 usando el proceso BET (Norma ASTM D 4820-99), un proceso bien conocido en la materia.
- 25 Como se usa en la presente, la frase "volumen del microporo" y sus derivados se refiere al volumen de todos los microporos. El volumen del microporo se calcula del volumen de nitrógeno adsorbido a una presión relativa de 0,15 que usa el proceso BET (Norma ASTM D 4820-99), un proceso bien conocido en la materia.
- 30 Como se usa en la presente, la frase "suma de los volúmenes de mesoporos y macroporos" y sus derivados se refiere al volumen de todos los mesoporos y macroporos. La suma de los volúmenes de mesoporos y macroporos es igual a la diferencia entre el volumen total de poros y el volumen del microporo, o equivalentemente, se calcula de la diferencia entre los volúmenes de nitrógeno adsorbido a las presiones relativas de 0,9814 y 0,15 usando el proceso BET (Norma ASTM D 4820-99), un proceso bien conocido en la materia.
- 35 Como se usa en la presente, la frase "distribución de tamaño de poro en el intervalo de mesoporos" se refiere a la distribución de tamaño del poro como se calcula por el proceso de Barrett, Joyner, y Halenda (BJH), un proceso bien conocido en la materia.
- 40 Como se usa en la presente, el término "carbonización" y sus derivados se refiere a un proceso en el cual los átomos diferentes al carbono en una sustancia carbonosa son reducidos.
- Como se usa en la presente, el término "activación" y sus derivados se refiere a un proceso en el cual una sustancia carbonizada se vuelve más porosa.
- 45 Como se usa en la presente, el término "partículas de carbón activado" o "partículas de carbón activado del filtro" y sus derivados se refiere a partículas de carbón que se han sometido a un proceso de activación.
- Como se usa en la presente, la frase "punto de carga cero" se refiere al pH por encima del cual la superficie total de las partículas de carbón se carga negativamente. Un procedimiento bien conocido de ensayo para determinar el punto de carga cero se explica a continuación.
- 50 Como se usa en la presente, el término "básico" se refiere a las partículas del filtro con un punto de carga cero mayor que 7.
- Como se usa en la presente, el término "ácido" se refiere a las partículas del filtro con un punto de carga cero menor de 7.
- 55 Como se usa en la presente, la frase "partícula mesoporosa del filtro de carbón activado" se refiere a una partícula del filtro de carbono activado en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es mayor que 0,12 ml/g.
- 60 Como se usa en la presente, la frase "partícula mesoporosa del filtro de carbón activado" se refiere a una partícula del filtro de carbono activado en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es menor que 0,12 ml/g.
- Como se usa en la presente, la frase "partícula mesoporosa y básica del filtro de carbón activado" se refiere a una partícula del filtro de carbón activado en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es mayor que 0,12 ml/g y tiene un punto de carga cero mayor que 7.
- 65

- 5 Como se usa en la presente, la frase "partícula mesoporosa, básica del filtro de carbón activado con oxígeno reducido" se refiere a una partícula del filtro de carbón activado en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es mayor que 0,12 ml/g, tiene un punto de carga cero mayor que 7, y tiene un porcentaje de volumen de oxígeno por peso de 1,5% o menos.
- 10 Como se usa en la presente, la frase "partícula mesoporosa y acida del filtro de carbón activado" se refiere a una partícula del filtro de carbón activado en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es mayor que 0,12 ml/g, y tiene un punto de carga cero menor de 7.
- 15 Como se usa en la presente, la frase "material de partida" se refiere a cualquier precursor que contiene mesoporos y macroporos o es capaz de producir mesoporos y macroporos durante la carbonización y/o activación.
- 20 Como se usa en la presente, la frase "flujo axial" se refiere al flujo a través de una superficie plana y perpendicularmente a esta superficie.
- 25 Como se usa en la presente, la frase "flujo radial" se refiere típicamente al flujo a través de superficies esencialmente cilíndricas o esencialmente cónicas y perpendicularmente a estas superficies.
- 30 Como se usa en la presente, la frase "área facial" se refiere al área del material de filtro inicialmente expuesta al agua influente. Por ejemplo, en el caso de filtros de flujo axiales, el área facial es el área de la sección transversal del material de filtro a la entrada del fluido, y en el caso del filtro de flujo radial, el área facial es el área externa del material de filtro.
- 35 Como se usa en la presente, la frase "profundidad del filtro" se refiere a la distancia lineal a la que el agua influente se desplaza de la entrada a la salida del material de filtro. Por ejemplo, en el caso de filtros de flujo axial, la profundidad del filtro es el espesor del material de filtro, y en el caso del filtro de flujo radial, la profundidad del filtro es la mitad de la diferencia entre el diámetro exterior e interior del material de filtro.
- 40 Como se usa en la presente, las frases "tiempo de residencia promedio del fluido" y/o "tiempo promedio de contacto del fluido" se refieren al tiempo promedio que el fluido está en contacto con las partículas del filtro dentro del filtro cuando este se desplaza a través del material de filtro, y se calculan como la relación del volumen de poro del material de filtro a la velocidad de flujo del fluido.
- 45 Como se usa en la presente, las frases "porosidad del filtro" y/o "porosidad del lecho del filtro" se refieren a la relación del volumen de poro del material de filtro al volumen total del material de filtro.
- 50 Como se usa en la presente, la frase "entrada" se refiere a los medios en los cuales un fluido es capaz de entrar en el filtro o material de filtro. Por ejemplo, la entrada puede ser una estructura que es parte del filtro, o el área facial del material de filtro.
- 55 Como se usa en la presente, una "salida" se refiere a los medios en los cuales un fluido es capaz de salir del filtro o material de filtro. Por ejemplo, la salida puede ser una estructura que es parte del filtro, o el área de la sección transversal del material de filtro a la salida del fluido.
- 60 II. Partículas mesoporosas del filtro de carbón activado
- 65 Inesperadamente se encontró que las partículas mesoporosas del filtro de carbón activado adsorben un gran número de microorganismos comparado con partículas microporosas del filtro de carbón activado. También, inesperadamente se encontró que las partículas mesoporosas y básicas del filtro de carbón activado adsorben un número más grande de microorganismos comparado al adsorbido por partículas mesoporosas ácidas del filtro de carbón activado. Además, se encontró inesperadamente que las partículas mesoporosas, básicas, del filtro de carbón activado con oxígeno reducido adsorben un número más grande de microorganismos comparado al adsorbido por las partículas mesoporosas y básicas del filtro de carbón activado sin porcentaje de volumen reducido de oxígeno por peso.
- Aunque sin desear estar atados a teoría alguna, los solicitantes plantean la hipótesis que, con respecto a la porosidad, un número grande de mesoporos y/o macroporos proporciona sitios de adsorción más adecuados (aberturas o entradas de mesoporos / macroporos) para los patógenos, sus fimbriae, y polímeros de superficie (por ejemplo proteínas, lipopolisacáridos, oligosacáridos y polisacáridos) que constituyen las membranas exteriores, cápsides y cápsulas de los patógenos debido a que el tamaño típico de estos es igual al de las entradas de los mesoporos y macroporos. Además, la mesoporosidad y la macroporosidad pueden correlacionarse con una o más propiedades de la superficie del carbón, como la rugosidad de la superficie.
- Además, sin desear estar atados por la teoría, los solicitantes plantean la hipótesis que las superficies básicas de los carbones activados contienen los tipos de funcionalidad que son necesarias para atraer un número mayor de microorganismos comparado con los que son atraídos por una superficie acida del carbón. Esta adsorción aumentada sobre las superficies básicas del carbón pudiera atribuirse al hecho que las superficies básicas del carbón atraen los

5 microorganismos típicamente cargados negativamente y los grupos funcionales sobre la superficie de estos. Los solicitantes plantean la hipótesis además que el carbón básico es capaz de producir desinfectantes cuando se coloca en agua por reducción del oxígeno molecular. Aunque el producto final de la reducción es hidróxido, los solicitantes creen que se forman intermediarios de oxígeno reactivo, tales como superóxido, hidroperóxido, y/o radicales hidroxilo, quizá suficientemente duraderos para difundir del carbón al volumen de la solución.

10 Además, los solicitantes creen que el carbono se vuelve más básico a medida que el porcentaje del volumen de oxígeno por peso se reduce. Un porcentaje bajo del volumen de oxígeno por peso puede conllevar a la adsorción mejorada de las bacterias/virus debido a que habrá: (1) menos ácidos carboxílicos y por lo tanto una superficie menos negativa para repeler las bacterias/virus; y (2) una superficie menos hidratada para que el agua sea desplazada del sitio más fácilmente por las bacterias/virus cuando ellos intenten adsorberse a la superficie (es decir, menos gasto de energía para las bacterias/virus al desplazar de sitio otras especies que ya ocupan dichos sitios en la superficie). Esta última razón (es decir, una superficie menos hidratada) también se relaciona con la idea de que la superficie ideal, que se discute a continuación, debe ser algo hidrofóbica (es decir, debe tener solo una sustitución de oxígeno suficiente en los átomos de carbono del borde para permitir humectar hacia afuera, pero no tanto que lo haga excesivamente hidrofílico).

20 Las partículas del filtro se pueden proporcionar en una variedad de formas y tamaños. Por ejemplo, las partículas del filtro se pueden proporcionar en formas simples como polvo, gránulos, fibras, y perlas. Las partículas del filtro se pueden proporcionar en forma de esfera, poliedro, cilindro, así como otras formas simétricas, asimétricas, e irregulares. Además, las partículas del filtro también se pueden formar en formas complejas como redes, mallas, tamices, bloques tejidos, no tejidos, enlazados, los cuales se pueden o no formar a partir de las formas simples anteriormente descritas.

25 Al igual que la forma, el tamaño de la partícula del filtro puede también variar, y el tamaño no necesita ser uniforme entre las partículas del filtro usadas en cualquier filtro. De hecho, puede ser deseable proporcionar partículas del filtro que tengan tamaños diferentes en un solo filtro. Generalmente, el tamaño de las partículas del filtro puede estar entre aproximadamente 0,1 μm y 10 mm, preferentemente entre aproximadamente 0,2 μm y 5 mm, más preferentemente entre aproximadamente 0,4 μm y 1 mm, y más preferentemente entre aproximadamente 1 μm y 500 μm . Para las partículas esféricas y cilíndricas (por ejemplo, fibras, perlas, etc.), las dimensiones descritas anteriormente se refieren al diámetro de las partículas del filtro. Para las partículas del filtro que tienen formas sustancialmente diferentes, las dimensiones descritas anteriormente se refieren a la dimensión más grande (por ejemplo la longitud, anchura, o altura).

35 Las partículas del filtro pueden ser el producto de cualquier precursor que contiene mesoporos y macroporos o genera mesoporos y macroporos durante la carbonización y/o activación. Por ejemplo, y no a modo de limitación, las partículas del filtro pueden ser partículas de carbón activado basado en madera, partículas de carbón activado basado en hulla, partículas de carbón activado basado en turba, partículas de carbón activado basado en lignito, partículas de carbón activado basado en alquitrán, partículas de carbón activado basado en frijol, otras partículas de carbón activado basado en lignocelulósicos, y mezclas de estos.

40 El carbón activado puede mostrar propiedades ácidas, neutras, o básicas. Las propiedades ácidas se asocian con funcionalidades que contienen oxígeno o grupos funcionales, tal como, y no a modo de limitación, fenoles, carboxilos, lactonas, hidroquinonas, anhídridos, y cetonas. Las propiedades básicas se han asociado hasta ahora con funcionalidades como pironas, cromenos, éteres, carbonilos, así como planos basales de electrones π . La acidez o basicidad de las partículas de carbón activado se determinan con la técnica del "punto de carga cero" (Newcombe, G., y otros, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 78, 65-71 (1993)). La técnica se describe a continuación en la sección VI. Las partículas del filtro de la presente invención tienen un punto de carga cero mayor que 7, preferentemente mayor que 8, preferentemente mayor que 9, y más preferentemente entre 9 y 12.

50 El punto de carga cero de los carbones activados se correlaciona inversamente con el porcentaje del volumen de oxígeno por peso. Las partículas del filtro de la presente invención tienen un porcentaje del volumen de oxígeno por peso menor que 1%, y generalmente mayor que 0,1%, preferentemente mayor que 0,2%, preferentemente mayor que 0,25%, y más preferentemente mayor que 0,3%. También, el punto de carga cero de las partículas de carbón activados se correlaciona con el ORP del agua que contiene las partículas debido a que el punto de carga cero es una medida de la capacidad del carbón de reducir oxígeno (al menos para los carbones básicos). Las partículas del filtro de la presente invención pueden tener un ORP de menos que 570 mV, preferentemente menos que 465 mV, preferentemente menos que 400, preferentemente menos que 360 mV, preferentemente menos que 325 mV, y más preferentemente entre 290 mV y 175 mV.

60 La resistencia eléctrica de las partículas del filtro de carbón activado o material de filtro es una de sus propiedades importantes ya que esta se relaciona con su capacidad de formar un bloque de filtro. Por ejemplo, un método de calentamiento resistivo se puede usar para formar los bloques del filtro, en donde un material de filtro se calienta pasando electricidad entre 2 extremos del material de filtro. La resistencia eléctrica del material de filtro controlará su capacidad de calentarse en un tiempo corto. La resistencia eléctrica se mide formando los bloques del filtro usando las condiciones como las mencionadas en los Ejemplos 3 y 4, *supra*, y midiendo la resistencia eléctrica entre las 2 caras del bloque contactándolas con 2 electrodos de un voltímetro. Las resistencias eléctricas ilustrativas de los filtros de los Ejemplos 3 y 4 son aproximadamente 350 Ω y aproximadamente 40 Ω , respectivamente. Además, las resistencias

eléctricas respectivas de filtros fabricados con CARBOCHEM CA-10 del Ejemplo 1, *supra*, y TA4-CA10 del Ejemplo 2, *supra*, son aproximadamente de 1,3 M Ω , y aproximadamente 100 Ω .

5 Las partículas del filtro pueden lograrse por vía del tratamiento de un material de partida como el descrito en la presente a continuación. Las condiciones del tratamiento pueden incluir una composición de atmósfera, presión, temperatura, y/o tiempo. Las atmósferas de la presente invención pueden ser reductoras o inertes. El calentamiento de las partículas del filtro en presencia de atmósferas reductoras, vapor, o atmósferas inertes produce un material de filtro con una funcionalidad reducida de oxígeno en la superficie. Los ejemplos de atmósferas reductoras adecuados pueden incluir hidrógeno, nitrógeno, amoníaco disociado, monóxido de carbono, y/o mezclas. Los ejemplos de atmósferas inertes adecuados pueden incluir argón, helio, y/o mezclas de estos.

15 La temperatura del tratamiento, cuando las partículas de carbón activado no contienen ningún catalizador de metal noble (por ejemplo, platino, oro, paladio) puede estar entre aproximadamente 600°C y aproximadamente 1,200°C, preferentemente entre aproximadamente 700°C y aproximadamente 1,100°C, con mayor preferencia entre aproximadamente 800°C y aproximadamente 1,050°C, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 900°C y aproximadamente 1,000°C. Si las partículas de carbón activado contienen catalizador de metal noble, la temperatura del tratamiento puede estar entre aproximadamente 100°C y aproximadamente 800°C, preferentemente entre aproximadamente 200°C y aproximadamente 700°C, con mayor preferencia entre aproximadamente 300°C y aproximadamente 600°C, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 350°C y aproximadamente 550°C.

20 El tiempo de tratamiento puede ser entre aproximadamente 2 minutos y aproximadamente 10 horas, preferentemente entre aproximadamente 5 minutos y aproximadamente 8 horas, con mayor preferencia entre aproximadamente 10 minutos y aproximadamente 7 horas, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 20 minutos y aproximadamente 6 horas. La proporción del flujo de gas puede estar entre aproximadamente 0,25 l estándar/h.g (es decir, litros estándar por hora y gramo de carbón; 0,009 pies estándar³/h.g) y 60 l estándar/h.g (2,1 pies estándar³/h.g), preferentemente entre aproximadamente 0,5 l estándar/h.g (0,028 pies estándar³/h.g) y 30 l estándar/h.g (1,06 pies estándar³/h.g), preferentemente entre aproximadamente 1,0 l estándar/h.g (0,035 pies estándar³/h.g) y 20 l estándar/h.g (0,7 pies estándar³/h.g), y más preferentemente entre aproximadamente 5 l estándar/h.g (0,18 pies estándar³/h.g) y 10 l estándar/h.g (0,35 pies estándar³/h.g). La presión se puede mantener mayor que, igual a, o menor a la atmosférica durante el tiempo del tratamiento. Como se apreciará, se pueden emplear otros procesos para producir un material de filtro mesoporoso, básico, de carbón activado con oxígeno reducido. Además, tal tratamiento de un material de partida como se describió anteriormente se puede repetir múltiples veces, dependiendo del material de partida para obtener un material de filtro.

35 Un material de partida se puede obtener comercialmente, o se puede fabricar por métodos que son bien conocidos en el arte, como se describe en, por ejemplo, Jagtoyen, M., and F. Derbyshire, Carbon, 36(7-8), 1085-1097 (1998), y Evans, y otros, Carbon, 37,269-274 (1999), y Ryoo y otros, J. Phys. Chem B, 103(37), 7743-7746 (1999). Los reactivos químicos típicos usados para la activación/carbonización incluyen el ácido fosfórico, cloruro de cinc, fosfato de amonio, etc. los cuales se pueden usar en combinación con los métodos descritos en las dos publicaciones inmediatamente citadas.

40 El área de la superficie específica de Brunauer, Emmett y Teller (BET) y la distribución de tamaño de poro de Barrett, Joyner, y Halenda (BJH) se puede usar para caracterizar la estructura de poros de las partículas. Preferentemente, el área de superficie BET específica de las partículas del filtro puede ser entre aproximadamente 500 m²/g y aproximadamente 3,000 m²/g, preferentemente entre aproximadamente 600 m²/g a aproximadamente 2,800 m²/g, con mayor preferencia entre aproximadamente 800 m²/g y aproximadamente 2,500 m²/g, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 1,000 m²/g y aproximadamente 2,000 m²/g. Con referencia a la FIG. 1a, se ilustran isotermas típicas de adsorción de nitrógeno, usando el proceso BET, de un carbón activado, mesoporoso, básico, con oxígeno reducido y basado en madera (TA4-CA-10), y un carbón activado ácido mesoporoso basado en madera (CA-10). Con referencia a la FIG. 1b, se ilustran isotermas típicas de adsorción de nitrógeno, usando el proceso BET, de un carbón activado mesoporoso, básico basado en madera (RGC), y un carbón activado, mesoporoso, básico, con oxígeno reducido y basado en madera (The4-RGC).

55 El volumen total de poro de las partículas mesoporosas y básicas de carbón activado se mide durante la adsorción BET de nitrógeno y se calcula como el volumen de nitrógeno adsorbido a una presión relativa, P/P₀, de 0,9814. Más específicamente, y como es bien conocido en la materia, el volumen total de poro se calcula multiplicando el "volumen de nitrógeno adsorbido en ml(STP)/g" a una presión relativa de 0,9814 con el factor de conversión 0,00156, que convierte el volumen de nitrógeno a STP (temperatura y presión estándares) a líquido. El volumen de poro total del as partículas del filtro puede ser mayor que aproximadamente 0,4 ml/g, o mayor que aproximadamente 0,7 ml/g, o mayor que aproximadamente 1,3 ml/g, o mayor que aproximadamente 2 ml/g, y/o o menor que aproximadamente 3 ml/g, o menor que aproximadamente 2,6 ml/g, o menor que aproximadamente 2 ml/g, o menor que aproximadamente 1,5 ml/g.

60 La suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos se mide durante la adsorción BET de nitrógeno y se calcula como la diferencia entre el volumen total de poro y el volumen de nitrógeno adsorbido a P/P₀ de 0,15. La suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos de las partículas del filtro es mayor que 0,12 ml/g, o mayor que 0,2 ml/g, o

mayor que 0,4 ml/g, o mayor que 0,6 ml/g, o mayor que 0,75 ml/g, y puede ser menor que 2,2 ml/g, o menor que 2 ml/g, o menor que 1,5 ml/g, o menor que 1,2 ml/g, o menor que 1 ml/g.

5 La distribución de tamaño de poro BJH se puede medir usando el proceso de Barrett, Joyner, y Halenda (BJH), el cual se describe en J. Amer. Chem Soc., 73, 373-80 (1951) y Gregg and Sing, ADSORPTION, SURFACE AREA, AND
 10 POROSITY, 2da edición, Academic Press, Nueva York (1982). En una modalidad, el volumen de poro puede ser al menos de 0,01 ml/g para cualquier diámetro del poro entre 4 nm y 6 nm. En una modalidad alternativa, el volumen de poro puede estar entre 0,01 ml/g y 0,04 ml/g para cualquier diámetro del poro entre 4 nm y 6 nm. En otra modalidad, el volumen de poro puede ser al menos de 0,03 ml/g para los diámetros del poro entre 4 nm y 6 nm o puede estar entre
 15 0,03 ml/g y 0,06 ml/g. En una modalidad preferida, el volumen de poro puede estar entre 0,015 ml/g y 0,06 ml/g para los diámetros del poro entre 4 nm y 6 nm. La FIG. 2a ilustra las distribuciones típicas de volumen de mesoporo, como se calcula por el proceso de BJH, de un carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, y basado en madera (TA4-CA-10), y un carbón activado mesoporoso, ácido basado en madera (CA-10). La FIG. 2b ilustra las distribuciones típicas de volumen de mesoporo, como se calcula por el proceso de BJH, de un carbón activado mesoporoso, básico basado en madera (RGC), y carbón activado, mesoporoso, básico, con oxígeno reducido y basado en madera (The4-RGC).

La proporción de la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos al volumen total de poros puede ser mayor que aproximadamente 0,3, preferentemente mayor que aproximadamente 0,4, preferentemente mayor que
 20 aproximadamente 0,6, y más preferentemente entre aproximadamente 0,7 y 1.

El área total de la superficie externa se calcula multiplicando el área específica de la superficie externa por la masa de las partículas del filtro, y se basa en las dimensiones de las partículas del filtro. Por ejemplo, el área específica de la superficie externa de las fibras mono-dispersas (es decir, con un diámetro uniforme) se calcula como la proporción del
 25 área de las fibras (menospreciando 2 áreas de las secciones transversales al final de las fibras) con relación al peso de las fibras. Por tanto, el área específica de la superficie externa de las fibras es igual a: $4/\rho D_p$, donde D es el diámetro de las fibras y ρ es la densidad de las fibras. Para las partículas esféricas monodispersas, iguales cálculos rinden el área específica de la superficie externa como igual a: $6/\rho D_p$, donde D el diámetro de la partícula y ρ es la densidad de la partícula. Para las fibras poli-dispersas, partículas esféricas o irregulares, el área específica de la superficie externa se calcula usando la misma fórmula respectiva anterior después de sustituir $\bar{D}_{3,2}$ por D donde $\bar{D}_{3,2}$ es el diámetro promedio de Sauter el cual es el diámetro de una partícula cuya proporción de superficie-volumen es igual al de la distribución total de partícula. Un proceso, bien conocido en la materia, para medir el diámetro promedio de Sauter es por difracción de láser, por ejemplo usando el equipamiento de Malvern ((Malvern Instruments Ltd., Malvern, Reino Unido)). El área de superficie externa específica de las partículas del filtro puede ser entre aproximadamente 10 cm²/g y aproximadamente
 30 100,000 cm²/g, preferentemente entre aproximadamente 50 cm²/g y aproximadamente 50,000 cm²/g, con mayor preferencia entre aproximadamente 100 cm²/g y aproximadamente 10,000 cm²/g, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 500 cm²/g y aproximadamente 7,000 cm²/g.

El BRI de las partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, cuando se mide según el procedimiento de la prueba fijado en la presente, puede ser mayor que 99%, preferentemente mayor que 99,9%, más preferentemente mayor que 99,99%, y más preferentemente mayor que 99,999%. Equivalentemente, el BLRI de las partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, puede ser mayor que 2 log, preferentemente mayor que 3 log, preferentemente mayor que 4 log, y más preferentemente mayor que 5 log. El VRI de las partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, cuando se mide según el procedimiento de la prueba fijado
 45 en la presente, puede ser mayor que 90%, preferentemente mayor que 95%, más preferentemente mayor que 99%, y más preferentemente mayor que 99,9%. Equivalentemente, el VLRI de las partículas de carbón activado mesoporoso, o mesoporoso y básico, o mesoporoso, básico y con oxígeno reducido puede ser mayor que 1 log, preferentemente mayor que 1,3 log, más preferentemente mayor que 2 log, y más preferentemente mayor que 3 log.

50 La teoría de filtración de lecho "limpio", en estado estacionario, y mono-dimensional (asumiendo como despreciable el transporte dispersivo y la desorción de microorganismos) para un filtro de flujo axial (Yao y otros, Environ. Sci. Technol. 5, 1102-1112 (1971)) describe que:

$$C/C_0 = \exp(-\lambda L), \quad (1)$$

55 donde C es la concentración del efluente, C_0 es la concentración del influente, λ es el coeficiente del filtro con unidades de longitud recíproca, y L es la profundidad del filtro. Note que sobre la base de las definiciones anteriores, el número de colisiones que un microorganismo no enlazado experimentará como este se desplaza por una distancia L a través del filtro será $(\lambda/\alpha)L$ donde α es el coeficiente de adherencia del lecho "limpio" (también denominado, eficiencia de colisión, definido como la proporción del número de microorganismos que se adhieren a la superficie del colector con relación al número de microorganismos que golpean la superficie del colector. La Ecuación 1 también es válida para los filtros de flujo radial si L se sustituye por $R_0 - R_i$, donde R_0 es el radio externo y R_i es el radio interior, y el coeficiente del filtro se promedia por encima del espesor del filtro. El coeficiente del filtro para un lecho que contiene partículas (no fibras) es como sigue:

$$\lambda = (3(1-\varepsilon)\eta\alpha)/2d_c, \quad (2)$$

5 donde ε es la porosidad del lecho del filtro, η es la eficiencia de un solo colector, definida como la proporción del número de microorganismos que golpean la superficie del colector al número de microorganismos que fluyen hacia la superficie del colector, y d_c es el diámetro de la partícula del colector. El factor (3/2) en la fórmula anterior es válido para partículas esféricas o igualmente esféricas. Para las partículas cilíndricas (por ejemplo fibras) el término se vuelve (4/π), y el d_c es el diámetro del cilindro. También, note que el término lecho "limpio" significa que las superficies del colector no han acumulado suficientes microorganismos todavía para causar una reducción en la eficiencia de la deposición de nuevos microorganismos (es decir, bloqueo).

Basado en el modelo anterior de filtración de lecho "limpio", el F-BLR y F-VLR se pueden calcular como sigue:

$$\mathbf{F -BLR o F - VLR = -\log(C/C_0) = \lambda L/2.3} \quad (3)$$

15 La eficiencia de un solo colector η , se calcula usando el modelo de Rajagopalan y Tien (modelo RT; AIChE J., 22(3), 523-533 (1976), y AIChE J., 28, 871-872 (1982)) como sigue:

$$\eta = 4A_s^{1/3}Pe^{-2/3} + A_sLo^{1/8}R^{15/8} + 0.00338A_sG^{6/5}R^{-2/5}, \quad (4)$$

20 donde $A_s = \frac{2(1-\gamma^5)}{2-3\gamma+3\gamma^5-2\gamma^6}$, $\gamma = (1-\varepsilon)^{1/3}$, Pe es el número adimensional de Peclet $Pe = \frac{3\mu\pi Ud_c d_m}{kT}$, $Lo = \frac{4H}{9\pi\mu d_m^2 U}$, R es un número de intercepción

adimensional $R = \frac{d_m}{d_c}$, $G = \frac{g(\rho_m - \rho_f)d_m^2}{18\mu U}$, G es el número adimensional de sedimentación μ es la viscosidad dinámica del fluido (igual a 1 mPa.s para el agua), U es la velocidad superficial del fluido (calculada como: $U = 4Q/\pi D^2$, para filtros de flujo axial donde Q es la velocidad de flujo del fluido, y D es el diámetro del área facial del filtro, y $U(R) = Q/2\pi RX$ para filtros de flujo radial donde X es la longitud del filtro, y R es la posición radial entre R_i y R_0), el d_m es el diámetro del microorganismo (o diámetro de una esfera equivalente, si el microorganismo es no esférico), k es la constante de Boltzmann (igual a $1,38 \times 10^{-23}$ kg.m²/s².K), T es la temperatura del fluido, H es la constante de Hamaker (es típicamente igual a 10^{-20} J), g es la constante gravitacional (igual a 9,81 m/s²), ρ_m , es la densidad de los microorganismos, y ρ_f es la densidad del fluido (igual a 1 g/ml para el agua). Para los propósitos y los materiales de la presente invención, H es igual a 10^{-20} J, T es igual a 298 K, ρ_m es igual a 1,05 g/ml, μ es igual a 1 mPa.s. Además, para los propósitos de la presente invención, d_c es el volumen del diámetro medio $D_{V,0.5}$ el cual es el diámetro de la partícula de manera que 50% del volumen total de la partícula está en las partículas de menor diámetro. Además, el tiempo de residencia promedio del fluido se calcula como:

$$\tau = \frac{\varepsilon\pi D^2 L}{4Q} \quad \text{para filtros de flujo axial, y}$$

$$\tau = \frac{\varepsilon\pi(R_0^2 - R_i^2)X}{Q} \quad \text{para filtros de flujo radial} \quad (5)$$

40 El coeficiente de adherencia, a , típicamente se calcula experimentalmente, por ejemplo, usando la técnica de "quinesis microbiana y radiomarcado" (MARK) descrita en Gross y otros (WaterRes., 29(4), 1151-1158 (1995)). La eficiencia de un solo colector, η , de los filtros de la presente invención puede ser mayor que 0,002, preferentemente mayor que 0,02, preferentemente mayor que 0,2, preferentemente mayor que 0,4, con mayor preferencia mayor que 0,6, y con la máxima preferencia entre 0,8 y 1. El coeficiente del filtro, λ , de los filtro de la presente invención puede ser mayor que 10 nr^{-1} , preferentemente mayor que 20 nr^{-1} , con mayor preferencia mayor que 30 nr^{-1} , con la máxima preferencia mayor que 40 nr^{-1} , y/o menor que $20,000 \text{ nr}^{-1}$, preferentemente menor que $10,000 \text{ nr}^{-1}$, con mayor preferencia menor que $5,000 \text{ m}^{-1}$, y con la máxima preferencia menor que $1,000 \text{ m}^{-1}$.

50 El F-BLR de los filtros de la presente invención que contiene partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, cuando se mide según el procedimiento de ensayo que se explica en la presente puede ser mayor que 2 logs, preferentemente mayor que 3 logs, más preferentemente mayor que 4 logs, y más preferentemente mayor que 6 logs. El F-VLR de los filtros de la presente invención que contiene partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, cuando se mide según el procedimiento de la prueba fijada en la presente, puede ser mayor que 1 log, preferentemente mayor que 2 logs, más preferentemente mayor que 3 logs, y más preferentemente mayor que 4 logs.

En aún otra modalidad preferida de la presente invención, las partículas del filtro comprenden partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico, que eran inicialmente ácidas y se volvieron básicas y oxígeno reducido con tratamiento en una atmósfera de amoníaco disociado. Estas partículas son partículas de carbón activado basado en madera. La temperatura del tratamiento está entre aproximadamente 925°C y 1,000°C, la velocidad de flujo del amoníaco está entre aproximadamente 1 l estándar/h.g y 20 l estándar/h.g, y el tiempo del tratamiento está entre aproximadamente 10 minutos y 7 horas. Estas partículas tienen un área específica BET de la superficie entre aproximadamente 800 m²/g y 2,500 m²/g, el volumen total de poro entre aproximadamente 0,7 ml/g y 2,5 ml/g, y la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos entre aproximadamente 0,21 ml/g y 1,7 ml/g. Un ejemplo no limitante de un carbón activado ácido que se convierte a uno básico y un carbón activado de oxígeno reducido se explica a continuación.

Incluso en otra modalidad preferida de la presente invención, las partículas del filtro comprenden partículas de carbón activado con oxígeno reducido, mesoporoso, básico que eran inicialmente mesoporosas y básicas con tratamiento en atmósfera inerte (es decir, helio). Estas partículas son partículas de carbón activado basado en madera. La temperatura del tratamiento está entre aproximadamente 800°C y 1,000°C, la velocidad de flujo del helio está entre aproximadamente 1 l estándar/h.g y 20 l estándar/h.g, y el tiempo del tratamiento está entre aproximadamente 10 minutos y 7 horas. Estas partículas tienen un área específica BET de la superficie entre aproximadamente 800 m²/g y 2,500 m²/g, el volumen total de poro entre aproximadamente 0,7 ml/g y 2,5 ml/g, y la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos entre aproximadamente 0,21 ml/g y 1,7 ml/g. Un ejemplo no limitante de un carbón activado básico que se convierte a uno básico y un carbón activado de oxígeno reducido se explica a continuación.

III. Ejemplos del tratamiento

EJEMPLO 1 (Ejemplo comparativo)

Tratamiento de un carbón activado ácido mesoporoso para producir un carbón activado mesoporoso, básico, y con oxígeno reducido

Aproximadamente 2 kg de partículas GARBOCHEM® CA-10 mesoporosas y ácidas de carbón activado basado en madera de Carbochem, Inc., de Ardmore, PA, se colocan en la cinta transportadora de un horno modelo BAC-M fabricado por C.I. Hayes, Inc., de Cranston, RI. La temperatura del horno se fija a aproximadamente 950°C, el tiempo del tratamiento es aproximadamente 4 horas, y la atmósfera es amoníaco disociado que fluye con una velocidad de flujo volumétrico de aproximadamente 12,800 l estándar/h (es decir, aproximadamente 450 pies estándar³/h, o equivalentemente, de aproximadamente 6.4 l estándar/h.g). Las partículas tratadas de carbón activado se denominan TA4-CA-10, y sus isothermas BET, distribución de volumen de mesoporo y punto de carga cero se ilustran en las FIGS. 1a, 2a, y 3a, respectivamente. Los valores numéricos para BET, la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos, punto de de carga cero, BRI/BLRI, VRI/VLRI, el porcentaje de volumen de oxígeno por peso, y ORP se muestran en la Sección VI.

EJEMPLO 2

Tratamiento de un carbón activado mesoporoso y básico para producir un carbón activado mesoporoso y básico con oxígeno reducido

Aproximadamente 2 kg de partículas MeadWestvaco Nuchar® RGC mesoporosas y básicas de carbón activado basado en madera de MeadWestvaco S.A., de Covington, VA, se colocan en la cinta transportadora de un horno modelo BAGM fabricado por C.I. Hayes, Inc., de Cranston, RI. La temperatura del horno se fija a aproximadamente 800°C, el tiempo del tratamiento es 4 horas, y la atmósfera es helio que fluye con una velocidad de flujo volumétrico de aproximadamente 12,800 l estándar/h (es decir, aproximadamente 450 pies estándar³/h, o equivalentemente, de aproximadamente 6,4 l estándar/h.g). Las partículas tratadas de carbón activado se denominan THE4-RGC, y sus isothermas BET, distribución de volumen de mesoporo y punto de carga cero se ilustran en las FIGS. 1b, 2b, y 3b, respectivamente. Los valores numéricos para BET, la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos, punto de de carga cero, BRI/BLRI, VRI/VLRI, el porcentaje de volumen de oxígeno por peso, y ORP se muestran en la Sección VI.

IV. Filtros de la presente invención

Con referencia a la FIG. 4, se describirá ahora un ejemplo de filtro fabricado de acuerdo con la presente invención. El filtro 20 comprende un compartimiento 22 en forma de cilindro que tiene una entrada 24 y una salida 26. El compartimiento 22 puede proporcionarse en una variedad de formas, contornos, tamaños, y ordenamientos que dependen del uso intencional y del desempeño deseado del filtro 20, como se conoce en la materia. Por ejemplo, el filtro 20 puede ser un filtro de flujo axial, en donde la entrada 24 y salida 26 están dispuestas de manera que el líquido fluye a lo largo del eje del compartimiento 22. Alternativamente, el filtro 20 puede ser un filtro de flujo radial en donde la entrada 24 y salida 26 se ordenan para que el fluido (por ejemplo, o un líquido, gas, o mezcla de estos) fluya a lo largo de un radial del compartimiento 22. Tanto en la configuración de flujo axial o radial, el filtro 20 se puede configurar preferentemente para acomodar una área facial de al menos aproximadamente 0,5 pulg.² (3,2 cm²), más

5 preferentemente al menos aproximadamente 3 pulg.² (19,4 cm²), y más preferentemente al menos aproximadamente 5 pulg.² (32,2 cm²), y preferentemente una profundidad del filtro de al menos aproximadamente 0,125 pulg. (0,32 cm), de al menos aproximadamente 0,25 pulg. (0,64 cm), más preferentemente al menos aproximadamente 0,5 pulg. (1,27 cm), y más preferentemente al menos aproximadamente 1,5 pulg. (3,81 cm). Para los filtros de flujo radial, la longitud del filtro puede ser al menos 0,25 pulg. (0,64 cm), más preferentemente al menos aproximadamente 0,5 pulg. (1,27 cm), y más preferentemente al menos aproximadamente 1,5 pulg. (3,81 cm). Aun más, el filtro **20** puede incluir secciones de flujo axial y radial.

10 El compartimiento también se puede formar como parte de otra estructura sin apartarse del alcance de la presente invención. Aunque los filtros de la presente invención están particularmente preparados para el uso con el agua, se apreciará se pueden usar otros fluidos (por ejemplo, aire, gas, y mezclas de aire y líquidos). Así, se piensa que el filtro **20** representa un filtro líquido genérico o filtro de gas. Para acomodar la proporción de flujo y el uso intencional del filtro **20** se pueden seleccionar el tamaño, forma, espacio, alineación, y posicionamiento de la entrada **24** y salida **26**, como es conocido en la materia. Preferentemente, el filtro **20** se configura para el uso en las aplicaciones de agua potables residenciales o comerciales, incluyendo, pero no limitado a, los filtros de toda la casa, filtros de refrigerador, unidades portátiles de agua (por ejemplo, equipos de campismo, como botellas de agua), filtros para grifos de montaña, filtros para fregaderos, filtros para dispositivos médicos, filtros industriales, filtros de aire, etc. Los ejemplos de configuraciones de filtros, dispositivos de agua potable, aplicaciones para el consumidor, y otros dispositivos de filtración de agua adecuados para el uso con la presente invención se describen en las patentes de Estados Unidos núms. 5,527,451, 5,536,394, 5,709,794, 5,882,507, 6,103,114, 4,969,996, 5,431,813, 6,214,224, 5,957,034, 6,145,670, 6,120,685, y 6,241,899. Para las aplicaciones de agua potable, el filtro **20** se puede configurar para acomodar una proporción de flujo de menos de aproximadamente 8 l/min preferentemente, o menos de aproximadamente 6 l/min, o entre aproximadamente 2 l/min y 4 l/min, y el filtro puede contener menos de aproximadamente 2 kg de material de filtro, o menos de aproximadamente 1 kg de material de filtro, o menos de aproximadamente 0,5 kg de material de filtro. Además, para las aplicaciones de agua potables, el filtro **20** se puede configurar para facilitar un tiempo de residencia promedio del fluido de al menos aproximadamente 3 s preferentemente, preferentemente al menos aproximadamente 5 s, preferentemente al menos aproximadamente 7 s, más preferentemente al menos aproximadamente 10 s, y más preferentemente al menos aproximadamente 15 s. Aun más, para las aplicaciones de agua potables, el filtro **20** se puede configurar para alojar un volumen de poro del material de filtro de al menos aproximadamente 0,4 cm³ preferentemente, al menos aproximadamente 4 cm³, preferentemente más preferentemente al menos aproximadamente 14 cm³, y más preferentemente al menos aproximadamente 25 cm³.

35 El filtro **20** también comprende un material de filtro **28** el cual se puede usar en combinación con otros sistemas de filtro incluyendo los sistemas de ósmosis inversa, los sistemas de luz ultra-violeta, los sistemas de intercambio iónico, los sistemas de agua electrolizada, y otros sistemas de tratamiento de agua conocidos por los expertos en la materia.

40 El filtro **20** también comprende un material de filtro **28**, en donde el material de filtro **28** incluye una o más partículas del filtro (por ejemplo, fibras, gránulos, etc.). Una o más de las partículas del filtro pueden ser mesoporosas, más preferentemente mesoporosas y básicas, y más preferentemente mesoporosas, básicas y con oxígeno reducido y posee las características discutidas previamente. El material de filtro **28** de carbón activado mesoporoso; o mesoporoso y básico; o mesoporoso, básico y con oxígeno reducido puede combinarse con partículas formadas de otros materiales o combinación de materiales, como polvos de carbón activado, gránulos de carbón activado, fibras de carbón activado, zeolitas, inorgánicos (incluyendo alúmina activada, magnesia, tierra de diatomeas, sílice, óxidos mixtos, como hidrotalcitas, vidrio, etc.), materiales catiónicos (incluyendo polímeros como poliaminoamidas, polietileniminas, polivinilamina, cloruro de polidialildimetilamonio, polidimetilamina-epiclorohidrina, polihexametilen-guanidina, cloruro de poli-[2-(2-etoxi)-etoxietil-guanidinio, los cuales se pueden enlazar a fibras (incluyendo polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno y anhídrido maleico, carbón, vidrio, etc.) y/o a los materiales irregularmente formados (incluyendo carbón, tierra de diatomeas, arena, vidrio, arcilla, etc.), y mezclas de estos. Los ejemplos de materiales de filtro y combinaciones de materiales de filtro con los que el carbón activado mesoporoso y básico se puede combinar se describen en las patentes de Estados Unidos núms. 6,274,041, 5,679,248 y WO 01/07090. Como se discutió previamente, el material de filtro se puede proporcionar en forma suelta o interconectada (por ejemplo, parcial o totalmente unido por un aglutinante polimérico u otros medios para formar una estructura integral).

55 El material de filtro se puede usar para diferentes aplicaciones (por ejemplo, como un pre-filtro o post-filtro) variando el tamaño, forma, formaciones complejas, carga, porosidad, estructura de la superficie, grupos funcionales, etc. de las partículas de nitro como se discutió anteriormente. El material de filtro también se puede mezclar con otros materiales, tal como se acaba de describir para adecuarlo para un uso particular. Sin considerar si el material de filtro se mezcla con otros materiales, se puede usar como un lecho suelto, un bloque (incluyendo un bloque co-extrudido como se describe en la patente de Estados Unidos núm. 5,679,248), y mezclas de estos. Los métodos preferidos que pueden usarse con el material de filtro incluyen la formación de un bloque de filtro hecho por la mezcla de cerámica-carbón (en donde el aglomerante viene del encendido de la cerámica), usando polvo entre los no entrelazados como se describe en la patente de Estados Unidos núm. 6,077,588 usando el método ecológico de fortalecimiento como se describe en la patente de Estados Unidos núm. 5,928,588, activando el aglomerante de resina que forma el bloque, o usando un método de calentamiento resistivo como se describe en el la Solicitud de PCT con número de serie WO 98/43796.

65

V. Ejemplos de filtros

EJEMPLO 3 (ejemplo comparativo)

5 Filtro que contiene partículas mesoporosas y básicas de carbón activado

10 Aproximadamente 18,3 g de polvo de carbón activado mesoporoso y básico Nuchar® RGC (con $D_{V,0.5}$ igual a aproximadamente 45 μm) de MeadWestvaco Corp. de Covington, VA, se mezclan con aproximadamente 7 g de aglutinante FN510-00 de Equistar Chemicals, Inc. of Cincinnati, OH para polietileno de bajo-densidad Microthene® (LDPE) y aproximadamente 2 g de Alusil® 70 polvo de aluminosilicato de Selecto, Inc., de Norcross, GA. Los polvos mezclados se vierten después en un molde circular de aluminio con un diámetro interior de aproximadamente 3 pulg. (aproximadamente 7,62 cm) y una profundidad de aproximadamente 0,5 pulg. (aproximadamente 1,27 cm). El molde se cierra y se coloca en una prensa calentada con platinas mantenidas a aproximadamente 204°C por 1 h. Después, se deja enfriar el molde hasta la temperatura ambiente, se abre, y se remueve el filtro de flujo axial. Las características del filtro son: área facial: aproximadamente 45,6 cm^2 ; profundidad del filtro: aproximadamente 1,27 cm; volumen total del filtro: aproximadamente 58 ml; porosidad del filtro (para poros mayores que aproximadamente 0,1 μm): aproximadamente 0,43; y volumen de poro del material de filtro (para poros mayores que aproximadamente 0,1 μm): aproximadamente 25 ml (medido por porosimetría de mercurio). El filtro se coloca en un compartimiento de Teflon® descrito en los procedimientos de ensayo a continuación. Cuando la velocidad de flujo es aproximadamente 200 ml/min, la caída de presión de este filtro es aproximadamente 17 psi (aproximadamente 1,2bar, 0,12 MPa) para los primeros 2,000 volúmenes de poro de filtro. Los valores numéricos para F-BLR, F-VLR, η , y α se muestran en la Sección VI.

VI. Ensayos y procedimientos de cálculo

25 Los siguientes procedimientos de ensayo se usan para calcular la BET, el punto de carga cero, BRI/BLRI, VRI/VLRI, el porcentaje del volumen de oxígeno por peso, ORP, F-BLR, y los valores de RVLRL que se discuten en la presente. También se discuten en la presente los procedimientos de cálculo para la eficiencia de un solo colector, coeficiente del filtro, tiempo de residencia promedio del fluido, y F-BLR.

30 Aunque la medida de los valores de BRI/BLRI y de VRI/VLRI es con respecto a un medio acuoso, no se piensa que esto limite el uso final de los materiales de filtro de la presente invención, sino que los materiales de filtro pueden usarse finalmente con otros fluidos como se discutió previamente aunque los valores de BRI/BLRI y de VRI/VLRI se calculan con respecto a un medio acuoso. Además, no se pretende que los materiales de filtro escogidos más abajo para ilustrar el uso de los procedimientos de ensayo limiten el alcance de la fabricación y/o composición de los materiales del filtro de la presente invención o limiten qué materiales de filtro de la presente invención se pueden evaluar usando los procedimientos de ensayo.

Procedimiento de ensayo de BET

40 El área de superficie específica BET y la distribución del volumen de poros se miden usando una técnica de adsorción de nitrógeno, tal como se describe en ASTM D 4820-99 por la adsorción multipunto de nitrógeno, a aproximadamente 77K con un analizador de área superficial y de tamaño de poro Coulter Serie SA3100 fabricado por Coulter S.A., de Miami, FL. Este proceso también puede proporcionar los volúmenes de macroporos, mesoporos, y de microporos. Para las partículas del filtro TA4-CA-10 del Ejemplo 1, el área BET es aproximadamente 1,038 m^2/g , el volumen de microporo es aproximadamente 0,43 ml/g, y la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es aproximadamente 0,48 ml/g. Para las partículas del filtro THe4-RGC del Ejemplo 2, el área BET es aproximadamente 2,031 m^2/g , el volumen de microporo es aproximadamente 0,81 ml/g, y la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos es aproximadamente 0,68 ml/g. Note que los valores respectivos de los materiales de partida CA-10 y RGC son: aproximadamente 1,309 m^2/g ; aproximadamente 0,54 ml/g; aproximadamente 0,67 ml/g; y aproximadamente 1,745 m^2/g ; aproximadamente 0,70 ml/g; y aproximadamente 0,61 ml/g, respectivamente. La típica isoterma de nitrógeno BET y la distribución de volumen de mesoporos para el material de filtro de los Ejemplos 1 y 2 se ilustran en las FIGS. 1a y 1b, respectivamente. Como se apreciará, se puede sustituir otra instrumentación para las mediciones de la BET como es conocido en la materia.

55 Procedimiento de ensayo para el punto de carga cero

Una solución acuosa de aproximadamente 0,010 M de KCl se prepara a partir de KCl calidad reactivo y agua recientemente destilada bajo gas argón. El agua usada para la destilación es desionizada por una ósmosis inversa secuencial y tratamiento de intercambio iónico. Aproximadamente un volumen de 25,0 ml de la solución acuosa de KCl se transfiere a seis frascos de aproximadamente 125 del ml, cada uno ajustado con un tapón 24/40 de vidrio esmerilado. Se adicionan cantidades microlitros de soluciones acuosas estandarizadas de HCl o de NaOH a cada frasco para que el pH inicial esté en un intervalo de entre aproximadamente 2 y aproximadamente 12. El pH de cada frasco se registra después usando un pH-metro 420A modelo Orión con un electrodo de combinación triodo pH/ATC modelo Orión 9107BN, fabricado por Thermo Orión Inc., de Beverly, MA, y se denomina "pH inicial". Aproximadamente 0,0750 \pm 0,0010 g de partículas de carbón activado se adicionan a cada uno de los seis frascos, y las suspensiones acuosas se

agitan (a aproximadamente 150 rpm) mientras se tapan durante aproximadamente 24 horas a temperatura ambiente antes de registrar el "pH final". La FIG. 3a muestra los valores del pH inicial y final para los experimentos corridos con los materiales de carbón activado CA-10, y TA4-CA-10, y la FIG. 3b muestra los valores del pH inicial y final para los experimentos corridos con los materiales de carbón activado RGC y THe4-RGC. El punto de carga cero para CA-10, TA4-CA-10, RGC, y THe4-RGC es aproximadamente 5,0, aproximadamente 9,7, aproximadamente 8,8, y aproximadamente 8,6, respectivamente. Como se apreciará, se puede sustituir otra instrumentación para este procedimiento de ensayo como se conoce en la materia.

Procedimiento de ensayo para BRI/BLRI

Se usa un JarTester PB-900™ programable fabricado por Phipps & Bird, Inc., de Richmond, VA, con 2 o más matraces de vidrio Pyrex® (en dependencia del número de materiales a ensayar). El diámetro de los matraces es aproximadamente 11,4 cm (aproximadamente 4,5") y la altura es aproximadamente 15,3 cm (aproximadamente 6"). Cada matraz contiene aproximadamente 500 ml de agua desclorada, proporcionada municipalmente del grifo y contaminada con microorganismos *E. coli* y un agitador que rota a aproximadamente 60 rpm. Los agitadores son paletas (aspas) de acero inoxidable de aproximadamente 7,6 cm (aproximadamente 3") de longitud, de aproximadamente 2,54 cm (aproximadamente 1") de altura, y de aproximadamente 0,24 cm (aproximadamente 3/32") de espesor. Los agitadores se colocan a aproximadamente 0,5 cm (aproximadamente 3/16") del fondo de los matraces. El primer matraz no contiene ningún material de filtro y se usa como control, y los otros matraces contienen cantidad suficiente de los materiales del filtro, teniendo un diámetro promedio de Sauter de menos de aproximadamente 55 µm, de manera que el área geométrica total de la superficie externa de los materiales en los matraces es aproximadamente 1400 cm². Este diámetro promedio de Sauter se logra por a) tamizado de las muestras con una amplia distribución de tamaño y un elevado diámetro promedio de Sauter o b) reducción del tamaño de las partículas del filtro (por ejemplo, si las partículas del filtro son mayores que aproximadamente 55 µm o si el material de filtro está en una forma integrada o unida) por cualquier técnica de reducción de tamaño bien conocida por los expertos en la materia. Por ejemplo, y no a modo de limitación, las técnicas de reducción de tamaño son trituración, pulverización, y molienda. El equipamiento típico que se usa para la reducción del tamaño incluye trituradoras de mandíbula, trituradoras giratorias, trituradoras de rodillo, desfibradoras, molinos de impacto pesado, molinos medios, y molinos de fluido energético, como molino de chorros a reacción centrífugos, molinos de reacción a chorros opuestos o molinos de chorros de reacción con yunques. La reducción del tamaño se puede usar en las partículas del filtro sueltas o enlazadas. Debe eliminarse cualquier recubrimiento biocida en las partículas del filtro o el material de filtro antes de dirigir este ensayo. Alternativamente, las partículas del filtro no recubiertas se pueden sustituir para este ensayo.

Las muestras duplicadas de agua, cada una de aproximadamente 5 ml en volumen, se colectan de cada matraz para el ensayo a distintos tiempos después de la inserción de las partículas del filtro en los matraces hasta que se alcance el equilibrio en los matraces que contienen las partículas del filtro. Los tiempos de muestra típicos son: aproximadamente 0, aproximadamente 2, aproximadamente 4 y aproximadamente 6 horas. Otro equipamiento se puede sustituir como es conocido en la materia.

Las bacterias *E. coli* usadas son las ATCC #25922 (Colección Americana de Cultivos Tipo, Rockville, MD). La concentración diana de *E. coli* en el matraz control se fija para que sea de aproximadamente 3,7x10⁹ CFU/l. El ensayo de *E. coli* se puede dirigir usando la técnica de filtro de membrana según el proceso #9222 de la 20^{ma} edición del "Standard Processes for the Examination of Water and Wastewater" publicado por la Asociación de Salud Pública de Estados Unidos (APHA), Washington, DC. El límite de detección (LOD) es aproximadamente 1x10³ CFU/l.

Los ejemplos ilustrativos de BRI/BLRI para los materiales del filtro de los Ejemplos 1 y 2 se muestran en las FIG. 5a y FIG. 5b. La cantidad del material de carbón activado mesoporoso y ácido CA-10 es aproximadamente 0,75 g y del material de carbón activado mesoporoso, básico y con oxígeno reducido TA40-CA-10 es aproximadamente 0,89 g. La cantidad del material de carbón activado mesoporoso y básico RGC es aproximadamente 0,28 g, y del material de carbón activado mesoporoso, básico y con oxígeno reducido THe4-RGC, es aproximadamente 0,33 g. Las cuatro cantidades corresponden a un área de la superficie externa de aproximadamente 1,400 cm². La concentración de *E. coli* en el matraz control en la FIG. 5a es de aproximadamente 3,7x10⁹ CFU/l, y en la FIG. 5b es de aproximadamente 3,2x10⁹ CFU/l. Las concentraciones de *E. coli* en los matraces que contienen las muestras de CA-10, TA4-CA-10, RGC, y THe4-RGC alcanzan el equilibrio en aproximadamente 6 horas, y sus valores son: aproximadamente 2,1x10⁶ CPU/l, aproximadamente 1,5x10⁴ CFU/l, aproximadamente 3,4x10⁶ CPU/l, y aproximadamente 1,2x10⁶ CFU/l, respectivamente. Después, se calculan los BRI respectivos como aproximadamente 99,94%, aproximadamente 99,9996%, aproximadamente 99,91%, y aproximadamente 99,97%, y los BLRI respectivos se calculan como aproximadamente 3,2 log, aproximadamente 5,4 log, aproximadamente 3,0 log, y aproximadamente 3,5 log.

Procedimiento de ensayo para VRI/VLRI

El equipamiento de ensayo y el procedimiento son los mismos que el procedimiento de BRI/BLRI. El primer matraz no contiene ningún material de filtro y se usa como control, y los otros matraces contienen una cantidad suficiente de los materiales del filtro, que tienen un diámetro promedio de Sauter de aproximadamente 55 µm, de manera que el área geométrica total de la superficie externa de los materiales en los matraces es aproximadamente 1400 cm² en los

ES 2 389 180 T3

matraces. Debe eliminarse cualquier recubrimiento biocida en las partículas del filtro o el material de filtro antes de dirigir este ensayo. Alternativamente, las partículas del filtro no recubiertas se pueden sustituir para este ensayo.

5 Los bacteriófagos MS-2 usados son los ATCC #15597B de la Colección Americana de Cultivos Tipo de Rockville, MD. La concentración diana de MS-2 en el matraz control se fija para que sea aproximadamente $2,07 \times 10^9$ PFU/l. El MS-2 se puede ensayar según el procedimiento por C J. Hurst, Appl. Environ. Microbiol., 60(9), 3462(1994). Otros ensayos conocidos en la materia se pueden sustituir. El límite de detección (LOD) es aproximadamente 1×10^3 PFU/l.

10 Los resultados ilustrativos de VRI/VLRI para los materiales del filtro de los Ejemplos 1 y 2 se muestran en las FIG. 6a y FIG. 6b. La cantidad del material de carbón activado mesoporoso y ácido CA-10 es aproximadamente 0,75 g, y del material de carbón activado mesoporoso, básico y con oxígeno reducido TA40-CA-10 es aproximadamente 0,89 g. La cantidad del material de carbón activado mesoporoso y básico RGC es aproximadamente 0,28 g, y del material de carbón activado mesoporoso, básico y con oxígeno reducido THe4-RGC, es aproximadamente 0,33 g. Las cuatro cantidades corresponden a un área de la superficie externa de aproximadamente $1,400 \text{ cm}^2$. La concentración de MS-2 en el matraz control en la FIG. 6a es aproximadamente $6,7 \times 10^7$ PFU/l, y en la FIG. 6b es aproximadamente $8,0 \times 10^7$ PFU/l. Las concentraciones de MS-2 en los matraces que contienen las muestras de CA-10, TA4-CA-10, RGC, y THe4-RGC alcanzan el equilibrio en aproximadamente 6 horas, y sus valores son: aproximadamente $4,1 \times 10^4$ PFU/l, aproximadamente 1×10^3 PFU/l, aproximadamente 3×10^3 PFU/l, y menos de aproximadamente $1,0 \times 10^3$ PFU/l (límite de detección), respectivamente. Después, se calculan los respectivos VRI como aproximadamente 99,94%, aproximadamente 99,999%, aproximadamente 99,996%, y > aproximadamente 99,999%, y los respectivos VLRI se calculan como aproximadamente 3,2 log, aproximadamente 5 log, aproximadamente 4,4 log, y > aproximadamente 5 log.

Procedimiento de ensayo para el porcentaje de volumen de oxígeno por peso

25 El porcentaje del volumen de oxígeno por peso se mide usando el Analizador Elemental Modelo 240 de PerkinElmer (Modificación de Oxígeno; PerkinElmer, Inc.; Wellesley, MA). La técnica se basa en la pirolisis de la muestra en una corriente de helio a aproximadamente 1000°C sobre carbón revestido de platino. Las muestras de carbón se secan durante la noche en un horno de vacío a aproximadamente 100°C . Como se apreciará, otra instrumentación se puede sustituir para este procedimiento de ensayo como es conocido en la materia. Los valores ilustrativos para el porcentaje de volumen de oxígeno por peso para los materiales del filtro CA-10, TA4-CA-10, RGC y THe4-RGC son aproximadamente 8,3%, aproximadamente 1,1%, aproximadamente 2,3%, y aproximadamente 0,8%, respectivamente.

Procedimiento de ensayo para ORP

35 El ORP se mide usando el electrodo redox de platino Modelo 96-78-00 de Orión Research, Inc. (Beverly, MA), y siguiendo el estándar ASTM D 1498-93. El procedimiento involucra la suspensión de aproximadamente 0,2 g de carbón en aproximadamente 80 ml de agua del grifo, y leyendo las lecturas del electrodo, en mV, después de aproximadamente 5 min de agitación suave. Como se apreciará, se puede sustituir otra instrumentación para este procedimiento de ensayo como es conocido en la materia. Los valores ilustrativos de ORP para los materiales del filtro CA-10, TA4-CA-10, RGC y THe4-RGC son aproximadamente 427 mV, aproximadamente 285 mV, aproximadamente 317 mV, y aproximadamente 310 mV, respectivamente.

Procedimiento de ensayo para F-BLR

45 Los compartimientos para los filtros de flujo axial con carbón mesoporoso se fabrican de Teflon® y pueden consistir en 2 partes, es decir, una tapa y una base. Ambas partes tienen un diámetro externo de aproximadamente 12,71 cm (aproximadamente 5") y un diámetro interno de aproximadamente 7,623 cm (aproximadamente 3"). El contador de la tapa se fija en la base con un sello de compresión de anillo-o (de aproximadamente 76 mm (3") DD y aproximadamente 3 mm (1/8") de espesor). Los conectores de espiga de manguera de la entrada y salida se enroscan a la tapa y base con tubos de rosca de aproximadamente 1,5 mm ((1/16") NPT. Un desviador de acero inoxidable de aproximadamente 13 mm (1/2") de espesor por aproximadamente 70 mm (2 3/4") OD (con un orificio de aproximadamente 5 mm (3/16") en el lado superior y un tamiz de aproximadamente 3,3 mm (malla 6) en el lado inferior) es contra-fijado en la tapa del compartimiento. La función del desviador es distribuir el flujo de entrada sobre toda la cara del filtro. La tapa y base del compartimiento se ajustan de manera que el sello de compresión sale sellando el filtro dentro del compartimiento. La tapa y la base se sostienen conjuntamente usando cuatro sujetadores de aproximadamente 6 mm (1/4").

50 El filtro se monta dentro del compartimiento y el agua contaminada con aproximadamente 1×10^8 CFU/l de *E. coli* fluye a través a una velocidad de flujo de aproximadamente 200 ml/min. La cantidad total de agua que fluye puede ser aproximadamente de 2,000 volúmenes de poro del material del filtro o más. Las bacterias *E. coli* usadas son las ATCC #25922 (Colección Americana de Cultivos Tipo, Rockville, MD). La concentración de *E. coli* se puede dirigir usando la técnica de filtro de membrana según el proceso #9222 de la 20^{ma} edición del "standard Processes for the Examination of Water and Wastewater" publicado por la Asociación de Salud Pública de Estados Unidos (APHA), Washington, DC. Otros ensayos conocidos en la materia se pueden sustituir (por ejemplo, COLILERT®). El límite de detección (LOD) es aproximadamente 1×10^2 CFU/l cuando se mide por la técnica de filtro de membrana, y aproximadamente 10 CFU/l

cuando se mide por la técnica de COLILERT®. El agua efluente se colecta después del flujo de aproximadamente los primeros 2,000 volúmenes de poros del materiales del filtro, se ensaya para el conteo de las bacterias *E. coli* presentes, y se calcula el F-BLR usando la definición.

5 Ejemplos de resultados que se usan para calcular F-BLR se muestran en la FIG. 7a para los filtros de flujo axial del Ejemplo 3 y Ejemplo 4. La velocidad de flujo usada en la FIG. 7a es aproximadamente de 200 ml/min y la concentración en el influente de *E. coli* varía entre aproximadamente 1×10^8 y 1×10^9 CFU/l. Los filtros se cargan con aproximadamente 20 l una vez por semana (todos los martes) y el agua del efluente se ensaya como se describe anteriormente. El tiempo de residencia promedio del fluido para el filtro de RGC es aproximadamente 7,5 s, y del filtro de coco es aproximadamente 7,65 s. El F-BLR del filtro de RGC del Ejemplo 3 se calcula como aproximadamente 6,8 log. Para el filtro de coco del Ejemplo 4 la recolección de agua efluente se detiene a aproximadamente 40 l (lo cual es equivalente a aproximadamente 1,570 volúmenes de poro del material de filtro) dado que el filtro muestra un avance casi completo a este volumen de agua. El F-BLR se calcula como aproximadamente 1,9 log a aproximadamente 1,570 volúmenes de poro del material de filtro.

15 Procedimiento de ensayo para F-VLR

Los compartimientos para los filtros de flujo axial con carbón mesoporoso son los mismos que se describen anteriormente en el procedimiento de F-BLR. El agua contaminada con aproximadamente 1×10^7 PFU/l MS-2 fluye a través de un sistema de compartimiento/filtro a una velocidad de flujo de aproximadamente 200 ml/min. La cantidad total de agua que fluye puede ser aproximadamente de 2,000 volúmenes de poros del material del filtro o más. Los bacteriófagos MS-2 usados son los ATCC # 15597B (Colección Americana de Cultivos Tipo, Rockville, MD). El ensayo de MS-2 se puede conducir según el procedimiento por C J. Hurst, Appl. Environ. Microbiol., 60(9), 3462(1994). Otros ensayos conocidos en la materia se pueden sustituir. El límite de detección (LOD) es aproximadamente 1×10^3 PFU/l. El agua efluente se recolecta después del flujo de aproximadamente los primeros 2,000 volúmenes de poros del materiales del filtro, se ensaya para el conteo de los bacteriófagos MS-2 presentes, y el F-VLR se calcula usando la definición.

Los resultados ilustrativos que se usan para calcular F-VLR se muestran en la FIG. 7b para los filtros de flujo axial del Ejemplo 3 y Ejemplo 4. La velocidad de flujo usada en la FIG. 7b es aproximadamente 200 ml/min y la concentración del influente de MS-2 varía alrededor de aproximadamente 1×10^7 PFU/l. Los filtros se cargan con aproximadamente 20 l una vez por semana (todos los martes) y el agua del efluente se ensaya como se describe anteriormente. El F-VLR del filtro de RGC del Ejemplo 3 se calcula como > aproximadamente 4,2 log. Para el filtro de coco del Ejemplo 4 la recolección de agua efluente se detiene a aproximadamente 40 l (lo cual es equivalente a aproximadamente 1,570 volúmenes de poro del material de filtro) dado que el filtro muestra un avance casi completo a este volumen de agua. El F-BLR se calcula como aproximadamente 0,3 log a aproximadamente 1,570 volúmenes de poro del material de filtro.

35 Procedimientos de cálculo para el coeficiente de eficiencia del filtro con un solo colector. Tiempo de residencia promedio del fluido, y F-BLR

40 El cálculo de eficiencia de un solo colector para los filtros usa la Ecuación 4 y los números adimensionales descritos después de esa ecuación. Los ejemplos de cálculos para el filtro RGC de flujo axial del Ejemplo 3 usando los parámetros siguientes: $\epsilon = 0,43$, $d_m = 1 \mu\text{m}$, $d_c = 45 \mu\text{m}$, $H = 10^{-20}$ J, $\rho_m = 1,058$ g/ml, $\rho_f = 1,0$ g/ml, $\mu = 1$ mPa·s, $T = 298$ K, velocidad de flujo de agua $Q = 200$ ml/min, diámetro del filtro $D = 7,623$ cm, y $U = 0,0007$ m/s, da un $\eta = 0,01864$. Para los mismos parámetros y para $\alpha = 1$, el coeficiente del filtro se calcula según la Ecuación 2 como: $\lambda = 354,2$ m⁻¹. Además, el F-BLR del mismo filtro es calculado según la Ecuación 3 como aproximadamente 1,95 log. Los ejemplos de cálculos para el filtro de coco del Ejemplo 4, usando los mismos parámetros como los anteriores, dan $\eta = 0,00717$ y $\lambda = 65,5$ m⁻¹. Finalmente, el F-BLR del mismo filtro se calcula según la Ecuación 3 como aproximadamente 0,36 log.

50 Los filtros en la presente pueden proporcionarse con información que se comunicará al consumidor, mediante palabras y/o mediante imágenes, acerca de los beneficios que proporcionará el uso de partículas de filtro de carbón y/o material de filtro de la presente invención los cuales incluyen la eliminación de microorganismos, y esta información puede incluir la reivindicación de superioridad sobre otros productos de filtros. En una variante altamente deseable, la información puede incluir que el uso de la invención proporciona reducidos niveles de microorganismos de tamaño nano. De acuerdo con esto, el uso de paquetes en asociación con información que se comunicará al consumidor, mediante palabras y/o mediante imágenes, acerca de los beneficios que proporcionará el uso de la invención tales como el agua potable, o agua más potable como se discute en la presente, es importante. La información puede incluir, por ejemplo, la publicidad en todos los medios de comunicación usuales, así como declaraciones e iconos en el paquete, o en el propio filtro, para informar al consumidor.

60 Las modalidades descritas en la presente se escogieron y describieron para proporcionar la mejor ilustración de los principios de la invención y su aplicación práctica para permitir al experto en la materia utilizar la invención en sus distintas modalidades y con varias modificaciones según el uso particular contemplado. Todas las modificaciones y variaciones están dentro del alcance de la invención como se determina por las reivindicaciones anexas cuando se interpretan de acuerdo con la amplitud para la cual están imparcial, legal y equitativamente facultadas.

REIVINDICACIONES

1. Un filtro para proporcionar agua potable que comprende:
- a) un compartimiento con una entrada y una salida; y
 - b) un material de filtro dispuesto dentro de dicho compartimiento formado al menos en parte de una pluralidad de partículas de filtro mesoporosas de carbón activado;
- 5 **caracterizado porque** las partículas del filtro son básicas y la pluralidad de partículas del filtro de carbón tiene un porcentaje de volumen de oxígeno en peso de menos de 1%.
- 10 2. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde la pluralidad de partículas del filtro de carbón tiene un BRI mayor que 99,99%, y un VRI mayor que 99%.
- 15 3. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el material de filtro tiene un F-BLR mayor que 2 logs y un F-VLR mayor que 1 log.
- 20 4. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el material de filtro tiene un eficiencia de un solo colector de entre 0,005 y 0,25, y un coeficiente de filtro entre 40 m^{-1} y $14,000\text{ m}^{-1}$.
- 25 5. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde la pluralidad de partículas del filtro de carbón tiene un punto de carga cero entre 9 y 12, y un ORP entre 290 mV y 175 mV.
- 30 6. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde la suma de los volúmenes de mesoporos y de macroporos de la pluralidad de partículas mesoporosas del filtro de carbón activado está entre 0,2 ml/g y 2 ml/g.
7. El filtro de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el material de filtro se dispone en el compartimiento para el flujo axial y tiene un área facial de al menos 970 mm^2 (1,5 pulg²) y una profundidad de al menos 6,4 mm (0,25 pulg.).

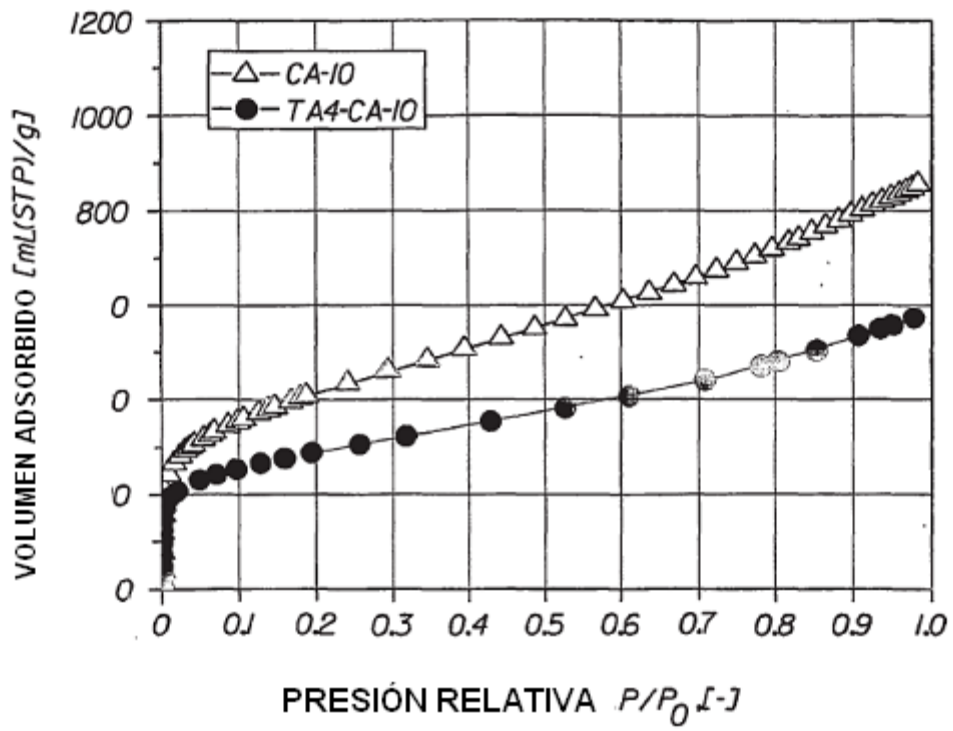


Fig. 1a

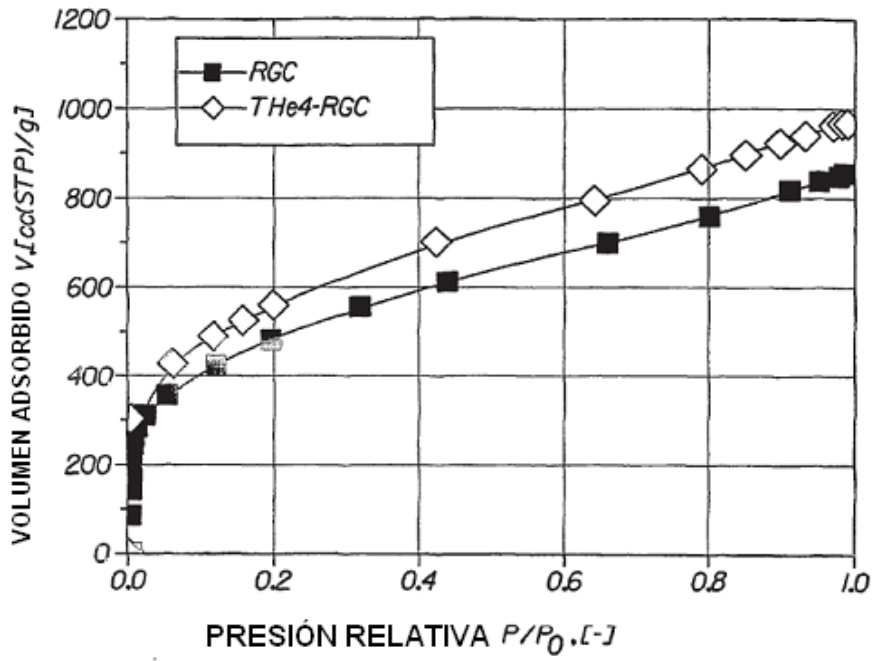


Fig. 1b

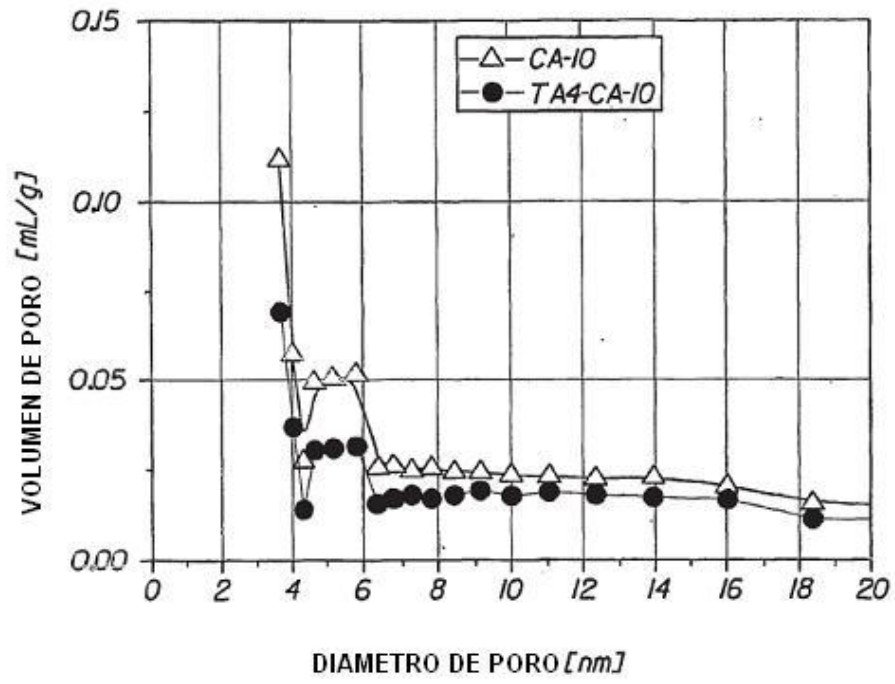


Fig. 2a

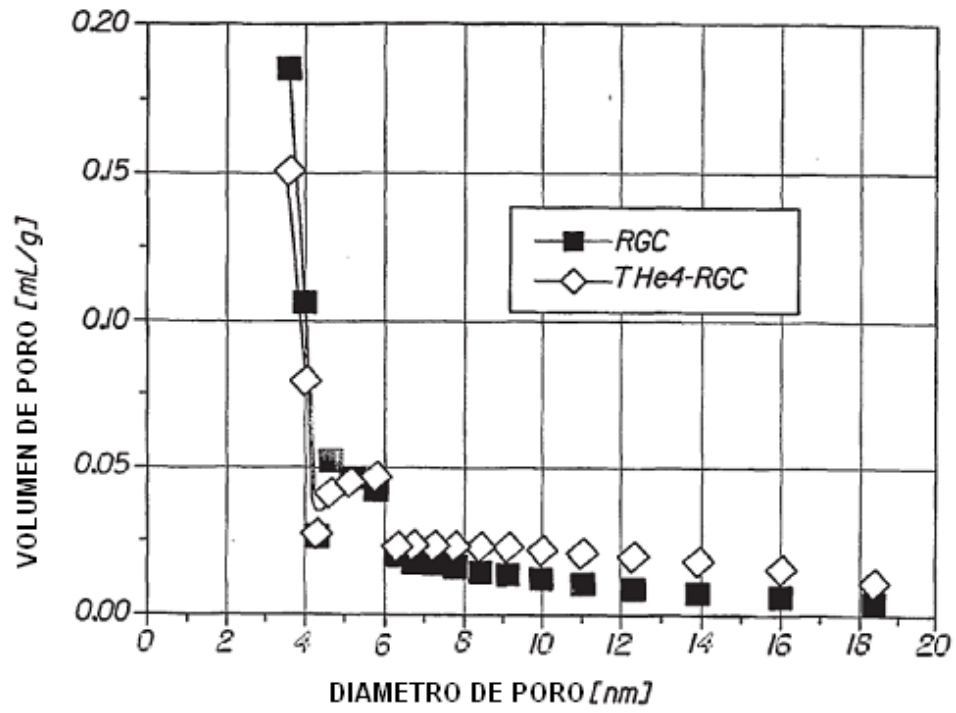


Fig. 2b

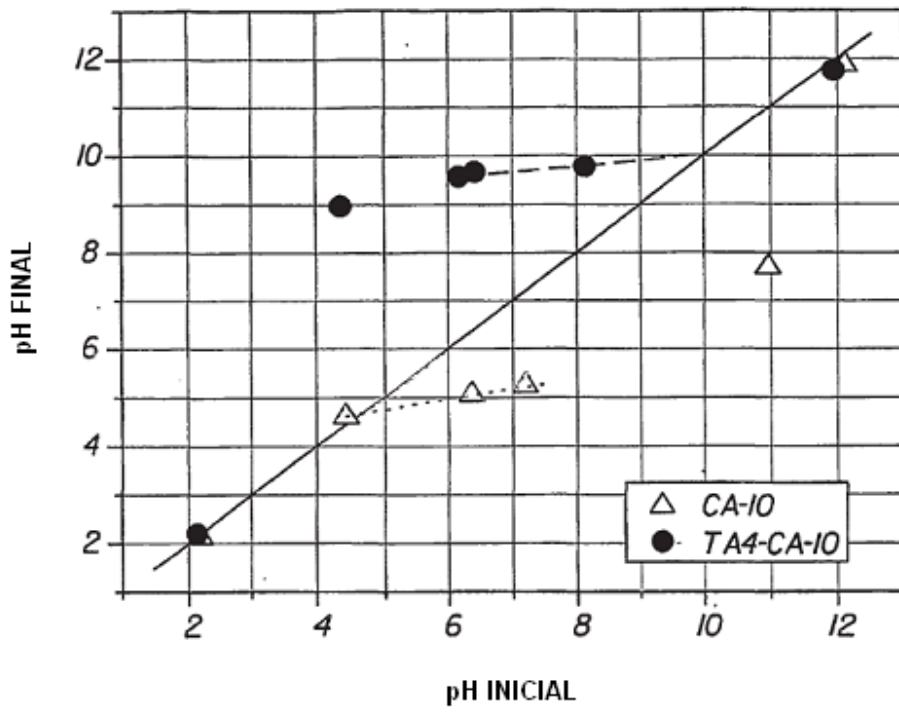


Fig. 3a

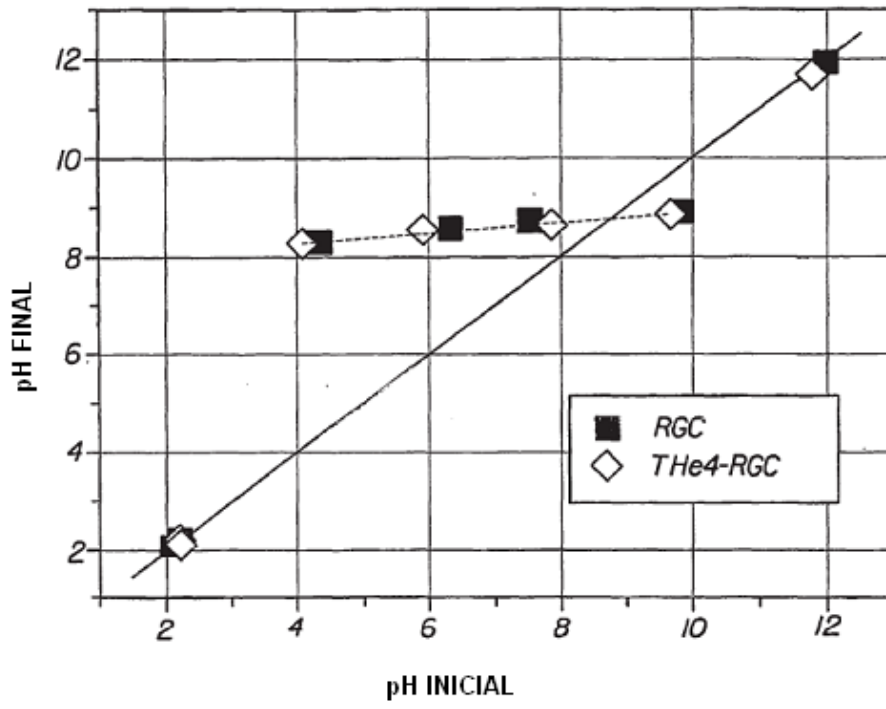


Fig. 3b

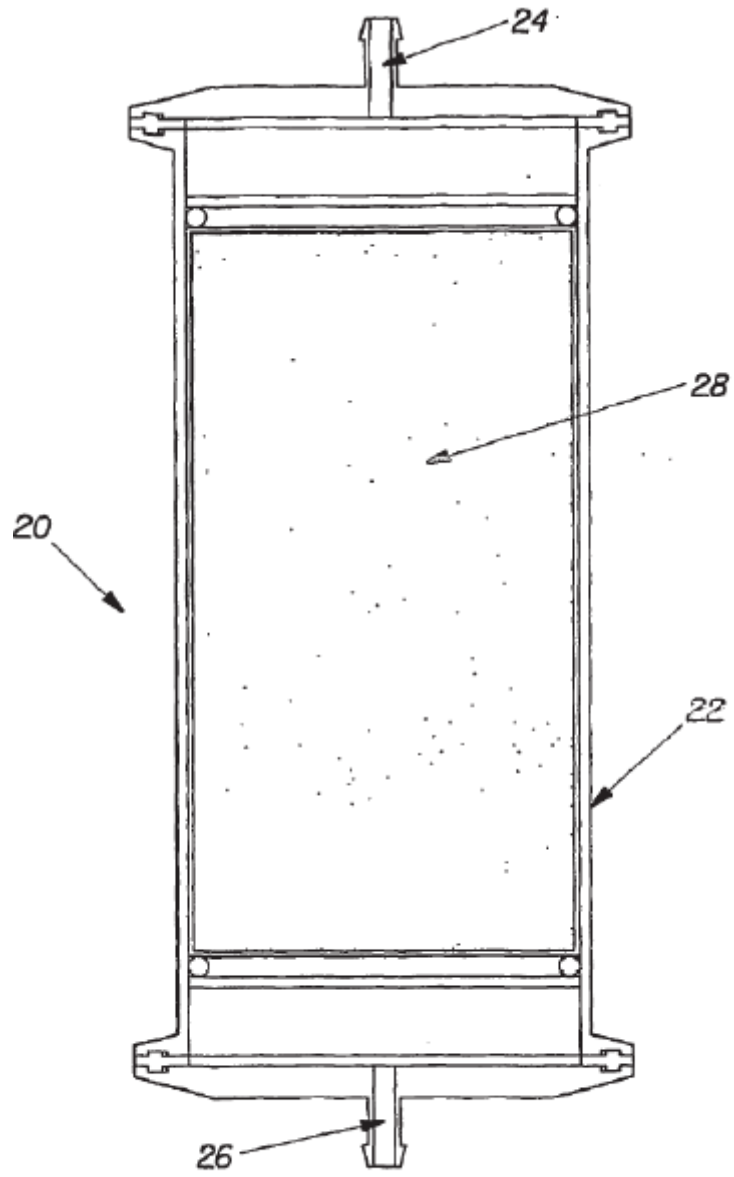


Fig. 4

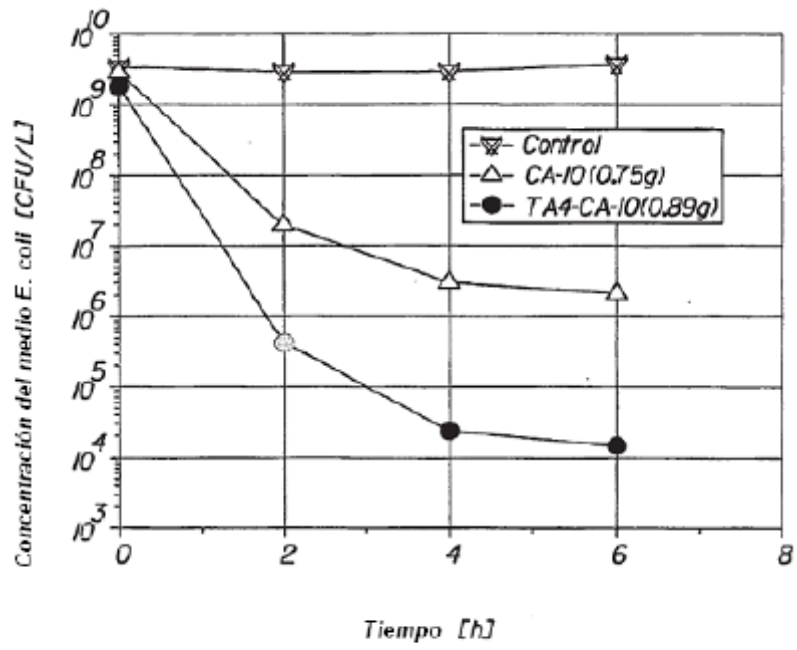


Fig. 5a

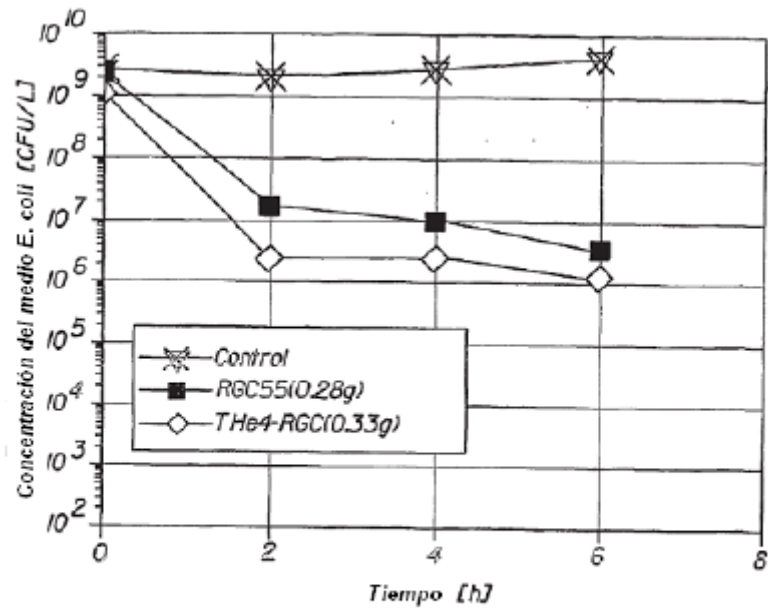


Fig. 5b

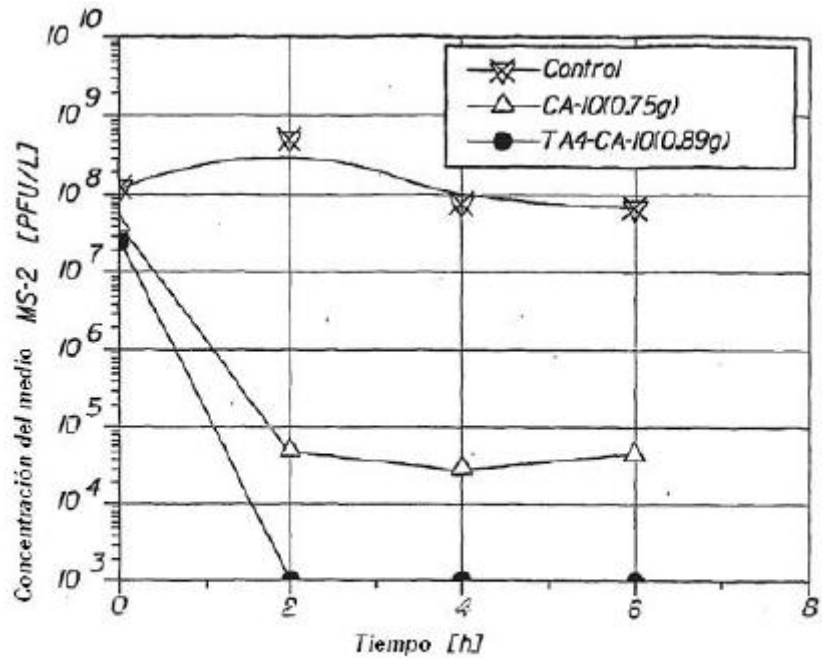


Fig. 6a

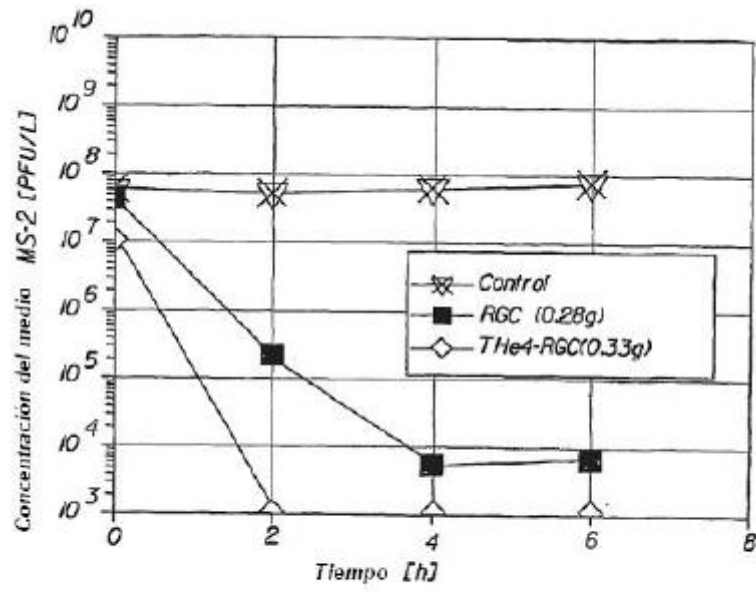


Fig. 6b

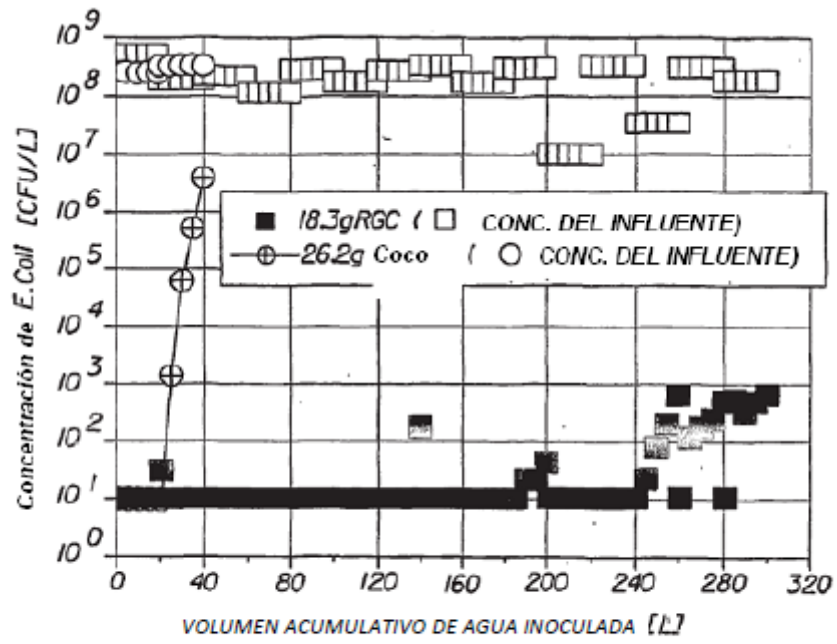


Fig. 7a

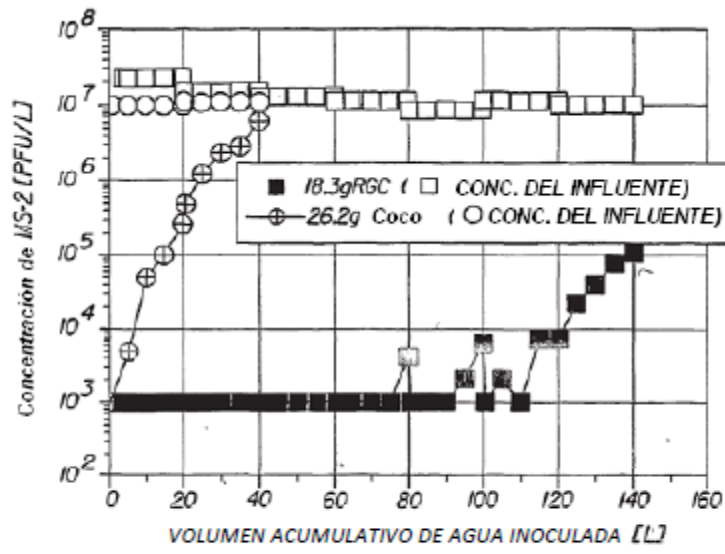


Fig. 7b