

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 249**

51 Int. Cl.:

**B01D 63/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2012 E 18187060 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023 EP 3427815**

54 Título: **Dispositivo con membranas tubulares en capas para cromatografía**

30 Prioridad:

**17.05.2011 US 201161486959 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.05.2024**

73 Titular/es:

**MERCK MILLIPORE LTD. (100.0%)  
Tullagreen, County Cork  
Carrigtwohill, IE**

72 Inventor/es:

**KANANI, DHARMESHKUMAR, M.;  
SIDHU, NAVNEET;  
KACHUIK, BRADLEY, A. y  
HONEYMAN, CHARLES, H.**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 968 249 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

Dispositivo con membranas tubulares en capas para cromatografía

Antecedentes de la invención

5 Los procesos de tratamiento de agua basados en membranas se introdujeron por primera vez en la década de 1970. Desde entonces, las tecnologías de separación basadas en membranas se han utilizado en varias industrias. En las industrias farmacéutica y biotecnológica, el uso de la cromatografía preparativa, filtración de flujo directo (DFF) y filtración de flujo tangencial (TFF), que incluye micro, ultra, nanofiltración y diafiltración, son métodos bien establecidos para la separación de moléculas disueltas o partículas en suspensión. Las membranas de ultrafiltración (UF) y microfiltración (MF) se han vuelto esenciales en la separación y purificación para la producción de biomoléculas. La fabricación biomolecular, independientemente de su escala, generalmente emplea una o más etapas que involucran la filtración. El atractivo de estas separaciones a través de membranas está dado por varias características que incluyen, por ejemplo, una alta potencia de separación y simplicidad, requiriendo únicamente la aplicación de diferenciales de presión entre la corriente de alimentación y el permeado. Este filtrado simple y confiable en una etapa de la muestra en dos fracciones, hace que la separación por membrana sea un enfoque valioso para la separación y purificación.

15 Para obtener resultados óptimos, cualquier método de separación de fluidos exige una cuidadosa atención a la porosidad del filtro y al área del filtro, así como a las presiones diferenciales requeridas y las velocidades de bombeo seleccionadas. Sin embargo, los dispositivos de filtración tienden a obstruirse cuando se usan durante un período de tiempo prolongado y deben reemplazarse de manera oportuna. La obstrucción de un dispositivo de filtración ocurre: (1) cuando los poros de la membrana se obstruyen, típicamente con células atrapadas, materia particulada, porciones celulares o similares, o (2) cuando el canal de alimentación se obstruye por sólidos o material coloidal y/o desechos celulares. Dicha obstrucción del canal de alimentación o los poros de la membrana da como resultado un flujo disminuido de líquido a través de la membrana porosa del filtro. El resultado es un cambio en la presión del sistema que, si no se aborda adecuadamente, determina un riesgo de un grave perjuicio para la operación que incorpora el procedimiento de filtración.

20 De esta manera, la elección de la membrana en cada una de las técnicas de filtración es crítica para la eficiencia y el éxito de la separación. Se han descrito membranas compuestas con alta especificidad y alta capacidad de unión en la Patente US núm. 7,316,919, y la Publicación de la Solicitud de Patente US núms. 2008/0314831, 2008/0312416, 2009/0029438, 2009/0032463, 2009/0008328, 2009/0035552, 2010/0047551, y 2010/0044316. Estos materiales son altamente versátiles y pueden diseñarse para situaciones de separación específica.

25 Otros documentos relevantes son WO2010/027955, WO98/35738 y EP1323461.

30 Sin embargo, tras su comercialización, el uso de estas membranas compuestas en configuraciones de dispositivos típicas, a menudo conlleva a menores capacidades de unión a las que se esperan para el dispositivo. Por lo tanto, existe la necesidad de una configuración de dispositivo que explote las capacidades de alto rendimiento de estas membranas, sin afectar el rendimiento o la escalabilidad.

Resumen de la invención

La invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de fluidos como se define en la reivindicación 1.

Breve descripción de las figuras

40 La Figura 1 representa los resultados tabulados de la adsorción de proteínas mediante el uso de diversos elementos enrollados de la invención con una membrana de intercambio catiónico fuerte (S) y diferentes materiales intercalados ("separadores").

La Figura 2 representa los resultados tabulados de la adsorción de proteínas mediante el uso de diversos elementos enrollados de la invención con una membrana de intercambio catiónico fuerte (S) y diferentes materiales intercalados ("separadores"). La proteína adsorbida es lisozima en tampón MES 10 mM a pH 5,5.

45 La Figura 3 representa los resultados tabulados de la adsorción de proteínas mediante el uso de diversos elementos enrollados de la invención con una membrana de intercambio aniónico fuerte (Q) y diferentes materiales intercalados ("separadores"). La proteína adsorbida es albúmina de suero bovino (BSA) en tampón Tris 25 mM a pH 8,1.

50 La Figura 4 representa los resultados tabulados de la adsorción de proteínas mediante el uso de diversos elementos enrollados de la invención con una membrana de intercambio aniónico fuerte (Q) y diferentes materiales intercalados ("separadores"). La proteína adsorbida es albúmina de suero bovino (BSA) en tampón Tris 25 mM a pH 8,1.

La Figura 5 representa los resultados tabulados de la adsorción de proteínas mediante el uso de diversos elementos enrollados de la invención con una membrana de intercambio catiónico débil (C) y diferentes materiales intercalados ("separadores").

La Figura 6 representa un resumen de las membranas usadas en las Figuras 1-5; las capacidades de unión indican la capacidad de unión de la membrana cuando se utiliza en un dispositivo de membrana con disco de corte normal, no cuando está plegada o enrollada.

5 La Figura 7 representa una sección transversal de un dispositivo de tratamiento de fluidos de la invención. El elemento enrollado de tratamiento de fluido es visible; las flechas indican la dirección del flujo del fluido a través de la membrana.

La Figura 8 representa capacidades de unión inferiores de varios productos disponibles comercialmente con diferentes elementos de tratamiento de fluidos.

La Figura 9 representa capacidades de unión inferiores de varios productos disponibles comercialmente con diferentes elementos de tratamiento de fluidos.

10 La Figura 10 representa capacidades de unión inferiores de varios productos disponibles comercialmente con diferentes elementos de tratamiento de fluidos.

La Figura 11 representa una capacidad de unión inferior de un producto disponible comercialmente con un elemento de tratamiento de fluidos diferente, en comparación con S y Q, un disco membranal cortado.

15 La Figura 12 representa (a) un núcleo interno; (b) el núcleo interno se enrolla con un tamiz mediante fusión en caliente para ayudar a la recolección uniforme del flujo; y (c) el material enrollado en el núcleo interno.

La Figura 13 representa (a) una lámina de membrana con hoja intercalada; (b) la lámina de membrana con hoja intercalada se enrolla alrededor de un núcleo interno; y (c) un elemento enrollado de tratamiento de fluido con adhesivo (silicona II\* transparente) aplicado en todos los bordes de la lámina de membrana.

La Figura 14 representa vistas alternativas del material intercalado en la parte superior de una lámina de membrana.

20 La Figura 15 representa (a) el sellado de todo el borde de la capa superior con pegamento para asegurarse de que no se produzca ninguna fuga; (b) el sellado de los extremos usando pegamento de silicona II\* transparente; y (c) un elemento enrollado de tratamiento de fluido de manera completa ilustrativo.

La Figura 16 representa realizaciones alternativas que comprenden múltiples elementos enrollados de tratamiento de fluido en un dispositivo.

25 La Figura 17 representa una realización alternativa - un elemento de tratamiento de fluido enrollado en espiral.

La Figura 18 representa una configuración de ejemplo de un dispositivo enrollado en espiral. Hay tres series de envolturas concéntricas, en donde cada envoltura tiene un material separador dentro y tres de los lados están sellados. Cada envoltura está separada por un separador de alimentación. El flujo del fluido se dirige de manera que el fluido crudo se desplace por el exterior de cada envoltura y sea forzado a través de la membrana. El permeado viaja a lo largo del separador de permeado hacia el conducto de recogida del permeado.

30

La Figura 19 representa una sección transversal de un dispositivo de tratamiento de fluidos de ejemplo de la invención.

La Figura 20 representa una comparación entre un dispositivo de tratamiento de fluidos de la invención (elemento enrollado de tratamiento de fluido, parte inferior) y un dispositivo de cápsula (elemento de membrana plegado); plegar la membrana provoca una capacidad de unión inferior a la esperada, mientras que el uso de una membrana enrollada aumenta la capacidad de unión esperada.

35

La Figura 21 es un resumen de algunas de las propiedades de los materiales intercalados ilustrativos que se usan en la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Información General

40 Algunos materiales compuestos reticulados macroporosos pierden cierto nivel de rendimiento al plegarse y colocarse en un dispositivo de tratamiento de fluidos. Ver la Figura 20. Por lo tanto, en varias realizaciones, la invención se refiere a un elemento enrollado de tratamiento de fluido con un diseño que permite empacar un material compuesto macroporoso reticulado dentro de un dispositivo sin ningún doblez o pliegue. En ciertas realizaciones, el elemento enrollado de tratamiento de fluido de la invención puede ser adecuado incluso para membranas frágiles, por ejemplo,

45 una membrana que comprende la funcionalidad de la Proteína A.

En ciertas realizaciones, el apilamiento de la membrana (o enrollado alrededor del del núcleo interno) mejora el límite de la capacidad de unión del dispositivo en base al volumen de la membrana ya que la mayoría de las capas en la pila de membrana alcanzan la saturación de la capacidad de unión en el momento en que la última capa alcanza el límite de la capacidad de unión.

- 5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo que muestra un rendimiento superior en comparación con los dispositivos conocidos. En ciertas realizaciones, los dispositivos pueden tolerar un rendimiento de aproximadamente 10X a aproximadamente 100X mayor que las resinas. En ciertas realizaciones, los dispositivos pueden presentar una capacidad de unión hasta aproximadamente 25 veces mayor que las membranas y resinas cromatográficas existentes.
- En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo que es escalable y produce resultados predecibles en las transiciones del laboratorio a las pruebas piloto y a la producción, a diferencia de los productos de resina convencionales. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo que es económico y fácil de fabricar.
- 10 En ciertas realizaciones, la mayor resistencia mecánica de los dispositivos y la hidrofiliidad inherente de las membranas compuestas conducen a vidas útiles más largas en el proceso y a un rendimiento más constante.
- En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo que puede estar disponible como una unidad desechable de uso único o de ciclo múltiple. Esta flexibilidad puede eliminar la validación costosa y larga de limpieza y almacenamiento. Además, los dispositivos de la invención permiten un proceso simple y pueden mejorar el cumplimiento normativo.
- 15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a procesos de separación que pueden requerir un uso reducido del tampón. En ciertas realizaciones, el uso de dispositivos de la presente invención puede eliminar la necesidad de limpiar, equilibrar o almacenar columnas en tampones caros. En ciertas realizaciones, los dispositivos de la invención pueden tolerar una corriente de alimentación de mayor concentración, por lo que no se necesita dilución.
- 20 En ciertas realizaciones, el uso de los dispositivos descritos en la presente descripción puede reducir los gastos de capital y puede ofrecer importantes ahorros de costes operativos para un cliente. En ciertas realizaciones, los dispositivos de la invención pueden tener un coste inicial más bajo y una entrega más rápida. En ciertas realizaciones, los dispositivos permiten menores requerimientos de personal y menores costes de mantenimiento.
- 25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo con un pequeño espacio. En ciertas realizaciones, los dispositivos de la invención exhiben una mayor capacidad de unión y requieren menos espacio que los dispositivos típicos de cromatografía en lecho de resina.

#### Definiciones

- 30 Por conveniencia, antes de una descripción adicional de la presente invención, se recogen aquí ciertos términos empleados en las especificaciones, los ejemplos y las reivindicaciones adjuntas. Estas definiciones deben leerse a la luz del resto de la descripción y según se entienden por una persona experta en la técnica. Salvo que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos que se usan en la presente tienen el mismo significado que el que se entiende comúnmente por alguien con experiencia en la técnica.
- Al describir la presente invención, se usan una variedad de términos en la descripción. La terminología estándar se usa ampliamente en la filtración, el manejo de fluidos y la técnica general de procesamiento de fluidos.
- 35 Los artículos "un" y "uno, una" se usan en la presente descripción para referirse a uno o más de uno (*es decir*, para al menos uno) del objeto gramatical del artículo. A manera de ejemplo, "un elemento" significa un elemento o más de un elemento.
- 40 El término "asociado con" como se usa en la presente descripción en frases tales como, por ejemplo, "un óxido metálico inorgánico asociado con un compuesto estabilizante", se refiere a la presencia de interacciones débiles o fuertes o ambas entre moléculas. Por ejemplo, las interacciones débiles pueden incluir, por ejemplo, interacciones electrostáticas, de van der Waals o de enlaces de hidrógeno. Las interacciones más fuertes, también denominadas químicamente enlazadas, se refieren, por ejemplo, a enlaces covalentes, iónicos o coordinados entre dos moléculas. El término "asociado con" también se refiere a un compuesto que puede ser físicamente entrelazado dentro de los pliegues de otra molécula, incluso cuando ninguno de los tipos de enlaces anteriores está presente. Por ejemplo, se puede considerar que un compuesto inorgánico está asociado con un polímero en virtud de existir dentro de los
- 45 intersticios del polímero.
- Los términos "comprender" y "que comprende" se usan en el sentido abierto inclusivo, lo que significa que pueden incluirse elementos adicionales.
- 50 El término "que incluye" se usa para expresar "que incluye, pero no se limita a". "Que incluye" y "que incluye, pero no se limita a" se usan indistintamente.
- El término "polímero" se usa para referirse a una molécula grande formada por la unión de unidades repetitivas (monómeros). El término polímero también abarca copolímeros.
- El término "copolímero" se usa para referirse a un polímero de al menos dos o más monómeros diferentes. Un copolímero puede comprender un reticulador y un monómero, si el reticulador es un monómero difuncional.

- 5 El término "fluido de dos fases" se usa para indicar un fluido que comprende una fase líquida en la que se dispersan partículas sustancialmente sólidas, o una primera fase líquida en la que se dispersan gotitas o partículas de una segunda fase líquida inmiscible con dicha primera fase líquida a través de esa primera fase líquida. Un "fluido multifásico" se usa para referirse a un fluido que comprende una primera fase líquida en la que al menos una segunda fase sólida o líquida adicional se dispersa a través de la misma.
- El término "partícula" se usa para indicar una gota de líquido discreto o un objeto sólido, con una dimensión característica tal como un diámetro o longitud de entre aproximadamente un nanómetro y aproximadamente una décima parte de un metro.
- 10 El término "tamaño de partícula" se usa para indicar un tamaño de partícula promedio en número o en peso medido mediante técnicas convencionales de medición del tamaño de la partícula, bien conocidas por los expertos en la técnica, tales como dispersión de luz dinámica o estática, fraccionamiento de campo-flujo por sedimentación, espectroscopia de correlación de fotones o centrifugación de disco. Por "un tamaño de partícula promedio efectivo de menos de aproximadamente 1000 nm" se entiende que al menos aproximadamente 90% de las partículas tienen un tamaño de partícula número promedio o peso promedio de menos de aproximadamente 1000 nm cuando se mide por
- 15 al menos uno de las técnicas mencionadas anteriormente. El tamaño específico de las partículas en un fluido que se procesa dependerá de la aplicación particular.
- El término "intersticios" se usa para referirse a un espacio, especialmente uno pequeño o estrecho, entre cosas o partes.
- 20 El término "dispersión" se usa para referirse a cualquier fluido que comprende una fase líquida en la que se suspenden partículas sustancialmente sólidas, y permanecen suspendidas, al menos temporalmente.
- El término "suspensión acuosa" se usa para referirse a cualquier fluido que comprende una fase líquida en la que están presentes partículas sustancialmente sólidas. Tales partículas pueden o no suspenderse en dicho fluido.
- 25 El término "emulsión" se usa para referirse a cualquier fluido que comprende una primera fase líquida dentro de la cual se suspenden gotitas o partículas de una segunda fase sustancialmente líquida, y permanecen suspendidas, al menos temporalmente. En referencia a las entidades discretas de una segunda fase líquida en una primera fase líquida, los términos "gotitas" y "partículas" se usan indistintamente en la presente descripción.
- 30 El término "flujo cruzado" con referencia a la filtración se usa para indicar una configuración de filtración en la que un fluido circulante se dirige a lo largo de la superficie de un medio de filtración, y la porción de fluido que pasa a través de dicho medio filtrante tiene una componente de velocidad que es "cruzada", es decir, perpendicular a la dirección del fluido que fluye a lo largo de la superficie de dicho medio de filtración.
- El término "filtración tangencial" se usa para indicar un proceso de filtración en donde un fluido circulante se dirige sustancialmente paralelo (es decir, tangencial) a la superficie de un medio de filtración, y una porción de fluido pasa a través de dicho medio de filtración para proporcionar un permeado. Los términos "filtración tangencial" y "filtración de flujo cruzado" se usan a menudo de manera intercambiable en la técnica.
- 35 El término "permeado" se usa para indicar la porción del fluido que pasa a través del medio de filtración y sale a través de un primer puerto de salida en el dispositivo de filtración que está conectado operativamente a dicho medio de filtración. El término "decantado" se usa para referirse a la porción del fluido que fluye a lo largo de la superficie del medio de filtración, pero no pasa a través de dicho medio de filtración, y pasa a través de un segundo puerto de salida en el dispositivo de filtración que está operativamente conectado a tal medio de filtración.
- 40 La filtración de flujo cruzado y la filtración tangencial son procesos de filtración bien conocidos. Puede hacerse referencia a, por ejemplo, las Patentes de Estados Unidos núms. 5,681,464, 6,461,513; 6,331,253, 6,475,071, 5,783,085, 4,790,942. Puede hacerse referencia también a "Filter and Filtration Handbook", 4ta Ed., T. Christopher Dickenson, Elsevier Advanced Technology, 1997.
- 45 El término "diámetro promedio de poro" del gel reticulado macroporoso puede entenderse por un experto en la técnica como el que se determina por cualquier método adecuado. Por ejemplo, el diámetro promedio de poro puede estimarse mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido ambiental (ESEM) de la superficie. La ESEM puede ser una técnica muy simple y útil para caracterizar membranas de microfiltración. Puede obtenerse una imagen clara y concisa de la membrana en términos de la capa superior, la sección transversal y la capa inferior; la porosidad y la distribución del tamaño de poro pueden estimarse a partir de las fotografías.
- 50 Alternativamente, el diámetro promedio de poro del gel reticulado macroporoso puede calcularse indirectamente, a partir de la medición del flujo ( $Q_{H_2O}$ ) a través de una membrana de corte plano. La permeabilidad hidrodinámica de Darcy,  $k$  ( $m^2$ ), de la membrana se calculó a partir de la siguiente ecuación

$$k = \frac{Q_{H_2O} \eta \delta}{3600 d_{H_2O} \Delta P}$$

donde  $\eta$  es la viscosidad del agua (Pa·s),  $\delta$  es el espesor de la membrana (m),  $d_{H_2O}$  es la densidad del agua (kg/m<sup>3</sup>), y  $\Delta P$  (Pa) es la diferencia de presión a la cual se midió el flujo,  $Q_{H_2O}$ .

- 5 La permeabilidad hidrodinámica de Darcy de la membrana se usó para estimar un radio hidrodinámico promedio de los poros en el gel poroso. El radio hidrodinámico,  $r_h$ , se define como la relación entre el volumen de poro y el área de superficie mojada de los poros y puede obtenerse a partir de la ecuación de Carman-Kozeny dada en el libro de J. Happel y H. Brenner, *Low Reynolds Number Hydrodynamics*, Noordhoff Int. Publ., Leyden, 1973, pág. 393:

$$k = \frac{\epsilon r_h^2}{K}$$

- 10 donde  $K$  es la constante y Kozeny  $\epsilon$  es la porosidad de la membrana (o porosidad del volumen del material compuesto). Es necesario asumir un valor para la constante de Kozeny y para el propósito de estos cálculos con las membranas de la invención, los inventores asumen un valor de 5. La porosidad de la membrana se estimó a partir de la porosidad del soporte restando el volumen del polímero en gel.

El radio hidrodinámico ( $r_h$ ) es 0,5 x el radio del poro ( $r_p$ ); el radio del poro ( $r_p$ ) es 0,5 x el diámetro del poro (tamaño del poro).

- 15 La "porosidad por volumen" del miembro de soporte se determina mediante un cálculo simple. Por ejemplo, para un miembro de soporte fabricado con polipropileno, se miden las dimensiones externas del miembro de soporte, y se calcula el volumen agregado [por ejemplo, para un disco circular plano:  $V = \pi r^2 h$ , el volumen del miembro de soporte si es sólido o no poroso]. La masa del miembro de soporte se determina a continuación. Debido a que la densidad del polipropileno es conocida o puede determinarse a partir del *Polymer Handbook*, editado por Brandrup y otros, Capítulo VII, Wiley y Sons, Nueva York, 1999, la porosidad por volumen se calcula como en el siguiente ejemplo:

porosidad por volumen = {(volumen del miembro de soporte si es sólido) – [masa del miembro de soporte) /

(densidad del polipropileno)]} / (volumen del miembro de soporte si es sólido).

- 25 En este cálculo, el volumen vacío del miembro de soporte es = (volumen de las dimensiones externas del miembro de soporte) - [(masa del miembro de soporte)/(densidad del polipropileno)]. Por ejemplo, la densidad de polipropileno = 0,91 g/cm<sup>3</sup>.

- 30 La porosidad por volumen del material compuesto,  $\epsilon$ , es un valor determinado experimentalmente para cada material compuesto. Se calcula por masa. El gel reticulado macroporoso se incorpora en el volumen vacío del miembro de soporte. La masa del gel incorporado se mide después del secado hasta un peso constante. El volumen específico parcial del polímero es conocido o puede determinarse a partir del *Polymer Handbook*, editado por Brandrup y otros, Capítulo VII, Wiley y Sons, Nueva York, 1999. El volumen máximo que el gel podría ocupar es el volumen vacío del miembro de soporte (calculado como se describió anteriormente). La porosidad del volumen del gel se calcula

$\epsilon = \{(\text{volumen vacío del miembro de soporte}) - [(\text{masa del gel}) \times (\text{volumen específico}$

parcial del polímero en gel)]} / (\text{volumen vacío del miembro de soporte})

Dispositivos ilustrativos

- 35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de fluidos que comprende una unidad de carcasa, en donde la unidad de carcasa comprende

(a) una primera abertura y una segunda abertura;

(b) un canal de flujo de fluido entre la primera abertura y la segunda abertura; y

- 40 (c) un elemento enrollado de tratamiento de fluido que comprende el material compuesto y capas formadas por material intercalado enrolladas alrededor de un núcleo interno.

en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluido se orienta a través del canal de flujo de fluido de manera que un fluido que ingresa en la primera abertura debe fluir a través de al menos una capa de material compuesto y al menos una capa de material intercalado antes de salir de la segunda abertura.

- 45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de fluidos que comprende una unidad de carcasa, en donde la unidad de carcasa comprende

(a) una primera abertura y una segunda abertura;

(b) un canal de flujo de fluido entre la primera abertura y la segunda abertura; y

(c) un elemento enrollado de tratamiento de fluido que comprende el material compuesto y capas formadas por material intercalado enrolladas alrededor de un núcleo interno.

5 en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluido se orienta a través del canal de flujo de fluido de manera que un fluido que ingresa en la primera abertura debe fluir a través de al menos una capa de material compuesto y al menos una capa de material intercalado antes de llegar al núcleo interno y salir por la segunda abertura.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refieren a cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde las capas de material compuesto y material intercalado son capas alternas de material compuesto e intercalado (es decir, (material compuesto - material intercalado)<sub>x</sub> o (material intercalado - material compuesto)<sub>x</sub>). En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde las capas de material compuesto y material intercalado están dispuestas (material intercalado - primer material compuesto - segundo material compuesto)<sub>x</sub> o (primer material compuesto - segundo material compuesto - material intercalado)<sub>x</sub>. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde las capas de material compuesto y material intercalado están dispuestas en una combinación de las disposiciones mencionadas anteriormente. En ciertas realizaciones, el primer material compuesto y el segundo material compuesto son idénticos.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno es un cilindro; la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una primera capa de material intercalado; y la primera abertura o la segunda abertura está operativamente conectada a la primera capa de material intercalado.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno es un cilindro; la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una primera capa de material intercalado; y la primera abertura está operativamente conectada a la primera capa de material intercalado.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno es un cilindro; la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una primera capa de material intercalado; la primera abertura está operativamente conectada a la primera capa de material intercalado; y la primera abertura es una entrada.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno es un cilindro; la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una primera capa de lámina intermedia; la segunda abertura está operativamente conectada a la primera capa de lámina intermedia; y la segunda abertura es una salida.

35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno está conectado operativamente a la primera abertura; y la primera abertura es una entrada.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el núcleo interno está conectado operativamente a la segunda abertura; y la segunda abertura es una salida.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde la trayectoria del flujo de fluido es hacia el núcleo interno.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el canal de flujo de fluido está alejado del núcleo interno.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde la carcasa es sustancialmente cilíndrica. En ciertas realizaciones, la carcasa tiene un diámetro interno de aproximadamente 1 cm a aproximadamente 50 cm.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el diámetro interno de la carcasa es mayor que el diámetro externo del elemento enrollado de tratamiento de fluido.

50 En ciertas realizaciones, el espesor de las paredes de la carcasa puede adaptarse a las condiciones de funcionamiento específicas.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde la carcasa es desechable o reutilizable.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde la carcasa es de plástico o acero inoxidable.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde una pluralidad de carcasas está dispuesta en serie.

- 5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, que comprenden de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 carcasas.

- 10 En ciertas realizaciones, en donde la primera abertura o la segunda abertura es un punto de acoplamiento de ajuste a presión, un punto de acoplamiento de cierre luer o un punto de acoplamiento de lengüeta de manguera. En ciertas realizaciones, la primera abertura es un punto de acoplamiento de ajuste a presión, cierre luer o punto de acoplamiento de lengüeta de manguera. En ciertas realizaciones, la segunda abertura es un ajuste a presión, un cierre luer o puntos de acoplamiento de lengüeta de manguera. En ciertas realizaciones, la primera abertura o la segunda abertura son diferentes tipos de puntos de acoplamiento entre sí. En ciertas realizaciones, la primera abertura o la segunda abertura son ambos puntos de acoplamiento de ajuste a presión. En ciertas realizaciones, la primera abertura o la segunda abertura son ambos puntos de acoplamiento de cierre luer. En ciertas realizaciones, la primera abertura o la segunda abertura son ambos puntos de acoplamiento de lengüeta de manguera.
- 15

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el dispositivo puede escalarse aumentando el diámetro o la longitud de la carcasa.

- 20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el dispositivo comprende un sensor. En ciertas realizaciones, el sensor es un sensor de radiofrecuencia (RF). En ciertas realizaciones, el dispositivo y el sensor se configuran como se describe en US 2011/10031178.

- 25 En ciertas realizaciones, el dispositivo y el sensor se configuran como se describe en US 2011/10094951. En ciertas realizaciones, el sensor proporciona información con respecto a la temperatura, presión, pH o conductividad del dispositivo. En ciertas realizaciones, el sensor proporciona información con respecto a la temperatura, presión, pH o conductividad de un microambiente interno del dispositivo. En ciertas realizaciones, el sistema de comunicación para el sensor puede ser de cualquier tipo, tal como un transmisor de RF inalámbrico, un transmisor de infrarrojos (IR), una bobina de inductancia o un generador de sonido. En ciertas realizaciones, el sensor informa datos de forma inalámbrica sin la necesidad de mantener o reemplazar las baterías. En cambio, los sistemas de detección dependen de la vibración recogida, la energía de deformación o energía magnética acoplada del entorno local para la conversión a energía eléctrica para su almacenamiento y uso para recopilar, almacenar o transmitir datos por el sistema de detección. En ciertas realizaciones, el sensor se alimenta de forma remota mediante un sistema como se describe en la patente US núm. 7,901,570.
- 30

Elementos de tratamiento de fluido enrollados ilustrativos

- 35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a elementos enrollados de tratamiento de fluidos. En ciertas realizaciones, el elemento enrollado de tratamiento de fluido es para uso en un dispositivo de tratamiento de fluidos de la presente invención.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un elemento enrollado de tratamiento de fluido que comprende:

- un material compuesto;
- 40 un material intercalado; y
- un núcleo interno,

en donde el material compuesto y las capas del material intercalado se enriollan alrededor del núcleo interno.

- 45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde las capas de material compuesto y material intercalado son capas alternas de material compuesto e intercalado (es decir, (material compuesto - material intercalado)<sub>x</sub> o (material intercalado - material compuesto)<sub>x</sub>). En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde las capas de material compuesto y material intercalado están dispuestas (material intercalado - primer material compuesto - segundo material compuesto)<sub>x</sub> o (primer material compuesto - segundo material compuesto - material intercalado)<sub>x</sub>. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde las capas de material compuesto y material intercalado están dispuestas en una combinación de las disposiciones mencionadas anteriormente. En ciertas realizaciones, el primer material compuesto y el segundo material compuesto son idénticos.
- 50

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde las capas se enrollan en espiral alrededor del núcleo interno. En ciertas

realizaciones, el material compuesto está en contacto con el material intercalado. En ciertas realizaciones, una primera superficie del material compuesto no está en contacto con una segunda superficie del material compuesto. En ciertas realizaciones, el material intercalado evita que la primera superficie del material compuesto entre en contacto con la segunda superficie del material compuesto.

- 5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde las capas son círculos concéntricos alrededor del núcleo interno. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde las capas no son círculos concéntricos alrededor del núcleo interno.

- 10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una capa de material intercalado.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde el núcleo interno es un cilindro; y la capa inmediatamente adyacente al núcleo interno es una capa de material intercalado.

- 15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluido comprende de aproximadamente 3 a aproximadamente 50 capas de material compuesto alrededor del núcleo interno. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluido anteriormente mencionados, en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluido comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 35 capas de material compuesto alrededor del núcleo interno.

- 20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a elementos enrollados para el tratamiento de fluidos que comprenden membranas. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a elementos enrollados para el tratamiento de fluidos que comprenden materiales compuestos para su uso como membranas.

En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluido usados son desechables o reutilizables.

- 25 En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluidos de la presente invención se adaptan a materiales de alta densidad de sólidos. En ciertas realizaciones, los elementos de tratamiento de fluidos enrollados de la presente invención se utilizan por su resistencia. En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluidos de la presente invención se usan en aplicaciones de servicio pesado. En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluidos de la presente invención pueden tolerar temperaturas elevadas durante períodos sostenidos.

- 30 En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluido de la presente invención muestran un tiempo de captura reducido en aplicaciones de cromatografía. En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluido de la presente invención exhiben altas capacidades de unión.

- 35 En ciertas realizaciones, la densidad de empaquetamiento del material compuesto puede mejorarse aumentando el número de vueltas en un elemento enrollado de tratamiento de fluido.

- 40 En ciertas realizaciones, los elementos enrollados de tratamiento de fluido de la invención se refieren a un elemento integral de membrana. En ciertas realizaciones, los componentes del elemento enrollado de tratamiento de fluido se sellan mientras el material compuesto y el material intercalado se enrollan. En ciertas realizaciones, los componentes del elementos enrollados de tratamiento de fluido se sellan en una etapa de enrollado posterior. En ciertas realizaciones, la invención puede estar relacionada con uno cualquiera de los elementos de tratamiento de fluidos enrollados mencionados anteriormente, en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluido comprende además una tapa para el sellado del extremo, en donde la tapa para el sellado del extremo sella las capas de material compuesto enrollado y material intercalado. En ciertas realizaciones, el extremo puede sellarse al introducir un adhesivo de menor viscosidad en el elemento y secarlo de manera que se forme un sello.

- 45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un elemento enrollado de tratamiento de fluidos configurado como un dispositivo enrollado en espiral. En ciertas realizaciones, este elemento de tratamiento de fluidos, por ejemplo, comprende dos láminas rectangulares de membrana (material compuesto), separadas por una lámina rectangular de espaciador de permeado de un tamaño similar al de las dos láminas de membrana. La envoltura de membrana está sellada por tres lados (dos lados largos y un lado corto). El lado corto no sellado del sobre se fija al núcleo interno y el sobre sellado se envuelve alrededor del núcleo interno. Mediante este método, el permeado sólo debe pasar a través de una capa de membrana antes de viajar en forma de espiral a lo largo de la capa espaciadora de permeado hasta el núcleo interno.

- 50 Material intercalado ilustrativo

En ciertas realizaciones, la presencia de material intercalado entre las capas de membrana mejora el rendimiento del dispositivo. En varias realizaciones, el material intercalado ayuda a reducir la contrapresión. En ciertas realizaciones, el material intercalado ayuda a mantener la capacidad de unión.

En ciertas realizaciones, el material intercalado puede ser un tamiz o un material no tejido.

- 5 En ciertas realizaciones, el material intercalado es una malla. En ciertas realizaciones, el material intercalado es una malla de 1 mm o una malla de 0,45 mm.

En ciertas realizaciones, el material intercalado es un separador de cápsula. En ciertas realizaciones, un separador de cápsula está hecho del mismo material que el material usado como separador en un dispositivo de cápsula plegada. En ciertas realizaciones, el separador de cápsula es UNIPRO FX (polipropileno 100% SB (enlace plano)) de Midwest Filtration. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 100 µm a aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 100 µm, aproximadamente 150 µm, aproximadamente 200 µm, aproximadamente 250 µm, aproximadamente 300 µm, aproximadamente 350 µm, o aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 210 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 50% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 70% a aproximadamente 95% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 70%, aproximadamente 75%, aproximadamente 80%, aproximadamente 85%, aproximadamente 90%, o aproximadamente 95% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 80% a aproximadamente 90% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente compresible.

10

15

20

En ciertas realizaciones, el material intercalado es un sustrato de laboratorio. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno no tejido. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno no tejido de Hollingsworth y Vose. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 100 µm a aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 100 µm, aproximadamente 150 µm, aproximadamente 200 µm, aproximadamente 250 µm, aproximadamente 300 µm, aproximadamente 350 µm, o aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 250 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 50% a aproximadamente 90% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 60% a aproximadamente 85% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 65%, aproximadamente 70%, aproximadamente 75%, aproximadamente 80%, o aproximadamente 85% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 70% a aproximadamente 80% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente compresible.

25

30

En ciertas realizaciones, el material intercalado es polietileno. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polietileno de alta densidad.

35

En ciertas realizaciones, el material intercalado es un sustrato de tipo laboratorio. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno hilado. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno hilado de un peso base de aproximadamente 0,70 oz/yd<sup>2</sup> a aproximadamente 0,95 oz/yd<sup>2</sup>. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno hilado de un peso base de aproximadamente 0,70 oz/yd<sup>2</sup>, aproximadamente 0,75 oz/yd<sup>2</sup>, aproximadamente 0,80 oz/yd<sup>2</sup>, aproximadamente 0,85 oz/yd<sup>2</sup>, aproximadamente 0,90 oz/yd<sup>2</sup>, o aproximadamente 0,95 oz/yd<sup>2</sup>. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno hilado con un peso base de aproximadamente 0,86 oz/yd<sup>2</sup>. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 50 µm a aproximadamente 300 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 50 µm, aproximadamente 100 µm, aproximadamente 150 µm, aproximadamente 200 µm, aproximadamente 250 µm, o aproximadamente 300 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 150 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 50% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 80% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 80%, aproximadamente 85%, aproximadamente 90%, o aproximadamente 95% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 85% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente compresible.

40

45

50

En ciertas realizaciones, el material intercalado es un filtro. En ciertas realizaciones, el material intercalado es polipropileno. En ciertas realizaciones, el material intercalado es AVSPUN 70 GSM POLYPRO, de Midwest Filtration. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 100 µm a aproximadamente 500 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 100 µm, aproximadamente 150 µm, aproximadamente 200 µm, aproximadamente 250 µm, aproximadamente 300 µm, aproximadamente 350 µm, aproximadamente 400 µm, aproximadamente 450 µm, o aproximadamente 500 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 365 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 50% a aproximadamente 90% de porosidad por volumen. En ciertas

55

60

realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 65% a aproximadamente 90% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 65%, aproximadamente 70%, aproximadamente 75%, aproximadamente 80%, aproximadamente 85%, aproximadamente 90%, o aproximadamente 95% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 75% a aproximadamente 85% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente compresible.

En ciertas realizaciones, el material intercalado es una malla. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es una red extrudida. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es de aproximadamente 0,45 mm. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es una red termoplástica biplana. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es sustancialmente similar a Naltex (una red termoplástica biplana particular), de DelStar Technologies, Inc. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 300 µm a aproximadamente 600 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 300 µm, aproximadamente 350 µm, aproximadamente 400 µm, aproximadamente 450 µm, aproximadamente 500 µm, aproximadamente 550 µm, o aproximadamente 600 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 450 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 90% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 90%, aproximadamente 91%, aproximadamente 92%, aproximadamente 93%, aproximadamente 94%, aproximadamente 95%, aproximadamente 96%, aproximadamente 97%, aproximadamente 98%, o aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 97% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente no compresible.

En ciertas realizaciones, el material intercalado es una malla. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es una red extrudida. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es de aproximadamente 0,45 mm. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es una red termoplástica biplana. En ciertas realizaciones, la malla intercalada es sustancialmente similar a Naltex, de DelStar Technologies, Inc. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 800 µm a aproximadamente 1200 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 800 µm, aproximadamente 850 µm, aproximadamente 900 µm, aproximadamente 950 µm, aproximadamente 1000 µm, aproximadamente 1050 µm, aproximadamente 1100 µm, aproximadamente 1150 µm, o aproximadamente 1200 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 1000 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 90% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 90%, aproximadamente 91%, aproximadamente 92%, aproximadamente 93%, aproximadamente 94%, aproximadamente 95%, aproximadamente 96%, aproximadamente 97%, aproximadamente 98%, o aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 97% a aproximadamente 99% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente no compresible.

En ciertas realizaciones, el material intercalado es papel. En ciertas realizaciones, el material intercalado es vidrio no unido. En ciertas realizaciones, el material intercalado es celulosa. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 20 µm a aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado es de aproximadamente 20 µm, aproximadamente 40 µm, aproximadamente 60 µm, aproximadamente 80 µm, aproximadamente 100 µm, aproximadamente 150 µm, aproximadamente 200 µm, aproximadamente 250 µm, aproximadamente 300 µm, aproximadamente 350 µm, o aproximadamente 400 µm de espesor. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 40% a aproximadamente 90% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 45% a aproximadamente 85% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene aproximadamente 45%, aproximadamente 50%, aproximadamente 55%, aproximadamente 60%, aproximadamente 65%, aproximadamente 70%, aproximadamente 75%, aproximadamente 80%, o aproximadamente 85% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado tiene de aproximadamente 50% a aproximadamente 80% de porosidad por volumen. En ciertas realizaciones, el material intercalado es sustancialmente compresible.

En ciertas realizaciones, el espesor del material intercalado puede aumentarse simplemente aumentando el número de capas de material intercalado.

En ciertas realizaciones, las propiedades de intercalación tales como la compresibilidad, el porcentaje de abertura, etc. tienen un efecto significativo en el rendimiento del dispositivo de tratamiento de fluidos.

#### Núcleo interno ilustrativo

En ciertas realizaciones, la invención se refieren a cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto y el material intercalado están enrollados alrededor de un núcleo interno.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno proporciona soporte al elemento enrollado de tratamiento de fluido. En ciertas realizaciones, el núcleo interno proporciona un canal de flujo para un fluido.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un cilindro. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un cilindro sólido.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un cilindro; y el cilindro comprende ranuras o canales en su superficie.

- 5 En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un cilindro; y el cilindro es maquinado.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un cilindro que está tapado o sellado en ambos extremos.

- 10 En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico perforado. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico perforado que está tapado o sellado en uno de sus extremos.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es plástico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es de polipropileno.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es plástico. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es de polisulfona.

- 15 En ciertas realizaciones, el material que comprende el núcleo interno puede ser intrínsecamente poroso. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es POREX.

En ciertas realizaciones, el material que comprende el núcleo interno no es inherentemente poroso, pero los agujeros pueden hacerse mecánicamente en el núcleo interno no poroso. En ciertas realizaciones, se hacen orificios en el núcleo interno mediante perforación. En ciertas realizaciones, puede hacerse un canal de flujo mediante mecanizado.

- 20 En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un tamiz enrollado alrededor de un conducto. En ciertas realizaciones, el tamiz proporciona un método por el cual puede fluir fluido.

- 25 En ciertas realizaciones, el diámetro del núcleo interno es de aproximadamente 0.2 cm a aproximadamente 200 cm. En ciertas realizaciones, el diámetro del núcleo interno es de aproximadamente 0,2 cm, aproximadamente 0,4 cm, aproximadamente 0,5 cm, aproximadamente 0,6 cm, aproximadamente 0,8 cm, aproximadamente 1 cm, aproximadamente 2 cm, aproximadamente 3 cm, aproximadamente 4 cm, aproximadamente 5 cm, aproximadamente 10 cm, aproximadamente 20 cm, aproximadamente 30 cm, aproximadamente 40 cm, aproximadamente 50 cm, aproximadamente 75 cm, aproximadamente 100 cm, aproximadamente 125 cm, aproximadamente 150 cm, o aproximadamente 175 cm.

- 30 En ciertas realizaciones, la longitud del núcleo interno es de aproximadamente 2 cm a aproximadamente 200 cm. En ciertas realizaciones, la longitud del núcleo interno es de aproximadamente 2 cm, aproximadamente 3 cm, aproximadamente 4 cm, aproximadamente 5 cm, aproximadamente 10 cm, aproximadamente 20 cm, aproximadamente 30 cm, aproximadamente 40 cm, aproximadamente 50 cm, aproximadamente 75 cm, aproximadamente 100 cm, aproximadamente 125 cm, aproximadamente 150 cm, o aproximadamente 175 cm.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un conducto cilíndrico perforado, en donde las perforaciones son ranuras o agujeros.

- 35 En ciertas realizaciones, el núcleo interno comprende un material similar a una estructura celular altamente porosa. En ciertas realizaciones, el núcleo interno comprende material intercalado enrollado sobre sí mismo.

En ciertas realizaciones, el núcleo interno está enrollado con un tamiz.

- 40 En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un prisma rectangular perforado, un prisma triangular perforado o un prisma cuadrado perforado. En ciertas realizaciones, el núcleo interno es un prisma rectangular perforado, un prisma triangular perforado o un prisma cuadrado perforado, en donde el prisma rectangular perforado, el prisma triangular perforado o el prisma cuadrado perforado está rematado o sellado en un extremo.

#### Materiales compuestos ilustrativos

- 45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados que comprenden un material compuesto. En ciertas realizaciones, la invención comprende un material compuesto para su uso como membrana.

En ciertas realizaciones, los materiales compuestos utilizados como membranas en la presente invención se describen en la patente de EE.UU. nº 7,316,919; y las solicitudes de patente de EE.UU. números de serie 11/950,562, 12/108,178, 12/244,940, 12/250,861, 12/211,618 y 12/250,869;

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende

un miembro de soporte que comprende una pluralidad de poros que se extienden a través del miembro de soporte; y

- 5 un gel reticulado macroporoso no autoportante que comprende macroporos que tienen un diámetro promedio de 10 nm a 3000 nm, estando dicho gel macroporoso en los poros del miembro de soporte;

en donde dichos macroporos de dicho gel reticulado macroporoso es más pequeño que dichos poros de dicho miembro de soporte.

- 10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto tiene macroporos de diámetro promedio entre aproximadamente 25 nm y aproximadamente 1500 nm. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso tiene macroporos de diámetro promedio entre aproximadamente 50 nm y aproximadamente 1000 nm. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso tiene macroporos de un diámetro promedio de aproximadamente 700 nm. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso tiene macroporos de un diámetro promedio de aproximadamente 300 nm.

- 15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un hidrogel, un gel de polielectrolito, un gel hidrófobo, un gel neutro o un gel que comprende grupos funcionales. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un hidrogel neutro o cargado; y el hidrogel neutro o cargado se selecciona del grupo que consiste en poli(alcohol vinílico) reticulado, poli(acrilamida), poli(isopropilacrilamida), poli(vinilpirrolidona), poli(acrilato de hidroximetilo), poli(óxido de etileno), copolímeros de ácido acrílico o ácido metacrílico con acrilamida, isopropilacrilamida o vinilpirrolidona, copolímeros de ácido acrilamida-2-metil-1-propanosulfónico con acrilamida, isopropilacrilamida o vinilpirrolidona, copolímeros de cloruro de (3-acrilamido-propil) trimetilamonio con acrilamida, isopropilacrilamida, o N-vinil-pirrolidona, y copolímeros de cloruro de dialildimetilamonio con acrilamida, isopropilacrilamida o vinilpirrolidona. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un gel de polielectrolito; y el gel de polielectrolito se selecciona del grupo que consiste en poli(acrilamido-2-metil-1-propanosulfónico) reticulado y sus sales, poli(ácido acrílico) y sus sales, poli(ácido metacrílico) y sus sales, poli(ácido estirenosulfónico) y sus sales, poli(ácido vinilsulfónico) y sus sales, poli(ácido alginico) y sus sales, sales de poli[(3-acrilamidopropil) trimetilamonio], sales de poli(dialildimetilamonio), poli(4-vinil-N)-metilpiridinio, sales de poli(vinilbencil-N-trimetilamonio) y poli(etilenimina) y sus sales. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un gel hidrófobo; y el gel hidrófobo se selecciona del grupo que consiste en polímeros reticulados o copolímeros de acrilato de etilo, acrilato de n-butilo, acrilato de propilo, acrilato de octilo, acrilato de dodecilo, octadecilacrilamida, acrilato de estearilo y estireno. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos de tratamiento de fluidos enrollados anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un gel neutro; y el gel neutro se selecciona del grupo que consiste en polímeros reticulados o copolímeros de acrilamida, N, N-dimetilacrilamida, N-metacrilolacrilamida, N-metil-N-vinilacetamida y N-vinilpirrolidona.

- 20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un gel que comprende grupos funcionales. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso del material compuesto comprende monómeros, en donde los monómeros comprenden grupos funcionales. En ciertas realizaciones, los grupos funcionales son tioles o tioles protegidos. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso comprende monómeros, en donde los monómeros se seleccionan del grupo que consiste en alil 3-mercaptopropionato tioacetato, (S-benzoil-3-mercapto-2-hidroxiopropil)-2-metil-2-propenoato, (S-2,2-dimetilpropanoil-3-mercapto-2-hidroxiopropil)-2-metil-2-propenoato, (S-acetil-3-mercapto-2-acetilpropil)-2-metil-2-propenoato, (S-acetil-3-mercapto-2-hidroxiopropil)-2-metil-2-propenoato, (S-acetil-3-mercapto-2-acetoacetilpropil)-2-metil-2-propenoato, (S-acetil-3-mercapto-2-tetrahidropirani)-2-metil-2-propenoato, (S-acetil-3-mercapto-2-(2-metoxi-2-propoxi))-2-metil-2-propenoato, (S -acetil-2 -mercapto-3 -acetilpropil)-2 -metil-2-propenoato, S-acetil-(1-aliloxi-3-mercapto-2-hidroxiopropano), S-benzoil-(1-aliloxi-3-mercapto-2-hidroxiopropano) y S-2,2-dimetilpropanoil-(1-aliloxi-3-mercapto-2-hidroxiopropano).

- 25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende grupos funcionales; y los grupos funcionales se seleccionan del grupo que consiste en ligandos de aminoácidos, ligandos de antígenos y anticuerpos, ligandos de colorantes, moléculas biológicas, iones biológicos y ligandos de afinidad de metales.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende grupos funcionales; y dichos grupos funcionales son ligandos con afinidad por metales. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende grupos funcionales; dichos grupos funcionales son ligandos con afinidad por metales; y una pluralidad de iones metálicos se acomplejan con una pluralidad de dichos ligandos con afinidad por metales.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos polidentados.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético.

35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de sales de ácido iminodiacético.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de sales de sodio de ácido iminodiacético.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de sales de potasio de ácido iminodiacético.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden porciones de etilendiamina.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden porciones de hexametildiamina.

55 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden porciones de dietanolamina.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden porciones pentaetilenhexamina.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden porciones de trietilentetramina.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden tris(carboximetil)etilendiamina.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales; y dichos ligandos con afinidad por metales comprenden bases conjugadas de ácidos carboxílicos. En ciertas realizaciones, las bases conjugadas están disponibles como sales. En ciertas realizaciones, las bases conjugadas están disponibles como sales de sodio o sales de potasio. En ciertas realizaciones, las bases conjugadas están disponibles como sales de sodio. En ciertas realizaciones, las bases conjugadas están disponibles como sales de potasio.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos complejos con una pluralidad de iones metálicos; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos complejos con una pluralidad de iones metálicos; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos complejos con una pluralidad de iones metálicos; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos complejos con una pluralidad de iones metálicos; y dichos iones metálicos son de níquel.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; y dichos iones metálicos son zirconio.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

55 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos

ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados; y dichos iones metálicos son de níquel.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos octadentados, hexadentados, tetradentados, tridentados o bidentados; y dichos iones metálicos son zirconio.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados; y dichos iones metálicos son de níquel.

35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tetradentados; y dichos iones metálicos son zirconio.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados; y dichos iones metálicos son de níquel.

55 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto

comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos tridentados; y dichos iones metálicos son zirconio.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados; y dichos iones metálicos son de níquel.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos bidentados; y dichos iones metálicos son zirconio.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico; y dichos iones metálicos son de níquel.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodicarboxílico; y dichos iones metálicos son zirconio.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético; y dichos iones metálicos son iones de metales de transición, iones de lantánidos, iones no metálicos o iones de metales alcalinotérreos.

55 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto

comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético; y dichos iones metálicos se seleccionan del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético; y dichos iones metálicos son níquel o zirconio.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético; y dichos iones metálicos son de níquel.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende ligandos con afinidad por metales que forman complejos con una pluralidad de iones metálicos; dichos ligandos con afinidad por metales son ligandos de ácido iminodiacético; y dichos iones metálicos son zirconio.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende grupos funcionales; y los grupos funcionales son moléculas biológicas o iones biológicos. En ciertas realizaciones, las moléculas biológicas o iones biológicos se seleccionan del grupo que consiste en albúminas, lisozima, virus, células,  $\gamma$ -globulinas de origen humano y animal, inmunoglobulinas de origen humano y animal, proteínas de origen recombinante o natural que incluyen, polipéptidos de origen sintético o natural, interleucina-2 y su receptor, enzimas, anticuerpos monoclonales, antígenos, lectinas, proteínas de unión a inmunoglobulinas bacterianas, tripsina y su inhibidor, citocromo C, mioglobulina, interleuquina recombinante humana, proteína de fusión recombinante, Proteína A, Proteína G, Proteína L, Péptido H, productos derivados de ácidos nucleicos, ADN de origen sintético o natural, y ARN de origen sintético o natural.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto comprende Proteína A. La proteína A es una proteína de superficie MSCRAMM de 40-60 kDa que se encontró originalmente en la pared celular de la bacteria *Staphylococcus aureus*. Está codificada en el gen *spa* y su regulación es controlada por la topología del ADN, osmolaridad celular y un sistema de dos componentes llamado ArIS-ArIR. Ha encontrado uso en la investigación bioquímica debido a su capacidad para unirse a inmunoglobulinas. Se une a las proteínas de muchas especies de mamíferos, especialmente las IgG. Se une a la región Fc de inmunoglobulinas a través de la interacción con la cadena pesada. El resultado de este tipo de interacción es que, en el suero, las bacterias se unen a las moléculas de IgG en la orientación incorrecta (en relación con la función normal de anticuerpos) en su superficie, lo que interrumpe la opsonización y la fagocitosis. Se une con alta afinidad a IgG1 e IgG2 humanas, así como a IgG2a e IgG2b de ratón. La proteína A se une con afinidad moderada a IgM, IgA e IgE humanas, así como a IgG3 e IgG1 de ratón. No reacciona con IgG3 o IgD humana, ni reaccionará con IgM, IgA o IgE de ratón.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto comprende un macromonomero. En ciertas realizaciones, el macromonomero se selecciona del grupo que consiste en poli(etilenglicol) acrilato y poli(etilenglicol) metacrilato.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto se reticula con N,N-metilenbisacrilamida o un macromonomero polifuncional. En ciertas realizaciones, el gel reticulado macroporoso del material compuesto se entrecruza mediante un macromonomero polifuncional; y el macromonomero polifuncional se selecciona del grupo que consiste en poli(etilenglicol) diacrilato y poli(etilenglicol) dimetacrilato. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos o elementos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto se reticula con N,N-metilenbisacrilamida.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el gel reticulado macroporoso del material compuesto es un hidrogel cargado positivamente que comprende un copolímero de cloruro de (3-acrilamidopropil) trimetilamonio (APTAC) y N-(hidroximetil) acrilamida reticulada con N,N'-metilenbisacrilamida.

55 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto es una membrana; y el gel reticulado macroporoso porta porciones cargadas.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el material compuesto es una membrana para usar como un filtro en la separación por exclusión por tamaño.

5 En ciertas realizaciones, los dispositivos de tratamiento de fluidos o los elementos enrollados de tratamiento de fluidos de la invención comprenden cualquiera de los materiales compuestos mencionados anteriormente, en donde los materiales compuestos comprenden porciones cargadas negativamente. Las membranas cargadas negativamente repelen las incrustaciones en la superficie de la membrana, lo que resulta en un mayor flujo, limpiezas más fáciles y costes más bajos en el sistema.

10 En ciertas realizaciones, los dispositivos de tratamiento de fluidos o los elementos enrollados de tratamiento de fluidos de la invención comprenden cualquiera de los materiales compuestos mencionados anteriormente, en donde los materiales compuestos son de naturaleza hidrófila. Los contaminantes son típicamente especies hidrofóbicas.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el miembro de soporte del material compuesto consiste esencialmente en material polimérico en forma de una membrana que tiene un espesor de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  y comprende poros de diámetro promedio de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 25  $\mu\text{m}$ .

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el miembro de soporte del material compuesto consiste esencialmente en una poliolefina.

20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el miembro de soporte del material compuesto comprende un material polimérico seleccionado del grupo que consiste en polisulfonas, poliétersulfonas, polifeniléxidos, policarbonatos, poliésteres, celulosa y derivados de celulosa.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el miembro de soporte del material compuesto consiste esencialmente en material polimérico en forma de una tela fibrosa que tiene un espesor de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 2000  $\mu\text{m}$  y comprende poros de un diámetro promedio de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 25  $\mu\text{m}$ .

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos o elementos enrollados de tratamiento de fluidos anteriormente mencionados, en donde el miembro de soporte del material compuesto comprende una pila de 2 a 10 miembros de soporte separados.

#### Métodos ilustrativos

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método que comprende la etapa de:

35 poner en contacto un primer fluido que comprende una sustancia con un material compuesto en cualquiera de los elementos de tratamiento de fluidos envueltos mencionados anteriormente,

adsorber o absorber la sustancia sobre el material compuesto.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, que comprende además la etapa de colocar el primer fluido en una primera abertura de un dispositivo de tratamiento de fluidos.

40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, que comprende además la etapa de poner en contacto un segundo fluido con la sustancia adsorbida o absorbida en el material compuesto, liberando así la sustancia del material compuesto.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia se separa en base a la exclusión por tamaño.

45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el gel macroporoso muestra una interacción específica con la sustancia.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde las interacciones específicas son interacciones electrostáticas, interacciones de afinidad o interacciones hidrofobas.

50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde las interacciones específicas son interacciones electrostáticas, el material compuesto soporta cargas en el gel macroporoso; la sustancia está cargada; y la sustancia se separa en base a la exclusión de Donnan.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido es una suspensión de células o una suspensión de agregados.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia es una molécula biológica o ion biológico.

- 5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la molécula biológica o el ion biológico se selecciona del grupo que consiste en albúminas, lisozima, virus, células,  $\gamma$ -globulinas de origen humano y animal, inmunoglobulinas de origen humano y animal, proteínas de origen recombinante o natural, incluidos polipéptidos de origen sintético o natural, interleucina-2 y su receptor, enzimas, anticuerpos monoclonales, tripsina y su inhibidor, citocromo C, mioglobulina, interleucina humana recombinante, proteína de fusión recombinante, productos derivados de ácidos nucleicos, ADN de origen sintético o natural, y ARN de origen sintético o natural.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la molécula biológica o el ion biológico es una proteína; y la proteína comprende residuos de aminoácidos expuestos seleccionados del grupo que consiste en Glu, Asp, Try, Arg, Lys, Met y His.

- 15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la molécula biológica o el ion biológico es una proteína; y la proteína comprende residuos de aminoácidos de His expuestos.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la molécula biológica o el ion biológico es un anticuerpo monoclonal.

- 20 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia es una partícula que contiene metal, o un ion que contiene metal.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la partícula que contiene metal o el ion que contiene metal comprende un metal de transición, un lantánido, un metal pobre o un metal alcalinotérreo.

- 25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la partícula que contiene metal o el ion que contiene metal comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en níquel, zirconio, lantano, cerio, manganeso, titanio, cobalto, hierro, cobre, zinc, plata, galio, platino, paladio, plomo, mercurio, cadmio y oro.

- 30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido es agua residual.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido es agua residual de la refinación de mineral o agua de mar.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia es plomo o mercurio.

- 35 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia es platino, paladio, cobre, oro o plata.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el fluido es agua residual; y la partícula que contiene metal o el ion que contiene metal comprende plomo o mercurio.

- 40 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido es agua residual de la refinación de mineral; y la partícula que contiene metal o el ion que contiene metal comprende plomo o mercurio.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido es agua de mar; y la partícula que contiene metal o el ion que contiene metal comprende platino, paladio, cobre, oro o plata.

- 45 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido comprende clara de huevo.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde el primer fluido comprende clara de huevo; y la sustancia es lisozima.

- 50 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método en donde, en el modo de separación de flujo tangencial, no se requiere un procesamiento previo de las mezclas de reacción crudas debido a la alta especificidad de los materiales compuestos en los dispositivos de la presente invención. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a

un método en donde las separaciones pueden llevarse a cabo a gran escala. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método en donde las separaciones pueden llevarse a cabo en un período de tiempo más corto. En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método en donde los dispositivos tienen una alta capacidad de unión.

5 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método que comprende dos etapas: recoger la sustancia deseada en el material compuesto y recoger la sustancia deseada a partir del material compuesto.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método para separar una sustancia de un fluido, que comprende la etapa de:

colocar el fluido en contacto con un material compuesto en cualquiera de los elementos enrollados de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, adsorbiendo o absorbiendo así la sustancia en el material compuesto.

10 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método para separar una sustancia de un fluido, que comprende la etapa de:

colocar el fluido en una primera abertura de cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, adsorbiendo o absorbiendo así la sustancia en el material compuesto y produciendo un permeado; y

recoger el permeado de una segunda abertura del dispositivo de tratamiento de fluidos.

15 En ciertas realizaciones, la invención se refiere al método mencionado anteriormente, en donde el fluido pasa a través de los macroporos del material compuesto; y la sustancia se adsorbe o se absorbe dentro de los macroporos del material compuesto.

En ciertas realizaciones, la invención se refiere a un método para separar una sustancia de un fluido, que comprende la etapa de:

20 colocar el fluido en una primera abertura de cualquiera de los dispositivos de tratamiento de fluidos mencionados anteriormente, adsorbiendo o absorbiendo de ese modo la sustancia al material compuesto;

recoger el permeado de una segunda abertura del dispositivo de tratamiento de fluidos;

colocar un segundo fluido en la primera abertura del dispositivo de tratamiento de fluidos, liberando así la sustancia del material compuesto.

25 En ciertas realizaciones, la invención se refiere al método mencionado anteriormente, en donde el fluido pasa a través de los macroporos del material compuesto; la sustancia se adsorbe o se absorbe dentro de los macroporos del material compuesto; y el segundo fluido pasa a través de los macroporos del material compuesto, liberando de esta manera la sustancia del material compuesto.

30 En ciertas realizaciones, la invención se refiere a uno cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, en donde la sustancia es radiactiva.

#### EJEMPLOS

La invención que ahora se describe en general, se comprenderá más fácilmente con referencia a los siguientes ejemplos, que se incluyen de manera sencilla para propósitos de ilustración de algunos aspectos y realizaciones de la presente invención, y no están destinados a limitar la invención.

35 Ejemplo 1

Los resultados que comparan un dispositivo enrollado de 4 capas con un dispositivo de membrana plegada de 2,5" se muestran en la Figura 20. Estos resultados se han reproducido varias veces usando membranas S (intercambio catiónico fuerte) y Q (intercambio aniónico fuerte).

Ejemplo 2

40 Control previsto del canal de flujo de fluido:

- para características de capacidad (material intercalado más delgado, más capas o núcleo más grande = ruptura más nítida)

- para las características de contrapresión (material intercalado más delgado, más capas o núcleo más grande = presión más alta)

45 • para las capacidades de ciclo (flujo en el núcleo interno = aumento de la contrapresión, flujo desde el núcleo interno radialmente hacia afuera = contrapresión estable, por lo tanto, capacidad de ciclo)

Relación (Volumen del dispositivo: volumen de la membrana) aumentó el control:

- para mejorar el rendimiento del proceso (relativamente más membrana = menos ciclos para procesar una cantidad fija, menos ciclos = menos tiempo = aumento del rendimiento)

- a un título de elución más alto (reducción del volumen de retención = reducción del volumen del dispositivo = aumento del título)

5 • a un menor uso de tampón (reducción del volumen de retención = disminución en la mezcla y dilución = uso optimizado de tampones).

Los expertos en la técnica reconocerán, o podrán determinar utilizando únicamente experimentación rutinaria, muchos equivalentes a las realizaciones específicas de la invención descrita en el presente documento. Dichos equivalentes están abarcados por las siguientes reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de tratamiento de fluidos que comprende una unidad de carcasa, en donde la unidad de carcasa comprende:
- (a) una primera abertura y una segunda abertura;
- 5 (b) una trayectoria de flujo de fluido entre la primera abertura y la segunda abertura; y
- (c) un elemento enrollado de tratamiento de fluidos que comprende material compuesto y un material intercalado que forma capas enrolladas alrededor de un núcleo interno,
- en donde
- el material compuesto comprende
- 10 un miembro de soporte que comprende una pluralidad de poros que se extienden a través del miembro de soporte; y
- un gel reticulado macroporoso no autoportante que comprende macroporos que tienen un diámetro promedio de 10 nm a 3000 nm, estando situado dicho gel reticulado macroporoso en los poros del miembro de soporte,
- dichos macroporos de dicho gel macroporoso reticulado son más pequeños que dichos poros de dicho miembro de soporte;
- 15 el núcleo interno está conectado operativamente a la primera abertura;
- la primera abertura es una entrada; y
- el elemento enrollado de tratamiento de fluido está orientado a través de la trayectoria de flujo de fluido de manera que cualquier fluido que entre en la primera abertura debe fluir a través de aproximadamente 3 a aproximadamente 50 capas del material compuesto y la lámina intermedia antes de salir de la segunda abertura.
- 20 2. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 1, que tiene una característica seleccionada entre A), B) y C):
- A) las capas se enrollan en espiral alrededor del núcleo interno;
  - B) las capas son círculos concéntricos alrededor del núcleo interno; y
  - C) las capas no son círculos concéntricos alrededor del núcleo interno.
- 25 3. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 1, en donde el núcleo interno es un tubo cilíndrico;
- opcionalmente en donde el núcleo interno es un tubo cilíndrico perforado; y
- además opcionalmente en donde el núcleo interno es un tubo cilíndrico perforado que está tapado o sellado en uno de sus extremos.
- 30 4. El dispositivo de tratamiento de fluidos de cualquier reivindicación anterior, en donde el núcleo interno tiene una o más características seleccionadas de A), B), C), D), y E):
- A) el núcleo interno es de plástico; opcionalmente en donde el núcleo interno es polipropileno;
  - B) el núcleo interno es una pantalla enrollada alrededor de un tubo;
  - C) el diámetro del núcleo interno es de aproximadamente 0.2 cm a aproximadamente 200 cm;
  - D) la longitud del núcleo interno es de aproximadamente 2 cm a aproximadamente 200 cm; y
- 35 E) el núcleo interno comprende un material intercalado enrollado sobre sí mismo.
5. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 1, en donde la unidad de carcasa tiene una o más características seleccionadas de A), B) y C):
- A) la unidad de carcasa es sustancialmente cilíndrica; opcionalmente en donde la unidad de carcasa tiene un diámetro interior de aproximadamente 1 cm a aproximadamente 50 cm;
- 40 B) la unidad de carcasa es desechable o reutilizable; y

C) la unidad de carcasa es de plástico o acero inoxidable.

6. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 1 o 5, en donde el dispositivo comprende un sensor.

7. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento enrollado de tratamiento de fluidos comprende materiales compuestos para su uso como membrana.

5 8. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 7, en donde la membrana es para uso en separación por exclusión por tamaño.

9. El dispositivo de tratamiento de fluidos de cualquier reivindicación anterior, en donde el material compuesto comprende grupos funcionales; y los grupos funcionales son moléculas biológicas o iones biológicos.

10 10. El dispositivo de tratamiento de fluidos de la reivindicación 9, en donde las moléculas biológicas o los iones biológicos se seleccionan del grupo que consiste en albúminas, lisozima, virus, células,  $\gamma$ -globulinas de origen humano y animal, inmunoglobulinas de origen tanto humano como animal, proteínas de origen recombinante o natural, incluidos, polipéptidos de origen sintético o natural, interleucina-2 y su receptor, enzimas, anticuerpos monoclonales, antígenos, lectinas, proteínas de unión a inmunoglobulinas bacterianas, tripsina y su inhibidor, citocromo C, mioglobulina, interleucina humana recombinante, proteína de fusión recombinante, Proteína A, Proteína G, Proteína L, Péptido H, productos derivados de ácidos nucleicos, ADN de origen sintético o natural y ARN de origen sintético o natural.

15 11. El dispositivo de tratamiento de fluidos de cualquier reivindicación anterior, en donde el material compuesto comprende Proteína A.

Figura 1

Diseño enrollado -Química	Uso del separador	Número de Capas										Temperatura y presión: usadas	
		2					4						
		Capacidad de unidades (mg/m <sup>2</sup> /min.)	Área de perforación (g)	Cuentas fijas (ppm)	Velocidad del flujo (ml./min. & volumen de la membrana)	Capacidad de unidades (mg/m <sup>2</sup> /min.)	Área de perforación (g)	Cuentas fijas (ppm)	Velocidad del flujo (ml./min. & volumen de la membrana)				
5	Sin capa de adsorbente	143	6.726	4	50 ml./min. (10 MPa)	53	0.528	21	70 ml./min. (7 MPa)				
	Medio (1 mm)					45	0.85	4	100 ml./min. (10 MPa)				
	Sostrato de 1. abstracción					227	2.5	14	90 ml./min. (5 MPa)				
	Sostrato circular de Laboratorio frente al vacío					214	2.2	18	90 ml./min. (5 MPa)				Uso en 10 ml. de tampones MDES, pH 5,5
	Sostrato similar a de Laboratorio Sostrato MDE a 5,5 MPa					212	1.8	22	50 ml./min. (5 MPa)				

Figura 2

Química de la Membrana	Separador	20 capas (Volumen de la Membrana = 25 ml)			
		Capacidad de carga (mg/ml)	Unidad de protección (%)	Carga-protección (%)	Velocidad de flujo (mg/ml) & Volumen de la Membrana
S	Sin Separador				
	Medio (1 mm)				
	Sustrato de laboratorio				
	Sustrato Similar al de Laboratorio (más abierto)				
	Sustrato Similar al de Laboratorio (cerrado) MV = 8.5 ml				
	Separador de la Cápsula	9	0,34	15	75 ml/min (3 MV)

Figura 3

Química de la membrana	Separador	2 Capas (Volumen de la Membrana = 5 ml.)				4 Capas (Volumen de la Membrana = 10 ml.)			
		Capacidad de Unión (mg/ml)	Unión de proteínas (g)	Contra-presión (PSI)	Velocidad del flujo (ml/min) & Volumen de la membrana	Capacidad de Unión (mg/ml)	Unión de proteínas (g)	Contra-presión (PSI)	Velocidad del flujo (ml/min) & Volumen de la Membrana
α	Sin Separador	202	3.33	3.5	70 ml/min {14 MPa}	194	2	11	100 ml/min {10 MPa}
	Malla (2 mm)								
	Malla (1.450 mm)								
	Malla (1 mm)								

Figura 4

Configuración de la Membrana	Separador	10 Capas (volumen de la Membrana = 25 ml)				7 Capas (volumen de la Membrana = 18 ml)				Velocidad del flujo (ml/min) & volumen de la Membrana
		Capacidad de Unión (mg/ml)	Unión de proteínas (p%)	Contaminación (p%)	Velocidad del flujo (ml/min) & volumen de la Membrana	Capacidad de Unión (mg/ml)	Unión de proteínas (p%)	Contaminación (p%)	Velocidad del flujo (ml/min) & volumen de la Membrana	
Q	Sin Separador	15	0,36	24,5	50 ml/min (8 MPa)					
	Malta (1 mm)	205 (antes del 10% de saturación)	5,2	6,8	100 ml/min (4 MPa)					
	Malta (0,450 mm)									
	Malta (1 mm)	300 (antes del 10% de saturación)	8	7,1	100 ml/min (4 MPa)	280	4,2	12	150 ml/min (8 MPa)	

Figura 5

Diseño de enrollado-Química	Separador usado; proteína y tampón usado	4 Capas (Volumen de la Membrana = 10 ml)			
		Capacidad de Unión	Unión de proteínas (µg)	Contra Presión (PSI)	Velocidad del flujo (ml/min) & volumen de la Membrana
<b>C</b>	Sin separador; gamma globulinas en tampón acetato de sodio 25 mM; pH 5	84	0.84	12	50 ml/min (5 MV)
	Separador de cápsula; gamma globulinas en tampón acetato de sodio 25 mM; pH 5	88	0.88	12	100 ml/min (10 MV)
	Separador de cápsula; heparina en tampón fosfato 20 mM; pH 8.	234	2.3	20	25 ml/min (2MV)

Figura 6

Química de la Membrana	Lot #	Capacidad de unión por lote (mg/ml)
Membrana Q	100420 QAP	218
Membrana S	101012 SAP	213
Membrana C	110113CAP	118 (figG)
Membrana C	110113CAP	145 (gama globulinas en tampón acetato de sodio; pH 5)

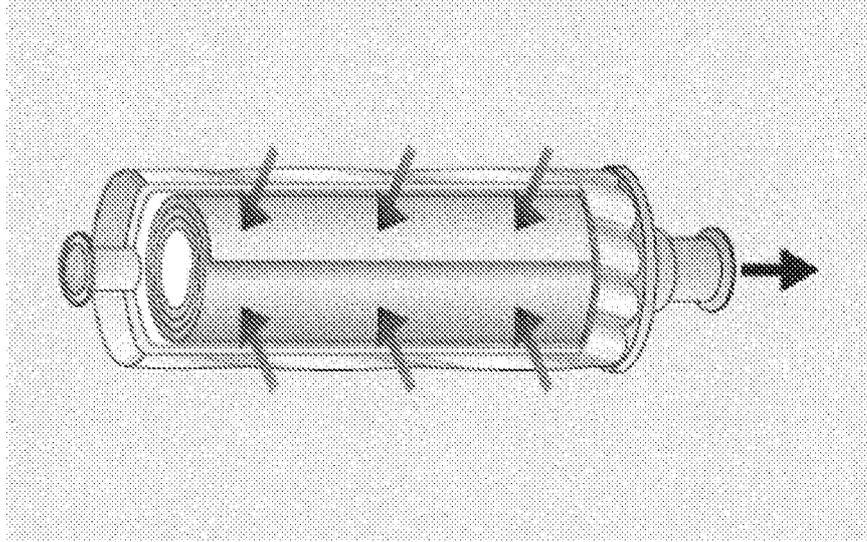


Figura 7

Figura 8

Núm. orden	Descripción	Conector	Cantidad	Volumen lecho [ml]	Capacidad típica de unión a proteínas* [g]	Velocidad de flujo Rec. [L/min]
<b>Sartobind Q</b>						
92EX042DN-11	Sartobind Q SingleSep nano 1 ml	Luer hembra	1	1	0.020	0.03
92EX042DN-11-A	Sartobind Q SingleSep nano 1 ml	Luer hembra	4	1	0.020	0.03
92EX042D4-00-A	Sartobind Q SingleSep Mini Cápsulas	Lengüeta de manguera	4	7	0.2	0.2
92EX042D4-55-A	Sartobind Q SingleSep Mini Cápsulas	sartano	4	7	0.2	0.2
92EX042D9-00-A	Sartobind Q SingleSep Cápsulas 5"	Lengüeta de manguera	4	70	2	1.9
92EX042D9-55-A	Sartobind Q SingleSep Cápsulas 5"	sartano	4	70	2	1.9
92EX042D1-55	Sartobind Q SingleSep Cápsulas 10"	sartano	1	180	5.3	5
92EX042D2-55	Sartobind Q SingleSep Cápsulas 20"	sartano	1	360	10.6	10
92EX042D3-55	Sartobind Q SingleSep Cápsulas 30"	sartano	1	540	16	15
92EX042D355	Sartobind Q SingleSep Mega Cápsulas	sartano	1	1620	48	50

Figura 9

Sartobind S							
92EXS420N-11	Sartobind S SingleSep Mano 1 ml	Luer hembra	1	1	0.025	0.03	0.03
92EXS420N-11-A	Sartobind S SingleSep Mini Cápsulas	Luer hembra	4	1	0.025	0.03	0.03
92EXS4204-00-A	Sartobind S SingleSep Mini Cápsulas	Lengüeta de manguera	4	7	0.175	0.2	0.2
92EXS4204-55-A	Sartobind S SingleSep Mini Cápsulas	sanitario	4	7	0.175	0.2	0.2
92EXS4209-00-A	Sartobind S SingleSep Cápsulas 5°	Lengüeta de manguera	4	70	1.75	1.9	1.9
92EXS4209-55-A	Sartobind S SingleSep Cápsulas 5°	sanitario	4	70	1.75	1.9	1.9
92EXS4201-55	Sartobind S SingleSep Cápsulas 10°	sanitario	1	180	4.6	5	5
92EXS4203-55	Sartobind S SingleSep Cápsulas 30°	sanitario	1	640	14	15	15

Figura 10

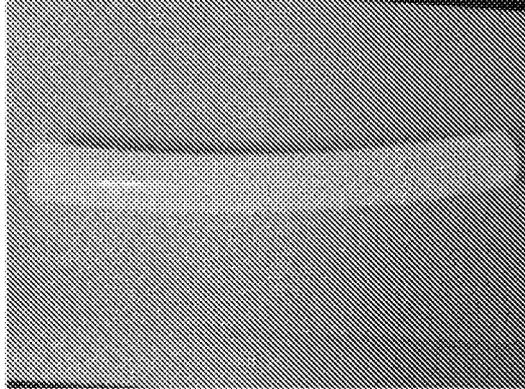
Núm. orden	Descripción	Conector	Cantidad	Volumen leche [ml]	Capacidad típica de unión a proteínas* [g]	Velocidad de flujo rec. [l/min]
<b>Sartobind STIC PA</b>						
925TP442DN-11-A	Sartobind STICPA Razo 1ml	Luera hembra	4	1	0,05	0,03
925TP442D3-FF-A	Sartobind STICPA Capsula 5"	sanitario	4	70	3,5	1,9
925TP442D1-S5	Sartobind STICPA Capsula 10"	sanitario	1	180	9	5
925TP442D0-S5	Sartobind STICPA Capsula 30"	sanitario	1	540	27	15
925TP443DC55	Sartobind STICPA Mega Capsula	sanitario	1	1620	81	50

Figura 11

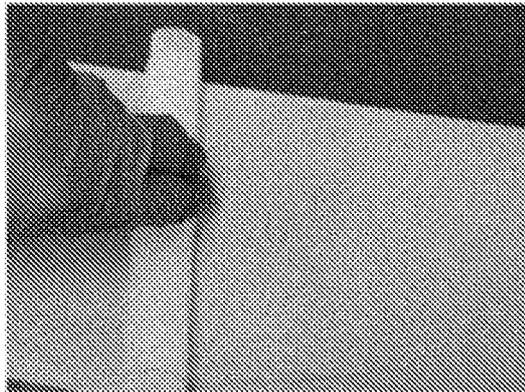
	Capacidad típica de unión dinámica a 10% de la saturación [mg/cm <sup>2</sup> ]	Proteína de referencia	Tampón de carga
S	0,7	Lisozima de clara de huevo de gallina	Fosfato de potasio 10 mM, pH 7,0
Q	0,8	Albumina de suero bovino	Tris/HCl 20 mM, pH 7,5
Sartobind STC PA	1,4	Albumina de suero bovino	Tris/HCl 20 mM, con 150 ml de NaCl, pH 7,5

Figura 12

(a)



(b)



(c)

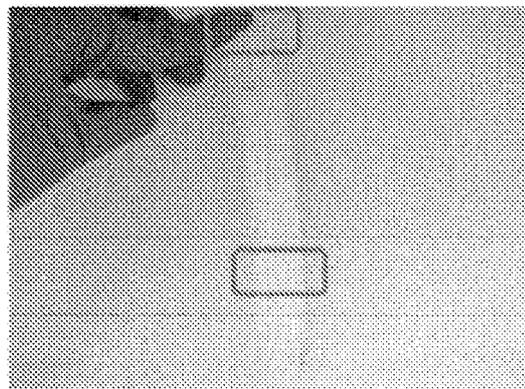
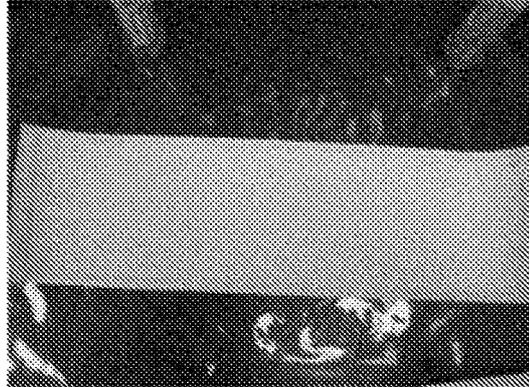
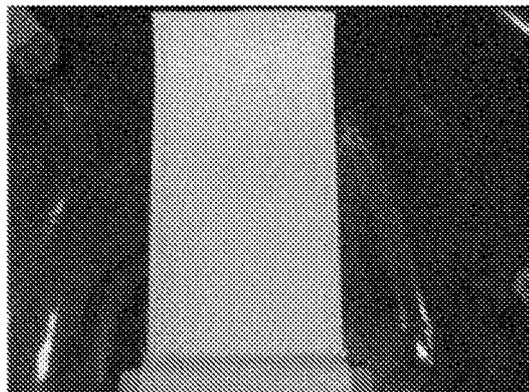


Figura 13

(a)



(b)



(c)

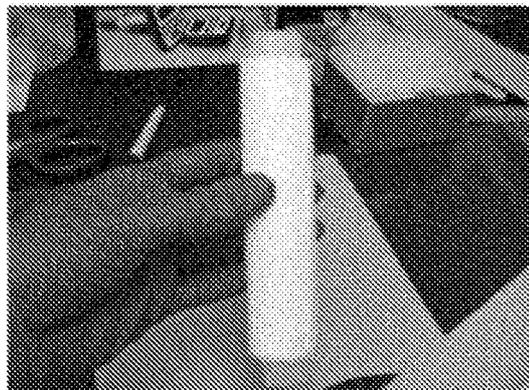
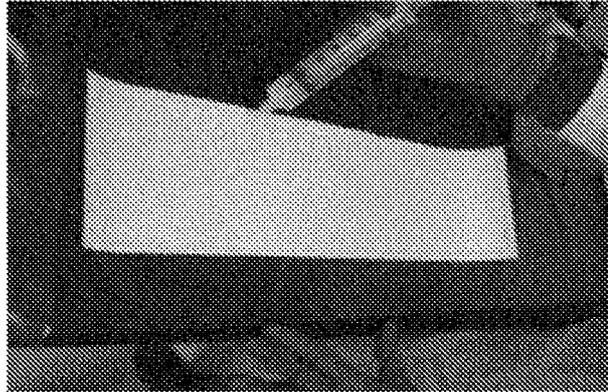


Figura 14

(a)



(b)

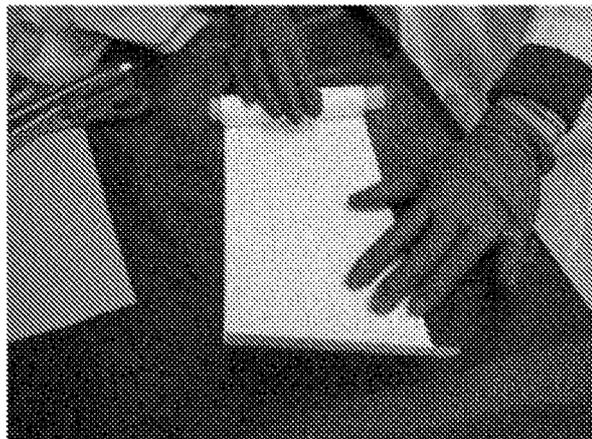
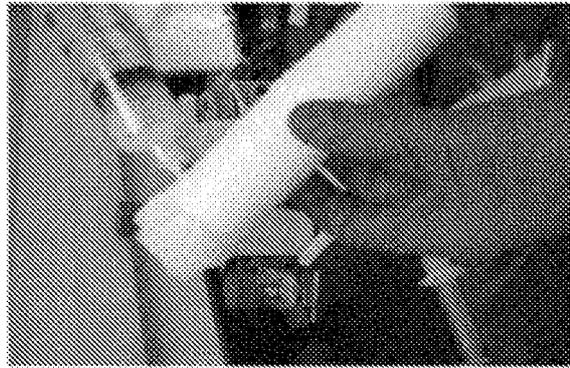
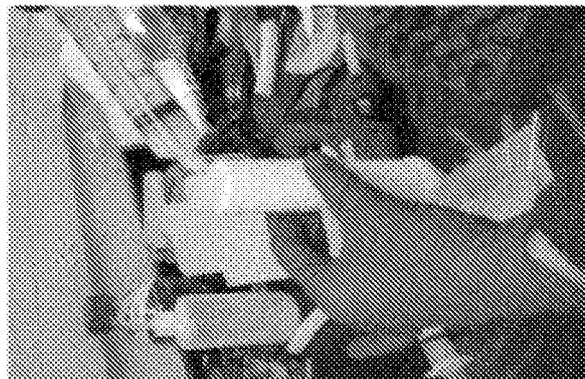


Figura 15

(a)



(b)



(c)

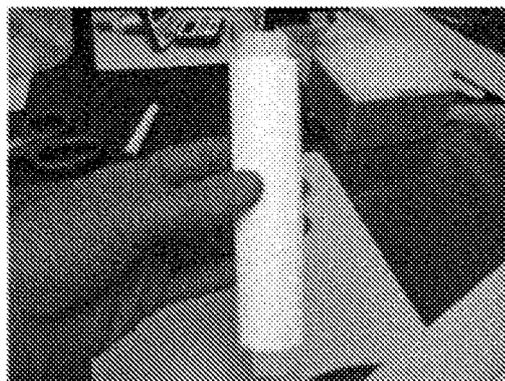
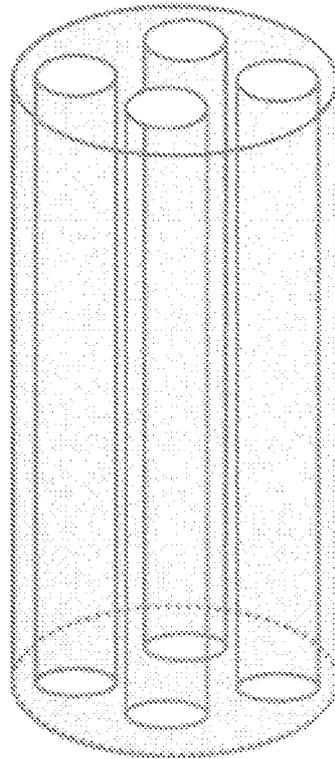


Figura 16

(a)



(b)

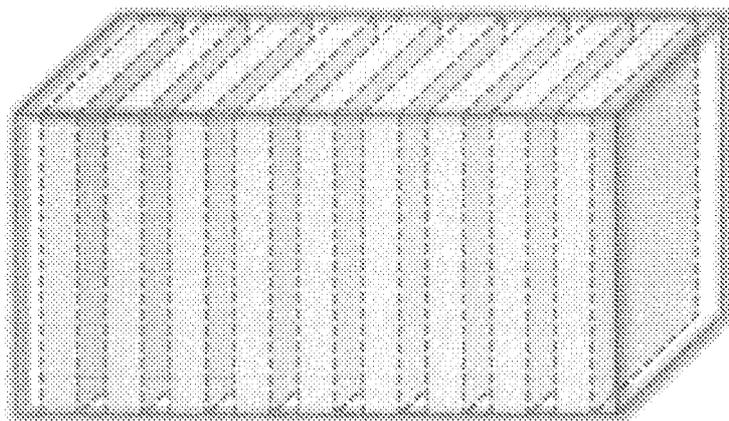


Figura 17

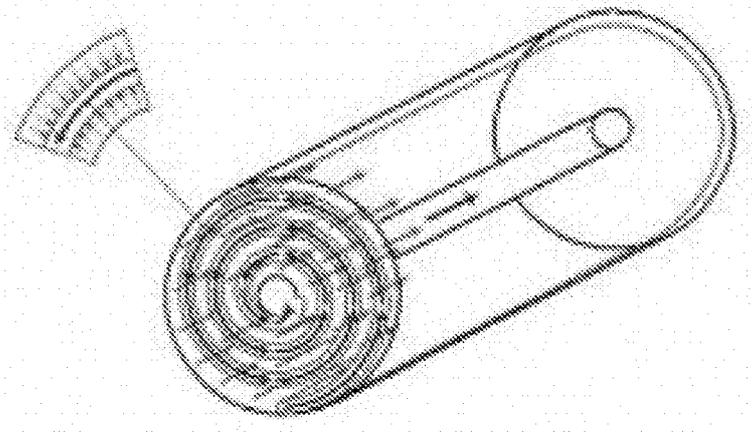


Figura 18

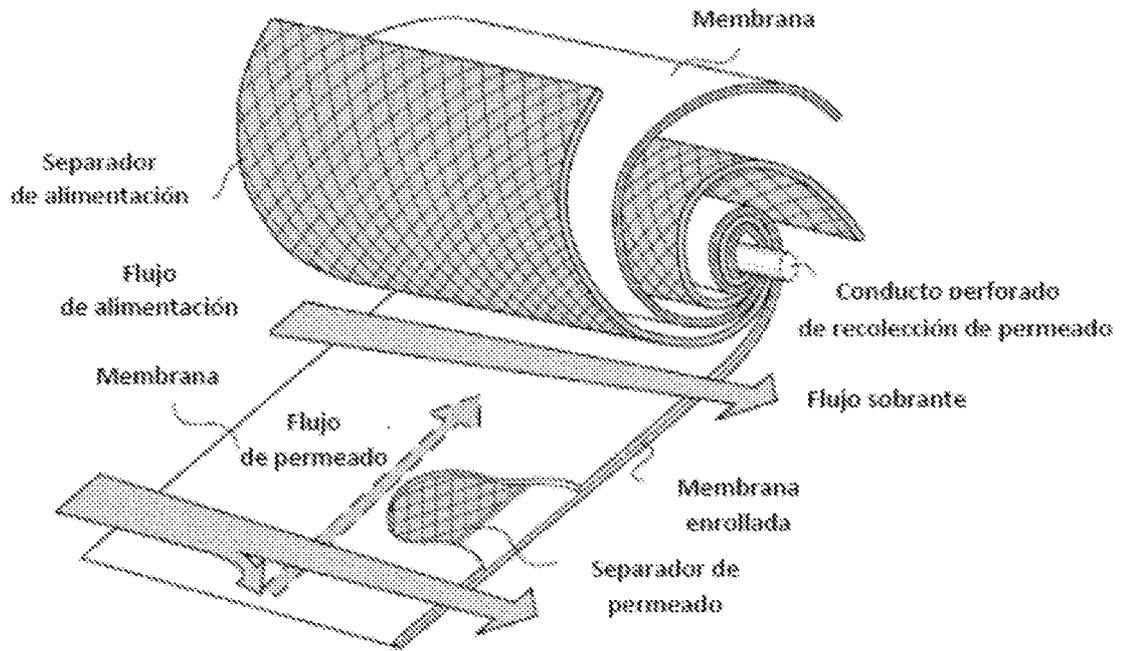


Figura 19

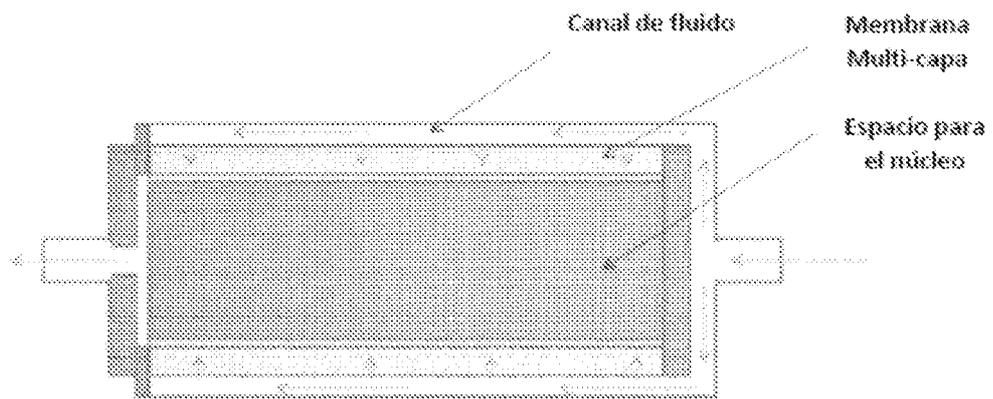


Figura 20

		Comportamiento esperado	Comportamiento observado
Dispositivo	Tipo de Membrana	Disco de corte BC (mg/ml) Lote específico	BC medido con dispositivo (mg/ml)
Cápsula 2,5 "	S	235	157
4 capas enrolladas	S	213	227

Figura 21

Nombre del Material Intercalado (Lingo)	Material	Principales características
Sustrato de Laboratorio	Polipropileno no tejido (suministrado por Hollingsworth y Vose)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 250 micrones</li> <li>• Porosidad 70-80%</li> <li>• Compresible</li> </ul>
Sustrato similar al de Laboratorio	Polipropileno hilado (peso básico: 0.86 oz/yd <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 150 micrones</li> <li>• Porosidad &gt;90%</li> <li>• Compresible</li> </ul>
Separador de cápsula	Polipropileno hilado, entaze plano (similar al material UNIPRO FX de Midwest Filtration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 210 micrones</li> <li>• Porosidad 80%-90%</li> <li>• Compresible</li> </ul>
Filtro Midwest	AVSPUN 70 GSM POLYPRO (suministrado por Midwest Filtration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 365 micrones</li> <li>• Porosidad 75%-85%</li> <li>• Compresible</li> </ul>
Malla (0.45 mm)	Red extrudida (similar a la línea de Nallex de DelStar Technologies, Inc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 450 micrones</li> <li>• Porosidad &gt;98%</li> <li>• No compresible</li> </ul>
Malla (0.45 mm)	Red extrudida (similar a la línea de Nallex de DelStar Technologies, Inc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosor 1000 micrones</li> <li>• Porosidad &gt;98%</li> <li>• No compresible</li> </ul>
Papel	Vidrio no unido o celulosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 - 250 micrones</li> <li>• Porosidad 50-80%</li> <li>• Compresible</li> </ul>