

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 996**

51 Int. Cl.:

**B01D 29/00** (2006.01)

**B01D 39/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2009 PCT/US2009/061182**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.04.2010 WO10045644**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2009 E 09821392 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2364193**

54 Título: **Medios filtrantes para filtración/purificación de un líquido o gas**

30 Prioridad:

**17.10.2008 US 106467 P**

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

**13.12.2019**

73 Titular/es:

**BIOAIR SOLUTIONS, LLC (100.0%)  
110 Kresson-Gibbsboro Road Suite 303  
Voorhees, NJ 08043, US**

72 Inventor/es:

**LE ROUX, LOUIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 734 996 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

Medios filtrantes para filtración/purificación de un líquido o gas

### Antecedentes de la invención

5 Una purificación/filtración biológica a gran escala de materiales líquidos y gaseosos requiere dispositivos de purificación/filtración correspondientemente de gran escala, incluyendo los medios filtrantes. El diseño y el desarrollo de tales dispositivos está limitado por varios parámetros, por ejemplo, la necesidad de medios filtrantes de gran área superficial específica (para aumentar la eficacia), la tendencia de que se colapsen o plieguen los medios filtrantes bajo la carga combinada de biomasa y de líquido, y la presión comercial de minimizar el área ocupada del dispositivo. Se han sugerido medios filtrantes compuestos de un lecho bacteriano corrugado enrollado formando una configuración de "brazo de gitano" con canales separados para el flujo de agua para ser utilizados en la purificación de agua de alcantarillado. Otros dispositivos de la técnica anterior utilizan estructuras externas para proporcionar resistencia estructural al material de los medios en los recipientes del reactor, por ejemplo un andamiaje metálico configurado como una "rueda de vagón" en torno al cual se disponen medios filtrantes o elementos de soporte similares a una banda que rodean los medios filtrantes. Sin embargo, las estructuras externas por sí solas no pueden evitar el colapso de los medios y tales configuraciones pueden ser propensas a ser obstruidas por un exceso de biomasa. Además, las estructuras de soporte de tipo andamiaje ocupan espacio en el reactor que podría ser ocupado por medios "vivos", reduciendo, de ese modo, la eficacia del sistema. El documento US-A-2008/184684 da a conocer un filtro de múltiples capas que utiliza espuma corrugada según el preámbulo de la reivindicación 1.

20 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad en la técnica de dispositivos, módulos y medios filtrantes que optimicen el rendimiento de la actividad de filtración, incluyendo la optimización de una transferencia de masa (y, por lo tanto, la optimización de la eficacia de la filtración/oxidación biológica), permitir la retención de más microorganismos por unidad de volumen de medios, y que aumenta la "esperanza de vida" de los propios medios filtrantes, permitiendo un mayor uso antes de su sustitución o mantenimiento (necesario, por ejemplo, por el colapso del material de la alfombra o la obstrucción de la alfombra con biomasa que ha proliferado en exceso) en comparación con un equipo convencional de filtración.

### Breve resumen de la invención

30 La invención incluye un medio filtrante para la purificación de un material líquido o gaseoso que incluye una alfombra que tiene una primera superficie y una segunda superficie. Al menos una de la primera superficie o de la segunda superficie es sustancialmente no plana. La alfombra comprende una resina espumada que tiene una densidad de aproximadamente  $16 \text{ kg/m}^3$  hasta aproximadamente  $48 \text{ kg/m}^3$  y/o una deflexión de la carga de indentación de aproximadamente  $15,9 \text{ kg}$  hasta aproximadamente  $68 \text{ kg}$ .

35 También se incluye en la invención un medio filtrante para la purificación de un material líquido o gaseoso que comprende al menos dos alfombras, teniendo cada alfombra una primera superficie y una segunda superficie, siendo al menos una de la primera superficie o de la segunda superficie sustancialmente no plana y tiene un perfil de corrugación sustancialmente no uniforme.

40 Se incluyen dispositivos para la filtración de un líquido y/o de un gas que comprenden uno o más módulos de reactor. Los módulos de reactor incluyen el medio filtrante y una cámara sustancialmente cilíndrica y/o una cámara sustancialmente rectangular que puede incluir lados, una parte superior y una parte inferior. La cámara incluye, además, una base que se extiende desde los lados de la cámara hacia el interior de la cámara y el medio filtrante está dispuesto en el interior de la cámara.

También se proporcionan procedimientos de filtración de un material gaseoso o líquido que utilizan el medio filtrante, como procedimientos de fabricación de los módulos.

### Breve descripción de los dibujos

45 Se pueden comprender mejor el anterior resumen al igual que la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención cuando sean leídos junto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, se debería comprender que la invención no está limitada a las disposiciones y al instrumental precisos mostrados. En los dibujos:

La Fig. 1A muestra una vista en perspectiva de una cámara ejemplar en la que se puede disponer el medio filtrante para formar un módulo de reactor;

la Fig. 1B muestra una sección longitudinal recortada (sección A-A) de un módulo ejemplar de reactor;

50 la Fig. 1C muestra una vista en perspectiva del módulo de la FIG. 1A;

la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo ejemplar que incluye una tapa y un módulo de reactor;

la Fig. 3 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo ejemplar distinto que incluye una tapa y un módulo de reactor;

55 las Figuras 4A y 4B son dibujos esquemáticos que ilustran el enrollamiento o arrollamiento de la alfombra en torno a un eje hipotético X-X;

la Fig. 5 es un dibujo esquemático de varios perfiles de corrugación ejemplares para las superficies no planas de la alfombrilla, así como ejemplos de vista en planta de la colocación de las corrugaciones en la alfombrilla;

la Fig. 6 es una vista recortada en perspectiva de un dispositivo que incluye un módulo de reactor que tiene los medios filtrantes dispuestos en una configuración apilada vertical, que no forma parte de la presente invención.

5 La Fig. 7 (incluyendo las Figuras 7A y 7B) son gráficos que muestran el rendimiento de eliminación del H<sub>2</sub>S de un dispositivo de la invención en un tiempo de paso de 7 segundos; y

la Fig. 8 es un gráfico que muestra la eliminación de olores en comparación con el tiempo de paso de un dispositivo de filtración de gas de la invención.

### **Descripción detallada de la invención**

10 La invención proporciona un medio filtrante que puede ser utilizado para filtrar diversos materiales líquidos o gaseosos. El medio filtrante puede ser inoculado con una biomasa (muy a menudo de naturaleza principalmente bacteriana o fúngica (levadura); a menudo una cepa específica o una mezcla de cepas) que oxida o descompone los compuestos en el gas o líquido según pasa a través del medio. Los medios filtrantes, los módulos y los dispositivos de la invención fueron desarrollados para hacer hincapié en el rendimiento de la actividad de filtración, incluyendo el mejora de la transferencia de masa (y, por lo tanto, la mejora de la eficacia de filtración/oxidación) y la mejora de la adherencia de microorganismos a los medios (proporcionando un mayor número de microorganismos por volumen unitario de los medios) al igual que aumentar la “esperanza de vida” del propio medio filtrante, permitiendo un uso más prolongado antes de la sustitución o del mantenimiento del medio filtrante (necesario, por ejemplo, por el colapso del material de la alfombrilla o la obstrucción de la alfombrilla con biomasa que ha proliferado en exceso) en comparación con los medios y/o los módulos biológicos convencionales de filtración.

15 La invención incluye un medio filtrante para la purificación o la filtración de un material líquido o gaseoso, tal como aguas residuales, o la reducción y eliminación de compuestos malolientes en agua, gas u otras emisiones. El medio filtrante incluye una alfombrilla que tiene una primera superficie y una segunda superficie y puede tener cualquier tamaño o formato. En general, puede ser deseable que la alfombrilla tenga un formato de prisma sustancialmente rectangular; sin embargo, dependiendo del uso final y de los detalles del módulo o del dispositivo en el que ha de ser montada, se pueden variar el tamaño, la forma y el formato. En una realización, la alfombrilla tiene un grosor (es decir, la longitud del eje Z de la alfombrilla) de aproximadamente 0,64 cm hasta aproximadamente 10,16 cm, alternativamente, aproximadamente 1,91 cm hasta aproximadamente 7,62 cm o un grosor de aproximadamente 2,54 cm hasta aproximadamente 5,08 cm. En la mayoría de aplicaciones, la alfombrilla puede tener un grosor de 2,54 cm o más.

20 Según se ha explicado anteriormente, la longitud y la anchura de la alfombrilla pueden variar, pero en la mayoría de circunstancias puede ser preferible que la dimensión de la longitud de la alfombrilla sea mayor que la dimensión de la anchura. Por ejemplo, la dimensión de la longitud de la alfombrilla puede ser aproximadamente 2 hasta aproximadamente 35 veces mayor que la dimensión de la anchura o aproximadamente 400 hasta aproximadamente 750 veces mayor que la dimensión de la anchura. En algunas realizaciones, la alfombrilla puede tener cualquier forma, incluyendo un polígono (irregular o regular), un círculo, un rectángulo (incluyendo un cuadrado), un óvalo, una elipse o un triángulo en una vista en planta. El formato de la alfombrilla variará dependiendo del formato seleccionado de la cámara del reactor.

25 La o las alfombrillas utilizadas pueden ser unitarias o pueden estar formadas de dos o más secciones de trozos de alfombrilla unidos entre sí para formar la geometría deseada. Las secciones pueden estar fijadas entre sí de cualquier forma, tal como, por ejemplo, mediante adhesivo, grapas, pueden ser cosidas entre sí o unidas mediante fusión térmica o costura térmica.

30 En una realización, la alfombrilla tiene una primera superficie y una segunda superficie, al menos una de las cuales es no plana, completa o parcialmente. Por no plana se quiere decir que la superficie, cuando es vista desde el lado (es decir, como un perfil) no es plana, sino más bien es corrugada y exhibe superficies que terminan en al menos dos planos distintos en el espacio (los puntos de “cresta” y de “valle”), expandiendo, de ese modo, el área superficial de la alfombrilla disponible para una adherencia de las bacterias (biomasa). Las estructuras que proporcionan las características no planas se describen por sus “perfiles de corrugación”, según se expone a continuación.

35 En algunas realizaciones, la alfombrilla puede tener cada lado con una superficie no plana. La alfombrilla puede ser de múltiples capas; por ejemplo, puede tener 2 hasta 95 capas. Como ejemplo, la alfombrilla puede consistir en tres o más capas, teniendo una o ambas de las capas externas una superficie no plana (es decir, tiene un perfil de corrugación según se ha hecho notar anteriormente).

40 Al menos una de las superficies de la alfombrilla tiene un perfil de corrugación no continuo; es decir, cuando es vista en sección transversal, la superficie es sustancialmente no plana y se proporciona tal característica a la superficie mediante corrugaciones que están dispuestas de forma que, cuando se miran las secciones transversales secuenciales de la alfombrilla, la “cresta” y el “valle” de la primera sección transversal están ubicados a lo largo de la alfombrilla en un lugar distinto que la “cresta” y el “valle” de la sección transversal subsiguiente. Esta colocación no uniforme de las corrugaciones proporciona una turbulencia al material al que se está haciendo pasar a través del filtro. Esto difiere de una alfombrilla de espuma que tiene corrugaciones uniformes, es decir un perfil tal que cuando se miran

las secciones transversales secuenciales de tal alfombrilla, son sustancialmente idénticas en su colocación relativa de la “cresta” y del “valle” de las corrugaciones.

5 Las corrugaciones superficiales pueden adoptar la forma de corrugaciones aleatorias, corrugaciones ordenadas o modeladas o cualquier combinación de estas. Por ejemplo, con referencia a la Figura 5, el perfil de corrugación de la o las superficies puede ser un perfil de huevera, un perfil de onda sinusoidal (tal como, por ejemplo, un perfil de onda sinusoidal corta), un perfil rectangular, un perfil rectangular en zigzag, un perfil con forma de V invertida, un perfil con vellosidades salientes (prolongaciones similares a dedos), con vellosidades compuestas, un perfil de rueda de tractor o un perfil con forma de V. En una realización, cada una de las superficies primera y segunda de la alfombrilla es no plana, y pueden tener los mismos perfiles de corrugación, o distintos. En algunas realizaciones, puede ser preferente que el perfil seleccionado tenga una dimensión de la cresta al valle de aproximadamente 0,254 cm hasta 10 aproximadamente 5,08 cm o de aproximadamente 1,27 cm hasta aproximadamente 3,81 cm.

15 Las corrugaciones superficiales pueden colocarse o separarse en la o las superficies de la alfombrilla de cualquier forma para crear los perfiles expuestos anteriormente. Por ejemplo, según se muestra en la Figura 5, se pueden colocar patrones en zigzag o similares a ondas longitudinalmente de una forma separada uniformemente sobre la superficie de la alfombrilla. De forma alternativa, la colocación de la corrugación (según ve en una vista en planta) puede ser aleatoria u ordenada. Véase la Figura 5 para ejemplos no limitantes. En una realización, puede ser preferente que las superficies corrugadas estén dispuestas de forma que los canales no uniformes que se crean estén orientados para estar orientados hacia el recorrido de la corriente de flujo del gas o del líquido, aunque se pueden utilizar otras disposiciones.

20 La alfombrilla puede comprender una resina espumada. La resina puede ser cualquiera conocida o desarrollada en la técnica que permita al menos un nivel mínimo de adhesión bacteriana. Pueden preferirse las resinas termoplásticas. En algunas realizaciones, la resina puede ser, por ejemplo, una resina fenólica, una resina de uretano, una resina de poliuretano, una poliolefina, un nailon, un poliestireno, polipropileno, polietileno, poliéter, poliéster y/o un copolímero y derivados de tales polímeros. La resina espumada puede ser una resina espumada reticulada o alveolar.

25 En algunas realizaciones, puede ser preferente que la resina espumada sea un poliuretano, un éster de poliuretano o un éter de poliuretano. Tales resinas espumadas pueden prepararse mediante cualquier medio conocido en la técnica. Como ejemplo, si la resina espumada seleccionada es una espuma de éter poliuretano, puede estar fabricada, por ejemplo, formando en primer lugar una espuma de poliuretano espumada que tiene una red de al menos algunos filamentos y al menos algunas ventanas espumadas mezclando entre sí compuestos formadores de espuma.

30 Como conocerá una persona experta en la técnica, las recetas para formar espuma de poliuretano se expresan en términos de partes en peso por 100 partes de polioli. Por lo tanto, por ejemplo, por cada 100 partes en peso de un polioli de poliéter, la formulación de espuma según la invención incluye: aproximadamente 20,0 hasta aproximadamente 60,0 partes en peso de un isocianato; aproximadamente 1,5 hasta aproximadamente 5,0 partes de un agente de expansión, tal como agua; aproximadamente 0,20 hasta aproximadamente 4,0 partes de un catalizador de expansión; aproximadamente 0,0 hasta aproximadamente 1,0 partes de un catalizador de gel, y aproximadamente 35 1,0 hasta aproximadamente 3,0 partes de tensioactivo estabilizante, tal como un tensioactivo de silicona. También se pueden incorporar otros aditivos tales como tintes, pigmentos, colorantes, aditivos reticulantes en la formulación de la espuma. Después de que se han mezclado entre sí los componentes de formación de espuma, se permite que la espuma suba y se cure, preferentemente a una temperatura y una presión atmosféricas. La espuma resultante tiene 40 tamaños de poro, preferentemente, en el intervalo de aproximadamente 3,15 hasta aproximadamente 19,68 poros por centímetro. La espuma es reticulada adicionalmente para eliminar cualquier ventana espumada. Este procedimiento confiere a la espuma una resistencia mínima al flujo del fluido. La reticulación se lleva a cabo mediante la fusión de las ventanas, por ejemplo, mediante el frente de una llama de alta temperatura para calentar las ventanas o paredes espumadas hasta por encima de la temperatura de fusión del polímero. Por lo tanto, al regular con cuidado las 45 condiciones en las que se lleva a cabo este procedimiento, las ventanas espumadas pueden ser fundidas sin afectar de forma adversa o fundir los filamentos estructurales. La espuma resultante permitirá flujos de aire a través de la espuma en un intervalo desde aproximadamente 0,28 hasta aproximadamente 1,42 m<sup>3</sup>/min cuando son medidos a través de una muestra de espuma de 5,08 por 5,08 por 2,54 cm.

50 Con independencia del tipo de resina espumada seleccionada, el o los materiales seleccionados pueden ser sustancialmente hidrófobos o sustancialmente hidrófilos, dependiendo de la aplicación final específica de la alfombrilla y el nivel deseado de la adhesión bacteriana necesaria o deseada. Se puede seleccionar el material por su capacidad inherente de fomentar el crecimiento de ciertas cepas bacterianas deseables y/o retrasar el crecimiento de otros microorganismos menos deseables, dependiendo de la aplicación final de los medios. En algunas realizaciones, es deseable que los materiales seleccionados sean adecuados para mantener una población bacteriana de forma que, 55 en la práctica, al menos un 90%, al menos un 80%, al menos un 70% o al menos un 60% del volumen de medio filtrante sea capaz de soportar la biomasa, mejorando, de ese modo, el número de microorganismos por volumen unitario y, por consiguiente, la eficacia por volumen unitario del sistema.

En algunas realizaciones en las que el material filtrado es un gas, puede preferirse que el material seleccionado tenga una porosidad de al menos aproximadamente un 99%, al menos aproximadamente un 95%, al menos

aproximadamente un 90% o al menos aproximadamente un 85%, para facilitar la permeación de la fase gaseosa a la población bacteriana.

Adicionalmente, la alfombrilla puede estar revestida con un material que mejora la fijación de las bacterias (y/o fomenta o retrasa, de forma selectiva, el crecimiento del microorganismo específico) y/o se pueden mezclar tales aditivos en el material de resina espumada antes de la curación. Por ejemplo, la resina espumada puede contener un antimicrobiano o un compuesto antibacteriano selectivo diferencialmente. La resina espumada puede estar revestida con cualquier sustancia para alterar o mejorar las propiedades deseables. Los revestimientos adecuados pueden incluir polímero acrílico y/o copolímeros acrílicos y emulsiones de látex.

En la realización según la invención, la alfombrilla del medio filtrante está configurada adoptando un formato cilíndrico (33). Con referencia a las Figuras 4A y 4B, esto puede lograrse arrollando o enrollando la alfombrilla (35) en torno a un eje hipotético X-X (29) de enrollamiento, de forma que la primera superficie (25) haga contacto con la segunda superficie en un punto (37) de contacto. Tal contacto entre las superficies puede ser un contacto continuo o discontinuo. En una realización que puede ser preferente, al menos la primera superficie (25) es no plana y tiene corrugaciones salientes (31), y la alfombrilla (35) está enrollada en torno al eje hipotético X-X (29) de forma que las corrugaciones salientes (31) de la primera superficie (25) estén presentes en el exterior (o en el interior, si se desea) de las capas concéntricas creadas mediante un enrollamiento.

La tensión de enrollamiento aplicada variará dependiendo del material utilizado, el tipo de corrugación, la aplicación final y otros factores. Sin embargo, en una realización, puede ser deseable contar con una tensión de enrollamiento de aproximadamente 1,49 hasta aproximadamente 50,53 kg por anchura (m) de la espuma o aproximadamente 2,98 hasta aproximadamente 29,76 kg por anchura (m) de la espuma. En una realización, la tensión de enrollamiento puede ser de aproximadamente 5,96 kg/m. La modificación de la tensión de enrollamiento permite la regulación de la turbulencia creada por el medio y a la que se somete el material filtrado según pasa a través del medio.

En una realización, la alfombrilla se enrolla con suficiente tensión de enrollamiento de forma que se realice un contacto de al menos una porción de la primera superficie (25) con la segunda superficie (26). Si se permite demasiado espacio entre las capas del formato cilíndrico enrollado (33), el material líquido o gaseoso puede pasar a través del medio con una tasa demasiado elevada para permitir una transferencia de masa con una eficacia óptima. En una realización en la que se utiliza el medio filtrante para eliminar ciertos compuestos malolientes del aire, puede ser deseable garantizar que la primera superficie y la segunda superficie de la alfombrilla se encuentren sustancialmente en contacto continuo cuando se enrolla la alfombrilla en un formato cilíndrico. Preferentemente, se enrolla la alfombrilla de una forma que evite la formación sustancialmente de cualquier canal en línea recta o directo a través del medio filtrante.

En una configuración alternativa, que no forma parte de la presente invención, la alfombrilla utilizada puede tener un formato de geometría poligonal (tal como rectangular). Dos o más alfombrillas de dimensiones sustancialmente similares pueden estar dispuestas juntas en una pila vertical, según se muestra, por ejemplo, en la Figura 6. En esta disposición, cada superficie de cada alfombrilla se encuentra en contacto físico con la superficie de la alfombrilla adyacente. Se puede modular el grado de contacto de las superficies de las alfombrillas mediante el aumento o la reducción de una fuerza horizontal de compresión aplicada sobre las alfombrillas, es decir una fuerza de compresión aplicada en la dirección de un eje que es sustancialmente horizontal con respecto al eje vertical de la pila. Esta fuerza puede aplicarse, por ejemplo, atando o uniendo entre sí la pila vertical antes de su inserción en una cámara, o puede ser aplicada por las paredes laterales, una vez se montan las alfombrillas sueltas individuales en el interior de la cámara para formar un reactor. Al modular el grado de contacto entre las superficies de las alfombrillas, se puede optimizar la cantidad y/o el caudal de gas o de líquido a través del medio en cada reactor con independencia de cualquier otro factor, tal como el grosor de las alfombrillas, el tamaño y las formas de las corrugaciones, el tamaño del reactor, etc.

La resina espumada seleccionada utilizada para la alfombrilla puede tener una o más características mecánicas que proporcionan un soporte estructural para la alfombrilla durante el procedimiento de filtración una vez se carga con la biomasa y el peso del fluido. En una realización, la resina espumada tiene al menos una característica mecánica escogida de una densidad de aproximadamente 16 kg/m<sup>3</sup> hasta aproximadamente 48 kg/m<sup>3</sup>, de forma alternativa, aproximadamente 19,2 kg/m<sup>3</sup> hasta aproximadamente 40 kg/m<sup>3</sup>, o aproximadamente 28,8 kg/m<sup>3</sup>.

De forma adicional o alternativa, puede ser preferible que la resina espumada de la que está fabricada la alfombrilla tenga una firmeza moderada a elevada. La firmeza puede cuantificarse mediante varios procedimientos/protocolos en la técnica, incluyendo la determinación de una deflexión de la carga de indentación de un material dado. La deflexión de la carga de indentación (ILD) es la fuerza requerida para deflectar la espuma un 25% (en volumen) en kilos (kg). La ILD es un procedimiento bien conocido de análisis y puede llevarse a cabo, por ejemplo, según se indica en ASTM D3574-95, cuyo contenido se incorpora en la presente memoria por referencia.

En una realización de la invención, una de las características mecánicas de la resina espumada es una deflexión de la carga de indentación de aproximadamente 15,9 kg hasta aproximadamente 68 kg, aproximadamente 34 kg hasta aproximadamente 54,4 kg o aproximadamente 38,6 kg hasta aproximadamente 47,6 kg. Puede ser adecuado que la resina espumada exhiba tanto una mayor densidad como una mayor firmeza (es decir, dentro de los parámetros que se han hecho notar anteriormente), aunque solo haya presente una de estas características mecánicas si la alfombrilla

tiene suficiente resistencia mecánica para soportar la carga de la biomasa y/o el líquido añadido en la aplicación específica en la que se coloca.

5 Las características mecánicas de la densidad y/o de la ILD pueden ser uniformes por toda la resina espumada de la alfombra, o la resina puede ser formulada o creada de forma que la o las características mecánicas varíen de un área a otra de la alfombra. Por ejemplo, si la alfombra tiene la forma de un prisma sustancialmente rectangular, puede ser deseable que la o las características mecánicas de la resina espumada estén presentes como un gradiente decreciente o creciente a lo largo del eje X del prisma, es decir, un eje geométrico hipotético que se inicia en un punto en la primera superficie y termina en un punto en la segunda superficie. (En aras de la claridad, se debe hacer notar que este eje geométrico es un eje de la propia alfombra y, por lo tanto, es distinto del eje de enrollamiento descrito anteriormente). Como ejemplo, la ILD de la resina espumada puede ser de aproximadamente 45,4 kg en la primera superficie, luego se reduce a lo largo del eje X geométrico y puede ser de aproximadamente 11,3 kg en la segunda superficie, o el tamaño de los poros de la resina espumada puede ser de aproximadamente 1,57 hasta aproximadamente 3,15 poros por centímetro en la primera superficie, luego se reduce a lo largo del eje X geométrico, estando aproximadamente entre 9,84 y aproximadamente 13,79 poros por centímetro en la segunda superficie. De forma alternativa, la alfombra puede incluir dos o más capas diferenciadas de resinas espumadas, cada una de las cuales exhibe una magnitud distinta de la característica mecánica seleccionada. En tal configuración, es preferible que la capa o la porción de la alfombra que forma la región más exterior (o la más interior) del formato cilíndrico sea la capa o la porción que tiene la ILD y/o la densidad mayores.

20 Las resinas espumadas pueden exhibir otras propiedades mecánicas o químicas. El tamaño nominal de poros de la resina espumada puede variar; puede estar dictado por la aplicación final específica o el uso deseado. En una realización, la resina espumada tiene un tamaño nominal de poros de aproximadamente 1,96 poros por centímetro hasta aproximadamente 27,56 poros por centímetro, aproximadamente 2,76 hasta aproximadamente 13,78 poros por centímetro o aproximadamente 3,94 hasta aproximadamente 9,84 poros por centímetro.

25 También se puede variar la distribución nominal de los poros en la resina espumada. Sin embargo, puede ser preferible que la distribución de los poros sea de aproximadamente 5 hasta aproximadamente 70, de forma alternativa, de aproximadamente 10 hasta aproximadamente 40.

30 La resina espumada de la alfombra puede prepararse a partir de una resina pura. De forma alternativa, puede ser deseable incluir diversos aditivos en la resina para mejorar o modificar el rendimiento, la durabilidad, la hidrofobicidad, la manipulación y otras propiedades. Por ejemplo, puede ser deseable incluir arcillas, absorbentes de rayos UV o sustancias protectoras, agentes antimicrobianos, componentes antibacterianos (por ejemplo, si son selectivos de tipos específicos de bacterias no deseables), colorantes, desodorizantes, fragancias, polioles modificados y combinaciones de los mismos.

35 Un dispositivo para la filtración de un material líquido o gaseoso puede incluir uno o más módulos de reactor. Los módulos de reactor incluyen un medio filtrante (según se describe en la presente memoria). El módulo de reactor incluye al menos una cámara. Puede tener cualquier configuración, tal como una sección transversal cuadrada, poligonal o rectangular o circular.

40 Un dispositivo dado puede incluir uno o más módulos de reactor que contienen los medios filtrantes expuestos anteriormente y, opcionalmente, una tapa o cubierta. En un dispositivo, cada módulo de reactor puede ser idéntico (es decir, el mismo tipo y la misma estructura de la espuma y/o de la biomasa). De forma alternativa, se puede seleccionar cada módulo de reactor para eliminar u oxidar una sustancia contaminante particular y, por lo tanto, necesariamente contiene una alfombra estructuralmente distinta y/o contiene una alfombra que ha sido inoculada con un tipo específico de microorganismo que se sabe que reduce la sustancia contaminante seleccionada. Los dispositivos también pueden incluir otras características que contribuyen a la eficacia del procedimiento, tales como deflectores para facilitar la distribución uniforme de gas o de líquido a través del dispositivo; boquillas de pulverización situadas para permitir la humectación de los medios y/o el suministro de otras sustancias a los medios; y/o sistemas de recogida o de eliminación.

50 Con referencia a las Figuras 1A, 1B, 2 y 3, se muestra un dispositivo (23) para la filtración de un material líquido y/o gaseoso. El dispositivo (23) puede incluir uno o más módulos (13) de reactor y una tapa (39). El módulo (13) incluye el medio filtrante (11), en cualquier variación según se ha descrito anteriormente, y una cámara (1). La cámara (1) puede ser sustancialmente cilíndrica (es decir, de una sección transversal sustancialmente circular cuando se mira en el plano Y-Z). La cámara incluye uno o más lados (7), una parte superior (5) y una parte inferior (3). La cámara (1) incluye una base (9) que se extiende radialmente desde el o los lados interiores (7) de la cámara (1) hacia el centro de la cámara (1). La base (9) puede estar fabricada de cualquier material adecuado, incluyendo metal, polímero, polímeros reforzados con fibra de vidrio (tales como poliésteres, nailons, isopoliésteres, polietilenos, resinas isoftálicas, resinas ortoftálicas, ésteres de vinilo, epoxis, resinas fenólicas y polipropilenos) y/o textil y puede tener un tamaño que se corresponde sustancialmente con el diámetro de la cámara (3) o puede ser una fracción del tamaño, por ejemplo, puede tener una configuración de "tipo rosquilla", una base con recortes, una serie de uñas o barras y similares. La cámara (3) de reactor y/o la tapa (39) también pueden incluir uno o más orificios (15, 19, 21) para transportar el material líquido o gaseoso al interior del módulo del reactor y al exterior del mismo. Dependiendo de la fase del material que

ha de ser filtrado (gas o líquido) los orificios cumplirán distintos fines. Si se filtra un material gaseoso, el o los orificios de entrada pueden estar ubicados por debajo del medio filtrante en la base de la cámara y el o los orificios de salida pueden estar ubicados por encima de al menos una porción del medio filtrante en la o las porciones superiores de la cámara o en la tapa. Se puede utilizar la disposición contraria si se filtra un material líquido, tal como aguas residuales.

5 Los módulos pueden contener uno o más medios (por ejemplo, capa en una cámara). Tales medios pueden ser idénticos o pueden ser distintos. Por ejemplo, al menos un medio puede ser un medio de la invención y el o los otros pueden ser de otro tipo de medio, tal como, por ejemplo, carbón vegetal, carbón, astillas de madera, abono, fibra de vidrio, papel, sílice y/o arcilla. De forma similar, el dispositivo puede incluir uno o más módulos, teniendo cada módulo un medio o un conjunto de medios distintos.

10 La base (9) tiene la forma de una rejilla, de vigas de soporte, de postes, de malla de alambre o de combinaciones de estos. El medio filtrante seleccionado (11) está dispuesto en el interior de la cámara (3) de forma que el eje (29) de enrollamiento de la alfombrilla (35) sea sustancialmente paralelo a los lados de la cámara (3) y el medio filtrante se encuentra en el interior de la cámara (3) sobre la base (9).

15 Opcionalmente, se puede colocar una pieza de separación entre la base (9) y el medio filtrante (11) y/o entre cualquier medio apilado adyacentemente. Tal pieza de separación puede estar adaptada para fomentar una distribución uniforme del material que experimenta una filtración a través del medio y/o para crear turbulencia en el material.

Los procedimientos de filtración de un material líquido o gaseoso incluyen aplicar un material líquido o gaseoso al medio filtrante descrito anteriormente, preferentemente cuando se dispone tal medio en el interior del dispositivo descrito anteriormente.

20 Por ejemplo, si el material que ha de ser filtrado es un gas, aire fétido entra por la parte inferior de la cámara (1) a través del orificio (15), después de lo cual se equilibra en la porción inferior de la cámara (1) antes de que fluya a una velocidad ascendente sustancialmente idéntica a través de la sección transversal del medio filtrante (11). Mientras que el aire fluye a través del medio filtrante (11), los compuestos malolientes y otros en el aire son transferidos a los microorganismos que oxidan los compuestos formando compuestos no malolientes. Los medios filtrantes pueden separarse para incluir una capa de equilibrio entre los medios filtrantes. Mientras el aire fluye a través del medio filtrante (11), se pulveriza agua residual potable o sustancialmente limpia sobre el medio filtrante (11) con una distribución uniforme de flujo. Se utiliza el agua para eliminar los productos microbianos de oxidación, los microorganismos muertos, mejorar la transferencia de masas de compuestos del aire al agua y microorganismos, y mantener los microorganismos húmedos para permitir un crecimiento óptimo. El flujo de agua puede ser intermitente o continuo. La cámara (1) está dotada de un techo (39) y el aire filtrado sale del techo (39) a través del orificio (21).

25 Con referencia a la Figura 6, se muestra un ejemplo (no según la invención) que tiene al menos dos alfombrillas dispuestas en una pila vertical (41) y dispuestas en una cámara rectangular (43) que tiene cuatro paredes (45, 47, 47', 49) y una base (no visible). En algunas realizaciones, la cámara (43) puede incluir múltiples pilas verticales (41) que están separadas por una pieza de separación entre las mismas. La Figura 6 muestra un ejemplo (no según la invención) en el que la base tiene una estructura que soporta la pila vertical (41) pero que permite que el producto filtrado (gas) pase a través de la misma. Por ejemplo, la base puede ser una estructura de rejilla. El módulo de la Figura 6 incluye una entrada (53) de gas, a través de la cual se hace que pase el gas al interior de una cámara impelente (55), después de lo cual se hace que pase a través de la pila vertical. En el dispositivo específico de la Figura 6, el gas pasa subsiguientemente a través de un módulo adicional (57) de reactor que contiene un medio filtrante que consiste en carbón vegetal activado común.

30 Cada una de las alfombrillas individuales en la pila vertical de la Figura 6 tiene una corrugación de la cresta al valle que tiene una dimensión de la cresta al valle de aproximadamente 0,64 cm hasta aproximadamente 1,91 cm. Las paredes laterales 47 y 47' de la cámara aplican una fuerza de compresión de aproximadamente 4,46 kg/m hasta aproximadamente 7,44 kg/m en la pila vertical.

35 Con referencia a las Figuras 7 (7A y 7B) y 6, se proporcionan datos que muestran la eficacia y las capacidades de eliminación dpr de la invención. En las Figuras 7A y B, los datos mostrados son un resultado del aire que fue soplado a través del reactor a 18,9 kg/m<sup>3</sup>, que tuvo como resultado un tiempo de paso con lecho vacío de 7 s. La concentración de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) del aire que entra en el dispositivo del reactor y la del aire que sale del reactor a través de la pila de escape son medidas con OdaLogs cada 10 s. Las Figuras 7A y B muestran la concentración de H<sub>2</sub>S en la entrada y en la salida en función del tiempo, al igual que la eficacia de eliminación en función del tiempo para los mismos datos con un tiempo de paso con lecho vacío de 7 s.

50

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un medio filtrante para la filtración de líquidos y/o de gases, comprendiendo el medio filtrante al menos una alfombrilla (35) que tiene una primera superficie (25) y una segunda superficie (26), siendo al menos una de la primera superficie (25) o de la segunda superficie (26) sustancialmente no plana y que tiene un perfil de corrugación, con una colocación no uniforme de las corrugaciones, **caracterizado porque** la alfombrilla (35) está configurada adoptando un formato cilíndrico (33) enrollando la alfombrilla (35) en torno a un eje (29) de enrollamiento, de forma que la primera superficie (25) se encuentre en contacto con la segunda superficie (26).
2. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la alfombrilla (35) comprende resina espumada que tiene una densidad de 16 kg/m<sup>3</sup> hasta 48 kg/m<sup>3</sup> y/o una deflexión de la carga de indentación de 15,9 kg hasta 68 kg.
- 10 3. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la alfombrilla (35) está configurada adoptando un formato cilíndrico (33) de forma que la al menos una superficie no plana esté presente en el exterior del formato cilíndrico (33).
4. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que el contacto entre la primera superficie (25) y la segunda superficie (26) es sustancialmente continuo.
- 15 5. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que se selecciona el perfil de corrugación de un perfil de huevera, un perfil en zigzag, un perfil rectangular, un perfil con vellosidades salientes, un perfil con vellosidades salientes compuestas y un perfil con forma de V.
6. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que el perfil de corrugación es un perfil sinusoidal.
- 20 7. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la al menos una superficie no plana comprende un perfil que tiene una dimensión de la cresta al valle de 1,27 cm hasta 1,91 cm.
8. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la densidad de la resina espumada es de 19,2 kg/m<sup>3</sup> hasta 40,0 kg/m<sup>3</sup>.
9. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la densidad de la resina espumada es de 28,8 kg/m<sup>3</sup>.
- 25 10. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la deflexión de la carga de indentación de la resina espumada es de 15,9 kg hasta 68 kg.
11. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la resina espumada comprende un material seleccionado entre poliuretano, nailon, poliestireno, polipropileno, polietileno y copolímeros de los mismos.
12. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que se selecciona la resina espumada de un material hidrófobo y de un material hidrófilo.
- 30 13. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la resina espumada tiene un tamaño nominal de poros de 1,96 poros por centímetro hasta 27,56 poros por centímetro.
14. El medio filtrante de la reivindicación 1, en el que la resina espumada tiene un tamaño nominal de poros de 5,90 poros por centímetro hasta 7,87 poros por centímetro.



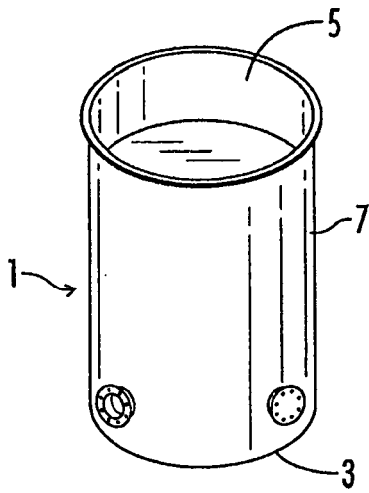


FIG. 1A

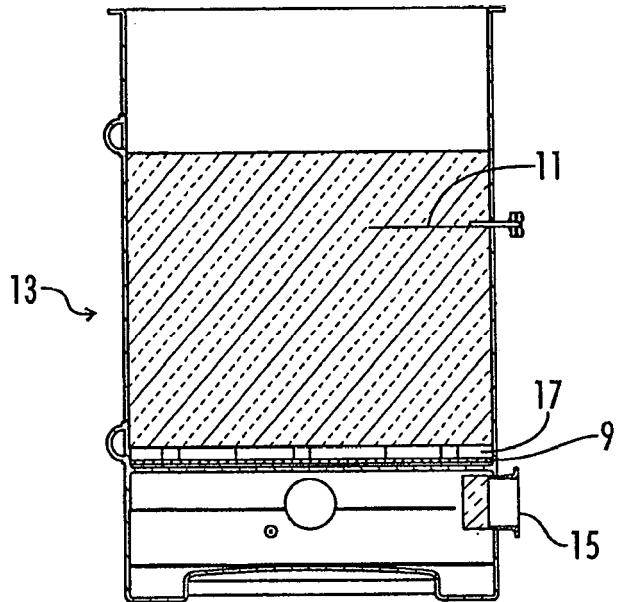


FIG. 1B

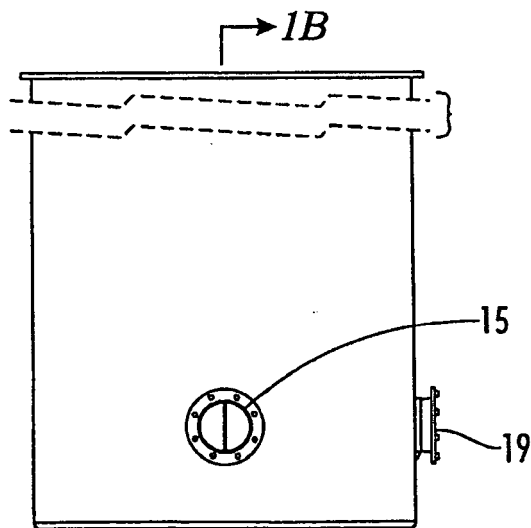
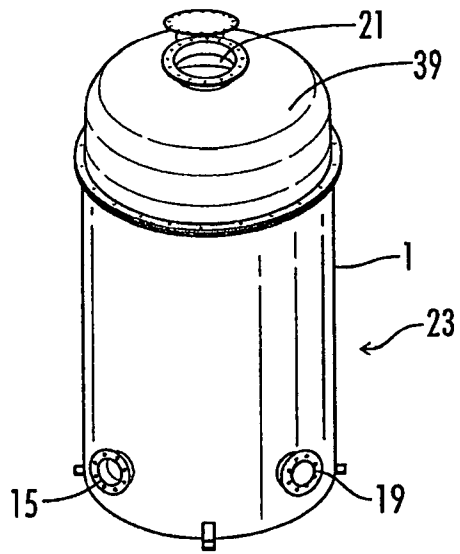
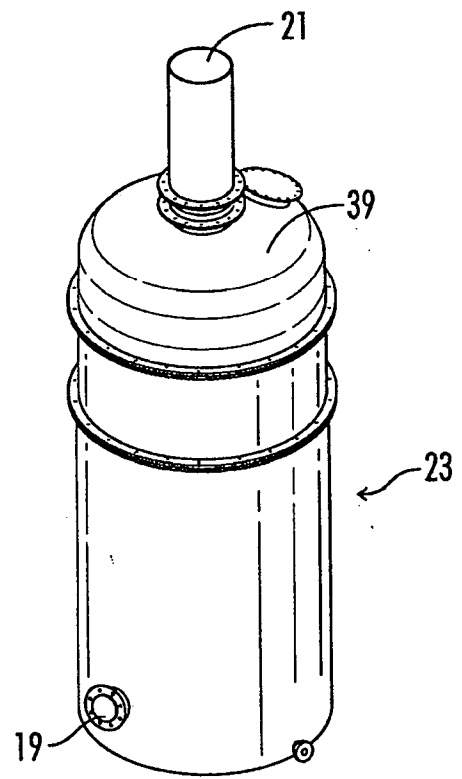


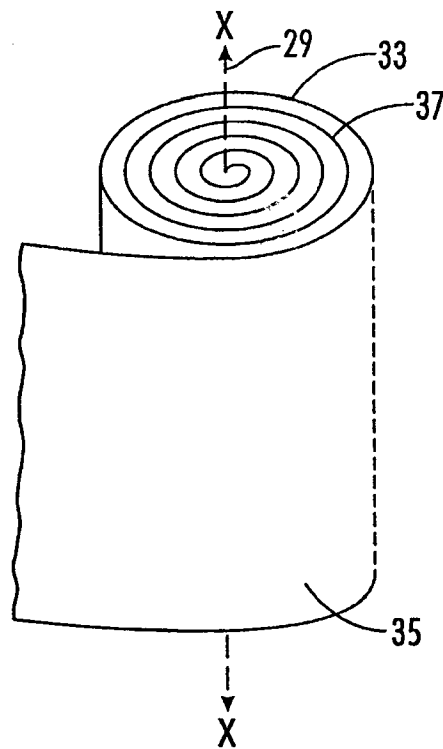
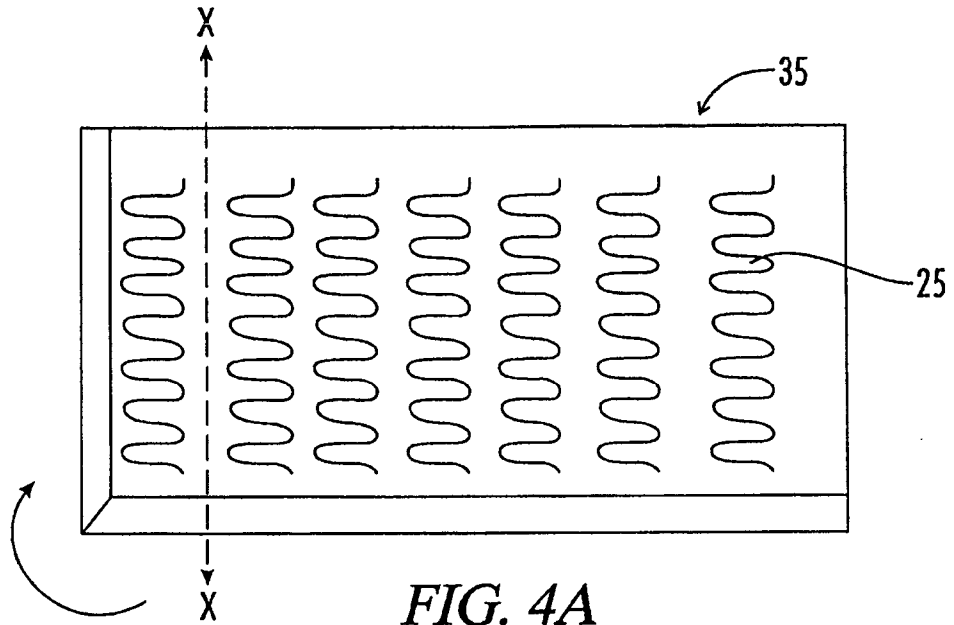
FIG. 1C

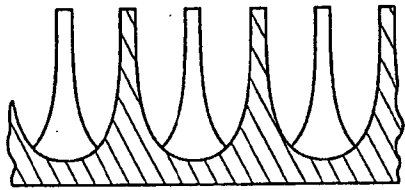


**FIG. 2**

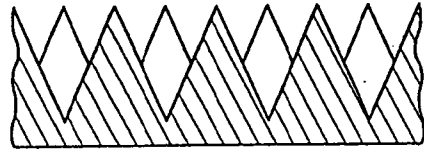


**FIG. 3**

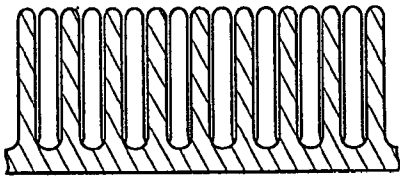




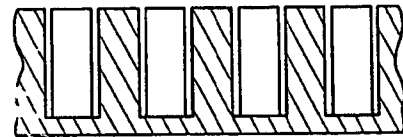
*FIG. 5A*



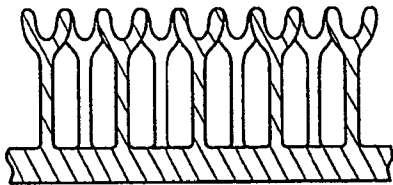
*FIG. 5B*



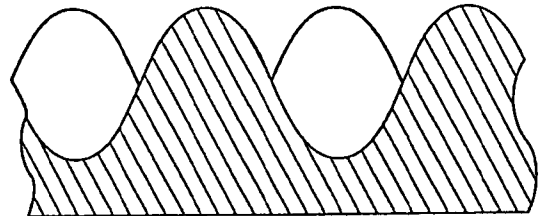
*FIG. 5C*



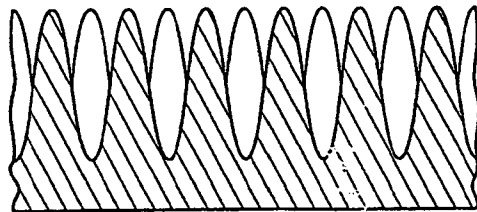
*FIG. 5D*



*FIG. 5E*



*FIG. 5F*



*FIG. 5G*

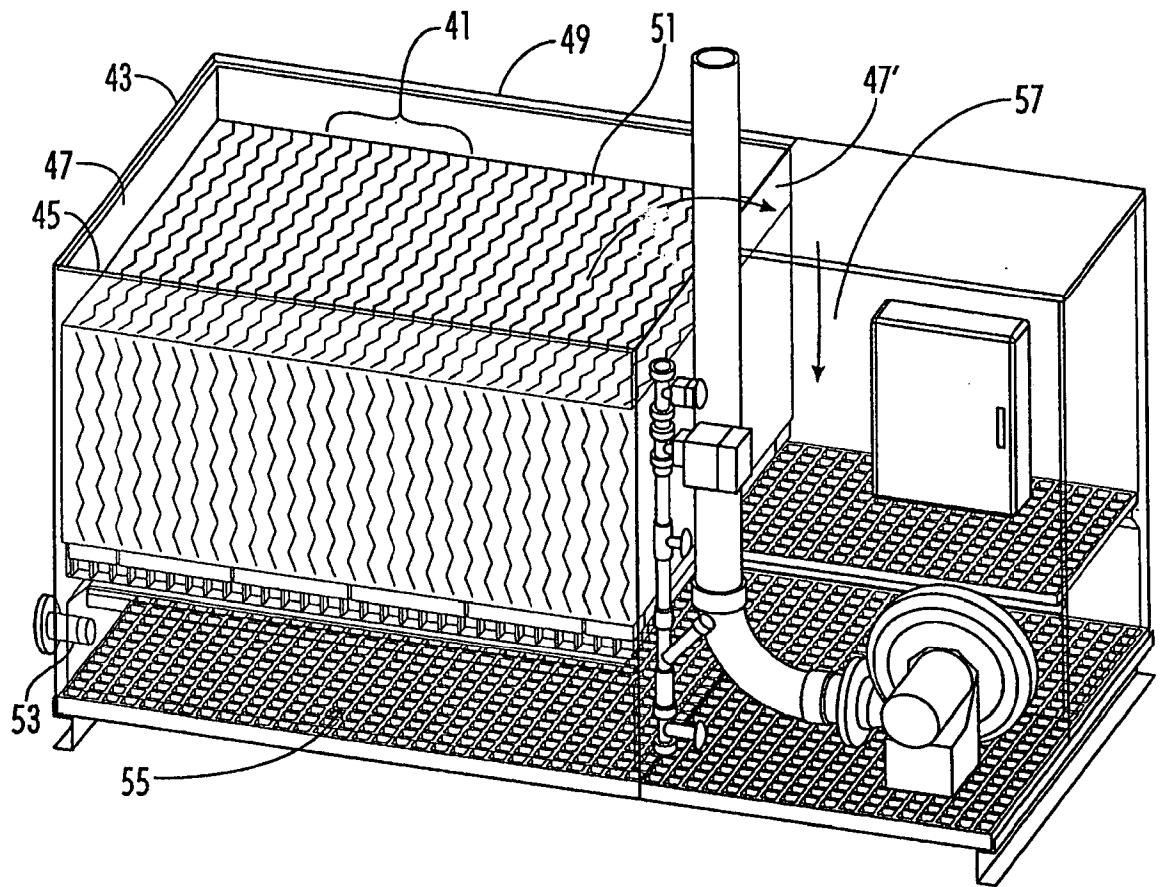


FIG. 6

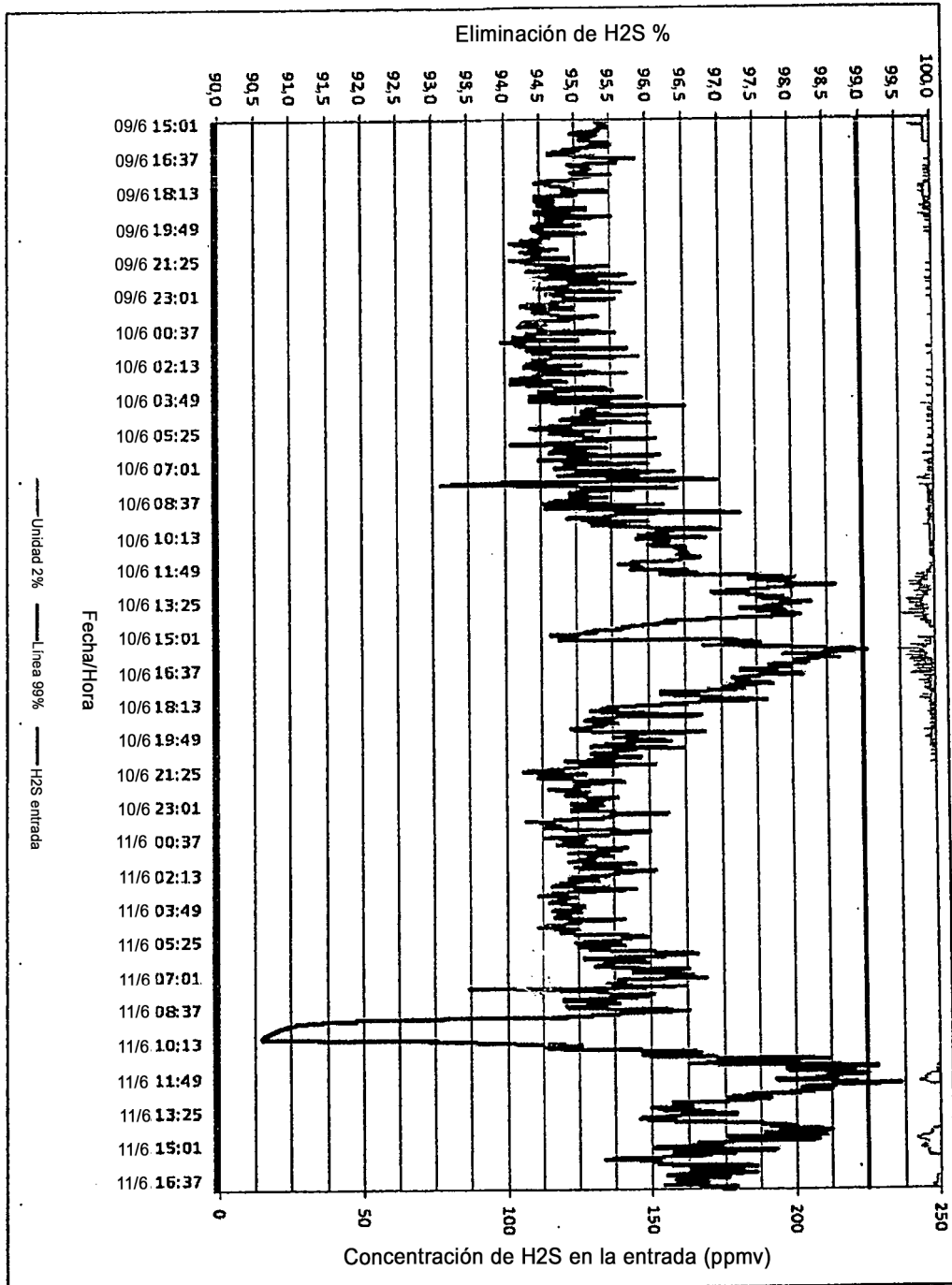


FIG. 7A

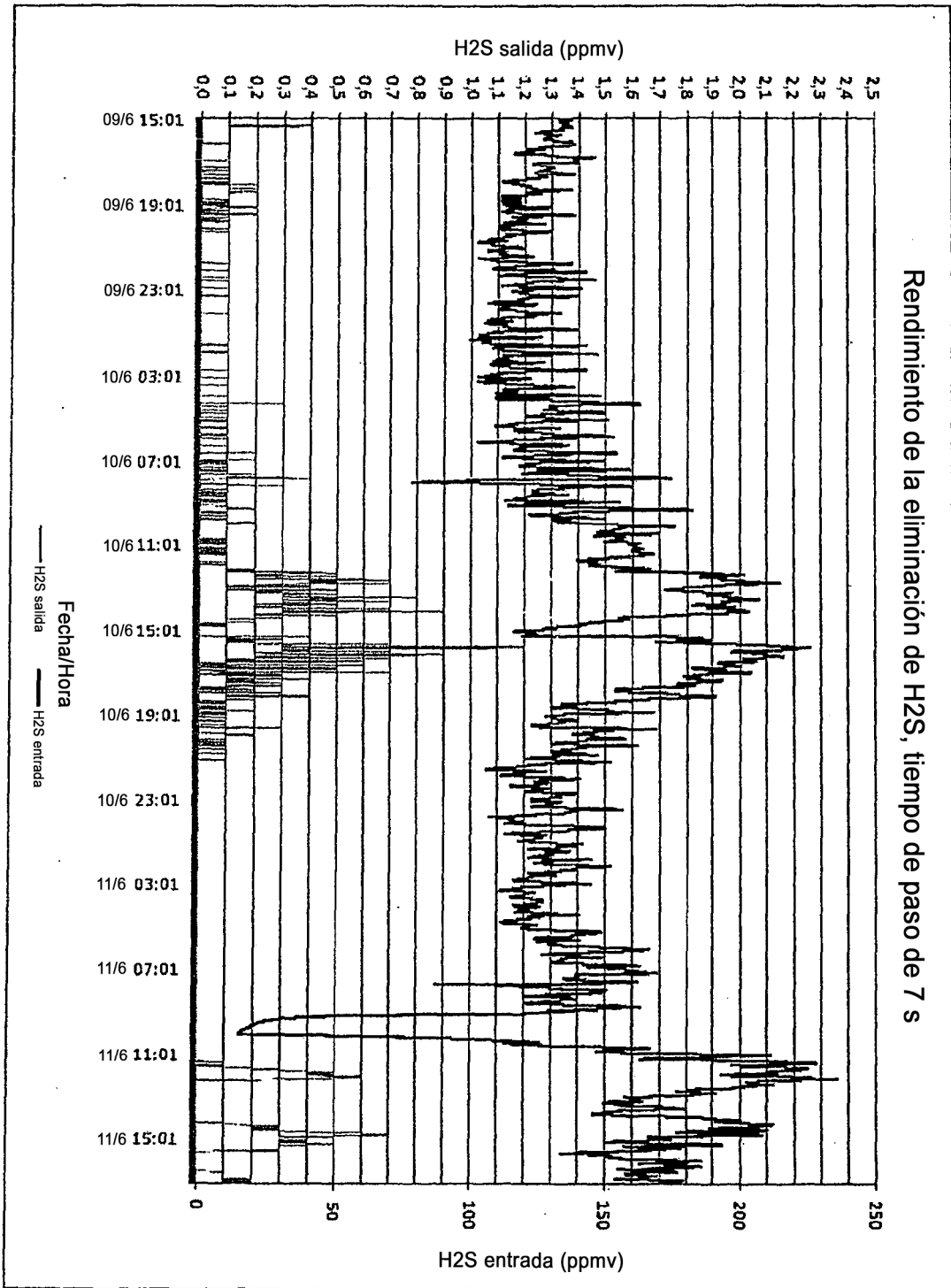


FIG. 7B

Tiempo de paso 7 s (675 cfm)

Ubicación	Mal olor		H2S		H2S entrada durante muestreo (ppmv)	Flujo aire (cfm)	Tiempo de paso (s)	Carga másica [gr/m3]/hr
	Conc. (OU)	% Eliminac.	Conc. (ppmv)	% Eliminac.				
Entrada	140,000	-	-	-	205-167	-	-	-
Unidad 1	ND	ND	1,0-0,6	99,5-99,6	205-166	705	6,7	140,0
Unidad 2 n°1	4900	96,5	0,0	100,0	160-150	688	6,9	114,2
Unidad 2 n°2	6000	95,7	0,1-0,3	100,0-99,9	225-222	688	6,9	164,6
Unidad 3	4900	96,5	0,6	99,6	160-150	712	6,6	118,1
Unidad 4	ND	ND	9,0-7,5-9,0	95,9-96,3	222-203-225	714	6,6	165,6
Unidad 5	8300	94,1	1,1-0,7	99,5-99,7	222-203	744	6,3	169,2

Tiempo de paso 5 s (975 cfm)

Ubicación	Mal olor		H2S		H2S entrada durante muestreo (ppmv)	Flujo aire (cfm)	Tiempo de paso (s)	Carga másica [gr/m3]/hr
	Conc. (OU)	% Eliminac.	Conc. (ppmv)	% Eliminac.				
Entrada	83,000	-	-	-	198-195	-	-	-
Unidad 1	8300	90,0	10,4-8,8-9,4	94,8-95,5	199-195	956	4,9	201,5
Unidad 2	8300	90,0	7,5-11,5-5,4	94,3-97,1	220-187	991	4,8	215,8
Unidad 3	6400	92,3	10,5-5,4	95,0-97,1	211-179-184	1005	4,7	205,7
Unidad 4	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidad 5	6800	91,8	3,0-4,1	98,4-97,9	188-198	935	5,0	193,1

FIG 8



Unidad 2: Datos de rendimiento de eliminación del mal olor y del sulfuro de hidrógeno

FIGURA 9

Ubicación	Mal olor		H <sub>2</sub> S		H <sub>2</sub> S entrada durante muestreo (ppmv)	Flujo aire (cfm)	Tiempo de paso (s)	Carga másica [g H <sub>2</sub> S/m <sup>3</sup> /hr
	Conc. (OU)	% Eliminación	Conc. (ppmv)	% Eliminación				
Tiempo de paso con lecho vacío de 10 segundos (Muestreo serie 1)								
Entrada	16000				19			
Salida	1100	93.1	0	100	20	482	9.8	10.3
Tiempo de paso con lecho vacío de 10 segundos (Muestreo serie 2)								
Entrada	78000							
Salida	2400	96.9	0.0 - 0.1	100.0 - 99.9	142 - 147	475	9.9	73.5
Tiempo de paso con lecho vacío de 7 segundos (Muestreo serie 3)								
Entrada	140000							
Salida	4900	96.5	0	100	160 - 150	688	6.9	114.2
Tiempo de paso con lecho vacío de 5 segundos (Muestreo serie 4)								
Entrada	83.000							
Salida	8300	90	7.5 - 11.5	94.3 - 97.1	220 - 187	991	4.8	215.8