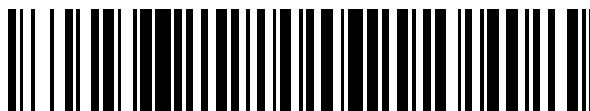


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 126**

51 Int. Cl.:

**C02F 3/34** (2006.01)

**C02F 5/10** (2006.01)

**C02F 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2012 PCT/EP2012/067279**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13034578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2012 E 12753740 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2753587**

54 Título: **Dispositivo para reducir el contenido de contaminación y/o sustancias indeseadas, particularmente en agua y otros fluidos**

30 Prioridad:

**05.09.2011 IT BO20110510**

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

**08.07.2019**

73 Titular/es:

**ARCHIMEDE R&D S.R.L. (100.0%)  
Via Bentivogli 74/5  
40138 Bologna, IT**

72 Inventor/es:

**PANIZZA, LUCIO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 719 126 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 para reducir el contenido de contaminación y/o sustancias indeseadas, particularmente en agua y otros fluidos

La presente invención se refiere a un dispositivo para reducir el contenido de contaminación y/o sustancias indeseadas, particularmente en agua y otros fluidos.

5 Actualmente, como se sabe, las aguas de cauces naturales o artificiales, lagos, ríos, mares y otras capas acuíferas subterráneas se usan en distintos grados en la industria. Con el fin de permitir este uso, el agua debe ser tratada y/o purificada, ya que contiene, además de sus componentes naturales, cantidades variables de impurezas, constituidas más frecuentemente por sustancias suspendidas, como arenas, arcillas, sedimentos orgánicos, que hacen que el agua esté turbia y opalescente, además de sustancias disueltas tales como sustancias orgánicas y sales minerales  
10 (pero también gases disueltos), particularmente sales alcalino-térreas (calcio y magnesio) que están entre los factores principales que determinan la dureza del agua (definida como el contenido de iones de calcio y magnesio conocido en la forma de sales de sulfato, sales de cloruro, sales de nitrato, sales de carbonato o sales de hidrógeno carbonato). Por lo tanto, el agua primaria, debido a las impurezas mencionadas, a menudo se somete a tratamientos de distintas clases (mecánico, físico o químico), adaptados para que pueda cumplir con los requerimientos de los  
15 usos a los que está destinada.

Por ejemplo, uno de los usos más comunes es el que la convierte en agua potable, es decir con un grado de pureza que la hace adecuada para el consumo doméstico normal o para usos industriales. El proceso para convertirla en potable, por ende, se aplica corriente arriba de los sistemas de suministro de agua haciendo que el agua pase por distintos tipos de plantas para extraer material orgánico e inorgánico, a través de métodos físicos, físico-químicos y biológicos, dependiendo del tipo de sustancia que se ha de eliminar del agua no tratada que ingresa en la planta.  
20

Finalmente, las plantas conocidas como cloradoras, es decir, bombas medidoras de cloro, se usan corriente debajo de los procesos para tornar el agua potable y tener la importante función de hacer que el agua sea introducida en el sistema de distribución en un modo higiénico y seguro.

25 Las sustancias eliminadas durante este proceso también comprenden parásitos, algunos metales y algunos contaminantes provocados por el hombre, además de otras sustancias (sodio, calcio, magnesio, hierro, aluminio y manganeso) que si bien no son contaminantes causan degradación de la calidad del agua (en términos, por ejemplo, de color de transparencia, pero también desde el punto de vista organoléptico).

Entre las sustancias indeseadas (por ejemplo aquellas que pueden estar contenidas en el agua potable), el carbonato de calcio (es decir, una de las sales inorgánicas de calcio) cumple una función fundamental; su presencia  
30 en el agua a menudo determina la deposición en forma sólida de residuos (que usualmente se conocen como cal), constituyendo así un problema que actualmente se siente en varios sectores de aplicación. Más precisamente, como se sabe, el agua que pasa por los caños de los sistemas de distribución de agua y tiene por lo tanto como fin utilizarse para los más diversos propósitos como el suministro de electrodomésticos pero también para alimentos, contiene en distintas concentraciones iones metálicos tales como el ion de calcio, el ion de magnesio y/o el ion de hierro. Estos iones están usualmente presentes en disolución en el agua (en cantidades variables), en la forma de sulfatos, cloruros, nitratos, carbonatos o hidrógeno carbonatos; no obstante, debido a las condiciones ambientales especiales, pueden precipitar y, en el caso de carbonatos de calcio pero también de otras sales minerales que son en cualquier caso insolubles, forman depósitos de cal. Por lo tanto, a medida que aumenta la dureza del agua y/o de otro líquido (determinada por la concentración de iones de calcio y magnesio, en la forma de sales de sulfato, sales de cloruro, sales de nitrato, sales de carbonato o sales de hidrógeno carbonato), también aumenta el riesgo de que las superficies solapadas allí sean progresivamente afectadas por la formación de depósitos de cal de dimensiones cada vez más grandes. Los depósitos que se forman allí en consecuencia en objetos tales como por ejemplo las paredes de los caños, de calefactores por resistencia, de intercambiadores, etc (de electrodomésticos, calderas, etcétera), determinan muy altas pérdidas, con la subsiguiente reducción de la efectividad y fiabilidad e incluso con importantes daños económicos; asimismo, la reducción del área de pasaje en los caños, causada por la cal, puede causar bloqueos y funcionamiento indebido permanente a las estructuras implicadas.  
40  
45

Con el fin de reducir la dureza del agua y evitar obstáculos causados por la formación de cal, se proponen varias soluciones, incluida la instalación de dispositivos que procesan el agua con tratamientos físicos y/o químicos.

50 Entre estas plantas hay ablandadores de intercambiadores de iones, es decir, dispositivos que usan resinas, es decir, sustancias orgánicas producidas artificialmente que poseen la particularidad de tener una unidad funcional móvil, capaz de intercambiar iones entre la resina propiamente dicha y los disueltos en el agua. Este sistema es bastante eficaz, pero presenta varios problemas, como el fenómeno de corrosión que puede causar fallas en los caños, calderas y radiadores; otros problemas están asociados con el mantenimiento de dichas resinas, que deben ser tratadas periódicamente con bactericidas y necesitan regeneración con sustancias que, especialmente en el  
55 campo industrial, causan un incremento de la carga contaminante de agua residual.

Otro tratamiento químico es aquel con polifosfatos, que implica el uso de fosfatos con el fin de formar, junto con el carbonato de calcio, una sola macromolécula estable, puesto que los polifosfatos son tóxicos (y también lo son algunos productos de desecho obtenidos con este proceso), este método se usa solamente para el tratamiento de

agua destinada al consumo industrial y a su vez presenta problemas vinculados principalmente a la dificultad de lograr la dosis correcta de polifosfatos.

5 A su vez, es útil destacar que los dos procesos anteriormente descritos, mediante el intercambio iónico y mediante polifosfatos, debido a su considerable potencial de contaminación química, deberían tener por ley, corriente arriba de la planta, una válvula unidireccional con el fin de evitar la posible contaminación del sistema de distribución de agua municipal en caso de que haya una caída de presión, lo que implica entonces mayores costes y complicaciones estructurales.

10 También se conoce otro método para prevenir la formación de cal: electrodiálisis, que no obstante, a pesar de ser ecológica, requiere muy altos costes, tanto para la planta como para el mantenimiento, y se usa solamente en plantas industriales.

15 De hecho en vista de las dificultades anteriormente destacadas con respecto a la eliminación de sustancias contaminantes y sobre todo de cal, se observa que frecuentemente el agua disponible mediante el sistema de distribución de agua para consumidores privados tiene un contenido de sustancias indeseadas que está incluso encima del nivel permitido por los estándares para uso alimentario (el agua suministrada por los grifos es de hecho excesivamente rica en sustancias que la contaminan o por lo menos le aportan un sabor desagradable).

20 Esto inevitablemente obliga a los ciudadanos a usar aguas minerales, que muy a menudo se prefieren al agua del grifo, con consecuencias perjudiciales para el medio ambiente, ya que esto crea un aumento de la producción y el uso de botellas de plástico desechables y en consecuencia un aumento del consumo de aceite con el fin de fabricarlas, en las emisiones contaminantes consecuentes (tanto de la extracción como de las plantas de refinamiento y de los vehículos que las transportan), en las correspondientes emisiones atmosféricas y finalmente en los envases que se desechan en rellenos sanitarios.

25 Asimismo, la necesidad de comprar agua mineral implica un desembolso económico importante para el consumidor, debido a la compra del agua propiamente dicha y en relación con una serie de costes colaterales: se debe añadir, de hecho, el coste del combustible o de trasladarse en auto para llegar al supermercado y comprar las botellas, además de los costes en términos de transporte, disposición en el hogar y reciclado de las botellas de plástico. Existen también costes indirectos, que terminan sumándose a los costes del consumidor y se asocian a los innumerables viajes de los camiones que recorren cientos de kilómetros con el fin de transportar las botellas vacías de las industrias químicas que las fabrican a las empresas que embotellan agua mineral (con un consecuente incremento en la contaminación y el tránsito).

30 Finalmente, cabe destacar que la necesidad de usar aguas minerales obliga al consumidor a concurrir a comercios y centros comerciales para comprar paquetes a menudo voluminosos y pesados, usualmente cuatro o seis botellas, sometiéndolo así a importantes esfuerzos físicos.

35 La patente núm. US 7.892.814 describe un biorreactor que usa anhidrasa carbónica para extraer dióxido de carbono emitido de combustión, o de gas natural bruto o gas de síntesis o biogas, y el método para usar anhidrasa carbónica para la extracción de dióxido de carbono.

El reactor funciona a temperaturas por encima de la temperatura óptima para anhidrasas carbónicas comercialmente disponibles.

La solicitud de patente núm. US 2011/127208 describe enzimas de hidrolasa de ácido cianúrico, composiciones, dispositivos y métodos para uso en el tratamiento de un líquido, como agua.

40 En particular, la enzima descrita en este documento es adecuada para controlar la concentración de ácido cianúrico en un depósito de agua, como una piscina o similar.

La publicación de solicitud de patente núm. US 2010/270228 describe dispositivos y métodos para mantener el equilibrio químico del agua clorada.

45 En particular, dichos dispositivos y métodos realizan la reducción enzimáticamente catalizada de la concentración de compuestos que contienen amida, como ácido cianúrico, que se encuentra en el agua clorada de las piscinas y otras estructuras similares.

Incluso más en particular, la enzima utilizada en el dispositivo de acuerdo con este documento es amidohidrolasa de ácido cianúrico.

50 La patente núm. FR 2 798 137 describe un dispositivo que usa la enzima oxidoreductasa con el fin de producir radicales libres dentro de un líquido o flujo gaseoso, para la descontaminación y desinfección de productos alimentarios.

La patente núm. FR 2 142 159 describe un dispositivo purificador de agua que comprende un soporte – por ejemplo una membrana, o un filtro – que atrapa una enzima específica adecuada para reducir la concentración de una sustancia determinada en agua.

En particular, este documento describe el uso de la enzima polifosfatasa para eliminar polifosfatos en aguas residuales.

5 La publicación de solicitud de patente núm. WO 2010/145905 describe un método para prevenir y controlar la formación de bio incrustaciones en un objeto que se sumerge o se sumerge parcialmente en un entorno acuoso, en donde hay uno o más compuestos orgánicos o inorgánicos capaces de liberar gas, que comprende la etapa de aplicar a la superficie del objeto una composición que comprende una resina polimérica y una o más enzimas o una pintura o un recubrimiento y una o más enzimas, en donde dichas una o más enzimas se adaptan para catalizar una reacción de dichos uno o más compuestos que conduce a la formación de gas.

El objeto de la presente invención consiste en resolver los problemas mencionados anteriormente, dando a conocer un dispositivo capaz de reducir el contenido de sustancias indeseadas en agua y en otros fluidos.

10 Dentro de esta meta, un objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo capaz de reducir la dureza del agua, definida por la concentración de iones de calcio y iones de magnesio en la forma de sales de sulfato, sales de cloruro, sales de nitrato, sales de carbonato o sales de hidrógeno carbonato.

Otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo capaz de reducir la dureza del agua y al mismo tiempo de purificar el agua de sustancias orgánicas y/u bacterias y/o virus y/o endotoxinas.

15 Otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo que permite satisfacer la demanda de productos de consumo tales como agua mineral en botellas y agua destilada para electrodomésticos.

Otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo que permite reducir el contenido de carbonatos de calcio, y compuestos inorgánicos similares, con un impacto limitado para el medio ambiente, y evitar la descarga de sustancias contaminantes en cloacas y en el medio ambiente en general.

20 Incluso otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo que asegura alta fiabilidad en funcionamiento.

Otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo que se puede obtener fácilmente comenzando por elementos y materiales comercialmente disponibles.

25 Incluso otro objeto de la invención consiste en dar a conocer un dispositivo que tiene bajos costes y es seguro en la aplicación.

30 Esta meta y estos objetos se logran con un dispositivo para reducir el contenido de sustancias contaminantes y/o indeseadas, particularmente en agua y otros fluidos, caracterizado por que comprende un soporte hecho de material polimérico para un catalizador de la reacción de degradación de sales inorgánicas en sustancias gaseosas, en donde dicho catalizador, destinado a reducir la energía requerida para la activación de dicha reacción y para acelerar su curso, es una enzima seleccionada del subgrupo de anhidrasas carbónicas.

Otras características y ventajas de la invención serán más obvias a partir de la descripción de una realización preferida pero no exclusiva del dispositivo de acuerdo con la invención, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos anejos, en donde:

La Figura 1 es una vista esquemática de una aplicación del dispositivo de acuerdo con la invención.

35 Con referencia a la figura citada, el dispositivo de acuerdo con la invención, en general designado por el número de referencia 1, es adecuado para reducir el contenido de sustancias contaminantes y/o indeseadas, particularmente en agua y otros fluidos.

40 Más específicamente, una aplicación preferida pero no exclusiva es el uso del dispositivo 1 de acuerdo con la invención para el tratamiento de masas de agua, entendidas como masas de agua que tienen sus propias características hidrológicas, químicas, físicas y biológicas: por lo tanto, las masas de agua deben ser cauces de agua naturales y artificiales, lagos, ríos, mares y capas acuíferas subterráneas.

45 Incluso más específicamente, el dispositivo 1 de acuerdo con la invención se puede usar eficazmente para reducir el contenido de sustancias contaminantes u otras sustancias no deseadas en el agua o las masas de agua mencionadas anteriormente, en vista de su uso en varios campos de la industria y/o antes de su introducción en los sistemas de distribución de agua para clientes residenciales o industriales (o en cualquier caso antes de que lleguen a esos clientes).

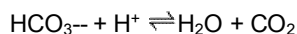
50 Las sustancias contaminantes y/o indeseadas sobre las que pueda actuar el dispositivo 1 están preferiblemente constituidas por (aunque no exclusivamente) compuestos inorgánicos que comprenden sales de óxido con la fórmula genérica del tipo de  $M_W(XO_Z)_Y$ , en donde M se selecciona entre un ion metálico (por ejemplo el ion de calcio,  $Ca^{2+}$ , el ion de magnesio,  $Mg^{2+}$ , o el ion de hierro,  $Fe^{2+}$ ) y/o una entidad catiónica. Nuevamente con referencia a la fórmula genérica anteriormente citada, X es un elemento preferiblemente seleccionado entre carbono, nitrógeno, azufre, oxígeno, fósforo, boro, cloro, flúor, bromo, yodo e hidrógeno. Finalmente, W, Y y Z son cargas tales como para dar la sal de una carga neutra o equilibrada.

Se prefiere por lo tanto la posibilidad de que los compuestos inorgánicos sobre los cuales actúa el dispositivo 1 sean sales inorgánicas del tipo de sales de carbonatos, hidrógeno carbonatos, sulfatos, nitratos de magnesio, calcio, estroncio, o que sean sales inorgánicas de cloro, sodio, magnesio, azufre, calcio, potasio, bromo, carbono, estroncio, boro, silicio, flúor, argón, nitrógeno y/o una mezcla de estos compuestos. Más precisamente, con referencia a la aplicación preferida, los compuestos inorgánicos están constituidos por carbonatos de calcio y/o magnesio, capaces, entre otras cosas, de precipitar y formar sedimentos y depósitos como para constituir capas de un material conocido como cal.

Se especifica ahora que el uso del dispositivo 1 está destinado a usarse de acuerdo con la invención, y está en cualquier caso dentro del alcance de protección reivindicado en este documento, para diferentes campos de aplicación (y/o para el tratamiento de diferentes fluidos), si los requerimientos específicos hacen esto posible o preferible.

De acuerdo con la invención, el dispositivo 1 comprende un soporte 2 hecho de material polimérico para un catalizador de la reacción de degradación de sales inorgánicas en sustancias gaseosas.

Dicha reacción puede ser la reacción de descarboxilación y puede actuar para la conversión de sales inorgánicas en dióxido de carbono (y agua) de acuerdo con la siguiente reacción:



Más allá de la reacción específica que ocurre en el dispositivo 1, el catalizador es adecuado para reducir la energía requerida para la activación de dicha reacción y es capaz además de acelerar su curso (permitiendo entonces que la reacción ocurra bajo condiciones más moderadas y en menos tiempo).

El catalizador es una enzima seleccionada del subgrupo de anhidrasas carbónicas.

Se ha de destacar que la efectividad catalítica de una enzima, también conocida como número de recambio, se define como el número de moléculas de sustrato procesadas por una molécula de enzima en el tiempo unitario: el número de recambio para anhidrasa carbónica es uno de los más conocidos (aproximadamente 105-106 moléculas procesadas por segundo) y el uso, en consecuencia, de esta enzima en el dispositivo 1 de acuerdo con la invención es de particular interés.

Convenientemente, el dispositivo 1 comprende la enzima a una concentración preferiblemente comprendida entre 0,001% y 30% e incluso más preferiblemente a una concentración comprendida entre 0,005% y 1%, en donde todos los porcentajes se refieren al peso total (como, además, se especificará en más detalle en lo sucesivo).

El soporte 2 está hecho de un material polimérico (capaz de retener el catalizador en un modo físico y/o químico) seleccionado entre polisulfona, acetato de celulosa, acetobutirato de celulosa, nitrato de celulosa, propionato de celulosa, epóxidos, poliamidas, poliamida imidas, poliacrilonitrilo, polibuteno, polibutileno tereftalato, policarbonato, policlorotrifluoroetileno, polidialil ftalato, polietileno, polietileno clorado, poliéter imida, poliéter cetona, poliéter tercetona, poliéter sulfonas, polietilentereftalato, poliimida, poliisobutileno, polimetacrilamida, polimetil metacrilato, poli-4-metilpenteno-1, poliactal, poliformaldehído, polioximetileno, polipropileno, polifenil éter, óxido de polifenileno, sulfuro de polifenileno, poliestireno, politiofeno, politetrafluoroetileno, poliuretano, cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, cloruro de polivinilo clorado, fluoruro de polivinilideno, fluoruro de polivinilo, celulosa regenerada, siliconas, polidimetil siloxano, ABS.

De acuerdo con una solución constructiva de interés práctico considerable, citada a modo de ejemplo no limitativo de la invención, el soporte 2 hecho de material polimérico (capaz de retener el catalizador en un modo físico y/o químico) comprende una pluralidad de fibras sintéticas preferiblemente seleccionadas entre fibras de polisulfona, fibras de acrílico, fibras de poliamida, fibras de polietileno, fibras de poliéster, fibras de poliuretano, fibras de clorovinilo, fibras de celulosa y fluorofibras, e incluso más preferiblemente son fibras de polisulfona (por razones que se ilustrarán en lo sucesivo).

Ventajosamente, el soporte 2 hecho de material polimérico tiene, en por lo menos una de sus porciones, una forma sustancialmente de tipo red, como para definir una pluralidad de cavidades con dimensiones preferiblemente pero no exclusivamente comprendidas entre 1 nm y 20 nm.

Estas cavidades tienen la particularidad de tener un valor de corte preferiblemente inferior o igual a 300 KDa (el dispositivo 1 es por lo tanto capaz de retener gérmenes, bacterias, virus, algas y otros agentes biológicos). Las cavidades pueden ser atravesadas por el agua y/u otros fluidos que se han de tratar, con el fin de someterlos a la acción del catalizador, asociado con la porción sustancialmente de tipo red anteriormente mencionada del soporte 2 (y por ejemplo acomodada establemente en una o más de estas cavidades).

Más particularmente, la porción anteriormente citada del soporte 2 hecho de material polimérico puede estar constituida sustancialmente por la pluralidad de fibras sintéticas ya mencionadas, dispuestas de acuerdo con la configuración de tipo red deseada.

De acuerdo con una solución constructiva de interés práctico considerable, que no obstante es no limitativa para la aplicación de la invención, el soporte 2 está constituido sustancialmente por una membrana compuesta por fibras de polisulfona huecas, que definen poros. De acuerdo con esta realización, por lo tanto, el catalizador puede preferiblemente estar contenido o bien en uno o más poros o también en el espesor de dichas fibras o en una combinación de estos.

Los poros de la membrana, asimismo, son capaces de retener contaminantes orgánicos y biológicos físicamente diferentes de acuerdo con las dimensiones de dichos poros. Es por lo tanto posible obtener un doble efecto cuando el agua de las cañerías u otro fluido a tratar pasa por el dispositivo 1, es decir, eliminación de las sustancias inorgánicas y purificación de sustancias orgánicas y/o bacterias y/o virus y/o endotoxinas. De hecho, como se sabe, muchas enfermedades infecciosas reconocen el agua como vehículo de transmisión de microorganismos patógenos, transmitiendo el agente infeccioso al hombre directa o indirectamente a través de herramientas u otros elementos con los que entra en contacto; el dispositivo 1 de acuerdo con la invención es por lo tanto capaz de prevenir estos riesgos.

En consecuencia, se especifica que los porcentajes anteriormente mencionados, relacionados con la concentración preferida de enzima, se refieren al peso total de las fibras y/o del polímero (como una función de la realización específica seleccionada).

Convenientemente, el dispositivo 1 comprende medios para capturar la enzima dentro del soporte 2, para contrastar y prevenir la liberación de la enzima al medio ambiente. En particular, a modo de ejemplo no limitativo, se especifica que estos medios de captura preferiblemente se seleccionan entre las cavidades ya citadas, que tienen dimensiones más pequeñas que aquellas de las moléculas de la enzima (como se mencionó, estas cavidades son capaces de retener partículas que pesen menos de 300 KDa, y por lo tanto también la enzima, que tiene un peso igual a 30 KDa), un enlace químico del tipo covalente establecido entre el material polimérico del soporte 2, y una malla convenientemente provista con las fibras poliméricas, diseñada para retener físicamente las moléculas de la enzima.

Independientemente del tipo de medio de captura seleccionado (y también existe la posibilidad de combinar dos o más de los medios anteriormente mencionados, u otros opcionalmente seleccionados de acuerdo con los requerimientos específicos), la liberación del catalizador al medio ambiente es contrastada eficazmente por el soporte 2, como para reducir o eliminar por completo la cantidad de catalizador liberada a aguas tratadas u otros fluidos.

El dispositivo 1 comprende un ducto 3 (u otro recipiente, por ejemplo hecho de material plástico), destinado a ser atravesado por el agua que se ha de tratar y acomoda el soporte 2 y el catalizador. El ducto 3 puede de hecho estar provisto con una entrada 4 y una salida 5 para el agua (u otro fluido que se ha de tratar) que se puede conectar a un sistema de distribución de agua existente (por ejemplo inmediatamente corriente arriba de los consumidores, o en cualquier otro punto de los caños que suministran a hogares, edificios y distintas estructuras edificadas). A su vez, electrodomésticos de distintos tipos son provistos con los caños 3 del tipo anteriormente mencionado, como para asegurar un suministro de agua (opcionalmente necesario para su funcionamiento) constantemente tratado mediante el dispositivo 1 al electrodoméstico propiamente dicho.

A su vez, el ducto 3 puede estar provisto con unidades adecuadas para conectar y fijar a las correspondientes superficies de soporte, con el fin de permitir la instalación y el uso del dispositivo 1 en diferentes aparatos existentes.

Se especifica, además, que se ofrece la posibilidad, y está en cualquier caso dentro del alcance de protección reivindicado en este documento, de tratar agua y otros fluidos con una pluralidad de dispositivos 1 de acuerdo con la invención, dispuestos en serie o en paralelo (o como una combinación de las dos configuraciones), de acuerdo con los requerimientos específicos, como se mostrará en los ejemplos constructivos utilizados para las pruebas realizadas en el dispositivo 1, descritas en las páginas que siguen.

El funcionamiento del dispositivo de acuerdo con la invención es el siguiente.

Al someter el agua u otros fluidos a tratar a la acción del dispositivo 1, y por lo tanto al catalizador contenido allí, es posible obtener la conversión de las sales a sustancias gaseosas no contaminantes (por ejemplo dióxido de carbono), logrando en la práctica la meta destinada, gracias a la acción de la enzima (que de hecho constituye el catalizador), capaz de reducir la cantidad de energía requerida con el fin de activar la reacción anteriormente citada y de acelerar su curso (posibilitando así que la reacción ocurra bajo condiciones más moderadas y en menos tiempo).

Al facilitar la activación y el curso de la reacción, por lo tanto, es posible obtener en un modo práctico y económico la conversión de grandes cantidades de sustancias contaminantes u otras sustancias indeseadas del agua tratada (u otro fluido), que contienen compuestos inorgánicos del tipo de aquellos que tienen la fórmula general anteriormente mencionada, asegurando por lo tanto a diferentes tipos de usuarios el suministro de agua apropiadamente tratada.

La enzima es de hecho capaz de convertir estos compuestos (por ejemplo las sales de carbonato) a dióxido de carbono gaseoso y esto hace posible lograr la meta de reducir la concentración de sustancias indeseadas y/o contaminantes. Este resultado, a su vez, se obtiene sin generar efectos perjudiciales para el hombre y para el medio ambiente: de hecho la enzima seleccionada es un elemento biológico totalmente natural, que es biocompatible y biodegradable y está constituido por una sola molécula de proteína natural. Asimismo, se debe destacar que gracias a los medios de captura, la enzima es atrapada en el soporte 2 de modo que el soporte 2 previene su liberación en

el medio ambiente y por ende no hay riesgo de que el catalizador sea liberado al agua tratada.

El dispositivo 1 de acuerdo con la invención, por lo tanto, no contiene y/o no libera elementos que sean perjudiciales o tóxicos para el hombre o el medio ambiente (o los contiene hasta un grado considerablemente inferior que los aparatos del tipo conocido con el fin de lograr la meta lograda con el dispositivo 1 de acuerdo con la invención), posibilitando reducir el consumo y la descarga al medio ambiente natural de sustancias que son perjudiciales para la salud del medio ambiente y el ser humano, evitando así los fenómenos de contaminación de aguas cloacales.

El uso de fibras poliméricas del tipo de fibra de polisulfona (una disolución, como se mencionó, es un ejemplo pero no limita la aplicación de la invención) permite la explotación de sus propiedades específicas, es decir, la particularidad de estar constituida por una resina amorfa termoplástica con alto rendimiento y caracterizada por la presencia del grupo SO<sub>2</sub>. La polisulfona es un material que tiene interesantes propiedades tales como una resistencia de alta carga, alta temperatura en uso continuo y excelente estabilidad dimensional. Además de baja absorción de agua, también tiene alta resistencia a hidrólisis, lo que permite el uso en aplicaciones en contacto con agua caliente. Se puede esterilizar en diversas formas y por lo tanto es adecuada para contacto con alimentos y agua potable y tiene buena resistencia química y biológica (tolera el ataque de moho).

El dispositivo 1 de acuerdo con la invención puede utilizarse por lo tanto de acuerdo con la invención para diferentes aplicaciones, de acuerdo con requerimientos específicos, y por ejemplo se establecen disposiciones para someter agua que se ha de convertir en potable a la acción del dispositivo 1, ya que la acción de la enzima permite la eliminación eficaz de los depósitos de cal (que están formados por carbonato de calcio) y más generalmente una reducción de la dureza del agua, definida como la concentración de iones de calcio y iones de magnesio en la forma de sales de sulfato, sales de cloruro, sales de nitrato, sales de carbonato o sales de hidrógeno carbonato.

El agua así tratada puede por lo tanto enviarse efectivamente a los usuarios, que pueden por ende recibir a bajo coste y en un modo práctico agua sin sustancias contaminadas (y/o sustancias que otorgan un sabor desagradable), haciendo que sea absolutamente adecuado para uso alimentario, para uso como agua destilada (en electrodomésticos, por ejemplo) y también para beber.

Esto proporciona a individuos privados (y no solamente a ellos) una fuente capaz de eliminar la necesidad de recurrir a agua mineral, especialmente si el agua que fluye en los sistemas de distribución de agua no es potable, reduciendo así e incluso eliminando los costes, los transportes, las inconveniencias y los esfuerzos físicos asociados a la necesidad de ir físicamente hasta los puntos de venta para adquirir dicha agua mineral.

Asimismo, es obvio que el dispositivo 1 de acuerdo con la invención, al facilitar un consumo más alto del agua suministrada por el propio grifo y por lo tanto al compensar la demanda de agua mineral o de agua destilada en una botella, hace posible reducir la producción de envases (además de la cantidad de vehículos que circulan para su transporte), contribuyendo de modo seguro a reducir las emisiones de gases contaminantes y/o la producción de botellas de plástico y otros productos de desecho, que representan un problema grave cada vez mayor en la sociedad actual.

La opción de recurrir a una enzima, tal como las anteriormente mencionadas, hace posible el uso de un catalizador altamente específico, ya que la proteína de envoltura de la enzima propiamente dicha crea un saco, denominado sitio activo, capaz de alojar solamente las moléculas de sustrato que son accesibles.

Asimismo, a diferencia de otros elementos, la enzima realiza una reducción gradual de la dureza del agua, manteniendo en disolución un porcentaje de sales y/o iones (por ejemplo, el ion de Ca<sup>2+</sup>) útil para la salud humana, haciendo por consiguiente que el uso del dispositivo 1 de acuerdo con la invención sea absolutamente interesante para el tratamiento de agua destinada a usuarios privados y/o usos alimentarios.

Además, la alta eficiencia catalítica hace posible mantener una baja concentración de la enzima dentro del dispositivo 1 de acuerdo con la invención, con el fin de contener los costes requeridos para su provisión y comercialización, obteniendo de este modo una solución competitiva desde el punto de vista económico con respecto a los aparatos que ya están comercialmente disponibles. Finalmente, ya que la enzima es un catalizador, tiene otra particularidad de permanecer inalterada al final de la reacción que la cataliza, permitiendo entonces su uso durante un gran número de ciclos catalíticos, con mayores ventajas desde el punto de vista económico.

Con el fin de determinar la cantidad de carbonatos presentes en el agua y de verificar por consiguiente la efectividad del dispositivo 1 desarrollado, se seleccionó un electrodo ISE para dióxido de carbono, es decir, un electrodo combinado del tipo comercial, que comprende un electrodo de pH sumergido en una disolución electrolítica y separada de la muestra que se ha de medir mediante una película permeable al dióxido de carbono propiamente dicho. La película y el electrolito se pueden reemplazar; por lo tanto, se suministran con el instrumento. Cuando el gas se disemina dentro de la película, se disuelve en la disolución electrolítica, produciendo una variación de pH, registrada por el electrodo de pH: la diferencia detectada de potencial se utiliza para determinar la concentración de dióxido de carbono presente en la disolución.

Este electrodo se conecta a una unidad portátil de medición de pH/iones/conductividad, que tiene una resolución de 0,1 mV, que se requiere con el fin de dar soporte a este tipo de electrodo.

## ES 2 719 126 T3

Para efectuar mediciones cuantitativas, el instrumento se calibra antes de comenzar la lectura de las muestras. El método y las condiciones del ensayo son los que se indican en el manual del electrodo, disponible del productor: en lo sucesivo, se exponen las disoluciones a preparar para las mediciones.

- 5 - citrato sódico 1 M pH 4,5: se pesan 58,8 g de citrato sódico (MW=294,10 g/mol) en un volumen total de 200 ml, se ajusta el pH con ácido clorhídrico al 37%;
- Disolución de almacenamiento: NaCl 0,1 M – Se pesan 0,292 g de cloruro de sodio (MW=58,443 g/mol) en un volumen total de 50 ml;
- preparación estándar 1000 ppm CO<sub>2</sub>: se pesan 0,1905 g de bicarbonato de sodio (MW=84,01 g/mol) en un volumen total de 100 ml;
- 10 - preparación estándar 100 ppm CO<sub>2</sub>: preparada por dilución, se extraen 10 ml de la disolución a 1000 ppm y se disponen en un volumen total de 100 ml;
- preparación estándar 10 ppm CO<sub>2</sub>: preparada por dilución, se extrae 1 ml de la disolución a 1000 ppm y se dispone en un volumen total de 100 ml.

15 Antes de efectuar las mediciones, se añaden 15 gotas de disolución electrolítica al dispositivo 1, que está constituida por uno del tipo anteriormente descrito, y se conecta el electrodo, dejándolo luego para ser acondicionado durante aproximadamente 30 minutos en la disolución de almacenamiento. Las condiciones generales para efectuar la calibración son las siguientes:

- 20 - se disponen en un vaso de precipitación 45 ml de preparación estándar y se añaden 5 ml de citrato de sodio 1 M (con el fin de liberar todos los carbonatos y bicarbonatos presentes en la disolución). El uso de una ampolla miniaturizada especial hace posible realizar las mediciones con 3,6 ml de preparación estándar y 0,4 ml de citrato de sodio 1 M (volumen total 4 ml).

25 Se especifica que el pasaje anteriormente descrito usa las tres preparaciones estándar ilustradas en los párrafos previos (1000 ppm CO<sub>2</sub>, 100 ppm CO<sub>2</sub>, 10 ppm CO<sub>2</sub>), extrayendo por consiguiente 45 ml de cada una de ellas y repitiendo el procedimiento descrito en estas páginas para cada una de ellas, como para permitir la aplicación del método en cualquier tipo de muestra (agua de cañerías, bebidas, estándares de calibración). Al final de cada una de las tres etapas (con las correspondientes preparaciones), el vaso de precipitación y el electrodo se lavan, con el fin de permitir el comienzo de una nueva etapa con una preparación diferente.

- se mantiene la disolución bajo agitación.
- 30 - se registra para cada lectura el valor del potencial, expresado en mV, y se traza una curva de calibración, graficando los valores del mV registrados contra el logaritmo de la concentración (gráfico semilogarítmico).

Para las mediciones, se procede como para la calibración: el contenido de dióxido de carbono en la muestra se calcula graficando el valor del mV registrado en la curva de calibración. Es posible dividir a la mitad los volúmenes de ensayo a 20 ml, tomando la precaución de mantener el volumen de citrato de sodio 1 M igual a 1/10 del volumen total (concentración final 100 mM).

35 Después de medir las disoluciones altamente concentradas, es aconsejable sumergir el electrodo en la disolución de almacenamiento durante por lo menos 30 minutos con el fin de re-equilibrar la respuesta.

La tabla de conversión entre las distintas unidades de concentración en donde es posible expresar el resultado de la medición se presenta a continuación.

mol/l CO <sub>2</sub>	ppm CO <sub>2</sub>	ppm CaCO <sub>3</sub>
0,01	440	1000
0,001	44	100
0,0001	4,4	10

40 Mediante la calibración y el procedimiento de ensayo anteriormente descritos, se efectuaron pruebas para verificar la efectividad del dispositivo 1 de acuerdo con la invención.

### Prueba 1

Se prepara una prueba con cinco soportes 2 dispuestos en serie, cargados respectivamente con las cantidades de



## ES 2 719 126 T3

enzima descritas en la tabla:

primer soporte	21,7 mg
segundo soporte	22,7 mg
tercer soporte	106,6 mg
cuarto soporte	21,2 mg
quinto soporte	19,4 mg

Se llevan a cabo tres pruebas distintas a diferentes caudales. Se observa que 1° f corresponde a 10 mg/l de carbonato cálcico.

5 Los resultados de la primera prueba, a un caudal de 1,15 l/min, se exponen a continuación.

Muestras	Promedio (f°)	Reducción
Agua de cañerías	39	
Salida de filtro 1	25	-14
Salida de filtro 2	26	-13
Salida de filtro 3	27	-12
Salida de filtro 4	27	-12
Salida de filtro 5	29	-10

La tabla que sigue a continuación enumera los resultados de la segunda prueba, con un caudal de 2,5 l/min.

Muestras	Promedio (f°)	Reducción
Agua de cañerías	39	
Salida de filtro 1	34	-5
Salida de filtro 2	32	-7
Salida de filtro 3	26	-13
Salida de filtro 4	29	-10
Salida de filtro 5	26	-13

10 Los resultados de una prueba estática se exponen a continuación: se rellenaron los distintos soportes 2 y transcurrió un tiempo de espera de 135 minutos antes de medir la dureza del agua dentro de estos.

Muestras	Promedio (f°)	Reducción
Agua de cañerías	39	

## ES 2 719 126 T3

Salida de filtro 1	29	-10
Salida de filtro 3	31	-8
Salida de filtro 5	27	-12

### Prueba 2

5 En este caso, se conectaron dos soportes 2 dispuestos en paralelo (cargados con las correspondientes enzimas) a la red de agua, dejando que el agua fluyera en los caudales que se indican en los siguientes párrafos, por un promedio de 6 horas diarias.

La tabla que sigue a continuación muestra los resultados de las pruebas realizadas con caudales de 2 l/min.

	T=6h	T=17h	T=31h	T=43h	T=123h
	7201	20401	37201	51601	147601
Agua de cañerías (f°)	52	51	51	48	54
Agua procesada (f°)	37	30	34	31	33
Diferencia (f°)	15	21	17	17	21

10 La tabla que sigue a continuación, en cambio, muestra los resultados de las pruebas realizadas con caudales de 8 l/min.

	T=86 horas	T=108 horas
	412801	518401
Agua de cañerías (f°)	47	55
Agua procesada (f°)	34	38
Diferencia (f°)	13	17

### Prueba 3

15 El propósito de la prueba es evaluar la actividad del soporte polimérico de poliamida al que la enzima, particularmente una enzima de la clase de anhidrasa carbónica, se une en un modo covalente.

Más específicamente, el propósito de la prueba es verificar la actividad de degradación de este soporte 2, al que se une la enzima en un modo covalente, contra sales inorgánicas tales como sales de carbonato y/o sales de bicarbonato disueltas en agua.

La prueba 3 de acuerdo con la invención consta de 2 etapas sucesivas:

20 etapa 1. inmovilización covalente de la enzima anhidrasa carbónica sobre el soporte 2 polimérico de (poliamida) y caracterización del resultado de la inmovilización;

etapa 2. determinación de la actividad de degradación de los soportes 2 de la etapa 1 contra sales de carbonato y/o sales de bicarbonato.

25 Todas las muestras se analizaron con el electrodo sensible a CO<sub>2</sub>, como para establecer la actividad de la enzima inmovilizada y de la enzima residual. De hecho, un aspecto específico de la invención es la degradación de las sales de carbonato y/o bicarbonato y su consecuente transformación en CO<sub>2</sub>. Los ensayos de actividad se realizaron a pH 7,6 y a temperatura ambiente.

La invención, de hecho, tiene el aspecto específico de promover, en un modo no obvio, la transformación de estas sales en CO<sub>2</sub>, mediante una actividad catalítica particular de la anhidrasa carbónica.

Más precisamente, la etapa 1 de inmovilización por introducción de un enlace sencillo proporciona las siguientes etapas:

- 5 1a. Añadir 100 g de Nylon6 (esferas de 3 mm) pre-tratado a 784 ml de fosfato de sodio 100 mM pH 8.
- 1b. Añadir 16 ml de glutaraldehído al 25% a los 784 ml de fosfato de sodio (volumen final 800 ml, concentración final del glutaraldehído: 0,5%).
- 1c. Añadir el Nylon6 y derivar durante 1 h a 20°C.
- 1d. Transferir el Nylon6 tratado y derivado a la disolución enzimática y dejar agitando durante 17 h a 20°C.
- 10 1e. Realizar dos lavados con 1l de agua doblemente destilada.
- 1f. Dejar secar el Nylon6 bajo una campana durante aproximadamente 15 h.

#### Resultados

15 Durante el procedimiento de inmovilización, se tomaron dos muestras de enzima en disolución: la primera muestra representa la disolución enzimática al momento inicial del procedimiento de inmovilización (t<sub>0</sub>), mientras que la segunda muestra representa la disolución enzimática residual al final de dicha inmovilización (después de 17 h). Esta toma de muestras se efectuó en cada experimento de inmovilización; en un modo paralelo, se conservó al final del procedimiento de inmovilización, una fracción del Nylon6 que contenía la enzima inmovilizada.

Las 10 muestras que contenían la enzima residual en disolución se analizaron con el método Bradford, como para determinar la concentración total de proteínas. Cada muestra se analizó dos veces.

20 En el caso de los 4 lotes de Nylon producido mediante inmovilización de enlace sencillo, se halló que la concentración de la enzima inicial fue igual a  $3,6 \pm 0,3$  mg/ml, mientras que la concentración de la enzima residual al final del procedimiento de inmovilización se halló igual a  $3,2 \pm 0,13$  mg/ml. Se halló que el rendimiento de la inmovilización estimado de acuerdo con los datos de concentración de proteína fue igual a  $2,1 \pm 1,4\%$ .

25 La etapa 2 implica por lo tanto una evaluación de la actividad del soporte 2 de poli poliaminida sólido (Nylon6) al cual se une la anhidrasa carbónica en un modo covalente.

El propósito de este experimento es verificar la actividad no obvia de la enzima anhidrasa carbónica, si está inmovilizada en un soporte polimérico, en la catálisis de la reacción de degradación de sales de carbonato y/o sales de bicarbonato disueltas en agua.

30 La evaluación de esta actividad se llevó a cabo a temperatura ambiente y a un pH inferior a 9, ya que se halló que estos son los parámetros de operación más eficaces.

El protocolo abarca:

- 2a. Preparar 200 ml de citrato sódico 150 mM pH 5 (1X);
- 2b. Preparar 100 ml de Tris-HCl 400 mM pH 7,6 (2X);
- 2c. Preparar 5 ml de sulfato de zinc 1 mM (1000X);
- 35 2d. Preparar 10 ml de bicarbonato sódico 50 mM (10X);
- 2e. Determinar la curva de calibración con 0,050, 0,5 y 5 mM de bicarbonato sódico; el análisis se realiza manteniendo la disolución en agitación y esperando aproximadamente 20 minutos con el fin de alcanzar una concentración constante de dióxido de carbono.

Las disoluciones que se han de preparar son:

- 40 - Blanca: 30 ml de citrato sódico pH 5.
- Muestra 0,05 mM: 300 µl de bicarbonato sódico 50 mM + 30 ml de citrato sódico pH 5.
- Muestra 0,5 mM: 300 µl de bicarbonato sódico 50 mM + 30 ml de citrato sódico pH 5.
- Muestra 5 mM: 3 ml de bicarbonato sódico 50 mM + 27 ml de citrato sódico pH 5.

2f. Análisis del Nylon6 que contiene anhidrasa carbónica inmovilizada:

- 4,5 ml de agua doblemente destilada

- 4,5 ml de Tris-HCl 400 mM

- 10 µl de sulfato de zinc 1 mM

- 0,74 mg de Nylon6

5 - Realizar una medición durante 20 s, luego añadir 1 ml de bicarbonato sódico 50 mM.

#### Resultados

Todas las muestras se analizaron con el electrodo sensible a CO<sub>2</sub>, como para establecer la actividad de la enzima inmovilizada y de la residual. En el caso de las muestras inmovilizadas mediante un enlace sencillo, se halló que la actividad promedio detectada en el Nylon fue igual a 37,9 ± 12,40 µg CO<sub>2</sub>/l-s.

10 Prueba 4

Esta prueba estudia la actividad del soporte 2 polimérico de poliamida alrededor del cual la enzima, particularmente una enzima de la clase de anhidrasa carbónica, se reticula y enlaza.

15 Más concretamente, el propósito de la Prueba 4 es verificar la degradación de este soporte 2, al cual se reticula externamente la enzima, contra sales inorgánicas como sales de carbonato y/o sales de bicarbonato disueltas en agua.

La Prueba 4 de acuerdo con la invención se llevó a cabo en 2 etapas sucesivas:

etapa 1. Inmovilización covalente de la enzima anhidrasa carbónica en el soporte 2 polimérico (poliamida) y caracterización del resultado de la inmovilización;

20 etapa 2. Determinación de la actividad de degradación de los soportes 2 de la etapa 1 contra sales de carbonato y/o sales de bicarbonato.

Todas las muestras se analizaron con el electrodo sensible a CO<sub>2</sub>, como para establecer la actividad de la enzima inmovilizada y de la residual. De hecho, un aspecto específico de la invención es la degradación de las sales de carbonato y/o las sales de bicarbonato y su transformación consecuente en CO<sub>2</sub>. Los ensayos de actividad se llevaron a cabo a pH 7,6 y a temperatura ambiente.

25 La invención, de hecho, tiene el aspecto específico de promover, en un modo no obvio, la transformación de estas sales en CO<sub>2</sub>, mediante una actividad catalítica particular de la anhidrasa carbónica.

Más precisamente, la etapa 1 de inmovilización por reticulación abarca las siguientes etapas:

1a. Disolver 8 g de enzima en 400 ml de fosfato sódico dibásico 100 mM pH 8, dejando bajo agitación durante aproximadamente 1 h (disolución 1).

30 1b. Añadir 16 ml de glutaraldehído 25% en 400 ml de fosfato sódico dibásico 100 mM pH 8 y dejar dispersar durante 1 min (disolución 2).

1c. Añadir 100 g de Nylon6 en disolución 2.

1d. Transferir la disolución 1 a la disolución 2.

1e. Incubar el Nylon6 durante 17 h a 20°C bajo agitación.

35 1f. Realizar los lavados apropiados.

1g. Dejar secar el Nylon6 tratado.

#### Resultados

40 Durante el procedimiento de inmovilización, se recogieron dos muestras de enzima en disolución: la primera muestra representa la disolución de la enzima al momento inicial del procedimiento de inmovilización (t<sub>0</sub>), mientras que la segunda muestra representa la disolución de la enzima residual al final de dicha inmovilización (después de 17 h). Esta toma de muestras se llevó a cabo en cada experimento de inmovilización; en paralelo, al final del procedimiento de inmovilización, se conservó una fracción del Nylon6 que contenía la enzima inmovilizada.

Las 10 muestras que contenían la enzima residual en disolución se analizaron con el método Bradford como para determinar la concentración total de proteínas. Cada muestra se analizó dos veces.

45 El rendimiento de inmovilización para reticulación, estimado en base a los datos de actividad (considerando la

actividad residual e inmovilizada total), es igual a 2,4%.

La Etapa 2, por lo tanto, estudia la actividad del soporte 2 sólido de poliamida (Nylon6) al que se reticula la enzima anhidrasa carbónica externamente.

5 El propósito de este experimento es verificar la actividad no obvia de la enzima anhidrasa carbónica, si está inmovilizada por reticulación en un soporte polimérico, en la catálisis de la reacción de degradación de sales de carbonato y/o sales de bicarbonato disueltas en agua.

Las pruebas de actividad se llevaron a cabo a temperatura ambiente con un pH inferior a 9, ya que se halló que estos fueron los parámetros de operación más eficaces.

Protocolo

10 2a. Preparar 200 ml de citrato sódico 150 mM pH 5 (1X)

2b. Preparar 100 ml de Tris-HCl 400 mM pH 7,6 (2X)

2c. Preparar 5 ml de sulfato de zinc 1 mM (1000X)

2d. Preparar 10 ml de bicarbonato sódico 50 mM (10X)

15 2e. Definir la curva de calibración con 0,050, 0,5 y 5 mM de bicarbonato sódico; el análisis se lleva a cabo manteniendo la disolución en agitación y esperando aproximadamente 20 min con el fin de alcanzar una concentración constante de dióxido de carbono.

Disoluciones a preparar:

- Blanca: 30 ml de citrato de sodio pH5.

- Muestra 0,05 mM: 30 µl de bicarbonato de sodio 50 mM + 30 ml de citrato de sodio pH5.

20 - Muestra 0,5 mM: 300 µl de bicarbonato de sodio 50 mM + 30 ml de citrato de sodio pH5.

- Muestra 5 mM: 3 ml de bicarbonato de sodio 50 mM + 27 ml de citrato de sodio pH5.

2f. Análisis del Nylon6 que contiene la anhidrasa carbónica inmovilizada:

- 4,5 ml de agua doblemente destilada

- 4,5 ml de Tris-HCl 400 mM

25 - 10 µl de sulfato de zinc 1 mM

- 0,74 mg de Nylon6

- realizar una medición durante 20 s, luego añadir 1 ml de bicarbonato sódico 50 mM.

Resultados

30 Todas las muestras se analizaron con el electrodo sensible a CO<sub>2</sub>, como para establecer la actividad de la enzima inmovilizada y de la enzima residual. En el caso de las muestras inmovilizadas por reticulación, se halló que la actividad promedio observada en Nylon era igual a 14 µg CO<sub>2</sub>/l-s.

35 En la práctica se halló que el dispositivo de acuerdo con la invención cumple absolutamente la meta destinada, ya que el uso de un soporte de material polimérico para un catalizador, que está constituido por una enzima preferiblemente seleccionada del grupo de liasas, el grupo de hidrolasas y el grupo de oxidorreductasas, capaz de reducir la energía requerida para la activación de la reacción de degradación de sales inorgánicas en sustancias gaseosas y para acelerar su curso, permite reducir el contenido de sustancias indeseadas en agua u otros fluidos.

La invención concebida es por consiguiente susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, todas dentro del alcance de las reivindicaciones anejas; asimismo, todos los detalles se pueden reemplazar con otros elementos técnicamente equivalentes.

40 Por ejemplo, no se excluye la posibilidad de proporcionar el dispositivo de acuerdo con la invención con aditivos y elementos de filtro adicionales, por ejemplo destinados a bloquear, filtrar, eliminar del agua y/o de otros fluidos tratados, agentes contaminantes específicos, incluso del tipo de sustancias orgánicas tales como gérmenes, algas, bacterias, virus, endotoxinas, etcétera.

45 En los ejemplos que se muestran, las características individuales, expuestas en relación a ejemplos específicos, pueden realmente intercambiarse con otras características distintas que existan en otros ejemplos de la realización.

En la práctica, los materiales utilizados, así como también las dimensiones, pueden ser cualquiera de conformidad con los requerimientos y el estado de la técnica.

5 Si a las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación le siguen signos de referencia, esos signos de referencia se han incluido con el único propósito de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y por consiguiente dichos signos de referencia no tienen ningún efecto limitativo sobre la interpretación de cada elemento identificado a modo de ejemplo por dichos signos de referencia.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para el tratamiento de masas de agua, que comprende

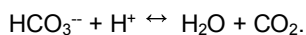
un soporte (2) hecho de material polimérico para un catalizador de la reacción de degradación de sales inorgánicas en sustancias gaseosas, y

5 un ducto (3) u otro recipiente destinado a ser atravesado por el agua que se ha de tratar y que aloja dicho soporte (2) y el catalizador,

10 en donde dicho soporte (2) está hecho de material polimérico capaz de retener el catalizador en un modo físico y/o químico, seleccionado entre polisulfona, acetato de celulosa, acetobutirato de celulosa, nitrato de celulosa, propionato de celulosa, epóxidos, poliamidas, poliamida imidas, poliacrilonitrilo, polibuteno, polibutileno tereftalato, policarbonato, policlorotrifluoroetileno, polidialil ftalato, polietileno, polietileno clorado, poliéter imida, poliéter cetona, poliéter tercetona, poliéter sulfonas, polietilentereftalato, poliimida, poliisobutileno, polimetacrilimida, polimetil metacrilato, poli-4-metilpenteno-1, poliactal, poliformaldehído, polioximetileno, polipropileno, polifenil éter, óxido de polifenileno, sulfuro de polifenileno, poliestireno, politiofeno, politetrafluoroetileno, poliuretano, cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, polivinil cloruro clorado, fluoruro de polivinilideno, fluoruro de polivinilo, celulosa regenerada, siliconas, polidimetil siloxano, ABS,

caracterizado por que dicho catalizador es una enzima selecciona del subgrupo de anhidrasas carbónicas, en donde dichas sales inorgánicas son del tipo de sales de carbonatos, hidrógeno carbonatos, sulfatos, magnesio nitratos, calcio, potasio, bromo, carbono, estroncio, boro, silicio, flúor, argón, nitrógeno y/o una mezcla de estos compuestos,

20 en donde dicha reacción es la reacción de descarboxilación y actúa para la conversión de sales inorgánicas en dióxido de carbono y agua de acuerdo con la siguiente reacción:



2. El dispositivo según la reivindicación 1, en donde dicho ducto (3) está provisto con una entrada (4) y una salida (5) para el agua que se ha de tratar.

25 3. El dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que comprende dicha enzima en una concentración preferiblemente comprendida entre 0,001% y 30%, en donde dichos porcentajes se refieren al peso total, e incluso más preferiblemente en una concentración comprendida entre 0,005% y 1%, en donde dichos porcentajes se refieren al peso total.

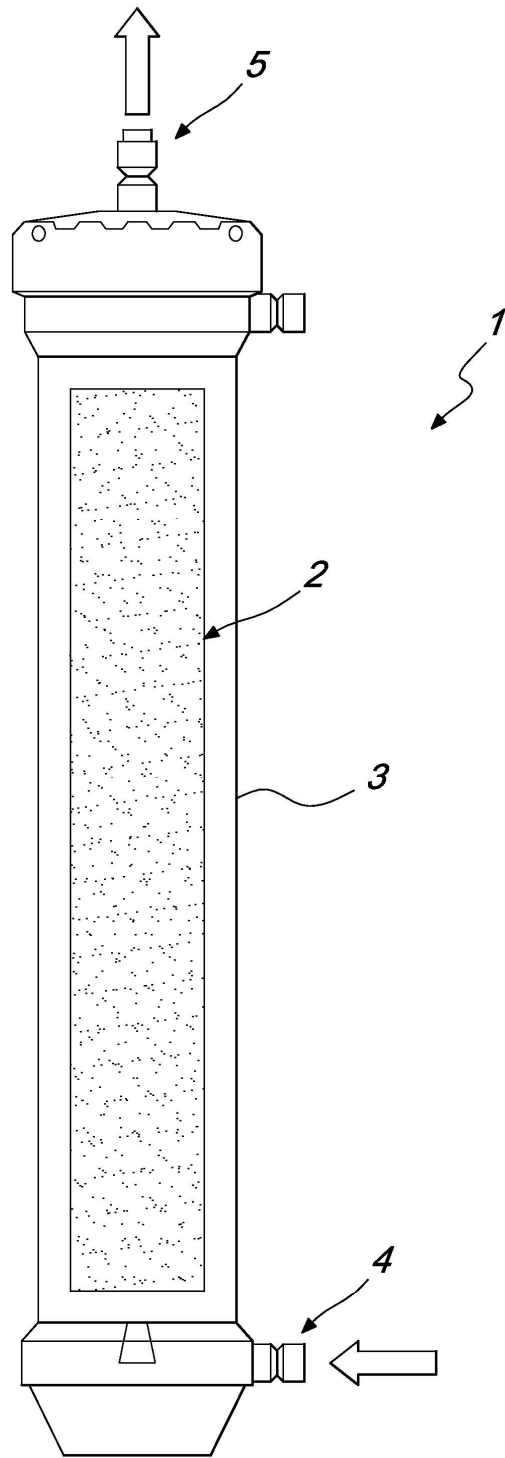
4. El dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicho soporte (2) hecho de material polimérico comprende una pluralidad de fibras sintéticas.

30 5. El dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por que dicho soporte (2) hecho de material polimérico tiene, en por lo menos una de sus porciones, una forma sustancialmente de tipo red como para definir una pluralidad de cavidades con dimensiones comprendidas preferiblemente entre 1 nm y 20 nm, que pueden ser atravesadas por el agua y otros fluidos para someterlos a la acción de dicho catalizador, asociado con dicha por lo menos una porción sustancialmente de tipo red de dicho soporte (2).

35 6. El dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que dicha por lo menos una porción de dicho soporte (2) hecho de material polimérico está constituida sustancialmente por dicha pluralidad de fibras sintéticas, dispuestas de acuerdo con dicha configuración de tipo red.

40 7. El dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que dicho soporte (2) está constituido sustancialmente por una membrana compuesta por fibras de polisulfona huecas, que definen poros respectivos, en donde dicho catalizador está preferiblemente contenido en por lo menos uno de dichos poros y el espesor de dichas fibras.

45 8. El dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende medios para capturar dicha enzima dentro de dicho soporte (2), para contrastar y prevenir la liberación de dicha enzima en el medio ambiente, en donde dichos medios de captura se seleccionan preferiblemente entre dichas cavidades que tienen dimensiones más pequeñas que aquellas de las moléculas de dicha enzima, un enlace químico del tipo covalente entre dicho material polimérico de dicho soporte (2), y una malla de dichas fibras poliméricas, diseñados para retener físicamente dichas moléculas de dicha enzima.



*Fig. 1*