

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 566**

21 Número de solicitud: 201431373

51 Int. Cl.:

B01D 15/08 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

22.09.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.03.2016

Fecha de la concesión:

04.11.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

14.11.2016

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (60.0%)
Campus Universitario Avda. de Elvas, s/n
06071 Badajoz (Badajoz) ES y
CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (40.0%)

72 Inventor/es:

BAEZA ESPASA, Antonio;
SALAS GARCÍA, Alejandro y
MUÑOZ SERRANO, Ana

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Nuevo sistema de filtración basado en el empleo de arena verde de manganeso para la eliminación del radio contenido en agua**

57 Resumen:

Nuevo sistema de filtración basado en el empleo de arena verde de manganeso para la eliminación del radio contenido en agua.

La presente invención se refiere a un sistema de filtración para la eliminación del radio contenido en agua basado en un lecho filtrante caracterizado porque comprende i) una capa superior formada por arena de sílice, ii) una capa intermedia formada por arena verde de manganeso, y iii) una capa inferior formada por arena de sílice. Asimismo, contempla un método para la eliminación del Ra contenido en agua, basado en el empleo de dicho sistema de filtración, que a su vez permite la desadsorción del radio detenido tras la filtración y la regeneración y reutilización de dicho sistema filtrante.

ES 2 564 566 B2

DESCRIPCIÓN

Nuevo sistema de filtración basado en el empleo de Arena Verde de Manganeso para la eliminación del Radio contenido en Agua.

5

Objeto de la invención

La presente invención está dirigida al tratamiento de aguas destinadas al consumo humano. En particular está dirigida a un sistema de filtración para eliminar el Ra del agua, basado en el empleo de la arena verde de manganeso. Asimismo, está dirigida al método para la
10 eliminación del Ra del agua, basado en el empleo de dicho sistema de filtración, así como al procedimiento de desadsorción del radio y regeneración y reutilización de dicho sistema filtrante.

Antecedentes de la invención

El empleo de sustancias específicas para la eliminación de Radio (Ra) presente en
15 disolución en las agua ha sido frecuentemente estudiado desde diferentes aproximaciones. Así, se han desarrollado diversos tipos de resinas y adsorbentes específicos que, mediante la impregnación de diversos materiales, producen un gran poder de adsorción para el radio. Ejemplos de estas sustancias serían los filtros de fibra acrílica recubiertos de MnO_2 (US4087853), complejos selectivos de radio (*Dow Chemical Company: 1986, "Material
20 safety data sheet: XFS 43230.00 Experimental Radium Complexer*) o BaSO_4 impregnado en alúmina (*Clifford, D. et al. "Evaluating various adsorbents and membranes for removing radium from groundwater" J. Am. Water Works Assoc. 80(7), 94-104*), así como arenas de sílice (CA2374861 y "Radon, Radium, and Uranium in drinking water". Capítulo 16. Dennis
25 A. Clifford "Removal of Radium from Drinking water", editado por C. Richard Cothorn y Paul A. Rebers Dennis). La arena de sílice es un material que se utiliza como lecho filtrante para retener sólidos de pequeño tamaño que se encuentren en el agua (por ello es habitualmente empleada como lecho filtrante en las plantas potabilizadoras). Su capacidad de adsorber radio depende de las condiciones de trabajo y presenta muchas limitaciones.

Todos los métodos descritos requieren de un tratamiento del material adsorbente para la
30 eliminación del radio y en algunos casos el coste asociado es elevado.

La arena verde de manganeso (greensand) es un dióxido de manganeso natural, comúnmente empleado en la eliminación del hierro y manganeso de las aguas, a través de un proceso de filtración. El hierro y el manganeso solubles son oxidados y precipitados por contacto con óxidos mayoritarios de manganeso en los gránulos de la arena verde. Esta
 5 capa formada se restablece tras su regeneración mediante permanganato potásico. Asimismo, es conocido también su empleo en la eliminación del Radio (*Qureshi et al. "Radium removal by HMO and manganese greensand" Peer reviewed. Journal Awwa 95:3. March 2003*).

Los autores de la presente invención han desarrollado un sistema de filtración que emplea
 10 sustancias naturales, permitidas por la legislación española en el tratamiento de aguas potables (*Orden SAS/1915/2009, de 8 de Julio, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. BOE nº 172 17 de julio del 2009*).

Basándose en las propiedades de la arena verde de manganeso para la adsorción de
 15 contaminantes, el sistema diseñado por los autores de la presente invención utiliza una estructura tipo sándwich formada por arena de sílice y arena verde de manganeso, siendo muy efectivo para la eliminación del radio contenido en el agua. Además, los autores de la invención han desarrollado un procedimiento de desadsorción del radio y regeneración de dicha arena para, una vez reducida significativamente su capacidad de adsorción, poder
 20 volver a emplearse con el citado fin, incluso con mayor efectividad que inicialmente.

El sistema de filtración de la presente invención presenta una alta efectividad en la eliminación del radio, es fácil de implementar en una Estación de Tratamientos de Aguas Potables o para uso doméstico, y proporciona un agua tratada que no se ve afectada en sus condiciones físico-químicas.

El diseño del sistema de filtración aporta importantes ventajas en la eliminación del radio
 25 respecto a los distintos métodos empleados en el estado de la técnica. En particular, el empleo de las dos capas de arena de sílice proporciona ventajas significativas en la filtración respecto a emplear solamente arena verde de manganeso, entre las que se encuentran evitar la obstrucción del filtro debido a las partículas en suspensión de las aguas a tratar;
 30 facilitar los procesos de desadsorción-regeneración para su nueva reutilización y aumentar la efectividad de la arena verde de manganeso para la adsorción del radio, facilitando además la baja turbidez en el agua tratada.

Respecto a otros tipos de sistema de filtración mediante arena de sílice o carbón activo, este sistema de filtración es también mucho más eficiente que aquellos, tanto porque se produce una mayor eliminación del radio presente en el agua, como porque éste se puede emplear durante mayor tiempo, debido a su más lenta saturación para este elemento químico.

5

Descripción de las figuras

Figura 1: Eficiencia de eliminación del ^{226}Ra (EF) por el lecho filtrante de arena de sílice frente al volumen de agua bidestilada trazada filtrada.

10 **Figura 2.:** Eficiencia de eliminación del ^{226}Ra (EF) por el lecho filtrante de arena de sílice frente al volumen de agua natural filtrada.

Figura 3.: Esquema del sistema de filtración de la invención.

Descripción de la invención

15 En una realización principal, la presente invención se refiere a un nuevo sistema de filtración para la eliminación del Radio (Ra) contenido en agua que comprende un lecho filtrante que a su vez comprende a) una capa superior formada por arena de sílice, b) una capa intermedia formada por arena verde de manganeso, y c) una capa inferior formada por arena de sílice, de aquí en adelante “sistema de filtración de la invención”.

20 La preparación del lecho filtrante se realiza de tal forma que se introducen secuencialmente las diferentes capas de arena (c, b y a, en ese orden) por la parte superior de una columna hasta conformar el sistema (I). A continuación, se cierra éste herméticamente (II), efectuándose un lavado con agua potable (grifo) para eliminar las posibles impurezas (III) y, se purga el aire que puede contener el sistema de filtración, para evitar la pérdida de eficiencia (IV).

25 A diferencia de otros sistemas o métodos empleados en el estado de la técnica, el sistema de la invención permite una filtración óptima del Ra, tanto en agua en condiciones ideales (agua bidestilada+radio), como en condiciones reales (agua natural, aguas subterráneas o aguas superficiales). El agua natural se define como aquella que se encuentra en la naturaleza y que puede consumirse por el ser humano, una vez que cumpla con los
30 requisitos físico-químicos, microbiológicos y radiológicos que especifica la legislación. En

España estos requisitos están establecidos en el Real Decreto 140/2003, "*Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*". Las aguas naturales a las que aplicar la presente invención son aquellas que están destinadas al consumo humano (ENAC 2007.Documento NT-20 Rev. 2 Julio2007) y que no cumplen con la legislación en sus parámetros radiológicos, en particular aguas que tienen contenidos altos de radio.

El Radio se adsorbe en el dióxido de manganeso (MnO_2) del que está compuesto la arena verde de manganeso del sistema de filtración.

Por su parte, la arena de sílice empleada en la estructura tipo sándwich del sistema de filtración de la invención tiene una doble finalidad: por un lado actúa como soporte de la arena verde de manganeso y, por otra parte, evita la coloración oscura característica del agua tratada, cuando se emplea solamente arena verde de manganeso. Estas dos características del sistema de filtración diseñado por los autores de la invención se deben a que la arena de sílice retiene las pequeñas partículas de arena verde de manganeso, que al intercalarse éstas con la arena de sílice, aumentan la efectividad del filtro para eliminar radio y evita la coloración del agua tratada.

En particular, la capa superior de arena de sílice protege a la arena verde de manganeso evitando la rápida obstrucción del filtro en el supuesto caso de no utilizarse, debido a las partículas en suspensión que normalmente pueden poseer las aguas a tratar. Por su parte, la capa de arena inferior de arena de sílice, de mayor tamaño que la superior, aumenta la efectividad de la arena verde de manganeso para la adsorción del radio, facilitando además la baja turbidez en el agua tratada.

Por tanto, al comparar el sistema de filtración de la invención con un filtro que contenga sólo arena verde de manganeso, se encuentran diferencias, que no sólo afectan a la operatividad del sistema, sino también a la turbidez del agua resultante. De esta forma, cuando la arena verde de manganeso se utiliza sola, se obstruye más rápidamente y aumenta la turbidez del agua resultante.

En una realización particular, el volumen de la capa c) del sistema de filtración es al menos la mitad del volumen de la capa b). De forma preferida, la relación entre los volúmenes de las capas a), b) y c) es de 1-4-2.

Las características del sistema de filtración de la invención, en relación con el volumen de

las capas, diámetro, altura, etc, pueden redimensionarse según las necesidades de caudal del agua a tratar.

En otra realización principal de la invención se contempla un método para la eliminación del Ra contenido en agua que comprende i) la filtración del agua con contenidos de Ra haciéndolo pasar a través del lecho filtrante del sistema de filtración de la invención. Opcionalmente, el método de eliminación comprende dos pasos adicionales que permiten ii) la desadsorción del Ra adsorbido en la arena verde de manganeso durante el paso i) de filtración y iii) la regeneración del sistema de filtración para su posterior reutilización (ver figura 3).

10 La desadsorción del Ra adsorbido en la arena verde de manganeso (ii) se lleva a cabo mediante el empleo de ácido clorhídrico diluido, preferiblemente en una concentración comprendida entre 1 y 1,5 M. De forma preferida, dicho ácido se recircula un mínimo de tres veces, durante un tiempo de al menos una hora por recirculación, para de esta manera asegurar que se está actuando de forma efectiva en el sistema.

15 La regeneración del sistema de filtración (iii) se lleva a cabo mediante el empleo de permanganato potásico preferiblemente en una concentración comprendida entre 0,1 y 0,2 M. En realizaciones preferidas, la recirculación del permanganato potásico se lleva a cabo de la misma forma que el ácido clorhídrico diluido del paso anterior (ii), un mínimo de tres veces, durante un tiempo de al menos una hora por recirculación.

20 Finalmente se lava el lecho filtrante con agua potable (grifo) para poder ser empleado de nuevo.

Como ocurre en cualquier sistema de filtración, la turbidez provoca la obstrucción el sistema y por lo tanto perjudica el buen funcionamiento del filtro, por lo que el sistema de filtración de la invención funciona con mayor operatividad cuanto menor turbidez (1-5 UNF) haya en el agua. Por ello, cualquier tratamiento previo del agua para reducir su turbidez, antes de pasarlo por el sistema de filtración, será beneficioso para el rendimiento óptimo de dicho sistema.

En una realización particular, el método de eliminación del Ra se lleva a cabo a presiones superiores a 0,5 bares. En el método de eliminación de la invención, la presión mínima es esencial ya que, aunque el método sigue siendo efectivo, por debajo de esa presión la

eficiencia de eliminación del radio disminuye.

Además, de forma preferida, el método de eliminación se lleva a cabo a temperatura ambiente. Esto supone una importante ventaja, ya que es la temperatura de trabajo habitual en las Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables o en su uso doméstico.

- 5 En el paso i) la velocidad espacial del agua a través del sistema de filtración se puede controlar y optimizar en base al caudal de trabajo del agua y al volumen del lecho filtrante (Velocidad espacial=Caudal x Volumen).

En el método de eliminación de la presente invención, el paso del agua a través del sistema de filtración en i) se lleva a cabo de forma preferida a una velocidad espacial de 75 h^{-1} , lo
10 que favorece significativamente la eliminación del radio.

El diseño de la estructura del sistema de filtración de la invención, facilita el desarrollo de los procesos de desadsorción-regeneración para su nueva reutilización.

De forma preferida, el paso ii) para la desadsorción del Ra de la arena verde por recirculación del HCl, se lleva a cabo a presiones mayores de 0.5 bares. De esta forma se
15 evita la formación de burbujas de aire en la arena, que hacen más ineficiente el proceso. La temperatura de trabajo en este caso no sería decisiva, por lo que, de forma preferida, para facilitar las condiciones de trabajo, se lleva a cabo a temperatura ambiente.

El sistema de filtración de Ra contenido en agua de la presente invención presenta importantes aplicaciones industriales, dado que las características de su diseño pueden
20 redimensionarse para su empleo óptimo tanto en plantas potabilizadoras como en consumo doméstico (grifo).

EJEMPLOS

25 **Ejemplo 1**

Eficiencia de retención de radio en el filtro de arena verde de manganeso de la invención.

Se fabricó un filtro de arena verde de manganeso con 140 mm de diámetro, a partir de una columna en la que su parte inferior se llenó con arena de sílice, en su parte intermedia se
30 colocó la arena verde de manganeso y en la parte superior, de nuevo se introdujo arena de

sílice, siendo la relación entre volúmenes de dichas arenas de 1-4-2. A continuación, se cerró la columna herméticamente, efectuándose un lavado con agua potable (grifo) para eliminar las posibles impurezas de las arenas y, se purgó el aire que pudiera contener el sistema de filtración, para evitar la pérdida de eficiencia. El agua fue filtrada a través de la arena, a temperatura ambiente. El agua natural empleada (agua subterránea) presentaba una concentración de radio 0.44 ± 0.03 Bq/L, de manganeso < 0.01 mg/L, de hierro < 0.05 , de calcio 80 mg/L y magnesio 58 mg/L, con un pH de 7.7. Las velocidades espaciales empleadas, se basaron en las que habitualmente se emplean en las Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables y fueron de 75, 150 y 170 h^{-1} durante un tiempo máximo de funcionamiento de 110 horas. A partir de este tiempo la eliminación del radio disminuyó lo suficiente como para que empezara a ser aconsejable aplicar la regeneración del sistema.

Se fueron analizando alícuotas sucesivas, con el fin de determinar el contenido del radio en el agua tras su filtración. La actividad del radio se determinó mediante separación radioquímica, para posteriormente ser medido por espectrometría alfa.

Los resultados obtenidos se presentan resumidamente en la tabla 1. En ella se muestran los porcentajes de eliminación del radio (%), para diferentes velocidades espaciales, con distintos tiempos de tratamiento.

La tabla 1 indica que a una mayor velocidad espacial de trabajo, disminuye la eliminación de radio y perjudica la adsorción de éste por la arena verde de manganeso. Como se puede observar en la tabla 1, los mejores resultados se obtienen para la velocidad espacial de 75 h^{-1} .

TABLA 1

		Tiempo de tratamiento (h)													
		1	5	10	15	20	25	40	45	55	70	80	85	90	110
Velocidad espacial	75 h^{-1}	99	98	95	90	91	90	78	78	84	72	80	83	86	71
	150 h^{-1}	95	88	85	85	86	67	71	56	-	-	-	-	-	-
	170 h^{-1}	99	80	86	78	74	66	-	-	-	-	-	-	-	-

Ejemplo 2

Desadsorción y regeneración del filtro de arena verde de manganeso de la invención.

La arena de verde de manganeso empleada para la eliminación del radio en el agua, fue sometida con posterioridad a un tratamiento específico con el fin de poder volver a utilizarla. Para realizar la desadsorción del radio de la arena, ésta fue tratada con ácido clorhídrico 1M, que se hizo recircular por el sistema tres veces, durante 1 hora. De esta forma, se consiguió recuperar el 63% del radio adsorbido en la arena, empleando HCl 1 M. A continuación, la arena verde de manganeso fue sometida a un proceso de regeneración mediante el empleo de permanganato potásico 0.1 M; que se hizo recircular por el sistema tres veces, durante 1 hora. Finalmente, dicha arena se volvió a utilizar para la eliminación de radio presente en disolución en el agua. Las condiciones experimentales fueron las mismas que las del ejemplo 1, empleando la velocidad espacial de 75 h^{-1} . Los resultados de la reutilización del lecho filtrante se muestran en la tabla 2. En ella se muestran los porcentajes de eliminación del radio (%), para la velocidad espacial optimizada, con distintos tiempos de tratamiento. Éstos indican, al compararlos con los obtenidos en el ejemplo 1, que se produce una mejor eliminación de radio a tiempos de tratamiento mayores, por lo que los procesos de desadsorción y regeneración llevados a cabo en el lecho filtrante tienen como consecuencia incluso una mejora de las características que éste tiene como adsorbente natural del radio.

TABLA 2

Velocidad espacial	75 h ⁻¹	Tiempo de tratamiento (h)								
		5	15	40	45	55	70	85	90	110
		99	98	98	95	95	97	93	92	86

Ejemplo 3

Para demostrar la mayor efectividad y las ventajas derivadas del sistema de filtración de la invención respecto a otros sistemas empleados en el estado de la técnica, los autores de la presente invención realizaron estudios comparativos con filtros formados exclusivamente por arena de sílice.

El ensayo se llevo a cabo con agua natural, con las mismas características que el agua empleado en los ejemplos anteriores, y con agua bidestilada.

En el caso del agua bidestilada, que lógicamente posee un bajo contenido salino, y con pH 5.5, se observó que la eliminación era prácticamente total para el contenido de radio (figura 1). Sin embargo, como se puede apreciar en la figura 2, para un agua natural con un mayor contenido salino y con dos pHs diferentes, el pH natural, 7.7, y un pH similar al agua bidestilada (pH 6), se produjo una rápida pérdida en la eficiencia de eliminación del radio.

Por tanto, los resultados obtenidos mostraron que, aunque estos sistemas pueden adsorber radio en condiciones ideales (agua bidestilada + radio), en condiciones reales (aguas subterráneas o aguas superficiales), tales como el agua utilizada en los ejemplos anteriores, la adsorción de radio en la arena de sílice desciende rápidamente, al filtrar solamente 10 L de dicha agua.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de filtración para la eliminación del Radio contenido en agua que comprende un lecho filtrante caracterizado porque a su vez comprende:
 - i. Una capa superior formada por arena de sílice,
 - ii. Una capa intermedia formada por arena verde de manganeso, y
 - iii. Una capa inferior formada por arena de sílice.
2. Sistema, según la reivindicación anterior caracterizado porque el volumen de la capa c es al menos la mitad del espesor de la capa b.
3. Sistema, según la reivindicación 2, caracterizado la relación entre volúmenes de las capas a, b y c es de 1-4-2.
4. Método para la eliminación del Ra contenido en agua caracterizado porque comprende
 - i. la filtración del agua con contenidos de Ra haciéndola pasar a través del lecho filtrante del sistema de filtración de la reivindicación 1.
5. Método, según la reivindicación 4, caracterizado porque comprende adicionalmente:
 - ii. la deadsorción del Ra detenido tras el paso i) en el lecho filtrante del sistema de filtración mediante el empleo de ácido clorhídrico diluido, y
 - iii. regeneración del sistema de filtración mediante el empleo de permanganato potásico.
6. Método según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque la eliminación se realiza a presiones superiores a 0.5 bares.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4-6 caracterizado porque la eliminación se realiza a temperatura ambiente.
- 5 8. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 4-7, caracterizado porque en el paso i) la filtración del agua se lleva a cabo a una velocidad espacial de 75 h^{-1} .
9. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 5-8, caracterizado porque en el paso ii) se emplea ácido clorhídrico diluido en una concentración comprendida entre 1-1,5 M.
- 10 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5-9 caracterizado porque en el paso ii) el ácido clorhídrico se hace recircular por el sistema un mínimo de tres veces, durante al menos 1 hora.
- 15 11. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 5-10, caracterizado porque en el paso iii) se emplea permanganato potásico en una concentración comprendida entre 0,1 y 0,2 M.
- 20 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5-11, caracterizado porque en el paso iii) el permanganato potásico se hace recircular por el sistema un mínimo de tres veces, durante al menos 1 hora.
- 25 13. Método para la fabricación de un sistema de filtración, según las reivindicaciones 1-3, que comprende:
- I. Introducir de forma secuencial las 3 capas de arena c), b) y a), en ese orden, en una columna hasta conformar el sistema de filtración,
 - II. Cerrar herméticamente el sistema obtenido en I),
 - III. Efectuar un lavado del sistema cerrado en II) con agua potable, y
 - 30 IV. Purgar el aire que pueda contener el sistema de filtración obtenido en III).

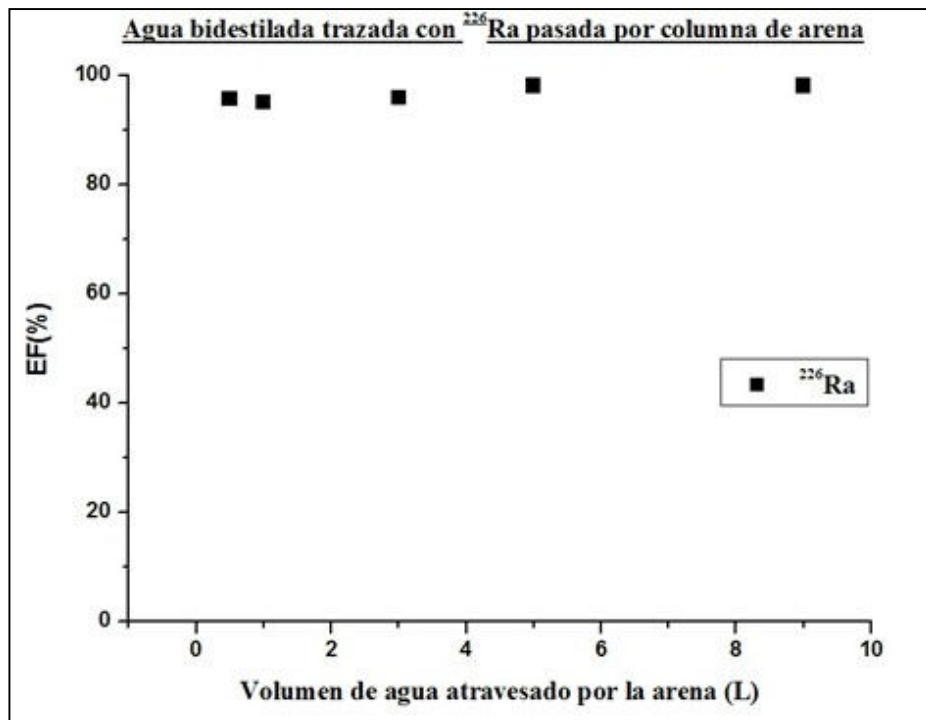


FIGURA 1

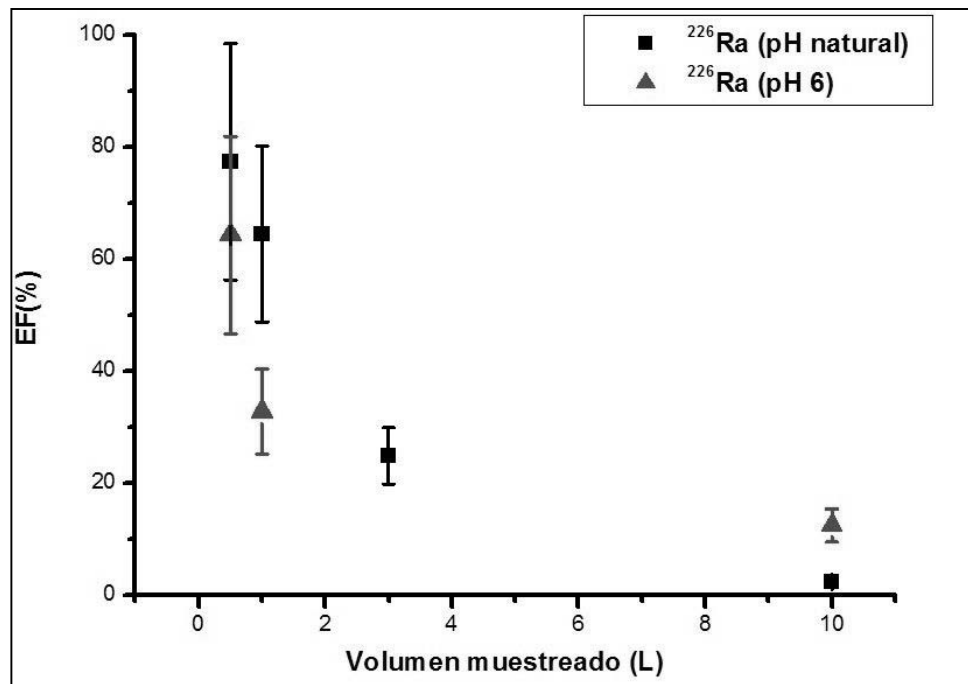


FIGURA 2

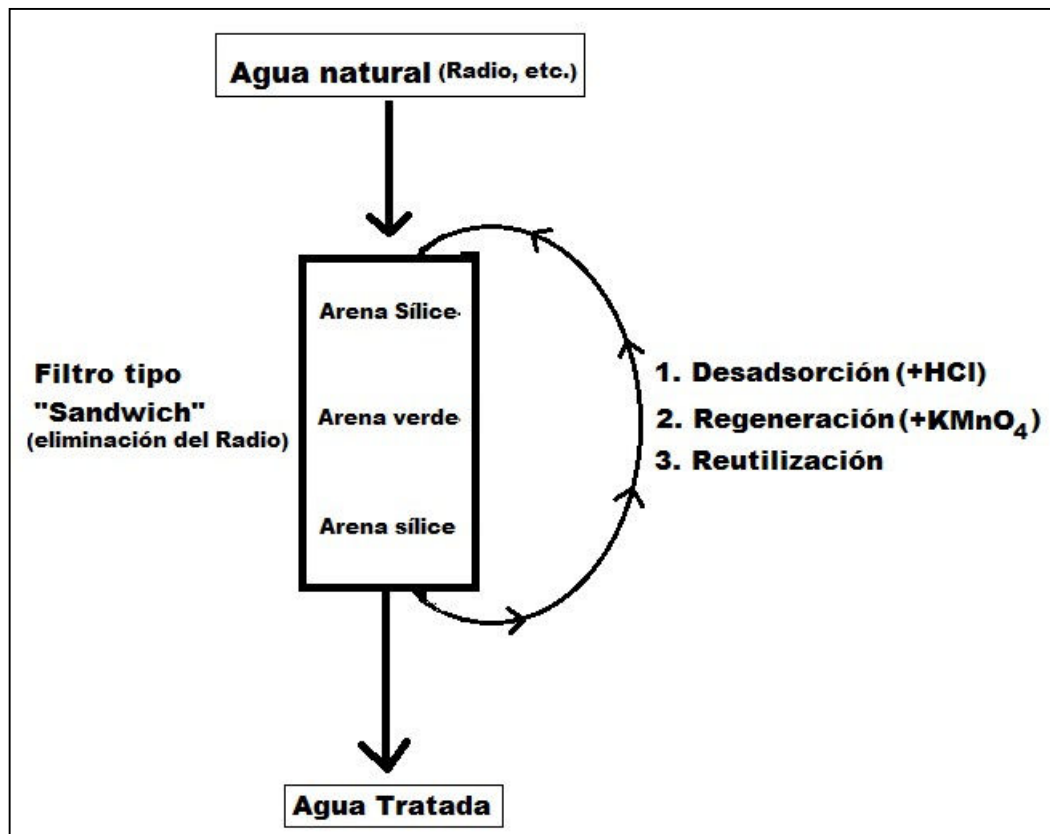


FIGURA 3



- ②① N.º solicitud: 201431373
②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.09.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B01D15/08** (2006.01)
C02F1/28 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2009159532 A1 (KELLY MICHAEL D et al.) 25.06.2009, párrafos [0024-0033]; reivindicaciones; figuras.	1,4,13
A	US 2013134098 A1 (KOSTEDT IV WILLIAM LEONARD et al.) 30.05.2013, párrafos [0006-0018]; reivindicaciones.	1,4,13
A	CA 2374861 A1 (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEV INST) 21.06.2003, páginas 5-7; reivindicaciones; figura.	1,4,13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
01.06.2015

Examinador
R. E. Reyes Lizcano

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01D, C02F, B01J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.06.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2009159532 A1 (KELLY MICHAEL D et al.)	25.06.2009

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un sistema de filtración para la eliminación del radio contenido en agua, un método para la eliminación del radio contenido en agua empleando dicho sistema de filtración y un método para la fabricación del sistema de filtración.

En relación a la reivindicación independiente 1, que hace referencia al sistema de filtración, el documento D01 (párrafos [0024] a [0033]; reivindicaciones; figuras) divulga un medio selectivo de radio fabricado mediante las siguientes etapas:

- (a) permitir que una sal de manganeso (II) soluble penetre en una resina de intercambio iónico catiónica para convertir la resina catiónica en forma de ion manganeso (Mn^{+2});
- (b) hacer reaccionar la sal de manganeso (II) soluble con una sal de permanganato en una reacción de oxidación/reducción para precipitar dentro de la resina óxidos de manganeso dispersos que comprenden una pluralidad de especies de óxido de manganeso, donde dicha pluralidad de especies de óxido de manganeso comprenden especies de Mn^{+4} y Mn^{+3} y además donde dicha pluralidad de especies de óxido de manganeso comprenden especies solubles e insolubles de manganeso.
- (c) tratar la resina que contiene los óxidos de manganeso dispersos con un agente reductor para convertir las especies de manganeso solubles en forma de óxidos insolubles.

Sin embargo, el documento D01 no divulga un sistema de filtración para la eliminación del radio contenido en agua que comprenda las características técnicas definidas en la reivindicación 1 y se considera que dichas características técnicas no serían evidentes para un experto en la materia.

Por lo tanto, la reivindicación independiente 1 y sus dependientes 2 y 3 cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva a la vista del estado de la técnica conocido (art. 6.1 y 8.1 LP).

En relación a la reivindicación independiente 4, que hace referencia al método para la eliminación del radio contenido en agua, como el sistema de filtración para la eliminación del radio contenido en agua es nuevo e implica actividad inventiva, el método para la eliminación del radio contenido en agua empleando dicho sistema de filtración también es nuevo e implica actividad inventiva.

Por lo tanto, la reivindicación independiente 4 y sus dependientes 5 a 12 cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva a la vista del estado de la técnica conocido (art. 6.1 y 8.1 LP).

En relación a la reivindicación independiente 13, que hace referencia al método para la fabricación del sistema de filtración, como el sistema de filtración para la eliminación del radio contenido en agua es nuevo e implica actividad inventiva, el método para la fabricación de dicho sistema de filtración también es nuevo e implica actividad inventiva.

Por lo tanto, la reivindicación independiente 13 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva a la vista del estado de la técnica conocido (art. 6.1 y 8.1 LP).