



(19) ES	(11) NUMERO 477.077	(10) A3
	(21) FECHA DE PRESENTACION 23-1-79	

PATENTE DE INTRODUCCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G21F
--------------------------	--

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN "UN METODO MEJORADO DE TRATAMIENTO DE MATERIAL RESIDUAL QUE CONTIENE ISOTOPOS DE CESIO RADIATIVOS"
(59) PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION Basada en la Sol. de Patente de EE.UU. 26-7-76 No 708.473

(71) SOLICITANTE (S) JOHN F. HAYES File: DCM 2 001-1
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 444 East College Avenue, State College, Pensilvania 16801, Estados Unidos de América
(72) INVENTOR (ES)
(73) TITULAR (ES)
(74) REPRESENTANTE D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 70.973)

Fundamento del invento

(Campo del invento)

5 El presente invento se refiere a un método para tratar materiales residuales que contienen isótopos radioactivos de cesio. Más específicamente, el presente invento se refiere a un método para tratar un material residual, generalmente líquidos, que está contaminado con isótopos de cesio para contener o controlar con ello la movilidad de dichos isótopos de cesio cuando el material residual así tratado se expone a la acción de lixiviación de un medio ambiente acuoso.

Descripción de la técnica anterior

15 En el campo nuclear, por ejemplo en la generación de energía eléctrica por medio de un reactor nuclear, se emplean fluidos de enfriamiento que llegan a contaminarse ocasionalmente con diversas sustancias radiactivas. Evidentemente, debe proporcionarse un medio para evitar que estos materiales entren en contacto con el medio ambiente general.

20 Hasta la fecha, se han desarrollado diversas técnicas en un intento de evitar este problema. Por ejemplo, en el tratamiento de líquidos que están contaminados con materiales radiactivos, se han utilizado evaporación, precipitación en soporte (coagulación) filtración con arena, intercambio iónico (incluyendo arcillas naturales), electrodiálisis, desplazamiento metálico, lavado, extracción con disolventes, procedimientos biológicos y cristalización. Aunque estas técnicas han experimentado grados de éxito variables, adolecen de un defecto común porque toda la contaminación radiactiva no puede eliminar-

se del líquido que ha de tratarse.

Actualmente, cuando se desea contener o
inmovilizar toda la contaminación radiactiva encontrada
en un material residual, el material residual se solidi-
fica si está en un estado líquido y se encapsula si está
en forma de un sólido.

En el tratamiento de líquidos, el residuo
se coloca en un recipiente contenedor y a continuación se
solidifica por adición de un material tal como cemento
Portland. Se utiliza el mismo procedimiento general para
tratar material residual sólido. Es decir, se coloca en un
contenedor y se encapsula subsiguientemente por adición de
un material de encapsulación cementoso.

Los contenedores del tipo antes descrito
se llevan luego a una zona de almacenamiento interina, que
puede estar por encima o por debajo del nivel del suelo,
o se entierran permanentemente en un terraplén apropiado.
Aunque esto es generalmente un modo muy eficaz de conte-
ner el material residual radiactivo, no es completamente
satisfactorio en ciertas circunstancias. Por ejemplo, si
el material residual solidificado o encapsulado contiene
isótopos de cesio radiactivos, especialmente cesio 137,
y entra en contacto eventualmente con un medio acuoso
existe una tendencia a que el cesio sea lixiviado del ma-
terial residual tratado. Estos isótopos de cesio radiacti-
vos contaminan entonces la zona circundante.

Se han realizado varios intentos para re-
ducir la capacidad de lixiviación de los isótopos de ce-
sio radiactivos del material residual solidificado del
tipo antes descrito. Por ejemplo, dichos materiales tales

5 como Grundita, (un tipo ilita de arcilla), tierra de alfereros, y pizarra de Conasauga han sido todos añadidos a diversas lechadas de cemento empleadas para solidificar los isótopos que pudieran estar presentes. Aunque dichos aditivos redujeron la capacidad de lixiviación de dichos isótopos en algún grado, no lo hicieron de una forma completamente satisfactoria. Es decir, cantidades indeseables de cesio todavía pueden ser lixiviadas de dichos materiales sólificados cuando están en contacto con un lixivian

10 te acuoso.

15 Además, una técnica relativamente nueva descrita en la patente de EE.UU. 3.841.102 para mejorar la calidad del lixiviado de terraplenes sanitarios ha sido también evaluada como un medio para inmovilizar isótopos de cesio radiactivos encontrados en ciertos residuos líquidos. En el empleo de esta técnica, se usan cemento y un silicato de metal alcalino para solidificar el material residual. Sin embargo, aunque este acercamiento ha encontrado algún éxito limitado, todavía no ha dado como resultado un sistema que inmovilice los isótopos de cesio radiactivos en un grado deseable. Es decir, los isótopos de cesio radiactivos son todavía fácilmente lixiviables del material residual solidificado y así tratado.

20

25 Por consiguiente, es el objeto principal del invento superar las dificultades experimentadas por los medios de la técnica anterior para tratar material residual que está contaminado con isótopos de cesio radiactivos.

30 Otros objetos del invento serán evidentes para los expertos en la técnica de una lectura de la memo

ria y las reivindicaciones.

Resumen del invento

Lo esencial del presente invento reside en el descubrimiento inesperado de que cuando el material residual líquido que está contaminado con isótopos de cesio radiactivos se solidifica añadiéndole una mezcla de silicato de metal alcalino acuoso, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra, los isótopos de cesio radiactivos en la masa solidificada resultante se vuelven esencialmente inmóviles. Es decir, esencialmente no pueden ser lixiviados de la masa así producida al ponerlos en contacto con un medio acuoso.

El efecto anterior es sorprendente en vista de la práctica de la técnica anterior. Como se ha observado antes, han sido intentadas mezclas de cemento y pizarra, junto con otros aditivos tales como cenizas volantes, sin el grado deseado de éxito, como medio para tratar un material residual líquido que contiene isótopos de cesio radiactivos. Los resultados típicos alcanzados por esta técnica se muestran en la Tabla 1.

De igual forma, se han realizado intentos para tratar material residual líquido que contiene isótopos de cesio radiactivos solidificándolo con una mezcla de cemento y un silicato de metal alcalino acuoso. Estos intentos no han producido resultados satisfactorios. En efecto, dicha mezcla es a menudo inferior al empleo de cemento solo. Los resultados típicos realizados por esta técnica se presentan en la Tabla 1.

Como se ve de un estudio de la Tabla 1,

los resultados realizados por la práctica del presente invento son espectaculares. Esta Tabla muestra claramente que se realizan resultados sinérgicos cuando los isótopos de cesio radiactivos se vuelven inmóviles solidificando (tratando) dicho material residual líquido que contiene cesio por adición de una mezcla de una solución acuosa de silicato de metal alcalino, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra que tienen capacidad de intercambio iónico con el cesio. Como se ha observado, esta Tabla muestra claramente que los isótopos de cesio radiactivos se vuelven esencialmente inmóviles por la práctica del presente invento mientras que los métodos de la técnica anterior no proporcionan un medio satisfactorio para realizar esto. Claramente, dichos resultados no son de ningún modo incluso remotamente sugeridos por las técnicas anteriores para tratar material residual similar.

De nuevo, con referencia a la Tabla 1, es fácilmente evidente que el presente invento proporciona por primera vez un medio práctico, económico y, lo más importante, muy seguro de tratar material residual líquido que contiene isótopos de cesio radiactivos. El presente invento resuelve un problema que ha afectado a la industria de tratamiento de residuos nucleares durante años. Representa un avance tecnológico significativo y por primera vez proporciona un medio fiable de tratar material residual que contiene cesio radiactivo.

En un aspecto, el presente invento se refiere a un medio para reducir la capacidad de lixiviación de los isótopos de cesio radiactivos del material residual

que contiene isótopos de cesio que ha de ser desechado por solidificación. Esto se realiza por un procedimiento que incluye formar una mezcla de material residual que contiene isótopos de cesio radiactivos, una solución acuosa de silicato de metal alcalino, un agente endurecedor de metal alcalino, y una pluralidad de partículas de pizarra y a continuación solidificar la mezcla así formada. Cuando la masa solidificada así producida se somete a un medio acuoso, tal como agua de goteo o de infiltración, los isótopos de cesio radiactivos contenidos están relativamente inmóviles.

En otro aspecto, el presente invento se refiere a un medio para contener isótopos de cesio radiactivos que pueden ser lixiviosos del material residual colocado en un terraplén. Este aspecto del invento se realiza aplicando sobre la superficie receptora del terraplén una capa barrera de cesio solidificado formado a partir de una mezcla de una solución acuosa de un silicato de metal alcalino, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra.

Descripción de las realizaciones preferidas
del invento

La práctica preferida del invento se refiere al tratamiento de material residual líquido o semi-líquido que está contaminado con isótopos de cesio radiactivos. Como se ha mencionado antes, la fuente principal de dichos residuos son los reactores nucleares. Generalmente dicho material residual es agua. Sin embargo, algunas veces es un aceite o una emulsión de aceite y agua o un lodo químico.

En la práctica, el material residual se coloca en un recipiente adecuado, tal como un barril de acero o similar. A este material residual se añade luego una solución acuosa de silicato de metal alcalino, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra. El orden exacto en el que se añaden estos ingredientes al material residual no es crítico. Sin embargo, cuando el agente endurecedor de silicato de metal alcalino es cemento, se prefiere añadir el cemento antes que el silicato de metal alcalino. Las partículas de pizarra pueden añadirse en cualquier momento antes de que ocurra la solidificación. Si se desea, es posible mezclar simplemente el residuo con los diversos componentes del material del invento cuando se han alimentado en el contenedor deseado.

En la práctica del invento, puede utilizarse cualquier silicato de metal alcalino. Todo lo que se requiere es que sea soluble en agua. Por ejemplo, son adecuados silicato de potasio y silicato de litio, pero son generalmente demasiado caros para ser prácticos y a menudo difíciles de obtener. El silicato de sodio es ideal debido a que no es relativamente caro y que está generalmente disponible en Estados Unidos en su forma líquida o sólida. El silicato líquido está comercialmente disponible en una variedad de relaciones de Na_2O a SiO_2 .

El silicato de sodio se empleará ordinariamente en forma líquida, pero si por cualquier razón se desea emplear silicato sólido, puede añadirse agua a la mezcla en forma de una solución de agente endurecedor o simplemente en forma de agua.

En la práctica del invento pueden emplearse diversos agentes endurecedores. En general, los ácidos o materiales ácidos actúan prontamente para originar la gelificación, o endurecimiento del silicato. Si el agente endurecedor hay que añadirlo a la mezcla, debe ser un compuesto metálico polivalente; es decir, una composición que contiene iones metálicos polivalentes. Se ha encontrado que los agentes endurecedores que son sólo ligeramente solubles o las composiciones que contienen solamente pequeñas cantidades de agentes endurecedores solubles son más deseables para empleo comercial en este procedimiento. Los agentes endurecedores típicos son cemento Portland, cal, yeso y carbonato de calcio, que son menos caros y más fácilmente disponibles, aunque podría emplearse compuestos de aluminio, hierro, magnesio, níquel, cromo, manganeso o cobre, pero son más caros y difíciles de obtener. El cemento Portland, la cal y el yeso tienen una reacción de formación de gel rápida, que es muy deseable, y después continúan con una reacción de endurecimiento durante un período de tiempo. Las propiedades del cemento Portland como agente de fraguado son excelentes. Además, es económico y fácilmente disponible en grandes cantidades de Estados Unidos. También, su velocidad de reacción con el silicato es fácilmente controlable.

Como es bien sabido, la pizarra es un material que tiene una forma geológica definida. Básicamente, la pizarra es una roca sedimentaria de grano fino cuyos constituyentes originales fueron arcillas o fangos. Se caracteriza por láminas delgadas que se rompen con una fractura de curva irregular, a menudo astillosa, y paralela a

los planos de estratificación a menudo indistinguibles. En la práctica del invento, la pizarra que tiene un tamaño que varía de aproximadamente 3 mm a alrededor de 200 mallas (0,074 mm) ha sido empleada con éxito. El tamaño de partícula exacto de la pizarra no es crítico. Todo lo que se requiere es que la pizarra tenga una capacidad de intercambio de catión relativamente elevada para el cesio y que pueda emplearse suficiente pizarra para inmovilizar esencialmente todos los isótopos de cesio radiactivos que puedan estar presentes. Es decir, una cantidad eficaz de partículas de pizarra de tamaño adecuado se añade al material residual junto con el silicato de metal alcalino y el agente endurecedor de silicato. Evidentemente, la cantidad óptima y el tamaño de la pizarra en cualquier situación dada puede determinarse empíricamente.

Para ilustrar el presente invento, se realizaron diversos ensayos en los que el residuo líquido contaminado con isótopos de cesio radiactivos se trató por solidificación. La Tabla 1 presenta algunos datos que muestran el beneficio obtenido por la práctica del presente invento. En la primera serie de ensayos el residuo se solidificó por la adición de cemento; en la segunda serie de ensayos, el residuo se solidificó añadiendo una mezcla de silicato de metal alcalino soluble en agua y un agente endurecedor (cemento) para el mismo; en el tercer grupo de ensayos el residuo se solidificó añadiendo una mezcla de silicato de metal alcalino soluble en agua, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra.

En cada uno de los ensayos antes citados,

las muestras se prepararon de la misma forma general. Es-
 pecíficamente, se empleó 25 ml de una solución de Na_2SO_4
 al 5% como material residual en cada muestra. Los ingre-
 dientes secos utilizados (agente endurecedor y pizarra,
 si están presentes) se pesaron en un vaso de 113 gramos
 y se mezclaron. Se añadió a continuación 25 ml de la solu-
 ción de Na_2SO_4 al material seco. A continuación, se añe-
 dieron 0,5 ml de solución de Cs-137 que contenía aproxima-
 damente 0,5 micro-curies de Cs-137 en un HCl 0,5 normal,
 libre de soporte, y se agitó en la mezcla. Se añadió en-
 tonces el silicato y la mezcla se agitó de nuevo. Las mues-
 tras se dejaron solidificar en vasos abiertos. A continua-
 ción, se añadió a cada vaso 50 ml de la solución de lixivia-
 ción (agua desionizada ajustada a un pH de 6 con H_2SO_4).
 El agua se dejó reposar durante aproximadamente 2 horas.
 A continuación, se separaron partes alícuotas de 1 ml del
 líquido sobrenadante, se pusieron en una plancheta, se
 secaron y contaron. El recuento se realizó durante un pe-
 ríodo de 9 horas.

20

Tabla 1

Muestra	Ingredientes	Recuentos		Recuentos netos por minuto
1	Cemento 20g Silicato*0 Pizarra 0	(recuentos en 20 minutos)		
		43590	44996	45953
				2239
25	2	Cemento 5 g Silicato*2 ml Pizarra 0	(recuentos en 20 minutos)	
		68771	72217	75011
				3597
	3	Cemento 5g Silicato*2ml Pizarra 1 g	(recuentos en 20 minutos)	
		10982	11520	12078
				523

30

* Densidad relativa 1,4

13029

De lo anterior, es evidente para los expertos en la técnica que la capacidad de lixiviación del cesio de una masa solidificada es muy reducida cuando está presente pizarra en el material solidificado.

5 Además, se realizaron ensayos para mostrar la notable reducción en la lixiviación de cesio de muestras que contienen residuos, que se solidificaron por empleo de una mezcla de cemento, silicato de metal alcalino y pizarra en oposición a muestras que se solidificaron por
10 empleo de una mezcla de cemento y silicato de metal alcalino solamente. Específicamente, estos ensayos se realizaron como sigue.

Se prepararon una pluralidad de muestras añadiendo 45 ml del residuo líquido de imitación al reactivo de endurecimiento alcalino seco (más pizarra de Conasauga, si se emplea) en un vaso de plástico de 113 gramos.
15 A continuación se añadió bien 5 ml de agua pura o 5 ml de agua que contenía 5 microcuries de trazador radiactivo de Cs-137 y la mezcla se agitó bien. Se añadió luego el reactivo líquido seguido de más agitación. Las muestras
20 se dejaron reposar tapadas durante una noche de modo que el material pudiera fraguar. Las muestras están descritas en la Tabla 2, estando definida la proporción de los diversos ingredientes por 25 ml de residuo por tres números de código, por ejemplo, 5/2/4, en los que el primer número
25 significa gramos de agentes de endurecimiento, el segundo ml de silicato de metal alcalino líquido (densidad relativa 1,4) y el último número significa los gramos de pizarra de Conasauga. Cuando se endurecieron todas las muestras y
30 se secaron se trituraron en un mortero y se molieron pro-

duciendo un polvo arenoso de seco a húmedo y se pesó. Se determina la actividad en las muestras identificadas antes de triturar las muestras comparando la tasa de recuento gamma de la muestra con una solución que contenía una cantidad conocida de Cs-137.

5

TABLA 2

Descripción de la muestra

<u>MUESTRA</u>	<u>RELACION DE REACTIVO</u>	<u>RESIDUO</u>	
101	5/2/0	45 ml H ₂ O + 5 ml H ₂ O	
10	102	5/2/4	45 ml H ₂ O + 5 ml H ₂ O
103	5/2/0	45 ml H ₂ O + 5 ml Cs-137	
104	5/2/4	45 ml H ₂ O + 5 ml Cs-137	
105	5/2/0	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml H ₂ O	
106	5/2/4	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml H ₂ O	
15	107	5/2/0	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml Cs-137
108	5/2/4	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml Cs-137	
109	10/3/0	45 ml W-7* + 5 ml H ₂ O	
110	10/3/4	45 ml W-7 + 5 ml H ₂ O	
111	10/3/0	45 ml W-7 + 5 ml Cs-137	
20	112	10/3/4	45 ml W-7 + 5 ml Cs-137
113	10/5/0	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml H ₂ O	
114	10/5/4	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml H ₂ O	
115	10/5/0	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml Cs-137	
116	10/5/4	45 ml 5% Na ₂ SO ₄ + 5 ml Cs-137	
25	117	15/7/0	45 ml W-7 + 5 ml H ₂ O
118	15/7/4	45 ml W-7 + 5 ml H ₂ O	
119	15/7/0	45 ml W-7 + 5 ml Cs-137	
120	15/7/4	45 ml W-7 + 5 ml Cs-137	

* W-7 preparado disolviendo 68,5 g de NaNO₃, 27,0 g de Na₂CO₃, 13,35 g de Na₂SO₄, 7,2 g de NaOH, 5,44 g de

30

13029

NaCl, 2,78 g de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, y 0,24 g de NH_4NO_3 en agua y diluyendo hasta un litro. Referencia ORNL-4962. "Development of Cementitious Grouts for the Incorporation of Radioactive Wastes, Part 1 : Leach Studies", J.G. Moore, y otros Abril 1975.

Estas muestras se sometieron luego a ensayos de lixiviación como se ha descrito antes.

Partes alícuotas de las muestras trituradas respectivas se lixiviaron con agua desionizada después de envasar en el cuerpo cilíndrico de una jeringa cilíndrica desechable de 30 ml.

En este aparato, el agua se hizo fluir a través de la muestra desde la parte superior del cuerpo cilíndrico. Un tapón de lana de vidrio en el fondo de la jeringa y un filtro de membrana de 5 micrómetros evitó que las partículas sólidas se quedaran en el lixiviado. Se hizo pasar aproximadamente 1 litro de agua a través de cada muestra. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

La fracción de lixiviación y la fracción de lixiviación específica muestran una notable reducción en la lixiviación de cesio de las muestras que contienen pizarras de Conasauga en factores que varían de 600 a 1900. La "fracción de lixiviación específica" como se define en la Tabla 3 es probablemente el mejor modo de expresar la capacidad de lixiviación de una muestra dada, debido a que depende menos del tamaño de la muestra o del volumen del lixiviado. De interés especial es el hecho de que los valores de la fracción de lixiviación para muestras sin pizarra son muy similares como lo son los valo-

res para muestras con pizarras, a pesar de las notables diferencias en la relación de reactivos distintos de la pizarra y en la composición del residuo de imitación. Esto pone de manifiesto claramente el hecho de que la capacidad de lixiviación del cesio de una masa solidificada con cemento y silicato de metal alcalino aumenta inesperadamente por la adición de pizarra.

5

10

15

20

25

30

13029

TABLA 3

Resultados del ensayo de lixiviación

No. Residuo	Mezcla	Muestra		Microcurries (3)	Lixiviado (4) ml Microcurries	fracción de lixiviación	Fracción de lixiviación específica (5)	(6)
		Peso seco (1)	Peso húmedo (2)					
103 H ₂ O	5/2/0	14,5	39,1	3,50	1910 2,57	0,733	1,50x10 ⁻²	
104 H ₂ O	5/2/4	15,9	36,5	3,14	1410 3,10x10 ⁻³	9,86x10 ⁻⁴	2,56x10 ⁻⁵	
107 Na ₂ SO ₄	5/2/0	23,1	46,6	4,10	920 3,47	0,847	4,29x10 ⁻²	
108 Na ₂ SO ₄	5/2/4	24,5	44,9	3,78	555 1,31x10 ⁻³	3,46x10 ⁻⁴	2,80x10 ⁻⁵	
111 W-7	10/3/0	26,0	40,3	2,91	930 2,39	0,822	3,56x10 ⁻²	
112 W-7	10/3/4	30,0	44,1	3,06	930 2,18x10 ⁻³	7,12x10 ⁻⁴	3,38x10 ⁻⁵	
115 Na ₂ SO ₄	10/5/0	23,8	29,2	1,92	938 1,61	0,837	2,61x10 ⁻²	
116 Na ₂ SO ₄	10/5/4	26,2	31,2	1,95	915 8,00x10 ⁻⁴	4,10x10 ⁻⁴	1,40x10 ⁻⁵	
119 W-7	15/7/0	31,4	36,8	1,97	930 1,72	0,875	3,45x10 ⁻²	
120 W-7	15/7/4	33,6	38,6	1,98	930 9,13x10 ⁻⁴	4,61x10 ⁻⁴	1,91x10 ⁻⁵	

Notas.

1. Peso real del sólido triturado y seco en gramos
2. Peso calculado de la muestra en gramos inmediatamente después de la mezcla, sin pérdida de agua.
- 5 3. Actividad en microcuries de Cs-137 en la muestra.
4. Volumen del lixiviado recogido y actividad del Cs-137 en el lixiviado.
5. La relación de la actividad en el lixiviado dividida por la actividad inicial en la muestra.
- 10 6. La relación de los microcuries/gramos en el lixiviado dividido por los microcuries iniciales/g en la muestra.

También se llevaron a cabo ensayos para determinar si el residuo solidificado por la adición de cemento, silicato de metal alcalino y pizarra eliminaría el cesio del lixiviado a partir del residuo solidificado o de otras soluciones. Las muestras de ensayo se prepararon com-

15 primiendo 10 gramos de la muestra seca número 119, como se ha descrito en la Tabla 2 (peso en húmedo 11,7 g) que contenía 0,63 microcuries de Cs-137 en un cuerpo cilindri-

20 co de jeringa sobre 10 gramos de sólido compactado en el ensayo. Se hizo pasar a continuación aproximadamente 1 litro de agua desionizada a través de la muestra de la forma descrita anteriormente. Los datos de la Tabla 3 indican que debían lixiviarse 0,875 del Cs-137 o 0,55 microcuries

25 del material número 119 y pasar a través de la muestra de ensayo. Los resultados de los dos ensayos se muestran a continuación.

Muestra	Peso seco	Peso húmedo	<u>Lixiviado</u> <u>ml / curies</u>		<u>Fracción de</u> <u>lixiviación</u>
117	10,0 g	11,4 g	930	0,53	0,97
30 102	10,0 g	23,2 g	930	0,0012	0,0022 ($\pm 0,0008$)

5 Como se esperaba de la muestra número 117, que no contenía pizarra, se separó muy poco del cesio lixiviado de la muestra número 119 anterior. Sin embargo, se alcanzaron resultados excelentes, empleando un sólido preparado con agua y los ingredientes descritos en la muestra número 102. La fracción de lixiviación se calculó dividiendo la actividad total en el lixiviado por 0,55 microcuries calculados que han de lixivarse a partir de los 10 gramos del número 119. El error indicado para la muestra número 102 es el nivel de confianza del 95% basado solamente en los recuentos estáticos.

10 Otras probetas que tienen la composición de la muestra número 102 se ensayaron de forma diferente para determinar su capacidad de eliminación del cesio a partir de una solución de lixiviación a través de él. Específicamente, se cargaron una parte alícuota de 10 g de la número 102 en el mismo aparato que se ha descrito antes y se hizo pasar a través de ella 930 ml de agua desionizada que contenía 0,93 microcuries de Cs-137. El lixiviado contenía 0 microcuries, dando una fracción de lixiviación de $0 \pm 4,9 \times 10^{-4}$. El error es el límite de confianza en el 95% de los datos de recuento.

15 La muestra de número 102 empleada antes para eliminar el cesio de la solución se separó del cuerpo cilíndrico de la jeringa y se cortó en ocho secciones aproximadamente iguales más una sección de la parte superior aproximadamente la mitad del tamaño de las restantes. La cantidad relativa de Cs-137 en cada sección se determinó luego contando en un contador de escintilación. El 6% de la parte superior de la muestra contenía 69,5% del Cs-137

y 100% estaba en la parte superior 18% de la muestra, demostrando una zona de intercambio muy acusada y la capacidad de absorción de cesio considerablemente mayor en la muestra.

5 De lo anterior, es evidente que la técnica del invento es muy eficaz para separar el cesio del lixiviado que pasa a través de él.

10 Aunque se han descrito lo que se considera actualmente que son las realizaciones preferidas de este invento, será evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del invento, y por consiguiente se pretende en las reivindicaciones que se acompañan cubrir dichos cambios y modificaciones dentro del espíritu y alcance verdaderos del invento.

15

20

25

30

13029

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia, no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa tente de Introducción, por DIEZ años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un método mejorado de tratamiento de material residual que contiene isótopos de cesio radiactivos, mezclando dicho material residual con un silicato de metal alcalino soluble en agua y un agente endurecedor de silicato de metal alcalino para formar una masa solidificada, comprendiendo la mejora añadir partículas de pizarra a dicho material residual antes de la formación de una masa solidificada con lo cual se reduce significativamente la capacidad de lixiviación de dichos isótopos de cesio cuando se somete dicha masa solidificada a un medio ambiente acuoso.

20 2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que dicho silicato de metal alcalino esté presente en forma de una solución acuosa de silicato de metal alcalino.

25 3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en el que dicha solución acuosa de silicato de metal alcalino tiene una densidad relativa de aproximadamente 1,4.

30 4ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que dicho agente endurecedor de silicato se selecciona del grupo que consiste en cemento Portland, cal, yeso y

carbonato de calcio.

5a.- El método de la reivindicación 4a, en el que dicho agente endurecedor de silicato es cemento.

5 6a.- El método de la reivindicación 1a, en el que dichas partículas de pizarra tienen un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 0,074 mm (200 mallas) a aproximadamente 3 milímetros.

7a.- El método de la reivindicación 1a, en el que dicho material residual es un líquido.

ñ10 8a.- El método de la reivindicación 1a, en el que dicho material residual es sólido.

15 9a.- El método de la reivindicación 7a, en el que dicho material residual se solidifica de forma tal que se encapsula esencialmente por una masa solidificada formada a partir de una mezcla de silicato de metal alcalino soluble en agua, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra.

20 10a.- Un método mejorado para tratar material residual que contiene isótopos de cesio radiactivos, colocando dicho material residual en un terraplén que lo contenga, comprendiendo la mejora formar una capa barrera solidificada a partir de una mezcla de silicato de metal alcalino soluble en agua, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra entre dicho terraplén y dicho material residual.

25 11a.- El método de la reivindicación 10a, en el que dicho terraplén está provisto de una cavidad en la que se deposita dicho material residual.

30 12a.- Un método para tratar material resi-

dual que contiene isótopos de cesio radiactivos para inmovilizar esencialmente dichos isótopos que comprende: formar una mezcla de dicho material residual, un silicato de metal alcalino soluble en agua, un agente endurecedor de silicato de metal alcalino y una pluralidad de partículas de pizarra; y solidificar la mezcla resultante formando una masa esencialmente insoluble en agua que cuando se somete a un medio ambiente acuoso se caracteriza por la inmovilidad de dichos isótopos de cesio radiactivos.

13a.- El método de la reivindicación 12a, en el que dicho silicato de metal alcalino está presente en forma de una solución acuosa de silicato de metal alcalino.

14a.- El método de la reivindicación 12a, en el que dicho agente endurecedor de silicato es cemento.

15a.- El método de la reivindicación 1a, en el que dicho silicato de metal alcalino es silicato de sodio.

16a.- El método de la reivindicación 12a, en el que dicho silicato de metal alcalino es silicato de sodio.

17a.- UN METODO MEJORADO DE TRATAMIENTO DE MATERIAL RESIDUAL QUE CONTIENE ISOTOPOS DE CESIO RADIOACTIVOS.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de veintidos hojas es
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15.FEB.1979

5

P.A.

Fernando de Elzaburu
Por Poder.



10

15

20

25

30
13029
OCM