

14 OCT. 1964

300926

P- 27.034

File Nº 424



OCT. 1964

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

PATENTE DE INVENCION

formulada el 12 de junio de 1.964, con el Nº 300.926

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de WILLIAM CORNELIUS HALL, de nacionalidad norteamericana, residente en Central Valley, P.O. Box 215, Orange, Nueva York, Estados Unidos de América, por:  
"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE UNA COMPOSICION PROTECTORA CONTRA RADIACIONES"

=====

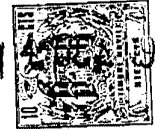
Este invento se refiere a una composición protectora contra radiaciones.

Más particularmente, el invento trata de composiciones moldeables para protección contra radiaciones gamma o contra radiación gamma y de neutrones.

Las composiciones del invento pueden ser coladas como hormigón ordinario, o ser aplicadas de una manera similar a yeso o mortero.

Las composiciones de acuerdo con el invento tienen un elevado contenido en plomo, pero no exigen la

300926



formación de cavidades tal como ocurre en construcciones de plomo colado.

5 Las composiciones del invento están adaptadas a protecciones de varios tipos, que se extienden desde estructuras relativamente finas utilizadas por científicos de "banco de trabajo" hasta protecciones en instalaciones de reactores y una variedad de otras aplicaciones.

10 En general, las composiciones del presente invento encontrarán su mayor utilidad en estructuras de tamaño y coste intermedio. Comparando con hormigón, el material barato voluminoso típico empleado para fines de protección, el material del presente invento es mucho más compacto, permitiendo su uso en  
15 aplicaciones en las que no resulta adecuado el hormigón y es también adaptable a requerimientos de protección contra neutrones u otras protecciones especiales. Comparando con materiales de protección contra rayos gamma de la máxima eficiencia de atenuación,  
20 tal como plomo sólido, el material del presente invento es mucho más económico y más fácil de manejar, no siendo causa de objeción en la mayoría de las aplicaciones su volumen algo mayor.

25 Las composiciones del invento están compuestas de componentes pulverizadas, a saber, polvo de plomo y cementos naturales o artificiales apropiados, tales como, por ejemplo, cemento Portland o mineral de Colemanita. Es obvio que las densidades ampliamente diferentes de las componentes pulverizadas como también  
30 la diferencia en el tamaño de partículas que es



deseable para obtener un producto denso presentan serias dificultades para el transporte y almacenamiento de la composición seca y para la colada de la composición húmeda, puesto que la homogeneidad es esencial y las componentes tratan de asentarse y estratificarse de una manera indeseable. Por esta razón, el reunir los elementos deseados en una composición para atenuar varios tipos de radiación ha presentado dificultades que hasta ahora han resultado ser insolubles de una manera sencilla. Sin embargo, se ha descubierto que relacionando los materiales pulverizados componentes de manera adecuada en lo que se refiere a tamaño de partículas y proporciones, pueden ser proporcionadas fácilmente mezclas secas y húmedas que puedan ser transportadas al macenadas y coladas y darán una composición homogénea.

El material del invento se mezcla, cuele y moldea de una forma comparable a cemento ordinario y permite la construcción de cajas de protección o envoltentes y barreras en las formas y dimensiones requeridas para ajustarse al objetivo particular en cuestión.

La moldeabilidad de la composición permite la inserción de aberturas de acceso, cables, tubos y elementos de maniobra en el molde y moldear la composición protectora alrededor de los mismos, un procedimiento que exige una fracción de los gastos que componer una protección adecuada a partir de placas de plomo u otros elementos y que tiene también una eficiencia varias veces mayor debido a la eliminación

300926



de juntas y miembros de conexión o estructurales de  
baja eficiencia protectora. La angulación de cables,  
conductos u otros elementos que pasen a través de la  
protección puede ser prevista en el momento en que ta-  
5 les elementos son insertados en el molde y antes de  
colar la composición alrededor de ellos, de modo que  
queda evitadas efectivamente las "corrientes" a lo lar-  
go de tales elementos.

La composición es de características tales que  
10 permitan su remolido después del uso y su recombinación  
con otros ingredientes para ser empleada de nuevo. En  
casos en los que el período de utilización fue compara-  
tivamente corte se ha visto que era posible volver a  
moler y a usar la composición con la adición de poco  
15 material ligante o ninguno.

La composición del presente invento consiste esen-  
cialmente en plomo en forma triturada, junto con cemen-  
to Portland u otro, mezclados entre sí intensamente y  
formando una vez mezclada con agua, una composición que  
20 puede ser colada y moldeada de la misma manera que ce-  
mento ordinario.

El plomo puede hallarse en cualquiera de las for-  
mas comercialmente disponibles, tal como perdigones o  
polvo, siendo resulta usualmente la elección de la for-  
25 ma del plomo en favor del polvo de plomo comercialmen-  
te disponible a causa de la economía y de la finura de  
las partículas. Puede ser empleado polvo de plomo co-  
mercialmente disponible de 250 micras, pero ordinaria-  
mente se prefiere polvo de plomo de 74 micras. Por ra-  
30 zones que se explican más abajo, no debe ser empleado

300 926



polvo de plomo excesivamente fino, por ser esencial que el tamaño de las partículas sea de un orden de magnitud mayor que el del cemento Portland u otro que se emplee.

5

Ejemplo 1º.

10

En una composición típica, tres partes en volumen de 74 micras (es decir, partículas de plomo que pasen a través de un tamiz de abertura 74 micras en los métodos usuales de fabricación comercial) son mezcladas con una parte en volumen de cemento Portland y una y un tercio de partes en volumen de agua. Aproximadamente veinticinco por ciento del agua sale rápidamente (dejando una parte en volumen), dejando una composición que tenga un volumen sustancialmente igual al del polvo de plomo. En otras palabras, la mezcla que contiene tres unidades volumétricas de polvo de plomo y sendas unidades volumétricas de agua y cemento tiene un volumen igual a tres de tales unidades o igual al del polvo de plomo solo.

15

20

Tanto el polvo de plomo como el cemento Portland seco tienen un porcentaje indicado de cavidades superior a 40% y resulta evidente que las partículas de cemento a causa de su menor tamaño llenan los intersticios en el polvo de plomo sin incrementar el volumen total mientras que el agua llena los intersticios restantes.

25

30

Es evidente que el polvo de plomo antes del mezclado consiste en una aglomeración con un valor medio entre el máximo y el mínimo porcentaje de cavidades y en la cual las partículas de plomo están en general en

300926



5 contacto con partículas adyacentes. En la composición  
terminada y asentada, el cemento, a medida que se va  
asentando, forma una fase sustancialmente continua en  
la cual las partículas de plomo están en general sepa-  
radas por una fina película de cemento, pero sin que se  
10 produzca ningún aumento sustancial en volumen. Puesto  
que la aglomeración más compacta teóricamente posible  
es del orden de 30 % de cavidades o menos, es eviden-  
te que el proceso de mezclado y asentado encierra una  
redistribución de las partículas de plomo hacia una con-  
figuración apropiada a una aglomeración más compacta,  
15 permitiendo con ello continuidad del cemento, en la  
cual están embebidas las partículas de plomo.

Ejemplo 2º

15 El plomo y el cemento pueden ser mezclados en es-  
tado secos y encerrados en recipientes de tamaño con-  
veniente sin peligro de segregación debida a efectos de  
inercia o de gravedad. La cantidad de cemento seco aña-  
20 dido para asegurar esto se determina fácilmente puesto  
que solo es necesario que el volumen del envase llena-  
do de mezcla perfectamente entremezclada de polvo de  
plomo y de cemento seco sea igual al del polvo de plomo  
adecuadamente asentado, y que los intersticios entre  
25 las partículas de plomo sean llenados con las partícu-  
las de cemento. Suponiendo, a modo de ejemplo, un pol-  
vo de plomo con un 40 % de cavidades y un cemento de  
finura suficiente para llenar estas cavidades y tenien-  
do también un 40% de cavidades será evidente que la  
30 mezcla seca tendrá un 16% de cavidades.



El polvo de plomo y el cemento seco pueden ser mezclados en proporciones distintas de las arriba indicadas (3: 1 en volumen ó 18: 1 en peso) y comprendidas desde aproximadamente tres partes en volumen de plomo para cada parte en volumen de cemento seco hasta aproximadamente proporciones iguales de ambos ingredientes. Seleccionando partículas de plomo con una dosificación de tamaños adecuada, en relación a cada uno de los otros y a partículas de cemento seco con dosificación de tamaños adecuada, pueden ser hechas mezclas secas a lo largo de sustancialmente todo este margen de proporciones y cuando sean aglomeradas de forma que llenen el recipiente de transporte, estarán libres de cualquier segregación que fuese a objetar.

Otros materiales de cemento natural o artificial pueden sustituir al cemento Portland, en función de factores tales como disponibilidad local, costes comparados, propiedades mecánicas deseadas y tipos de radiación considerados. Así, donde sea importante la protección contra neutrones tanto como la protección contra rayos gamma, puede ser empleado un cemento con contenido en boro.

El que el boro sea deseable como material absorbente de neutrones (como por ejemplo en las protecciones de reactores nucleares) es bien conocido, siendo usado el boro, por ejemplo, en la forma de cristales de carburo de boro suspendidos en un metal o una resina sintética (patente británica nº 878.465), o de una impregnación de óxido de boro en grafito, formada en bloques bajo aplicación de calor y presión (patente

300926



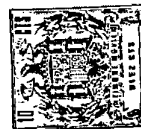
U.S.A. nº 2.987.488). También ha sido propuesto incorporar una pequeña cantidad de boro en un hormigón en la forma de Colemanita (patente U.S.A. nº 2.672.339). Donde estuviere incluida cualquier cantidad considerable  
5 de boro el coste del material fue alto y la posibilidad de emplearlo en una forma plástica colable se encontró fuertemente limitada.

Composiciones típicas de acuerdo con el presente invento consisten esencialmente en plomo en polvo y Colemanita en polvo mezclados perfectamente con agua y colados de una manera esencialmente igual que hormigón ordinario. Como en la composición de mi solicitud de patente arriba mencionada, por el uso de proporciones adecuadas de plomo y Colemanita con tamaño de partículas  
10 apropiado, las cavidades (en estado seco) en un material son llenadas sustancialmente con el otro, proporcionando una composición que puede ser transportada en forma seca mezclada y sin sedimentos indebidos y evitando también sedimentos que fuesen a objetar durante el fraguado con agua después del mezclado y el colado. Polvo de  
15 plomo con un tamaño correspondiente a un tamiz de 74 micras y Colemanita con un tamaño correspondiente a un tamiz de 250 micras pueden ser empleados, siendo la elección del tamaño específico de partícula en cierto grado  
20 cuestión de disponibilidad comercial, pero sujeta a modificaciones donde puedan ser deseables condiciones particulares.

#### Ejemplo 3º

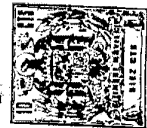
Una composición de alto contenido en boro es formada mezclando cuatro unidades en volumen de Colemanita  
30

300926



(250 micras) con dos unidades en volumen de plomo (74 micras) y el agua correspondiente (aproximadamente 3/4 de unidad en volumen), obteniéndose un material colable de sustancialmente cuatro unidades en volumen. Los porcentajes en peso de las componentes respectivas fueron sustancialmente plomo entre 66 y 67 %, Colemanita entre 28 y 29 % y agua algo menos que 5 %. Ha de observarse que durante el fraguado (que requiere desde 48 horas en adelante), hay una pérdida de agua, de modo que el porcentaje varía algo, y también hay algo de cambio volumétrico. Sin embargo, las cantidades de plomo y boro son definitivas y averiguables cuando sean referidas a la composición final fraguada y pueden ser empleadas como una base segura para el cálculo de la atenuación tanto de radiaciones de neutrones como de rayos gamma. La composición mencionada contiene muy cerca de 3 % de boro en peso, dando una moderación y absorción de neutrones muy elevada, junto con gran atenuación de rayos gamma, tanto para la radiación gamma producida por el reactor u otra fuente de radiación como para los rayos gamma producidos por la absorción de neutrones. Los elementos principales aparte de plomo y boro consisten en oxígeno, calcio, hidrógeno y carbono, como presentes en la Colemanita y contribuyen a la absorción de neutrones y rayos gamma de acuerdo con la teoría normal. Es teoría aceptada que el plomo moderará los neutrones con energía más elevada hasta aproximadamente 1,0 miliequivalentes, que el hidrógeno moderará los neutrones de todos los niveles energéticos hasta energías muy bajas, mientras que el hidrógeno (?) y el boro los absorberán. El plomo es un

300926



atenuador eficiente tanto para rayos gamma primarios  
como para rayos gamma inducidos por neutrones, así que  
según la teoría aceptada la fórmula de la protección es  
eficiente para proteger tanto contra flujos de neutro-  
5 nes como contra flujos mixtos de neutrones y rayos gam-  
ma. Donde el flujo inicial sea enteramente de neutro-  
nes, es deseable un elevado porcentaje de boro como en  
el ejemplo de arriba, mientras que para uno con un por-  
centaje considerable de rayos gamma será preferida una  
10 fórmula con un porcentaje mayor de plomo, como en el  
siguiente ejemplo.

Ejemplo 4º

Para protección contra radiación de neutrones acom-  
pañada de un porcentaje elevado de rayos gamma prima-  
15 rios, se ha encontrado que es adecuada una composición  
que comprende ocho partes de Colemanita y ocho partes  
de plomo y aproximadamente cinco partes, en volumen,  
de agua. En este caso, el plomo es aumentado hasta apro-  
20 ximadamente 1,5 % en peso.

Se considera que la componente esencial con con-  
tenido de boro en la Colemanita es el  $2(\text{CaO})_3(\text{H}_2\text{O})$  ó  
empíricamente el  $\text{O}_{16}\text{H}_{10}\text{B}_6\text{Ca}_2$ . Esta aparece en minera-  
les naturales tales como la Colomanita y el Borato  
25 Gerstley que tienen análisis típicos tales como el que  
sigue:

300926



	<u>Colemanita</u>	<u>Borato Gerstley</u>
Trióxido de boro ( $B_2O_3$ )	32,6%	33,0%
Oxido cálcico ( $CaO$ )	33,8	15,9
Oxido sódico ( $Na_2O$ )	0,5	4,9
Agua y materia orgánica	15,2	28,2
Sílice ( $SiO_2$ )	3,0	9,5
Magnesia ( $MgO$ )	1,2	3,5
Alúmina ( $Al_2O_3$ )	0,9	1,1
Oxido férrico ( $Fe_2O_3$ )	0,2	0,3
Dióxido de carbono ( $CO_2$ )	12,4	3,2
Indeterminado	0,2	0,4

15 Desde el punto de vista de eficiencia en la protección contra neutrones la consideración primaria es el porcentaje de boro en peso en la composición terminada. Sin embargo, la estabilidad contra calor y reacción química son también consideraciones básicas y de-  
 20 terminan el empleo del mineral de borato cálcico en comparación con bórax u otros minerales de boro fácilmente disponibles. El porcentaje de hidrógeno en la composición es elevado y contribuirá a su capacidad de moderación y absorción de neutrones.

25 Una característica importante de la composición con contenido en boro presente es su resistencia mecánica después de fraguada, que es comparable a la de hormigón, siendo el mineral de Colemanita según el análisis  
 30 precedente un cemento natural de propiedades de-

300 926



seables. En aplicaciones especiales, la mena puede ser suplementada con el propio mineral Colemanita, borato cálcico, pero ordinariamente esto es innecesario. La composición posee la característica muy deseable de estar compuesta de minerales naturales fácilmente disponibles comparativamente baratos y de no requerir operaciones de purificado o fabricación complicadas o caras.

5 Si bien han sido expuestas arriba fórmulas específicas, resultará evidente que pueden ser formadas composiciones con proporciones intermedias de plomo y boro  
10 variando las proporciones de plomo y Colemanita en la mezcla, siendo el plomo entre un 65 y un 75% en peso, la Colemanita entre un 30 y un 15% en peso y ascendiendo el agua a la cantidad requerida para formar una composición  
15 colable que fragüe dura, y típicamente a cantidades comprendidas entre aproximadamente un 20 y un 50% en volumen referido al mineral de Colemanita pulverizado seco.

Las composiciones del invento tienen una ventaja sobre protecciones de plomo sólido al producir una radiación de fondo más baja. La atenuación puede ser calculada de acuerdo con principios conocidos y de manera segura para cualquier aplicación deseada. Ensayos del material (en proporción 3: 1, como en el ejemplo 1<sup>a</sup>, arriba mencionado) muestran un coeficiente de absorción lineal de 0,5775 y un coeficiente de absorción másica de  
20 0,1023 para radiación gamma cesio 137 (0,66 miliequivalentes) y un coeficiente de absorción lineal de 0,3284 y un coeficiente de absorción másica de 0,0585 para radiación gamma de cobalto 60 (en promedio aproximadamente  
25 1,25 miliequivalentes), dando una equivalencia indi-  
30

300926



cada en valor medio de espesor de 1,99 cm de la composición a 1,0 cm de plomo siendo la densidad de la composición 5,644 por  $\text{cm}^3$  en comparación con 11,35 para el plomo.

5 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 13 de Junio de 1963, bajo el núm. 287.511 y con fecha 14 de Agosto de 1963, bajo el núm. 301.980, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los  
15 siguientes:

1.- Mejoras introducidas en la fabricación de una composición protectora contra radiaciones caracterizada porque dicha composición consta esencialmente de plomo triturado y el resto es cemento, comprendiendo dicho plomo  
20 a partir de aproximadamente 50% o más en volumen de dicha composición y estando presente dicho cemento en una cantidad suficiente para formar una estructura matricial continua en la que dichas partículas de plomo están embebidas.

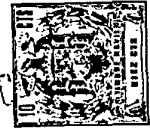
25

2.- Mejoras de acuerdo con el punto 1 caracterizadas porque el volumen de dicha composición es sustancialmente igual al volumen ocupado por dichas partículas de plomo triturado en estado suelto y asentado.

30

3.- Mejoras de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes caracterizadas porque dicho cemento es cemento Portland.

300926



4.- Mejoras de acuerdo con el punto 1 caracterizadas porque dicho plomo constituye aproximadamente 65 a 75 % en peso de la composición, siendo dicho cemento un mineral que contiene Colemanita y que constituye de aproximadamente el 15% al 30% en peso de la composición, proporcionando de 1,5% a 3 % en peso de boro, y el resto agua, estando dicho plomo, dicha Colemanita y dicha agua dispersados completamente por toda la composición y en forma de un material de hormigón denso en el que dicha composición proporciona protección contra las radiaciones de neutrones así como contra los rayos gamma.

5.- Mejoras de acuerdo con el punto 4 caracterizadas porque el mineral que contiene Colemanita tiene un tamaño de partículas de aproximadamente 250 micras.

6.- Mejoras de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes caracterizadas porque dicha composición es una mezcla seca que comprende plomo triturado y cemento pulverizado, teniendo la mezcla un volumen sustancialmente igual al del polvo de plomo tomado por si solo en estado asentado y los intersticios entre las partículas de plomo están sustancialmente llenados con el cemento también en estado asentado.

7.- Mejoras de acuerdo con los puntos 1 ó 2 caracterizadas porque dicho cemento comprende un producto de polvo de cemento seco y agua en proporciones volumétricas aproximadamente iguales.

8.- Mejoras de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes caracterizadas porque el plomo está en forma de polvo de plomo de sustancialmente 74 micras.

300.926



9.- Mejoras introducidas en la fabricación de una composición protectora contra radiaciones.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, y para los fines que se han especificado.

5

La presente Memoria consta de 15 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

14 OCT. 1964

P.A.

*[Handwritten signature]*  
Miguel de Elzabur

REF. M. 000