

335783

P-34.155

UK-723-SP



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCIÓN

formulada el 18 de Enero de 1967, con el nº 335.783

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de DR. ING. HERMANN KLAUE, de nacionalidad alemana, residente en Avenue des Planches 3, Montreux, Suiza, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE MATERIALES EXPANDIDOS"

El presente invento se refiere a un procedimiento para la fabricación de materiales expandidos.

Ya se conocen toda una serie de procedimientos, para fabricar materiales expandidos por calentamiento de una mezcla del correspondiente material de partida y vidrio soluble mezclado con carbono, pudiéndose utilizar -cuando se trata de productos expandidos en forma de un granulado- un agente lubricante o separador para impedir la aglutinación o aglomeración del granulado.

12.12.1967

- 1 -



Ya son conocidos en gran número materiales expandidos a partir de los materiales más diversos, y especialmente los materiales sintéticos espumados se han difundido ampliamente en la técnica; en estos casos, una resina sintética apropiada es espumada mecánicamente o  
5 es transformada en un material con estructura celular por adición de un agente de expansión apropiado para la formación de gases.

Además de estos materiales sintéticos espumados, se conocen también, a título de ejemplo, materiales expandidos de naturaleza vítrea, por ejemplo como granulado de forma casi esférica, con una estructura celular, que se produce mediante agentes de expansión en polvo de vidrio calentado hasta el reblandecimiento. También es conocida  
10 desde hace tiempo la arcilla porosa como material con estructura celular, y en los últimos tiempos ha encontrado una gran difusión en forma de granulado con estructura celular bajo el nombre comercial LECA, sobre todo como aditivo o material de adición para la fabricación del denominado hormigón ligero.  
15

Las ventajas, especialmente de los dos materiales expandidos citados en último lugar, es decir los granulados de vidrio poroso y los granulados de arcilla porosa, como aditivos al hormigón ligero para fines de construcción, están contrapesadas por las desventajas de la  
20 fabricación relativamente costosa de estos materiales expandidos, y además también los valores de resistencia mecánica que no son suficientes para todas las exigencias. Además el granulado que consiste en vidrio poroso tiene  
25 un gran contenido en álcalis, lo cual es muy indeseable  
30



especialmente en la utilización como aditivo a materiales de construcción que contienen cemento. Correspondientemente, desde hace tiempo existe necesidad de un material expandido que se pueda fabricar de manera más barata que el vidrio poroso y la arcilla porosa, que posea mayor resistencia mecánica, que produzca como aditivo un hormigón ligero para mayores sollicitaciones mecánicas, y contenga menos álcalis que el vidrio poroso.

El presente invento constituye una solución de este problema, y concierne a un procedimiento para la fabricación de materiales expandidos por calentamiento de una mezcla del correspondiente material de partida con un agente fundente y de expansión. Lo característico del mismo es que, como materiales de partida, se utilizan silicatos naturales molidos, y tierras y piedras que contienen silicato, molidos, del grupo de los que, después de añadir el agente fundente y de expansión, se vitrifica por calentamiento hasta 800-1200°C, y a esta temperatura se espuman en una masa con estructura celular, que puede ser sobreenfriada, sin recrystalizar.

El invento concierne además a una piedra porosa con estructura celular fabricada según este procedimiento, que está caracterizada por una composición de materiales que, además de los componentes usuales para la mezcla de vidrio, comprende además los grupos de materiales característicos de los silicatos naturales, tales como compuestos de hierro, mayores proporciones de alúmina y otras impurezas.

Como silicatos naturales y tierras y piedras que contienen silicato, se señalan materiales tales como piedra



arenisca, arena de cuarzo, piedra arenisca molasa, piedra pómez y tierra de piedra pómez, tierra de lavas, rocas volcánicas y materiales similares.

5 El invento es explicado aún más seguidamente en algunos ejemplos de realización con ayuda de las figuras 1 a 2. Estas figuras muestran:

Figura 1 una vista con una reproducción fotográfica de secciones transversales de 6 muestras o probetas números 1 a 6 de un granulado casi esférico, así como ampliaciones fotográficas de las secciones transversales de las muestras o probetas números 1, 4 y 6.

La figura 2 un diagrama sobre resistencias a la compresión de diversos cuerpos con estructura celular.

15 El presente procedimiento y los productos fabricados según el mismo se basan en el conocimiento adquirido de manera empírica y madurado mediante extensas series de ensayos, de que como material de partida para la fabricación de materiales expandidos son apropiadas tierras que contienen silicatos en estado finamente molido. Si se  
20 utiliza dicho material de partida pulverulento similarmente a como es conocido esto de la fabricación de vidrio poroso, provisto con una parte de carbono y un agente de expansión, al calentar esta mezcla hasta una temperatura dentro del margen de 800 a 1200°C, o mejor de 900 a 1050°C,  
25 resulta un material expandido, que posee la estructura celular deseada. Como tierra que contienen silicatos, son especialmente apropiadas la piedra arenisca, arena de cuarzo, piedra pómez y tierra de piedra pómez, tierra de lava y rocas volcánicas similares, pero también todas las otras  
30 tierras y piedras que contienen silicato que pertenecen



al grupo de materiales de los silicatos naturales. El material expandido constituye por lo tanto una piedra o roca porosa, en contraposición con el vidrio expandido o la arcilla porosa.

5 El presente invento se diferencia en el aspecto técnico de manera clara e inconfundible de la fabricación del vidrio expandido, que se fabrica a partir de polvo de vidrio, es decir vidrio molido de grano fino, como material de partida. Naturalmente el vidrio propiamente dicho es fabricado por ejemplo a partir de arena de cuarzo, la cual para este fin debe ser elaborada sin embargo, en estado fundido y por adición de productos químicos, por ejemplo, sosa, para obtener una masa fundida de vidrio bruto, la cual entonces después de solidificar en 10 una masa de vidrio, produce en estado pulverizado el material bruto para la fabricación de vidrio poroso o expandido. Por el contrario, en el presente procedimiento se utiliza como material de partida la arena de cuarzo molida de manera suficientemente fina y sin fabricar previamente 15 una masa de vidrio. Ya que en este caso desaparece el procedimiento de fabricación de la masa de vidrio propiamente dicha indispensable para la fabricación de vidrio poroso, y por lo tanto se ahorra el considerable consumo de energía necesario para ello, el presente procedimiento es 20 esencialmente más barato que el de la fabricación de vidrio expandido. Naturalmente también la piedra porosa fabricada según el presente procedimiento se diferencia claramente, en su aspecto y en sus propiedades, de los tipos conocidos de vidrio poroso, y también por determinación 25 de su composición de materiales puede ser diferenciada 30

8.3.1967

- 5 -

335783



claramente de los mismos.

5 Para el presente procedimiento es esencial que el material de partida sea finamente molido. Se debe aumentar la finura de molienda preferiblemente hasta que el índice o coeficiente de Bleine (superficie en centímetros cuadrados por gramo de peso) posea al menos el valor de 2500. Los métodos y dispositivos para lograr dicha finura de molienda son conocidos, igual que los procedimientos de medición para determinar el denominado índice de Bleine  
10 haciéndose supérflua una descripción detallada.

Al material de partida se añade un agente de expansión, que posee por sí mismo una parte de carbono, o al que se añade el carbono finamente dividido, por ejemplo en forma de negro de humo. Dicho agente de expansión  
15 es por ejemplo una emulsión de negro de humo y vidrio soluble ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), el cual es mezclado con un material de soporte apropiado, es secado y pulverizado; como material de soporte apropiado se ha acreditado por ejemplo el polvo de vidrio. Este agente de expansión pulverulento es mez-  
20 clado entonces con el material de partida, no teniendo influencia el que la introducción del agente de expansión pulverizado tenga lugar antes o después del procedimiento de molienda del material de partida. En cualquier caso, la mezcla seca global de material de partida y agente de  
25 expansión, incluida la parte de carbono, debe poseer la finura de molienda antes indicada con lo que es conveniente preparar esta mezcla antes del procedimiento de molienda, para que todos los componentes de la mezcla pasen juntos por el dispositivo de molienda.

30 En la fabricación del agente de expansión como



emulsión de negro de humo, vidrio soluble y un material de soporte, se han mostrado utilizables, como dicho material de soporte, también materiales tales como bentonita y tierra de infusorios. Naturalmente, además de estos son apropiados como material de soporte un gran número de otros materiales, pero se debe asegurar que con este material de soporte no se introduzca en la mezcla ningún material, que influya de manera desventajosa sobre el posterior procedimiento de expansión, o que sea desventajoso para la utilización de la piedra porosa fabricada.

En la ejecución del procedimiento presente se ha mostrado conveniente, pero no como imprescindible necesario, añadir también adicionalmente un aglutinante, aparte del material de partida y del agente de expansión mezclado con carbono. Preferiblemente, se utiliza un aglutinante con propiedades hidráulicas, por ejemplo, cemento, klinker calcinado y molido, yeso y similares. No obstante, como dicho aglutinante son también apropiadas resinas sintéticas, especialmente resinas sintéticas de los grupos a los que pertenecen también resinas de fenol-formaldehído y resinas de furano. Preferiblemente, se deben utilizar los aglutinantes que se descompongan al menos parcialmente a las temperaturas previstas para el procedimiento de expansión. Los aglutinantes citados pueden ser mezclados ya con el material de partida, antes de que se añada el agente de expansión con la parte de carbono. No obstante, también es posible la adición del aglutinante al agente de expansión propiamente dicho, o a la mezcla seca de material de partida, agente de expansión y parte de carbono puede ser mezclada con el aglutinante citado.



Mediante la adición de un aglutinante a la mezcla de material de partida, agente de expansión y parte de carbono se facilita la elaboración de esta mezcla antes del calentamiento para obtener un granulado, Las instalaciones mecánicas para granular mezclas de materiales pulverulentos son conocidas en general, con lo que no parece necesaria una descripción detallada. En principio, se puede utilizar cualquier método de configuración de un granulado, ya sea mediante un procedimiento de prensado o mediante una extrusión.

El granulado bruto fabricado de esta manera es calentado entonces, para que tenga lugar el procedimiento de expansión deseado y el granulado adopte una forma casi ovalada o esférica, con una superficie dura pero exenta de fisuras, y una estructura celular fina en el interior. Si el calentamiento del granulado se lleva a cabo en el margen de temperaturas antes citado de aproximadamente 900 a 1050°C, se forma un granulado de piedra porosa de gran uniformidad tanto en lo que se refiere a su forma, como a sus propiedades mecánicas.

Se ha mostrado conveniente impedir la aglomeración y aglutinación del granulado en sus puntos de contacto, mediante un denominado agente separador. Esto es importante por el hecho de que a la temperatura prevista el material, de que consta el granulado, se reblandece y resulta pegajoso. Este agente separador debe ser incorporado sobre la superficie del granulado antes y/o durante el calentamiento, de la manera más conveniente en forma de un polvo seco y mientras la superficie del granulado esté todavía húmeda, para que la superficie del granulado re-



sulte completamente recubierta y se proporcione una capa superficial que se añiera al granulado, a base de este agente separador. De la manera más conveniente, pero no necesaria, se utiliza como agente separador el mismo material que se había añadido ya como aglutinante al granulado antes de su configuración. En cualquier caso, son especialmente apropiados, como agente separador, cemento, klinker calcinado y molido, alúmina metalúrgica (óxido de aluminio) u otros materiales con propiedades hidráulicas. Por el contrario, los materiales sintéticos citados anteriormente como aglutinantes no pueden servir como agente separador pero es posible tratar un granulado que contenga por ejemplo, material sintético, como aglutinante, con uno de los agentes separadores hidráulicos citados en su superficie, de manera que forme allí la capa deseada lo más continua posible. Aunque se prefieren agentes separadores secos y pulverulentos, existe en principio también la posibilidad de tratar la superficie del granulado con las soluciones o emulsiones, que después de secar, sobre la superficie formen un residuo de materiales, que sean apropiados como agentes separadores. Tal como ya se ha citado anteriormente, como material de partida son apropiadas tierras que contienen silicato del grupo al que pertenecen también la piedra arenisca, la arena de cuarzo, la piedra pómez y la tierra de piedra pómez, la tierra de lava y rocas volcánicas similares. En este caso, el material de partida no debe consistir sin embargo, de manera indispensable solo en una de las tierras citadas. Por el contrario, en la utilización como material de partida de las tierras que contienen silicato, que no contienen ninguna de las denominadas sus-



tancias susceptibles de formación de gas, tal como se verifica generalmente con la tierra de piedra pómez, la tierra de lava y otras rocas volcánicas se ha mostrado mucho más conveniente, añadir al material de partida una determinada proporción de materiales aditivos que contengan por ejemplo piedra pómez, tierra de piedra pómez, tierra de lava, rocas volcánicas, etc. y determinadas sustancias susceptibles de formar gases.

Dichos aditivos pueden poseer una parte de carbono, que en el subsiguiente calentamiento de la mezcla produzca o inicie la formación deseada de gases, en cuyo caso no es necesario naturalmente proveer al agente de expansión, de la manera antes descrita, con una parte de carbono, por ejemplo negro de humo. No obstante se ha comprobado también que las piedras o rocas volcánicas tales como piedra pómez y tierra de lava, absorben ávidamente humedad a causa de su porosidad y desprenden su contenido de agua en el calentamiento de la mezcla en forma de burbujas de vapor de agua finamente divididas, lo cual produce o provoca antes el procedimiento de expansión deseado, o al menos lo ayuda. Dichos aditivos con sustancias susceptibles de formar gases, pueden ser añadidos al material de partida molido, de la manera más conveniente en una cantidad de aproximadamente 10 a 50%.

Por lo tanto, si en el presente procedimiento se utiliza un material de partida que consiste en tierras que contienen silicato tales como por ejemplo, piedra arenisca y arena de cuarzo que por sí mismas no contengan ninguna sustancia susceptible de formar gases, se pueden añadir a este material de partida aditivos en la cantidad citada, los



5       cuales contienen por su parte sustancias susceptibles de  
formar gases. Entonces esta mezcla es molida, y como agen-  
te de expansión se añade una solución diluída de vidrio so-  
luble,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , después de lo cual se configura la masa  
10       húmeda para obtener un granulado, y después se expande el  
mismo por calentamiento dentro del margen de temperaturas  
antes citado. Se ha mostrado como conveniente añadir a la  
mezcla molida el agente de expansión en una cantidad de  
aproximadamente 0,5-10% en peso de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . También en este  
15       caso se puede añadir a la mezcla molida seca o también a  
la masa húmeda que contiene solución de vidrio soluble ya di-  
luída, antes de la granulación, un aglutinante hidráulico,  
por ejemplo cemento o klinker calcinado y molido. Antes del  
calentamiento del granulado se incorpora convenientemente de  
20       nuevo un agente separador, por ejemplo en forma de polvo  
seco, sobre la superficie del granulado húmedo, y se crea  
una capa superficial lo más continua posible, que se adiere  
al granulado. El agente separador puede ser un aglutinante  
hidráulico, por ejemplo, cemento o klinker calcinado y mo-  
lido.

25       A partir de investigaciones con calentamiento con-  
tínuo del granulado, que consiste de la manera últimamente ci-  
tada, en una mezcla húmeda que contienen tierras con silica-  
to, aditivos porosos y solución diluída de vidrio soluble,  
se ha mostrado que aparentemente se retiene realmente parte  
del contenido de agua de la solución diluída de vidrio  
soluble por estos aditivos porosos. Al aumentar la tempera-  
tura, se sinterizarán entonces primeramente las partículas  
del material de partida ligadas o unidas por el vidrio so-  
30       luble. Entonces los aditivos pueden fundir primeramente y

46 MAR 1967

comenzar a expandirse, produciendo también, igual que un material de inoculación, la expansión en el material de partida pulverulento en fusión, mediante burbujas de vapor de agua en las partes de aditivo soldadas por fusión a sus partículas. Aunque esto es aquí solamente una hipótesis de trabajo, parece que el procedimiento de expansión se desarrolla en efecto de esta manera, o de una manera similar, en cualquier caso, mediante este procedimiento se proporciona un granulado de piedra porosa, que es muy uniforme o regular en su estructura celular y muestra propiedades mecánicas especialmente ventajosas. Además, el procedimiento de fabricación transcurre con gran regularidad y sin dificultades esenciales.

Las tierras que contienen silicato antes citadas pertenecen a la clase de los denominados silicatos naturales, que son diferentes de los silicatos fabricados artificialmente, es decir, los vidrios propiamente dichos. Ciertamente, los silicatos naturales contienen también los componentes que son usuales en las mezclas de vidrio, pero contienen además adicionalmente los materiales característicos de los silicatos naturales, tales como compuestos de hierro, un mayor contenido de alúmina y otras impurezas, pero sin alcanzar la combinación de materiales, que ha de ser considerada ya como producto cerámico. Correspondientemente, la piedra porosa fabricada según el presente invento se diferencia claramente, por su composición de materiales, del vidrio poroso y de otros materiales expandidos tales como arcilla porosa. Como tierras que contienen silicato, se han mostrado como bien utilizables piedras areniscas con un análisis de acuerdo con la Tabla I



TABLA I

	Contenido de $\text{SiO}_2$	62,9% en peso
	" " $\text{Al}_2\text{O}_3$	8,9% en peso
	" " $\text{CaO}$	5,0 % en peso
5	" " $\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,3% en peso
	" " $\text{MgO}$	1,1% en peso
	" " Alcalis	4,8% en peso
	El resto, otros materiales	16,0% en peso

Naturalmente, esta piedra arenisca no tiene ningún contenido de sustancias susceptibles de formar gases, y por lo tanto puede ser mezclada de la manera antes descrita con 10 a 50% en peso de los aditivos que contienen sustancias susceptibles de formar gases, por ejemplo, piedra pómez y tierra de lava. Una especie apropiada de tierra de lava posee por ejemplo, el análisis reproducido en la tabla II.

TABLA II

	Contenido de $\text{SiO}_2$	44,2% en peso
	" " $\text{Al}_2\text{O}_3$	17,0% en peso
20	" " $\text{CaO}$	12,0% en peso
	" " $\text{Fe}_2\text{O}_3$	13,0% en peso
	" " $\text{MgO}$	6,5% en peso
	" " Alcalis	5,6 % en peso
	El resto, otros materiales	1,7% en peso

También se pueden utilizar como aditivos grava de piedra pómez y tierras que contienen piedra pómez, y muestran por ejemplo los valores de análisis reproducidos



en la Tabla III.

TABLA III

		Piedra pómez	Tierra de piedra pómez
5	Contenido de $\text{SiO}_2$	58,0	56,9% en peso
	" " $\text{Al}_2\text{O}_3$	23,3	18,8% en peso
	" " $\text{CaO}$	1,4	2,2% en peso
	" " $\text{Fe}_2\text{O}_3$	2,8	4,7% en peso
	" " $\text{MgO}$	00,3	1,5% en peso
10	" " $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	13,9	11,0% en peso
	El resto de otros materiales	0,3	4,9% en peso

Tal como ya se ha indicado anteriormente, las  
tierras que contienen silicatos, tales como piedra pómez,  
tierra de piedra pómez, tierra de lava y rocas volcáni-  
cas, contienen, según se ha averiguado, sustancias suscep-  
tibles de formar gases, es decir componentes orgánicos que  
contienen carbono o agua finamente distribuida, que sale  
al calentar en forma de burbujas de vapor.

Caso de que se desee, el material de partida pue-  
de consistir también exclusivamente en piedra pómez, tierra  
de piedra pómez, tierra de lava o rocas volcánicas con un  
contenido de sustancias susceptibles de formar gases.

También es apropiada como material de partida  
piedra arenisca molosa aproximadamente de acuerdo con los  
tres análisis indicados en la Tabla IV.

335703



TABLA IV

	Contenido de $\text{SiO}_2$	57,55	62,68	69,49% en peso
	" " $\text{Al}_2\text{O}_3$	20,42	17,64	15,07% en peso
	" " $\text{CaO}$	2,17	2,20	0,98% en peso
5	" " $\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,98	5,17	4,34% en peso
	" " $\text{MgO}$	2,65	3,28	3,56% en peso

El resto, indeterminado o pérdidas por calcinación.

Se dan seguidamente algunos ejemplos para la fabricación de piedra porosa según el presente procedimiento.

10

Ejemplo I.- Se muele, hasta una finura de polvo, tierra de piedra pómez de acuerdo con el análisis de la Tabla III, con un contenido de humedad de 3%, hasta producir un grado de finura correspondiente a un índice de Bleine de aproximadamente 5000. Esta material de partida es mezclado íntimamente con 33% en peso de un líquido para amasado, que consiste en vidrio soluble de sodio usual en el comercio diluido con la misma cantidad en peso de agua. Después de preparar esta masa húmeda, se produce a partir de la misma un granulado con un tamaño de grano de aproximadamente 1 a 15 mm. Se espolvorea klinker calcinado y triturado sobre el granulado húmedo, hasta que la superficie está recubierta por todos los lados y entonces se seca en un horno giratorio con caldeo exterior hasta una temperatura de aproximadamente 400°C. Subsiguientemente, se lleva el granulado hasta una temperatura dentro del margen de 900 a 1050°C, de la manera más conveniente de nuevo en un horno giratorio con caldeo exterior, y se mantiene

15

20

25

16 MAR 1967



aproximadamente durante 5 a 10 minutos a esta temperatura, para que tenga lugar el procedimiento de expansión. Después de este período de expansión, el granulado es enfriado lo más lentamente posible hasta aproximadamente 100 a 200°C, con lo cual se ha finalizado entonces el tratamiento térmico.

Ejemplo II.- En el material de partida molido fabricado según el Ejemplo I se utiliza un líquido para amasado, que consiste en 50 partes en peso de vidrio soluble de sodio usual en el comercio, aproximadamente 50 partes en peso de agua, y 1 a 2 partes en peso de glicerina. El resto del procedimiento de fabricación permanece sin variación.

Ejemplo III.- Se mezclan 100 partes en peso de tierra de piedra pómez, de acuerdo con el análisis de la Tabla III y con un contenido de humedad de aproximadamente 3%, con 4 partes en peso de vidrio soluble bruto ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sólido y secado, y se muele conjuntamente la mezcla hasta un grado de finura que corresponde a un índice de Bleine de aproximadamente 5000. La mezcla molida es extendida y se pulveriza sobre ella una solución de 1 parte en peso de vidrio soluble de sodio usual en el comercio y 9 partes en peso de agua hasta que haya resultado una masa con una humedad de aproximadamente 30%. Esta masa húmeda es granulada de manera conocida, por ejemplo por medio de un denominado plato de granulación; cuando se utiliza el plato de granulación este puede ser cargado también con la mezcla seca molida y se puede efectuar la pulverización sobre el plato de granulación, con lo cual se puede influir sobre el tamaño de grano que de-



pende del grado de humedad (una humedad más pequeña produce un granulado de menor tamaño de grano, e inversamente). La ulterior elaboración del granulado húmedo se desarrolla tal como se indica en el Ejemplo I.

5                    Ejemplo IV.- Como material de partida se utilizan 100 partes en peso de tierra de piedra pómez, de acuerdo con el análisis de la Tabla III, con un contenido de humedad de aproximadamente 3%. Se añaden a esto  
10                    aproximadamente 4 partes en peso de una mezcla seca, que consta de 98% en peso de vidrio soluble bruto sólido y 2% en peso de azúcar de caña. Entonces se muele el material de partida conjuntamente con las adiciones hasta un grado de finura que corresponde a un índice de Bleine de aproximadamente 5000. La fabricación del granulado a  
15                    partir de la piedra porosa se desarrolla entonces tal como se describe en el Ejemplo III.

Ejemplo V.- Se utilizan, como material de partida, 70 partes en peso de piedra arenisca molasa de acuerdo con los análisis reproducidos en la Tabla IV. Antes de  
20                    la molienda se añaden al material de partida, como aditivo, 30 partes en peso de tierra de piedra pómez de acuerdo con el análisis de la Tabla III. Entonces la mezcla seca es molida hasta un grado de finura que corresponde al índice de Bleine de aproximadamente 3000 a 4000 o más.  
25                    A partir de esta mezcla molida se fabrica granulado a partir de piedra porosa, de la misma manera que se describe en el Ejemplo I.

Ejemplo VI.- Se prepara una mezcla seca de aproximadamente 70% en peso de piedra arenisca molasa según  
30                    uno de los análisis de la Tabla IV, como material de par-



5      tida, y 30% en peso de tierra de piedra pómez, correspondiente por ejemplo al análisis de la Tabla II, como aditivo. Se pueden añadir además a la mezcla 4 partes en peso de vidrio soluble bruto sólido, y entonces la mezcla es molida hasta un grado de finura que corresponde a un índice de Blaine de aproximadamente 5000. De la misma manera que se describe en el Ejemplo III se fabrica entonces a partir de la mezcla molida un material expandido en forma de granulado.

10      Ejemplo VII.— Se utiliza como material de partida piedra pómez italiana (de Lipari), que es mezclada con 20 partes en peso de una roca de toba de lava procedente del Eifel. A este material seco se añade además antes de la molienda una carga de 4 partes en peso de vidrio soluble bruto sólido y 0,2 partes en peso de negro de humo de pino.

15      Los materiales son molidos conjuntamente hasta un grado de finura que corresponde a un índice de Blaine de aproximadamente 5000. La mezcla molida es mezclada entonces íntimamente con una solución que consiste en 10% en peso de vidrio soluble usual en el comercio y 90% en peso de agua, hasta que

20      la masa posea aproximadamente 30% de humedad total. La masa húmeda es configurada en un granulado, que es provisto sobre su superficie con una capa de agente separador, por ejemplo polvo de magnesita, por ejemplo por espolvoreado. Después de tener lugar el secado del granulado así tratado, el mismo

25      es expandido en un horno giratorio con caldeo exterior, añadiendo aproximadamente 1 a 5% en peso del mismo agente separador, durante aproximadamente 4 a 6 minutos a una temperatura dentro del margen de 980 a 1020°C. Resulta un material expandido con estructura celular fina en forma de granulado

30      casi ovalado o esférico.

335783



Ejemplo VIII.— Se utiliza piedra pómez de la procedencia indicada en el Ejemplo VII, y se mezcla con aproximadamente 20% en peso de vidrio de desecho (de composición química conocida) como aditivo; además se añade 4% en peso de vidrio soluble bruto sólido y aproximadamente 0,2% en peso de negro de humo de pino. La mezcla seca de materiales es molida entonces hasta un grado de finura que corresponde a un índice de Bleine de aproximadamente 5000, y a partir de la misma se fabrica, de la manera descrita en el Ejemplo VII, un granulado de piedra porosa.

Hay que hacer constar que el presente procedimiento no está limitado a los materiales específicamente citados en la precedente descripción y en los ejemplos. Antes bien, son apropiados, como materiales de partida, todas las tierras que contengan silicato, y como aditivos las tierras que contengan silicato, que contengan además sustancias susceptibles de formar gases. La mezcla molida de estos materiales debe contener ya carbono, o debe ser mezclada con carbono, antes de la adición del agente de expansión, o conjuntamente con éste, o posteriormente. Como agente de expansión está previsto el vidrio soluble de sodio, pero eventualmente se pueden utilizar también otros agentes de expansión. El contenido de agente de expansión, en porcentaje en peso en la masa antes de su calentamiento, influye sobre la estructura celular resultante, y correspondientemente sobre los valores de resistencia mecánica del material expandido. La proporción más favorable de agentes de expansión para la mezcla de materiales presente en cada caso puede ser, no obstante, determinada rápidamente mediante algunos pocos ensayos; los valores porcentuales arriba indicados constitu-



yen solo ejemplos, y el procedimiento no está limitado por los mismos.

5 La piedra porosa fabricada de acuerdo con el presente invento puede ser fabricada en efecto, tal como se describe en los ejemplos I a VIII anteriores, preferi-  
blemente en forma de un granulado casi ovalado o esférico, tal como se desea como aditivo a materiales de cons-  
trucción para la producción de los denominados materiales de construcción ligeros. Sin embargo, el procedimiento no  
10 está limitado de ninguna manera por esto, y es también apropiado para la producción de cuerpos moldeados mayores de material expandido, expandiéndose dentro de moldes co-  
rrespondientes. Por ejemplo, se pueden fabricar a partir del material expandido bloques, ladrillos, placas, tubos y  
15 similares planos o curvos. Las características seguidamente expuestas, del granulado fabricado de acuerdo con el pre-  
sente invento son válidas también de manera análoga para cuerpos moldeados de otra configuración a partir de la pie-  
dra porosa.

20 En la figura 1 se reproducen 6 diferentes probetas de un granulado fabricado de acuerdo con el Ejemplo I anterior, en cada caso divididas por la mitad y con la superficie de corte hacia arriba; además, la figura 1 mues-  
tra una vista ampliada de cada una de las probetas núme-  
25 ros 1, 4 y 6. En cada probeta se determinó la proporción de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  en la mezcla húmeda amasada, antes de calentar, y mediante una dilución mayor o menor se varió la cantidad de líquido de amasado. El valor numérico M da la propor-  
ción de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  en porcentaje en peso del material de par-  
30 tida. Se designa por R, en  $\text{kg/m}^3$ , a la densidad del gra-



nulado correspondiente, y se designa por  $K_p$  su resistencia a la compresión medida en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Se puede observar en la figura 1 que la resistencia a la compresión  $K_p$ , posee los valores más favorables con una proporción de agente de expansión de aproximadamente 3 a 4% en peso, y disminuye tanto con valores superiores como con valores inferiores. Las probetas designadas en la figura 1 con los números 3 y 4 corresponden aproximadamente al Ejemplo I y además de una muy buena resistencia a la compresión, exhiben también una estructura celular fina y uniforme, que es debida a una expansión más limitada que por ejemplo en la probeta número 1 con mayor contenido de vidrio soluble. Con un contenido de vidrio soluble demasiado pequeño, tal como en la probeta número 6, se produce una estructura celular irregular, que posee una cohesión insuficiente, y por lo tanto es menos resistente a la compresión.

Un granulado de arcilla porosa, tal como se encuentra usualmente en el comercio bajo la designación de LECA, con una densidad de aproximadamente  $600$  a  $900 \text{ kg}/\text{cm}^3$ , posee una resistencia a la compresión menor de  $30 \text{ kg}/\text{cm}^2$ . Por el contrario, el material expandido de acuerdo con el presente procedimiento, hace posible la fabricación de un granulado con una densidad dentro del margen de aproximadamente  $200$  a  $1200 \text{ kg}/\text{m}^3$ , y con una resistencia a la compresión dentro del margen de aproximadamente  $30$  hasta más de  $100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ . Este margen ampliado de densidades y resistencias a la compresión del granulado de piedra porosa muestra la superioridad del presente procedimiento, que hace posible la fabricación de piedras porosas para las más diversas utilizaciones técnicas. Una propiedad favorable de la piedra porosa de acuer-



do con el presente procedimiento es también su capacidad de absorción de agua visiblemente menor, comparada con la de la arcilla porosa, aunque el presente procedimiento se ejecuta a temperaturas más bajas y con un consumo de energía esencialmente menor que en la fabricación de arcilla porosa.

Las propiedades mecánicas antes citadas hacen posible una perfecta diferenciación entre el granulado de piedra porosa y el granulado de arcilla porosa. En efecto, si se representa gráficamente la resistencia a la compresión  $K_p$  en  $\text{kg/cm}^2$  en función de la densidad  $R$  en  $\text{kg/m}^3$ , tal como en el diagrama de la figura 2, los valores para la piedra porosa fabricada según el procedimiento descrito están en la zona por encima de la línea A, que está definida por la fórmula  $K_p = 0,2 R - 50$ . Por ejemplo, las curvas B y C muestran las resistencias a la compresión de granulados con distintas densidades, medidas en la curva C con cuerpos granulados redondos intactos, de aproximadamente 12 mm de diámetro, y en la curva C con cuerpos granulados rectificadas en forma de cubos con 10 mm de longitud de arista. A título de comparación, se reproducen en la curva D los valores de resistencia a la compresión medidos en cuerpos granulados de LECA rectificadas en forma de cubos con 10 mm de longitud de arista.

Además, la piedra porosa en forma de granulados posee todavía otra propiedad que es muy importante para su utilización como aditivo a materiales de construcción. Tal como ya se ha indicado anteriormente, el granulado todavía húmedo es tratado en su superficie con un agente separador tal como cemento, klinker calcinado y molido, u



5 otros materiales hidráulicos, de manera que resulta allí una capa lo más continua posible. En el procedimiento de expansión dentro del margen de temperaturas de 800 a 1200°C, esta capa superficial es en efecto descompuesta parcial-  
10 mente, pero en el granulado acabado están presentes en la superficie, igual que anteriormente, aglutinantes hidráulicos en un estado tal que muestran al menos todavía un resto de sus propiedades hidráulicas originales. Eso se debe probablemente al hecho de que los aglutinantes hidráulicos usuales, especialmente el cemento, así como el klinker calcinado y molido, no pierden todavía totalmente sus propiedades hidráulicas a las temperaturas de como máximo 1200°C que se presentan; según es conocido esto tiene lugar a temperaturas todavía más altas, por cuya razón la superficie de los granulados de arcilla porosa y de vidrio poroso ya no poseen ninguna propiedad hidráulica.  
15 Si se añade un granulado de piedra porosa teniendo todavía presente capacidad de aglutinación hidráulica en su superficie, como aditivo para una mezcla de mortero para materiales de construcción, resultan entonces estas fuerzas de adhesión hidráulicas activas en la superficie del granulado, y producen una fijación del granulado en el material de construcción, que no se había podido lograr hasta ahora con otros granulados. De la manera más conveniente, en la  
20 fabricación de granulados de piedra porosa según el presente procedimiento, se debería utilizar como agente separador el mismo aglutinante hidráulico que en el material de construcción, al que se debe añadir posteriormente  
25 el granulado.  
30



5 La presente solicitud que corresponde a la presentada en la República Federal Alemana, con fecha 19 de enero de 1966, bajo el nº K 58.170 VIb/80b, con fecha 2 de febrero de 1966, bajo el nº K 58.304 VIb/80b, con fecha 25 de febrero de 1966, bajo el nº K 58.551 VIb/80b, con fecha 19 de marzo de 1966, bajo el nº K 58.775 VIb/80b y en Suiza con fecha 11 de julio de 1966 bajo el nº 10067/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10 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 siguientes:

15 1.- Un procedimiento para la fabricación de materiales expandidos por calentamiento de una mezcla del correspondiente material de partida con un agente fundente y de expansión, caracterizado, porque como material de partida se utilizan silicatos naturales molidos y tierras y rocas, que contienen silicato, molidas del grupo, de los que se vitrifican por calentamiento hasta 800-1200°C después de mezclar  
20 un agente fundente y de expansión, y a esta temperatura se espuman en una masa con estructura celular, que puede ser sobreenfriada sin recristalizar.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, ca-

335783



racterizado porque se utilizan tierras que contienen silicato del grupo, al que pertenecen también piedra arenisca, arena de cuarzo, piedra pómez y tierra de piedra pómez, tierra de lava y rocas volcánicas similares.

5           3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque toda la mezcla seca es llevada, antes de calentar, hasta un grado de finura de molienda que corresponde a un índice de Blaine de al menos 2500.

10           4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se mezcla un agente fundente y de expansión que contiene carbono.

15           5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el agente de expansión, fabricado como emulsión de negro de humo y vidrio soluble, es mezclado con un material de soporte, es secado y es añadido en forma de polvo al material de partida molido.

            6.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 5, caracterizado porque se mezcla la emulsión con polvo de vidrio como material de soporte.

20           7.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 5, caracterizado porque se mezcla la emulsión con el material de soporte conocido bajo la designación, usual en el comercio, de Bentonita.

25           8.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 5, caracterizado porque se mezcla la emulsión con tierra de infusorios como material de soporte.

30           9.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se mezcla el material de partida con un aglutinante, antes de añadir el agente fundente y de expansión.



10.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se mezcla el agente fundente y de expansión con un aglutinante, antes de la adición al material de partida molido.

5 11.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se añade un aglutinante a la mezcla de material de partida y agente de expansión y fundente.

10 12.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque se mezcla un aglutinante hidráulico.

13.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque se mezcla cemento como aglutinante.

15 14.- Procedimiento según la reivindicación 1, y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque se mezcla yeso como aglutinante.

15.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque se mezclan resinas sintéticas, como aglutinantes.

20 16.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque, como aglutinante, se mezclan resinas sintéticas del grupo al que pertenecen también las resinas de fenol-formaldehído y las resinas de furano.

25 17.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque se mezcla un aglutinante que se descompone al menos parcialmente a la temperatura de la expansión.

30 18.- Procedimiento según la reivindicación 1 y una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque a par-



tir de la mezcla de material de partida, agente de expansión y fundente, y aglutinante, se configura un granulado, y éste es entonces calentado.

5           19.- Procedimiento según la reivindicación 18, caracterizado porque se añaden al granulado agentes separadores y se incorporan al menos parcialmente sobre su superficie.

10           20.- Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque se incorporan agentes separadores pulverulentos secos sobre la superficie del granulado todavía húmedo, y de esta manera se recubre completamente la superficie y se produce una capa superficial que se adhiere al granulado.

15           21.- Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque como agente separador se utiliza klinker calcinado y molido.

            22.- Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque como agente separador se utiliza cemento.

20           23.- Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque como agente separador se utiliza un aglutinante hidráulico.

25           24.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque al material de partida molido se añade una porción del grupo de aditivos que contienen sustancias susceptibles de formar gases, tales como piedra pómez y tierra de lava.

30           25.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 24, caracterizado porque se mezclan aditivos que contienen una porción de carbono.



26.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 24, caracterizado porque al material de partida molido se añade 10 a 50% en peso de los aditivos.

5 27.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 24, caracterizado porque a la mezcla molida de material de partida y aditivos se añade una solución diluída de vidrio soluble ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), la masa es configurada en gránulos y estos son expandidos entonces por calentamiento.

10 28.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se añade 0,5 a 10% en peso de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

29.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque el procedimiento de expansión se realiza a una temperatura de 900 a 1050°C.

15 30.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se añade un aglutinante hidráulico a la masa, antes de la granulación.

31.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se añade cemento, como aglutinante, a la masa, antes de la granulación.

20 32.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se añade como aglutinante, klinker calcinado y molido a la masa, antes de la granulación.

25 33.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se incorporan agentes separadores pulverulentos secos sobre la superficie del granulado todavía húmedo, se recubre de esta manera completamente la superficie y se proporciona una capa superficial que se adhiere al granulado.

30 34.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque como agente separador se incorpora un



aglutinante hidráulico sobre la superficie del granulado.

35.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se incorpora cemento, como agente separador, sobre la superficie del granulado.

36.- Procedimiento según la reivindicación 27, caracterizado porque se incorpora klinker calcinado y molido como agente separador, sobre la superficie del granulado.

37.- Procedimiento según la reivindicación 1 y las 24 a 36, caracterizado porque al aumentar la temperatura, durante la expansión, se retiene por los aditivos porosos al menos parte del contenido de agua; al disminuir la temperatura, las partículas del material de partida fijadas o unidas por el vidrio soluble se sinterizan primeramente y después los aditivos funden, comienzan a expandirse, y de la misma manera que un agente de inoculación, producen también la expansión del material de partida pulverulento en fusión mediante burbujas de vapor de agua en las partes de aditivo soldadas por fusión a sus partículas.

38.- Procedimiento según la reivindicación 1 y las 24 a 36, caracterizado porque se escoge el material de partida entre el grupo de materiales que contienen silicato, al que pertenecen también piedra arenisca molasa y tierras y rocas con alto contenido en silicato.

39.- Un procedimiento para la fabricación de materiales expandidos.

335783



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

5 La presente Memoria consta de 30 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 DIC. 1967

P.A.

Alberto de Elzabur  
Por Elzabur

RM

335783

12.12.1967

- 30 -



335783

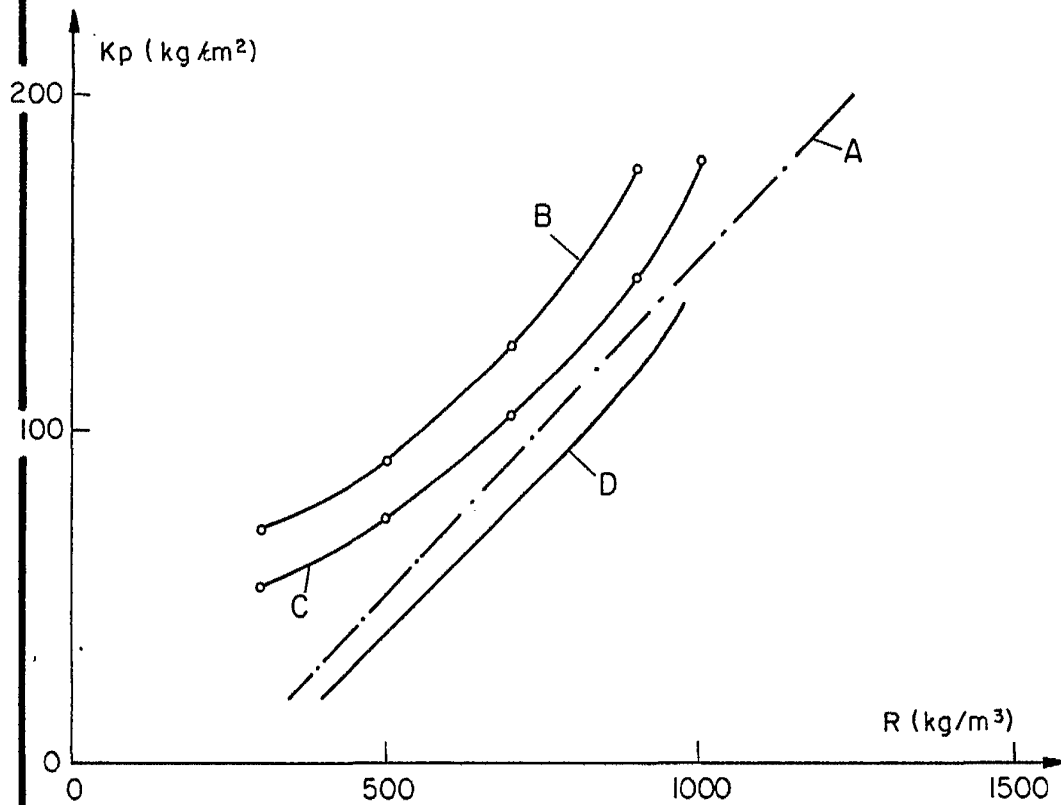
Fig. 1

<p>Nr. 1</p>	<p><math>M = 6,2 \%</math>  <math>R = 700 \text{ kg/m}^3</math>  <math>K_p = 100 \text{ kg/cm}^2</math></p>		
<p>Nr. 2</p>	<p><math>M = 5 \%</math>  <math>R = 900 \text{ kg/m}^3</math>  <math>K_p = 150 \text{ kg/cm}^2</math></p>		
<p>Nr. 3</p>	<p><math>M = 4 \%</math>  <math>R = 1000 \text{ kg/m}^3</math>  <math>K_p = 180 \text{ kg/cm}^2</math></p>		
<p>Nr. 4</p>	<p><math>M = 3 \%</math>  <math>R = 1200 \text{ kg/m}^3</math>  <math>K_p = 200 \text{ kg/cm}^2</math></p>		
<p>Nr. 5</p>	<p><math>M = 2 \%</math>  <math>R = 1300 \text{ kg/m}^3</math>  <math>K_p = 100 \text{ kg/cm}^2</math></p>		
<p>Nr. 6</p>	<p><math>M = 1 \%</math>  <math>R = 1500 \text{ kg/cm}^3</math></p>		

*Handwritten signature or initials.*



Fig. 2 335783



*Handwritten signature or initials.*