



P - 31.786

File 2548

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de PAVOLITE, INC., entidad norteamericana, establecida en 2799, English Road, Chino, California, Estados Unidos de América, por:

"PROCEDIMIENTO PARA HACER ARIDOS LIGEROS QUE TIENEN GRAN RESISTENCIA"

La presente invención se refiere a un árido perfeccionado, ligero, calcinado y de gran resistencia, y a un método para fabricarlo.

5 Los áridos ligeros de la invención se pueden usar en productos de hormigón, incluyendo hormigón de estructuras, paneles prefabricados, bloques de hormigón y colada de hormigón, y en productos de arcilla calcinada, incluyendo ladrillos y tejas.

10 Se ha conocido desde hace mucho que se podían preparar áridos ligeros con combinaciones de materiales de



arcilla, pizarra o esquistos, y agentes orgánicos de hinchamiento tales como coque, coque de petróleo, algunos tipos de carbón, aceites de petróleo, serrín y ceniza volante. Sin embargo, pese a los muchos agentes de hinchamiento que se conocen como aditivos, la industria no los ha adoptado abiertamente, ya que el peso ligero se conseguía a costa de una excesiva debilidad del producto. También era difícil de conseguir la uniformidad del producto, con estos aditivos de la técnica anterior. Ha faltado la capacidad de controlar de forma adecuada la calidad del producto. Los productos tenían un intervalo de calidades demasiado amplio, por ejemplo unas tolerancias demasiado grandes en cuanto a densidades y resistencias; además, los fabricantes fueron incapaces de aumentar o disminuir la densidad a voluntad.

La presente invención proporciona un árido ligero, resistente, suficientemente hinchado para que tenga un peso ligero, al tiempo que es lo suficientemente resistente para cumplir las normas de especificaciones para materiales de construcción. También permite el control total y completo de la calidad del producto y del procedimiento de manufactura. Estos resultados se consiguen con ayuda de un tipo particular de material orgánico combustible, en arcilla, esquistos o pizarra; cuando se quema este tipo particular de material orgánico, se hincha la arcilla, esquistos o pizarra, y deja unos huecos tales que se produce un árido ligero, pero desusadamente resistente.

El precio de venta por tonelada de los áridos ligeros es bajo; por tanto, solo se puede vender el material de forma competitiva cuando se fabrica a coste relativamente bajo, y además solo cuando se fabrica suficientemente cerca

del mercado, de modo que no sean excesivos los costes de transporte. La presente invención permite usar una variedad de arcillas, esquistos y pizarras mayor que la que se podía usar hasta ahora para tal fin, dando así al fabricante mas posibilidades de elección de puntos geográficos adecuados para la manufactura.

Otro objeto de la invención es permitir el uso de unos tipos de arcilla y esquistos, solos o combinados, que pueden producir áridos ligeros de diversos colores, que pueden ser usados para fines de decoración.

Otro objeto de la invención es producir un árido ligero adecuado para su uso en la manufactura de productos de arcilla calcinados. Los áridos producidos según la invención se pueden usar en la producción de ladrillos ligeros de resistencia muy grande. Además, debido a la poca cantidad de agua necesaria para la extrusión, y a su gran resistencia mecánica en estado crudo, los ladrillos fabricados según la invención se pueden manipular fácilmente sin exceso de roturas, desperfectos o deformación. Además, usando el equipo de secado adecuado, el tiempo de secado se puede reducir en el 25% o más. Usando la invención se consigue también un cuerpo claro, sustanciales ahorros de combustible, y menor tiempo de quemado.

La presente invención reduce los costes de transporte y embalaje, dado que el peso del producto acabado se puede reducir en aproximadamente de 10 a 70%, según la materia prima y la cantidad de huecos formados en ella. Una arcilla, o esquistos, o pizarra, que pese, por ejemplo, de 1300 a 1940 kg/m³, se puede usar para producir un árido resistente que pese de 325 a 730 kg/m³. La economía en el



transporte y la facilidad de manipulación de este árido, están unidas a la resistencia suficiente para cumplir con los requisitos de la norma ASTM para productos de hormigón de estructuras, y para productos de arcilla calcinada.

5 La invención ayuda a perfeccionar el valor aislante del producto, a temperaturas, tanto altas como bajas, debido, a los pequeños huecos de las partículas de árido, con numerosos espacios de aire independientes en el cuerpo, causados al calcinar el material particular que se calcina, de la presente invención. Ello, a su vez, aumenta la utilidad de los productos de arcilla, esquistos o pizarra, hechos según la invención.

10 En la presente invención se emplean materiales especiales que producen gases, ejemplificados por los copos de las cáscaras de semilla de alazor o de arroz. Además, se han obtenido resultados particularmente buenos combinando con 15 ello el uso de una solución diluída de silicato sódico, para proporcionar humedad a la mezcla de arcilla-copos, que luego, preferiblemente, se extruye y quema.

20 Un descubrimiento importante para la invención es que los copos de cáscara de semilla de algodón tienen propiedades que permiten que tengan éxito donde han fracasado otras partículas. La semilla se cultiva debido a su 25 aceite, que se obtiene típicamente rompiendo la semilla para abrirla, exprimiendo el aceite, y generalmente sometiendo el residuo a extracción con un disolvente. Las cáscaras rotas se separan luego de la harina del residuo, usándose la harina en la alimentación de animales. Originalmente, las cáscaras tienen muy poco contenido de aceite, pero, como resultado de las operaciones de expresión del aceite y 30



extracción con disolvente, los copos de cáscaras rotas están generalmente, en este momento, revestidos con una película delgada de aceite. Además, el aceite de alazor es un aceite secante. Como resultado, estos copos absorben mucha menos
5 agua que las partículas de celulosa, en general. Típicamente, estos copos tienen un contenido de aceite de 1 a 2%, que está sustancialmente confinado en la superficie, donde se seca y actúa como agente impermeabilizador, lo que reduce mucho la cantidad de agua que puede penetrar en los copos de cáscara, hinchándolos. Esta falta de hinchamiento
10 excesivo es uno de los factores clave de la invención, ya que una de las dificultades de la técnica anterior era que los materiales tales como serrín, virutas de madera, pajas, cáscaras de semillas, y otros materiales celulósicos, captaban agua de la arcilla humedecida y se hinchaban mucho, dejando huecos que eran demasiado grandes, y provocando roturas entre huecos, a medida que se eliminaba el vapor de
15 agua.

Los copos de cáscara de arroz absorben agua; los resultados de ensayos mostraron que las cáscaras de
20 arroz húmedas tenían una relación agua/sólidos de aproximadamente 1,6:1 a aproximadamente 1,8:1; cuando se usaban cáscaras de arroz como agente de hinchamiento, se formaba un árido ligero inferior, de poca resistencia. Sin embargo, según la presente invención, las cáscaras de arroz se
25 pueden tratar antes de su incorporación en los materiales de arcilla o esquistos, pulverizando sobre ellas un ligero revestimiento de aceite impermeabilizador, tal como una mezcla 50/50 de aceite diesel y queroseno. Los resultados de
30 ensayos muestran que se podían empapar en agua durante 24



14
horas ciertas cáscaras de arroz tratadas, pero que aún tenían una relación agua/sólidos de 1,10:1, mientras que unas cáscaras de arroz de la misma partida se empaparon en agua durante 24 horas, y tenían una relación agua/sólidos de
5 1,65:1. Para obtener los mejores resultados cuando se usan cáscaras de arroz como agente de hinchamiento, el tratamiento con aceite debe hacerse inmediatamente antes de mezclar las cáscaras con la arcilla o esquistos. Esta es una forma de obtener un agente orgánico de hinchamiento con propiedades como las de las cáscaras de semilla de alazor. En contraste, el serrín, aún cuando se trate de esta forma, no tiene estas propiedades y no da resultados equivalentes.

10 Otro hallazgo de la invención es que ciertos copos de cáscaras de alazor, o de arroz tratadas, en las que la mayoría de las partículas no eran mayores de 841 micras ni menores de 250 micras, dieron los resultados más satisfactorios. Este intervalo se puede obtener fácilmente tamizando los copos de cáscara de alazor o arroz. Por ejemplo, se obtienen excelentes resultados con un surtido de tamaños tal como: 30% mayor que 841 micras, 50% menor que 841
15 y mayor que 420 micras, 20% menor que 420 y mayor que 250 micras, y 25% menor que 250 micras. Si hay muchas partículas grandes, preferiblemente se rompen tal como por una rápida operación de molienda o aplastamiento.

20
25 Existeaún cierta absorción de agua por parte de las cáscaras de alazor, o de arroz tratadas, y dado que incluso esta absorción tiene algún significado sobre ciertas arcillas o esquistos, se ha descubierto que, con algunas arcillas y esquistos, la resistencia final del árido deseada, y la uniformidad deseada, se pueden obtener mejor usando una
30

14 JUN



solución diluída de silicato sódico, para proporcionar la
humedad para la mezcla de arcilla húmeda. Así, se puede
añadir una solución acuosa de silicato sódico al 38%, en
cantidades de aproximadamente 0,5% a aproximadamente 2%
5 respecto a la cantidad de agua, en aquellos materiales en
los que tal adición resulte ser útil. Con algunas arcillas,
pizarras y esquistos, los que tienen poco contenido de are-
na, las especificaciones de resistencia requerida se pueden
obtener solo con agua, pero se ha hallado que la solución
10 de silicato sódico mantiene al material unido más coheren-
temente después de la extrusión o formación de gránulos,
especialmente con las pizarras, esquistos y arcillas de
gran contenido de arena. El uso de la solución de silica-
to sódico ayuda a mantener las tolerancias de tamaño, y
15 reduce el hinchamiento y la debilidad de los gránulos.
Además, el silicato sódico tiende a lubricar a la arcilla
o esquistos, a medida que se mueven por la máquina de ex-
trusión o granulación, y ayuda a reducir la cantidad de
agua que se necesita para este fin. Además, en muchos
20 casos hace aumentar sustancialmente la resistencia del
agregado final, costando muy poco, siendo el aumento de
coste más que anulado al eliminarse la necesidad de volver
a manipular o volver a tratar los gránulos rotos y los fi-
nos.

25 Las cáscaras de alazor, y las cáscaras de
arroz tratadas, ayudan a reducir el frotamiento en el pro-
cedimiento de extrusión. Además, los ensayos muestran que
en la mayoría de los casos la separación por laminación,
que significa la separación de láminas resultante a causa
30 de los distintos caudales en las partes centrales y partes



periféricas de las boquillas de extrusión, ha sido eliminada por la presente invención.

Otros objetos y ventajas de la invención se observarán por la siguiente descripción de algunas realizaciones preferidas de la misma.

El procedimiento de manufactura de agregados es básicamente bien conocido, pero la invención proporciona algunas innovaciones importantes.

La arcilla o esquistos, extraídos por cualquier método usual, se pueden introducir en una tolva reguladora, de la instalación, y desde ella puede ir a una pila de material, a través de un molino de rodillos. Desde la pila de material, el material se puede introducir en un recipiente tipo tolva, a menudo mediante un introductor automático, tras lo cual pasa típicamente a través de un molino. Un sistema elevador puede llevar al material resultante a través de un juego de tamices, y se puede devolver al molino todo lo que sea mayor de 1680 micras, mientras que las partículas más finas que 1680 micras pasan a otra tolva tipo recipiente. Después se puede emplear un alimentador automático para introducir el material en una máquina de extrusión o granulación, posiblemente a través de una amasadora de arcilla.

Antes de que el material llegue al extrusor o granulador, se añade el aditivo orgánico de la invención (tal como cáscaras de alazor o cáscaras de arroz tratadas), en las proporciones adecuadas, por ejemplo desde otra tolva de almacenamiento. La cantidad de cáscaras a añadir depende de la capacidad inherente de hinchamiento de la arcilla, esquistos o pizarra, que, a su vez, depende de la cantidad de materia orgánica que contenga, tal como



se extrae de la mina. La mezcla de arcilla, pizarra o esquistos, y cáscaras de alazor, cáscaras de arroz o similares, se puede cortar en cubos, o se pueden formar gránulos. El granulador puede ser del tipo de disco o del tipo de extrusión. Los gránulos o cubos se pueden llevar mediante un transportador hasta un secador, por ejemplo cuando se usa para la extrusión más agua que la conveniente para el quemado. Después, el contenido de humedad en los gránulos se reduce preferiblemente, hasta aproximadamente 4% de humedad. Luego, los cubos o gránulos pueden pasar por un molino de rodillos, y desde allí pueden ser llevados por un dispositivo elevador hasta un juego de tamices, cuya abertura de malla depende del tamaño del material o áridos que se estén produciendo. Los trozos más bastos, que no pasan por los tamices, bastos, se devuelven preferiblemente al molino. Los finos que caen a través de los tamices finos se pueden devolver a la tolva alimentadora, más allá del molino, para volver a ser usados. El material intermedio se puede dejar caer en una tolva alimentadora, y desde allí se puede introducir en la unidad de carga de un horno, para el hinchamiento; el horno puede ser de tipo rotatorio o de tipo no rotatorio. El tiempo y temperatura necesarios para la operación de hinchamiento dependen totalmente de las materias primas que se estén usando. Algunos materiales necesitan de 1204 a 1316°C.; otros se hinchan muy bien a de 871 a 1038°C. Preferiblemente, primero se calienta el material rápidamente hasta una temperatura de cierre, de aproximadamente 399 a 593°C. Una característica importante es que el hinchamiento, calcinación y cierre vítreo, en el horno, se efectúan en atmós-



5 fera reductora, o al menos no oxidante. En la invención, el material que produce gas orgánico ayuda tanto como combustible y como agente reductor. Esto ayuda a ahorrar combustible, reducir el coste, y obtener mejor hinchamiento.

10 Al salir del horno, los gránulos o cubos pueden caer a un enfriador, que reduce la temperatura gradualmente, de forma que no se agrieten al ser expuestos a la atmósfera. El enfriador se puede usar también como fuente de calor a emplear en el secador, transmitiéndose el calor desde el enfriador por una serie de conductos, enviándose a un secador tipo rotatorio. preferiblemente, los cubos quemados fríos son llevados por un dispositivo elevador para tamizado, y cuando están clasificados van a los recipientes respectivos, listos para su transporte o tratamiento posterior.

15 Ejemplo 1.-

Esquistos mezclados con copos de cáscara de semilla de alazor.

20 Un esquisto que pesaba 1300 kg/m^3 , extraído de un pozo en el condado de San Bernardino, California, se mezcló con cáscaras de semilla de alazor, comprendidas en el intervalo preferido de 841 a 250 micras. La mezcla sólida estaba constituida por 98% de esquistos y 2% de cáscaras de alazor en peso. Luego se mezclaron los sólidos en una amasadora de arcilla, con agua en cantidad de 14 a 16% sobre el peso de los sólidos, en una serie de tandas. La mezcla húmeda de esquistos y cáscaras de alazor se sometió luego a extrusión sin vacío (no se desaireó) y sin aceite en la boquilla, hacien

25

30

14 JUL



do gránulos que eran cubos de 16 mm. Después se secaron
estos gránulos en un secador tipo rotatorio, hasta un
contenido de humedad del 4%, se dejaron fijar durante
la noches, y se volvieron a moler hasta 16 mm. en un
5 molino rotatorio. Los gránulos secos molidos se introdu-
jeron, con control de volúmen, en un molino rotatorio, a
temperatura de 1004°C., con un tiempo de retención de 19
min., debido a las características de los esquistos cru-
dos usados. El tamaño del árido resultante variaba entre
10 12,7 mm. y 2,38 mm. Una de tales tandas tenía un peso
específico final de 585 kg/m³. Otra tanda tenía un peso
específico de 455 kg/m³., mientras que una tercera tanda
tenía un peso específico de 615 kg/m³.

El árido de la invención se incorporó en
15 hormigón, para fines de ensayo. Se hicieron bloques de
ensayo, de 50,8 x 50,8 x 254 mm., según ASTM C-330-60T,
con una mezcla que comprendía:

20	Cemento Portland (Tipo II, ASTM C-150-62)	290 kg (6,81 sacos)
	Arena ligera	490 kg
	Arido del Ejemplo 1, 9,6 mm. y menos	182 kg
	Arido del Ejemplo 1, 9,6 a 19,1 mm.	141 kg
25		1255 kg (0,76 m ³ de árido se- co y arena)

Tras 7 días a la misma temperatura y hume-
dad, los bloques tenían una resistencia media a la com-
presión de 203 kg/cm²., según el ensayo ASTM C-39. Con
30 el mismo ensayo, tras un total de 28 días a humedad re-



lativa del 50% y 23°C., la resistencia a la compresión fué de 278 kg/cm².

Ejemplo 2.-

Esquistos sin tratamiento (control).

5 Unos esquistos que tenían un peso específico de aproximadamente 1780 kg/cm³, de un depósito de California del Norte, se trataron como en el Ejemplo 1. La materia prima se molió e hizo pasar por tamices de 1,68 mm. Después se amasaron los esquistos con agua, en una amasadora hasta humedad del 17%, como preparación para el procedimiento de extrusión de gránulos. La arcilla amasada fué extruída y cortada en cubos de 12,7 mm., efectuándose la extrusión sin vacío ni aceite en la boquilla. Luego se secaron los gránulos en el secador tipo rotatorio, hasta un contenido de humedad del 4%. Los gránulos secos se molieron a 15,9 mm. en el molino rotatorio, y, luego se introdujeron en un horno tipo rotatorio, siendo adecuada para la materia prima la temperatura de 1082°C. y tiempo de retención de 18 min.

20 El peso específico del producto quemado estaba comprendido entre 615 y 845 kg/m³. Se hicieron y sometieron a ensayo unos bloques, usando cemento Portland tipo II, según ASTM C-150-62. Los resultados de resistencia a la compresión, en ensayos de 7 días, dieron por término medio 173 kg/cm², y ensayos de 28 días dieron por término medio 261 kg/cm², realizados ambos como en el Ejemplo 1.

Ejemplo 3.

30 Esquistos del Ejemplo 2 más copos de cáscara de semilla de alazor.

14 JUN



Unos esquistos como los del Ejemplo 2, del mismo depósito de California del Norte, molidos a menos de 1,68 mm., se mezclaron con copos de cáscara de semilla de alazor, comprendidos en el intervalo de tamaños de 841 a 373 mm. La mezcla sólida era de 98% de esquistos y 2% de cáscaras de alazor, en peso (aproximadamente 87% de esquistos en volúmen). La mezcla se amasó con una solución acuosa de silicato sódico a de 1,5 a 2%, en una amasadora, en cantidad comprendida entre 14 y 16% sobre los sólidos. La arcilla amasada mezclada como antes, fué extruída en forma de cubos de 12,7 mm., efectuándose la extrusión sin vacío ni aceite en la boquilla. Los gránulos se secaron en el secador rotatorio, hasta un contenido de humedad del 4%, y los gránulos secos se molieron a 15,9 mm. en el molino rotatorio, para preparar la alimentación al horno. Los gránulos secos molidos fueron introducidos, con control de volúmen, en el horno tipo rotatorio, ajustándose a la materia prima la temperatura de 1010°C. y tiempo de retención de 19 min. El peso específico del árido fué de 520 a 650 kg/m³.

Usando cemento Portland tipo II, ASTM C-150-62, se hicieron y ensayaron unos bloques de ensayo, como en los Ejemplos 1 y 2. En el ensayo de 7 días, la resistencia a la compresión fué por término medio de 153 kg/cm², mientras que la media en el ensayo de 28 días fué de 265 kg/cm², lo que admite una comparación favorable con el material más pesado del Ejemplo 2.

Ejemplo 4.

Esquistos del Ejemplo 2 con copos de cáscara de arroz tratada.



Unos esquistos, del mismo depósito de California del Norte que los de los Ejemplos 2 y 3, molidos a menos de 1,68 mm., se mezclaron con cáscaras de arroz que habían sido tratadas como se ha indicado anteriormente, de tamaño comprendido entre 841 y 373 micras. La mezcla sólida era de 98% de esquistos y 2% de cáscaras de arroz, en peso. La arcilla fué amasada con agua en una amasadora, hasta de 15 a 18% de humedad, como preparación para el procedimiento de extrusión de gránulos, y la arcilla amasada, tal como se mezcló antes, fué extruída en cubos de 12,7 mm., efectuándose la extrusión sin vacío, desaireación, ni aceite en la boquilla. Los gránulos se secaron en un secador de tipo rotatorio, hasta un contenido de humedad del 4%, y los gránulos secos se molieron a 15,9 mm. en un molino rotatorio, como preparación para la alimentación al horno. Los gránulos secos molidos se introdujeron, con control de volúmen, en el horno tipo rotatorio, ajustándose a la materia prima la temperatura de 1004°C. y tiempo de retención de 19 min. El peso específico fué de 454 a 585 kg/m³. El hormigón hecho como en los Ejemplos 2 y 3 dió unos resultados de resistencia a la compresión al cabo de 28 días iguales a, por término medio, 264 kg/cm².

Tanto en el Ejemplo 3 como en el 4, se observó en el horno una reducción de combustible de 15 a 18% cuando se trataron las mezclas de cáscaras de alazor y arroz, arcilla y esquistos, en comparación con el Ejemplo 2.

Ejemplo 5.

Igual que el Ejemplo 4, pero con cáscaras de arroz no tratadas.

14 JUN 1954

Unos esquistos del mismo depósito de California del Norte, como en el Ejemplo 2, se mezclaron con cáscaras de arroz no tratadas, de tamaños comprendidos entre 841 y 373 micras. La mezcla de sólidos era de 98% y 2% de cáscaras de arroz no tratadas, en peso. Los materiales se molieron e hicieron pasar a través de un tamiz de 1,68 mm., se amasaron con agua en la amasadora hasta 16 a 18% de humedad, como preparación del procedimiento de extrusión de gránulos, y fueron extruídos como cubos de 12,7 mm., sin vacío, desaireación ni aceite en la boquilla. Los gránulos se secaron en un secador tipo rotatorio, hasta un contenido de humedad del 4%, y los gránulos secos se molieron a 15,9 mm. en un molino rotatorio, como preparación de la alimentación del horno. Los gránulos secos molidos fueron introducidos, con control de volumen, en un horno tipo rotatorio, siendo la temperatura de 1004°C. y el tiempo de retención de 19 min.

El peso específico del árido final fué de 373 a 568 kg/m³. Sin embargo, cuando se formaron bloques de hormigón por los mismos métodos que en los Ejemplos 2 a 4, el ensayo al cabo de 7 días dió una resistencia media a la compresión de sólo 112 kg/cm²., y el ensayo al cabo de 28 días dió una resistencia a la compresión de sólo 1690 kg/cm². Esto muestra la eficacia del tratamiento del Ejemplo 4.

Ejemplo 6.
Arido ligero fabricado con cáscaras de alazor en la fabricación de productos ligeros de arcilla.

Se hizo una mezcla de sólidos que comprendía arcilla machacada y molida hasta menos de 1,68 mm., ári-



dos ligeros fabricados en el Ejemplo 3 usando copos de cáscaras de alazor, molidos a menos de 4,76 mm., y cáscaras adicionales de alazor, tamizadas de forma que el 24,0% estaba comprendido entre 1680 y 841 micras, el 42,9% entre 841 y 420 micras, el 10,1% entre 420 y 250 micras, y el 23% era menor de 250 micras. En volúmen, la mezcla comprendía 70% de arcilla, 20% de áridos ligeros y 10% de copos de cáscaras de alazor. Se añadió a los sólidos agua que contenía 2% de silicato, en cantidad de 16% sobre el peso de los sólidos. El material fué extruído, secado durante 28 horas a 193°C., y calcinado durante 30 horas a 1038°C.

Los ladrillos producidos tenían textura de corte de alambre, eran muy duros, y en la superficie no había indicación alguna de calcinación de ningún árido o cáscara. El color era muy bueno; no había núcleos ni descoloración. Los ensayos de resistencia a la compresión en los ladrillos mostraron que tenían una resistencia al aplastamiento de más de 705 kg/cm². Un ensayo de absorción de agua, incluyendo una ebullición durante 5 horas, dió valores de 9 a 11%.

Ejemplo 7.

Serrín tratado

Después se usaron 0,91 kg. de serrín de pino, molido a 841 micras. Unos esquistos del condado de San Bernardino, California, que pesaban 1320 kg/m³., se molieron a menos de 1,68 mm. El serrín de pino ponderosa se empapó en aceite diesel n^o 2 durante la noche, y luego se puso en un secador durante 1,5 horas a 43°C. 0,91 kg. de este serrín tratado se mezclaron con 44,5 kg. de los esquistos molidos; luego se añadió agua hasta dar un contenido total de hume-

14 JUL



dad, justamente antes de entrar en el extrusor, del 17,25%. No había aceite en la boquilla del extrusor, y se empleó un vacío de 71,5 cm. La mezcla de serrín y esquistos fué muy difícil de extruir, y el tornillo y el cuerpo de la máquina tendían a calentarse rápidamente, debido al frotamiento. Cuando se cortó en cubos, el material extruído tendía a desmoronarse, no teniendo prácticamente resistencia en crudo. (Cuando se añadió más humedad, para llevar el contenido total de humedad al 19% , antes de meter el material en el extrusor, los gránulos salieron muy húmedos, y no se podían extruir). Los gránulos se calcinaron en un horno no rotatorio, tipo discontinuo, durante 18 min. a aproximadamente 1016°C. Cuando se retiraron los gránulos del horno, se halló que eran muy blandos, y que se desmenuzaban. El peso fué de 680 a 780 kg/m³, estando comprendidos los finos entre 910 y 1070 kg/m³. Con estos se hicieron barras de hormigón de 50,8 x 50,8 x 254 mm., usando 8,5 sacos de 42,7 kg. de cemento por m³., de sólidos secos totales, según ASTM C-330-60T y ASTM C-150-62, y como árido una mezcla de 50% de material comprendido entre 6,4 y 12,7 mm., y 50% comprendido entre 2380 y 373 micras. La resistencia a la compresión a los 7 días, ASTM C-39, fué solo de 79 kg/cm². Por tanto, el material es un fracaso.

Ejemplo 8.

25 Serrín tratado, con silicato sódico

Se usó la misma mezcla que la del Ejemplo 7, siendo la única diferencia que el agua añadida a la mezcla fué una solución al 1,5% de silicato sódico. El material fué aún muy difícil de extruir, pero hubo frotamiento y calentamiento del extrusor. Los gránulos fueron aún malos



y muy débiles al salir de la máquina. Los gránulos se tamizaron y calcinaron en un horno, durante 16,5 min. a hasta 1021°C. El resultado fué unos gránulos muy blandos con centros malos y un núcleo muy negro. El peso de los gránulos fué de 680 a 745 kg/m³ para el tamaño de 6,4 a 12,7 mm., y de 975 a 1040 kg/m³ para el tamaño de 2,38 mm. Cuando se hicieron barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., usando el cemento, como en el Ejemplo 7, la resistencia a la compresión al cabo de 7 días fué de 84 kg/cm². Se consiguió una ganancia de 4,9 kg/cm² usando silicato sódico.

Ejemplo 9.

Serrín tratado con silicona

Se repitió el Ejemplo 7 usando serrín sobre el que se había pulverizado una solución de silicona en un diluyente de pintura conocido como Thompson's Water Seal, y se secó durante la noche. Los gránulos eran aún muy débiles al salir del extrusor, y había que manipularlos muy cuidadosamente para evitar romperlos o desmenuzarlos. Cuando los gránulos se calcinaron en un horno durante 19 min. a 1074°C., salieron muy blandos y con un centro negro oscuro. El peso de los gránulos producidos fué de 650 a 715 kg/m³ para el tamaño de 6,4 a 12,7 mm., y de 970 a 1070 kg/m³ para el tamaño de 2380 a 373 micras. Unas barras de hormigón hechas como en el Ejemplo 7 tenían una resistencia a la compresión, a los 7 días, igual a 84 kg/cm².

Ejemplo 10.

Serrín tratado como en el Ejemplo 9, con adición de silicato sódico

14 JUN 1966



Se repitió el Ejemplo 9, pero sustituyendo el agua añadida por una solución de silicato sódico (solución en agua al 2% de una solución acuosa al 38%). De todos los ensayos realizados con serrín, este fué el material que fué extruído mejor que ninguno, y el cuerpo de la máquina y los gránulos fueron mucho más firmes al salir de la boquilla. Los gránulos se calcinaron en un horno durante 19 min. a 1021°C. Al salir del horno los gránulos eran blandos y tenían un núcleo negro oscuro en el centro, pero la parte de fuera de los gránulos era considerablemente más pesada que en los Ejemplos 7, 8 y 9. El peso del material producido fué de 650 a 715 kg/m³. para árido de 6,4 a 12,7 mm., y de 970 a 1070 kg/m³ para los finos de 2380 a 373 micras. Cuando se hicieron barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., como antes, la resistencia a la compresión al cabo de 7 días fué de 90 kg/cm², aparentemente debido al silicato sódico.

Ejemplo 11.

20 Serrín tratado en aceite de alazor.

Se repitió el ensayo del Ejemplo 10, salvo en que el serrín de pino había sido tratado por empapamiento en aceite de alazor para guisar, durante la noche, y luego se había puesto en un secador durante 1 hora 45 min., a 46°C. La mezcla se comprotó bien; hubo poco frotamiento. Los gránulos eran blandos cuando se extruyeron, y se calcinaron en un horno durante 18,5 min. a 1016°C. Los gránulos mostraron aún un centro negro muy oscuro, una vez retirados del horno. La parte exterior de los gránulos fué como en el Ejemplo 10. Peso del árido pro-



ducido: los de 6,4 a 12,7 mm., de 650 a 715 kg/m³; los de 2380 a 373 micras, de 970 a 1070 kg/m³. Cuando se hicieron como antes barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., la resistencia de compresión a los 7 días fué de 91,5 kg/cm².

5 Ejemplo 12.

Serrín. sin tratar

10 Se repitió el Ejemplo 8, usando silicato sódico, pero no se dió al serrín tratamiento alguno. Los gránulos obtenidos se calcinaron durante 19 min. a 1021°C., y salieron muy blandos y con un centro muy oscuro, con una delgada película en el exterior. No se comprobó el peso unitario de los gránulos. Cuando se hicieron como antes barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., la resistencia de compresión de las barras al cabo de 7 días fué de sólo 74 kg/cm².

15 Ejemplo 13.

Cáscaras de alazor.

20 Para comparar con los Ejemplos 7 a 12, los ensayos se repitieron de la misma forma con el mismo equipo, cambiando solo de serrín a cáscara de alazor molida a menos de 841 micras. Se añadió humedad hasta el 17,5%, sin silicato sódico. El material se extruyó muy bien, y los gránulos fueron buenos y fuertes al salir de la boquilla. Tendieron a desmenuzarse debido a algo de frotamiento en la boquilla, pero globalmente fueron firmes. Los gránulos se calcinaron en el horno durante 16 min. a 1004°C. Después de enfriar, los gránulos fueron muy firmes, y el color en el centro de los gránulos fué

30



gris claro. El peso unitario de los gránulos de 6,4 a 12,7 mm. fué de 520 a 615 kg/m³. El peso unitario de los finos de 2380 a 373 micras fués de 650 a 745 kg/m³. Las barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., hechas como en los Ejemplos 7 a 12, tenían una resistencia a la compresión al cabo de 7 días igual a 198 kg/cm².

Ejemplo 14.

Cáscaras de alazor y silicato sódico

Se repitió el Ejemplo 13, siendo el único cambio el uso de una solución acuosa al 1% de un material consistente en una solución acuosa de silicato sódico al 38%, siendo de 16,5% el contenido total de humedad antes de entrar en el extrusor. Los gránulos fueron muy firmes al salir del extrusor. Hubo muy pocas roturas. El cuerpo de la máquina no se calentó, y el material se extruyó uniformemente. Los gránulos se calcinaron en un horno durante 18 min. a 1004°C. Los gránulos fueron muy duros al salir del horno, y el centro de los gránulos tenía color gris claro. Mirando los gránulos bajo una lente se podía ver donde habían empezado a vitrificar. El peso unitario de los gránulos de 6,4 a 12,7 mm. fué de 485 a 550 kg/m³. El peso unitario de los finos de 2380 a 373 micras fué de 680 a 715 kg/m³. Las barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., hechas como antes, tenían una resistencia a la compresión a los 7 días igual a 204 kg/cm².

Ejemplo 15.

Cáscaras de arroz tratadas con silicona.

Se hizo una mezcla como la del Ejemplo 14, pero



5 en vez de cáscaras de semillas de alazor se trataron cáscaras de arroz molidas, menores de aproximadamente 841 micras, con Thompson'S Water Seal, y se dejaron secar durante la noche. Se añadió una solución acuosa de silicato sódico al 0,5%, siendo de 17,5% de agua el contenido de humedad del material antes de entrar en el extrusor. El material se extruyó muy bien, y el cuerpo de la máquina no se calentó. Las esquinas de los gránulos, cuando se extruyeron, no tiraron. Los gránulos fueron firmes y duros. Después se pusieron los gránulos en el horno, y se calcinaron durante 18,5 min. a 1010°C. Después de enfriar, los gránulos (cuando se rompieron para abrirlos) mostraban un centro gris claro, y eran muy duros. El peso unitario de los gránulos de 6,4 a 12,7 mm. fué de 520 a 585 kg/m³. El peso unitario de los finos de 2380 a 373 micras fué de 650 a 715 kg/m³. Las barras de 50,8 x 50,8 x 254 mm., hechas como antes, tenían una resistencia a la compresión a los 7 días igual a 220 kg/cm².

20 En producción comercial, el contro es de gran importancia, y la invención lo proporciona. Puesto que el contenido orgánico, y otras cualidades de los esquistos, pizarra y arcilla varían considerablemente, las proporciones de materiales añadidos, y los tratamientos dados, variarán ampliamente de un sitio a otro, pero después de unos pocos tanteos, o una vez conocidas las cualidades de la materia prima, los resultados se pueden repetir después con consistencia mucho mayor que la que se ha podido obtener hasta ahora.

30 Por ejemplo, en instalaciones en las que se usen esquistos de distintas procedencias, o de calidad



variable, es aconsejable mezclar los esquistos de forma que se produzca una mezcla uniforme. La cantidad de cáscaras de alazor, o similares, que se han de añadir se puede determinar por unos pocos ensayos de tanteo. Cuando los esquistos contienen una cantidad bastante grande de materia orgánica, puede ser adecuado el 2% de cáscaras de alazor, en peso, mientras que otros, esquistos pueden necesitar más.

El control se puede medir en el árido obtenido, que debe tener un peso específico de 325 a 730 kg/m³., y por la resistencia de bloques de hormigón para ensayo, hechos con ellos. Así, cuando se hace hormigón con cemento Portland tipo II, según ASTM C-150-62, en proporción de 8,5 sacos por m³ de materiales secos, siendo el árido totalmente el producto ligero de la presente invención, estando tamizado la mitad del árido entre 6,4 y 12,7 mm., y la otra mitad entre 2380 y 373 micras, se puede obtener una resistencia a la compresión de al menos 141 kg/cm², en 7 días, según ASTM C-39. De hecho, la resistencia es generalmente mucho mayor, llegando hasta aproximadamente 247 kg/cm². Además, el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días debe dar valores de al menos 247 kg/cm².

En la producción comercial, los tiempos de calcinación serán generalmente más largos que los indicados en los ensayos anteriores, ya que en producción comercial hay mucho más material en los hornos. Los gránulos se pueden apilar hasta un espesor total de 46, 61,5 ó 76,5 cm., o aún más. Por tanto, se necesitan generalmente 7 a 10 min. para llevar a los gránulos a la tempe-



ratura de cierre hermético, entre 399 y 593°C., en vez de aproximadamente 3 a 5 min. en los ensayos de laboratorio. El cierre hermético se debe efectuar rápidamente, pero sin hacer que se rompan los gránulos. Una vez cerrados herméticamente, la temperatura se aumenta más lentamente hasta una temperatura más alta, que puede ser tan baja como 871°C., para que haya un hinchamiento lento e igualado, acumulándose el gas sin romper los gránulos herméticamente cerrados. Estos necesitan típicamente de 12 a 20 min. en la producción comercial. Una vez alcanzados los 871°C., la temperatura se puede elevar a de 996 a 1093°C. para vitrificación, difusión de la temperatura y calcinación de impurezas. Esto exige aproximadamente de 10 a 15 min., por lo general, y se juzga por el tiempo necesario para calcinar el carbono y otras impurezas, y comunicar una película vítrea espesa.

La película resistente es importante para producir un árido resistente. Aparentemente, las cáscaras de semilla de alazor y cáscaras de arroz tratadas son capaces de proporcionar una película más gruesa y más resistente, debido a la cantidad de calor que pueden comunicar desde dentro del gránulo. La cantidad de calor suministrado por ellas está indicada por el hecho de que se obtiene mayor tonelaje de producción cuando están en la arcilla o esquistos o pizarra, en comparación con cuando están ausentes, y que estos se obtienen al mismo tiempo que se obtiene una calcinación más completa a menor temperatura del horno y con una reducción en el consumo de combustible aproximadamente igual a 17%. La obtención de un producto más ligero y más resistente con menor suministro de



5 calor al horno es un resultado sorprendente. Por ejemplo, si se comparan los Ejemplos 2 y 3 se vé que el producto de la invención, aunque más ligero, es más resistente. También se usó menos combustible. Así, el uso del tipo de materiales orgánicos de la invención dá resultados inesperados.

10 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el día 25 de junio de 1.965, bajo el nº 467.133, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

20 1.- Procedimiento para hacer árido ligeros que tienen gran resistencia, que comprende las operaciones de (a) mezclar (1) arcilla, esquistos o pizarra molidos, (2) un material orgánico de hinchamiento, molido, que tiene características de absorción de agua, capacidad de producción de gas, y capacidad de ser calcinado, de la naturaleza de las cáscaras de semilla de alazor, y (3)

25 agua, y (b) cerrar herméticamente, hinchar, y calcinar dicha mezcla.

2.- Procedimiento según el punto 1, donde el agua contiene hasta 2% de silicato sódico.

30 3.- Procedimiento según el punto 1, donde hay de 9 a 99 veces más de arcilla, esquistos o pizarra



que dé material orgánico de hinchamiento, y de 15 a 25% de agua respecto al total de ambos sólidos.

4.- Procedimiento según el punto 3, en el que la arcilla se muele a menos de 4,76 mm., y el material orgánico a menos de 1,68 mm.

5.- Procedimiento según el punto 4, en el que el material orgánico de hinchamiento es cáscara de semilla de alazor.

6.- Procedimiento según el punto 4, en el que el material orgánico de hinchamiento es cáscara de arroz tratada de forma que se impermeabilice.

7.- Procedimiento según el punto 4, en el que el producto resultante pesa de 325 a 730 kg/m³, y cuando se mezcla con cemento Portland en proporción de 8,5 sacos por m³ de material seco, según ASTM C-150-62 y C-330-60T., y se forman bloques de hormigón de 50,8 x 50,8 x 254 mm., usando como árido el 50% de dicho producto, tamizado entre 6,4 y 12,7 mm., y el 50% del mismo producto tamizado entre 2380 y 373 micras, un ensayo de resistencia a la compresión al cabo de 7 días da una resistencia de más de 141 kg/cm².

8.- Procedimiento para hacer un árido ligero que tiene gran resistencia, que comprende las operaciones de (a) mezclar (1) 90 a 99 partes en peso de arcilla, esquistos o pizarra molidos, (2) 1 a 10 partes en peso de cáscaras de semilla de alazor, molida a un tamaño menor de 1,68 mm., y (3) 15 a 25 partes en peso de agua, (b) formar gránulos con la mezcla, y (c) cerrar herméticamente, hinchar y calcinar dicha mezcla, bajo condiciones reductoras.



9.- Procedimiento según el punto 8, donde el agua contiene de 0,5% a 2% de silicato sódico.

5
10
10.- Procedimiento según el punto 8, donde la operación (c) la temperatura de cierre hermético está comprendida entre 399 y 593°C., y se eleva a este nivel lo más rápidamente que se pueda, sin romper los gránulos, elevándose luego la temperatura hasta aproximadamente 871°C., para hinchamiento, lo suficientemente despacio para evitar la rotura del cierre hermético, y luego se eleva la temperatura a un nivel de 982 a 1093°C., durante el tiempo suficiente para proporcionar una gruesa película vítrea sobre los gránulos.

11.- Procedimiento para hacer áridos ligeros que tienen gran resistencia.

15
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid,

14 JUN 1966

P.A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder,

fb.

311 01