

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 064**

21 Número de solicitud: 201930712

51 Int. Cl.:

C04B 18/24 (2006.01)

C04B 18/26 (2006.01)

C04B 16/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

31.07.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.02.2021

Fecha de concesión:

14.12.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.12.2021

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE JAÉN (100.0%)
Campus Las Lagunillas, S/N
23071 Jaén (Jaén) ES

72 Inventor/es:

MARTÍNEZ GARCÍA, Carmen;
COTES PALOMINO, María Teresa;
MORENO MAROTO, José Manuel;
UCEDA RODRÍGUEZ, Manuel y
COBO CEACERO, Carlos Javier

54 Título: **Procedimiento de obtención de un árido ultraligero y árido así obtenido**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un árido poroso de muy baja densidad fabricado por sinterización a partir de lodos arcillosos ricos en hierro y residuos de corcho. Al procedimiento de obtención de dicho árido y al uso del mismo en estructuras y piezas de hormigón, mampostería, pavimentos, ingeniería geotécnica, ingeniería civil, humedales artificiales, ingeniería ambiental, horticultura, jardinería y tejados verdes.

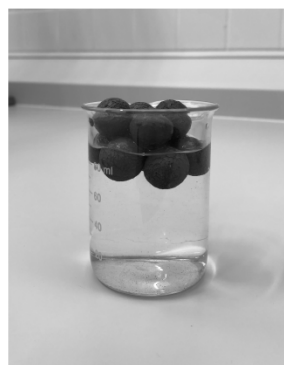


FIG. 2

ES 2 804 064 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de obtención de un árido ultraligero y árido así obtenido

Campo de la invención

5 La presente invención se encuadra en el campo general de la ingeniería química y desarrollo de nuevos materiales y en particular se refiere a un árido poroso de muy baja densidad fabricado por sinterización a partir de lodos arcillosos ricos en hierro y residuos de corcho, así como a su potencial uso en estructuras y piezas de hormigón, ingeniería geotécnica, floricultura y horticultura, entre otros.

10 **Estado de la técnica**

Generalmente, los áridos se obtienen mediante la explotación directa de recursos naturales ligeros (por ejemplo, vidrio volcánico o vermiculita) o bien se fabrican industrialmente a través de un proceso de transformación térmica partiendo de materias primas también naturales (principalmente arcilla, esquistos y pizarras) o bien
15 de subproductos industriales. En este ámbito, la producción de áridos ligeros ha sido estudiada con diferentes materias primas, entre ellas la arcilla y/o la adición residuos como cenizas volantes, cenizas de fondo, cenizas de lodos de depuradora, cenizas de combustión de residuos sólidos urbanos, escoria de alto horno, vidrio reciclado, residuos de minería, lodos de metales pesados o suelos contaminados, entre otros.
20 Sin embargo, en ningún caso se ha investigado la producción de áridos ultraligeros expandidos con los residuos detallados en la presente invención, siendo además destacable la obtención de un material de menor densidad que todos los ya existentes en el mercado o reportados en la bibliografía científica.

La expansión térmica es el método más extendido para fabricar áridos ligeros de alta
25 porosidad a escala industrial. Las materias primas son en primer lugar trituradas hasta un tamaño de partícula idóneo. Tras esto, el material se mezcla con un contenido de agua adecuado y se pelletiza en forma de gránulos de pequeño tamaño (normalmente de 4-10 mm aproximadamente). Una vez seco, el material se somete a un tratamiento térmico relativamente rápido a altas temperaturas (normalmente entre 1000-1300°C),
30 durante el cual, la partícula reblandece y sufre una expansión provocada por un

desprendimiento gaseoso en su interior. Al enfriar, las partículas endurecen conservando la porosidad provocada por las burbujas gaseosas.

En relación con estos materiales, por ejemplo, en el documento ES2085831 describe un sustrato poroso e hidrófilo a partir de un fango de depuradora.

- 5 Es necesario el desarrollo de nuevos áridos ultraligeros que partan de diferentes materias primas y que obtengan características de baja densidad que proporcionen ventajas como material ultraligero.

Breve descripción de la invención

- La presente invención muestra un producto granular altamente poroso y de muy baja
10 densidad (árido ligero artificial) fabricado a partir de dos nutrientes tecnológicos que actualmente se gestionan como residuos o subproductos, con el consiguiente gasto para la empresa productora y para el medio ambiente, sin perjuicio de poder emplear materiales naturales que se ajusten a las características deseadas. El residuo
15 dominante en la mezcla es un lodo arcilloso rico en hierro y de color rojo intenso, cuya procedencia puede ser la industria de la pigmentación u otras industrias químicas, mineras o de otra índole, mientras que como aditivo se emplea polvo de corcho
20 procedente del procesado industrial de dicho material. Tras tratamiento térmico, se obtiene un árido expandido ultraligero con una alta porosidad tanto cerrada como interconectada, cuya densidad es significativamente más baja que las de los
25 productos presentes en el mercado y/o reportados en bibliografía científica. Secundariamente, esto se traduciría en: menor carga portante de las estructuras que lo contengan, menor costes de transporte y puesta en servicio, mayor conductividad y retención hídrica, mayor aislamiento térmico y acústico, menor huella de carbono y, en definitiva, mayores posibilidades de aplicación que las de los productos empleados
en la actualidad para los mismos usos.

Por otro lado, al fabricarse a partir de distintos residuos industriales, tiene como ventaja la reutilización de productos de desecho, por lo tanto, suponiendo una mejora para el medio ambiente.

- 30 Por lo tanto, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la

fabricación un árido ultraligero expandido que comprende las siguientes etapas:

a) secado de un lodo arcilloso que comprende un contenido en óxido de hierro de 15-30 % en peso,

b) molturación y tamizado del lodo arcilloso de la etapa a),

5 c) mezclado del producto de la etapa b) con residuos de corcho en forma de polvo y mezclado con agua,

d) extrusión y pelletización del material de la etapa c),

e) secado del material granular pelletizado de la etapa d)

10 f) cocción en horno tubular rotatorio del material granular obtenido en e) según la siguiente secuencia: precalentamiento en la primera sección del tubo a una temperatura de unos 400-800°C durante unos 1,5-10 minutos; sinterización del material granular en la zona central del tubo a unos 1150-1250°C durante 2-30 minutos; enfriamiento rápido del material granular sinterizado, primero en la última sección del tubo, y finalmente en el exterior, hasta alcanzar la temperatura ambiente.

15 En la presente invención se entiende por “árido” al material granular que se añade como fase dispersa para obtener principalmente materiales de construcción, tales como hormigón, morteros y pavimentos, constituidos, por lo general, por rocas machacadas. En el caso de los 'áridos ligeros' suele tratarse de materiales altamente porosos de origen natural o fabricados artificialmente. Esta alta porosidad sería la
20 responsable de la baja densidad, resistencia a la helada y alto poder aislante térmico y acústico de los productos en los que son constituyentes.

En la presente invención se entiende por “árido ultraligero” al árido que tiene una densidad aparente igual o inferior a 200 kg/m³. De manera preferente entre 30kg/m³ y 180 kg/m³.

25 En una realización en particular, el porcentaje en peso de los materiales de partida respecto al porcentaje de peso total es:

95-99 % en peso de lodo arcilloso rico en óxido de hierro,

1-5 % en peso de polvo de corcho.

En una realización más en particular, el lodo arcilloso presenta como fases mayoritarias especialmente caolinita y cuarzo, mientras que las fases minoritarias serían hematites, goethita e illita, lo que se traduce en un contenido en óxido de hierro de 15-30 % en peso, óxido de silicio de 40-50 % en peso, óxido de aluminio de 10-25 % en peso y otros óxidos, como de titanio, potasio, magnesio, calcio o sodio entre 0.1-5 % en peso. La pérdida de masa por ignición del lodo arcilloso de la presente invención comprendería valores de 5-15 % en peso.

En otra realización en particular, el lodo arcilloso rico en hierro que comprende una plasticidad de media a alta, con una ratio índice de plasticidad/límite líquido superior a 0.3.

En otra realización en particular, los residuos de polvo de corcho que forman parte del árido expandido ultraligero de la presente invención, comprenden 55-70 % en peso de carbono, 6-10 % en peso de hidrógeno, 25-35 % en peso de oxígeno, 0.1-1% en peso de nitrógeno, 0.01-0.1 % en peso de azufre, y una pérdida por calcinación del 98-100 % en peso.

En una realización en particular, los residuos de polvo de corcho de la presente invención comprenden un poder calorífico inferior de 6300-6700 cal/g.

En una realización más en particular, el secado de los lodos de la etapa a) se realiza a una temperatura comprendida entre 60-120°C, preferentemente a una temperatura de 105°C.

En otra realización en particular, la molturación de los elementos de la etapa b) se realiza hasta alcanzar un tamaño de grano de 0.1-2 mm, preferentemente 0.2 mm.

En otra realización en particular, el porcentaje de agua añadido a la mezcla de la etapa c) se corresponde a aquel en el cual la pasta obtenida es plástica sin llegar a ser pegajosa, correspondiéndose preferentemente entre el 30% y el 60% en peso respecto al peso total de las materias primas.

En otra realización en particular, el tamaño del pellet conformado en la etapa d) comprenderá diámetros entre 1 mm y 25 mm, preferentemente 4-10 mm.

En otra realización en particular, el secado del material granular en la etapa e) se

llevaría a cabo entre 60-120°C, preferentemente a una temperatura de 105°C.

Otro aspecto de la invención se refiere a un árido ultraligero obtenido por el procedimiento definido en alguna de las realizaciones o aspecto definidos más arriba.

Otro aspecto de la invención se refiere al árido ultraligero expandido, que comprende
5 un índice de expansión del 50-70 %, una densidad aparente suelta de 0.15-0.25 g/cm³, una densidad de partícula de 0.30-0.40 g/cm³, una absorción de agua tras 24 horas en remojo de 25-35 % y una resistencia media al aplastamiento del grano individual de 0.1-2 MPa.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso de los lodos rojos arcillosos
10 ricos en hierro y los residuos de polvo de corcho de la presente invención para la fabricación de áridos ligeros.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del árido ultraligero expandido en hormigón ligero, morteros, pavimentos u otros elementos de construcción.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del árido ultraligero expandido
15 en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del árido ultraligero expandido en humedales artificiales y otras aplicaciones en ingeniería ambiental.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del árido ultraligero expandido de la presente invención en cultivos.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del árido ultraligero expandido
20 de la presente invención en jardinería y tejados verdes.

En la presente invención por “tejado verde” se entiende cualquier estructura aplicada a una fachada, principalmente pero no limitadas a tejados, que se recubre con vegetación. El término verde indica su valor ecológico y no se limita únicamente al
25 color de la vegetación.

Descripción de las figuras

Figura 1. Árido ultraligero presentado en esta patente. De izquierda a derecha:

aspecto externo; núcleo de un espécimen partido; detalle de la porosidad interna en la zona corteza-núcleo.

Figura 2. Áridos ultraligeros de esta patente flotando en el agua, demostrándose así su elevada ligereza.

- 5 Figura 3. Detalle de la porosidad en la zona corteza-núcleo del árido desarrollado. Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido.

Descripción detallada de la invención

El producto detallado en la presente invención ya ha sido desarrollado a escala de
10 laboratorio, según los siguientes pasos específicos:

- Secado en horno del lodo rojo a 105°C durante 24 h. El polvo de corcho no requirió secado debido a que ya se suministra seco.
- Disgregación en seco del lodo rojo mediante molienda mecánica hasta un tamaño de partícula inferior a 0.2 mm. El polvo de corcho no requirió molienda debido a que
15 ya presenta un tamaño individual de sus partículas adecuado.
- Preparación de una mezcla homogénea consistente en 97.5% de lodo rojo y 2.5 % de polvo de corcho (porcentajes en peso).
- Adición de un 40.5 % de agua. Posterior maceración durante 24 horas en condiciones herméticas para favorecer la completa distribución del agua por toda la pasta.
- 20 - Extrusión mecánica del material húmedo, pelletización en gránulos de unos 9-10 mm de diámetro y secado de éstos durante 24 horas al aire y al menos otras 24 horas en estufa a 105°C hasta secado completo.
- Cocción en un horno tubular rotatorio a escala de laboratorio a una velocidad de rotación de 2.5 rpm. Precalentamiento de los pellets a unos 400-800°C durante 1.5
25 min en la zona de entrada del tubo, para evitar su estallido. Tras esto, los pellets se introducen en la zona central del horno rotatorio donde se alcanza la máxima temperatura. En este caso, las temperaturas probadas con alto grado de satisfacción han sido 1200-1225°C. Tras 4 minutos de permanencia en la zona de máxima

temperatura, los pellets son reconducidos al exterior, donde se favorece un enfriamiento rápido.

El producto obtenido es un árido ligero artificial fabricado a partir de residuos con las siguientes características principales:

5 -Índice de expansión: 59.5 %.

-Densidad aparente suelta 180 kg/m³

-Densidad de partícula saturada con superficie seca 350 kg/m³

-Absorción de agua tras 24 horas según UNE-EN-1097-6: 30.6 %

10 -Resistencia mecánica al aplastamiento del árido individual: 0.4 MPa. (Yashima et al., 1987; Li et al., 2000):

El índice de expansión se mide según el documento; Fakhfakh, E., Hajjaji, W., Medhioub, M., Rocha, F., López-Galindo, A., Setti, M., Kooli, F., Zargouni, F., Jamoussi, F., 2007. Effects of sand addition on production of lightweight aggregates from Tunisian smectite-rich clayey rocks. Appl. Clay Sci. 35, 228–237.
15 doi:10.1016/j.clay.2006.09.006.

La densidad aparente suelta según UNE-EN-1097-3, 1999. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 3: Determinación de la densidad aparente y la porosidad. Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR Norma española.

20 La densidad de partícula saturada y la absorción de agua tras 24 horas según UNE-EN-1097-6, 2000. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua. Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR Norma española.

La resistencia mecánica al aplastamiento del árido individual según Yashima, S., Kanda, Y., Sano, S., 1987. Relationship between particle size and fracture energy or
25 impact velocity required to fracture as estimated from single particle crushing. Powder Technol. 51, 277–282 y Li, Y., Wu, D., Zhang, J., Chang, L., Fang, Z., Shi, Y., 2000. Measurement and statistics of single pellet mechanical strength of differently shaped catalysts. Powder Technol. 113 (1-2), 176–184. doi:10.1016/S0032-5910(00)00231-X.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación un árido ultraligero expandido que comprende las siguientes etapas:

- 5 a) secado de un lodo arcilloso que comprende un contenido en óxido de hierro de 15-30 % en peso,
- b) molturación y tamizado del lodo arcilloso de la etapa a),
- c) mezclado del producto de la etapa b) con residuos de corcho en forma de polvo y mezclado con agua,
- 10 d) extrusión y pelletización del material de la etapa c),
- e) secado del material granular pelletizado de la etapa d)
- f) cocción en horno tubular rotatorio del material granular obtenido en e) según la siguiente secuencia: precalentamiento en la primera sección del tubo a una temperatura de unos 400-800°C durante unos 1.5-10 minutos; sinterización del
- 15 material granular en la zona central del tubo a unos 1150-1250°C durante 2-30 minutos.; enfriamiento rápido del material granular sinterizado, primero en la última sección del tubo, y finalmente en el exterior, hasta alcanzar la temperatura ambiente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque el lodo arcilloso de la etapa a) representa un 95-99 % en peso respecto a la suma del peso del lodo y el
- 20 peso de polvo de corcho.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el lodo arcilloso comprende un contenido en óxido de hierro de 15-30 % en peso, óxido de silicio de 40-50 % en peso, óxido de aluminio de 10-25 % en peso y otros óxidos, como de titanio, potasio, magnesio, calcio o sodio entre 0.1-5 % en peso,
- 25 con una pérdida de masa por ignición del 5-15 % en peso.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque polvo de corcho comprende un 55-70 % en peso de carbono, 6-10 % en peso de hidrógeno, 25-35 % en peso de oxígeno, 0.1-1% en peso de nitrógeno, 0.01-0.1 % en peso de azufre, y una pérdida por calcinación del 98-100 % en peso.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el secado de los lodos de la etapa a) se realiza a una temperatura comprendida entre 60-120°C.
- 5 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la molturación de los elementos de la etapa b) se realiza hasta alcanzar un tamaño de grano de 0.1-2 mm.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tamaño del pellet conformado en la etapa d) comprenderá diámetros entre 1mm y 25 mm.
- 10 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el secado del material granular en la etapa e) se llevaría a cabo entre 60-120°C.
9. Árido ultraligero obtenido por el procedimiento definido en alguna de las reivindicaciones 1 a 8.
- 15 10. Árido ultraligero expandido, caracterizado porque comprende un índice de expansión del 50-70 %, una densidad aparente suelta de 0.15-0.25 g/cm³, una densidad de partícula de 0.30-0.40 g/cm³, una absorción de agua tras 24 horas en remojo de 25-35 % y una resistencia media al aplastamiento del grano individual de 0.1-2 MPa.
- 20 11. Uso del árido ultraligero expandido según cualquiera de las reivindicaciones 9-10 en hormigón ligero, morteros, pavimentos u otros elementos de construcción.
12. Uso del árido ultraligero expandido según cualquiera de las reivindicaciones 9-10 en aplicaciones geotécnicas y de ingeniería civil.
- 25 13. Uso del árido ultraligero expandido según cualquiera de las reivindicaciones 9-10 en humedales artificiales y otras aplicaciones en ingeniería ambiental.
14. Uso del árido ultraligero expandido según cualquiera de las reivindicaciones 9-10 en cultivos o jardinería.
15. Uso del árido ultraligero expandido según cualquiera de las reivindicaciones 9-10 para la construcción de tejados verdes.



FIG. 1



FIG. 2

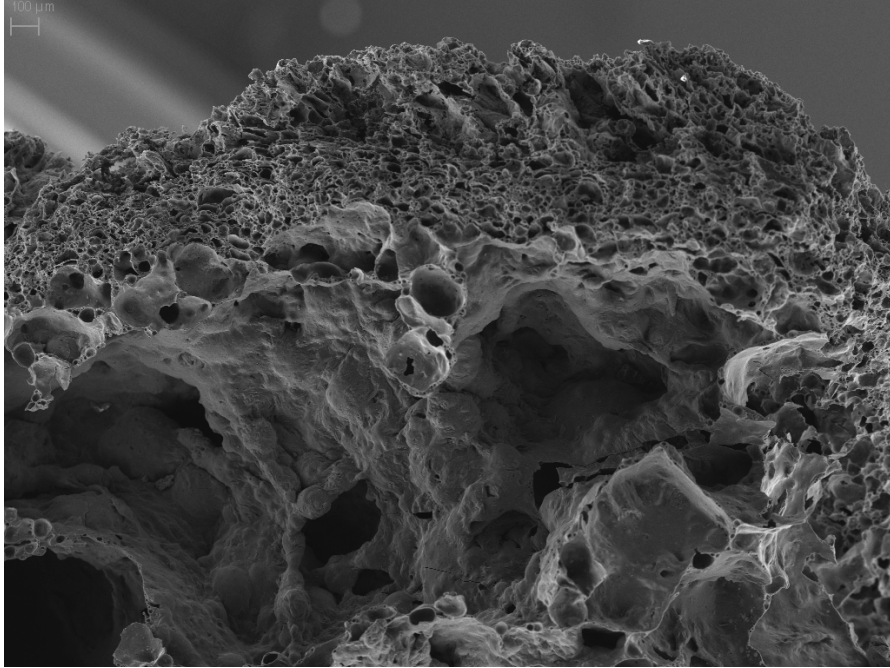


FIG. 3