

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 042**

21 Número de solicitud: 201730512

51 Int. Cl.:

**C04B 14/38** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**30.03.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**21.07.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA  
(100.0%)  
PLAZA DE LA UNIVERSIDAD 2. EDIFICIO JOSE  
PRAT  
02071 ALBACETE ES**

72 Inventor/es:

**MORENO MAROTO, Jose Manuel ;  
ALONSO AZCÁRATE, Jacinto y  
GONZÁLEZ CORROCHANO, Beatriz**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

54 Título: **Árido ligero artificial con fibras de carbono, fibras de grafito o una mezcla de ambas, y procedimiento de obtención del mismo**

57 Resumen:

Árido ligero artificial con fibras de carbono, fibras de grafito o una mezcla de ambas, y procedimiento de obtención del mismo.

La presente invención comprende un árido ligero artificial caracterizado porque comprende una cantidad de fibras que se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o una mezcla de ambas. Adicionalmente, la presente invención también comprende el correspondiente proceso de obtención de dichos áridos ligeros artificiales.

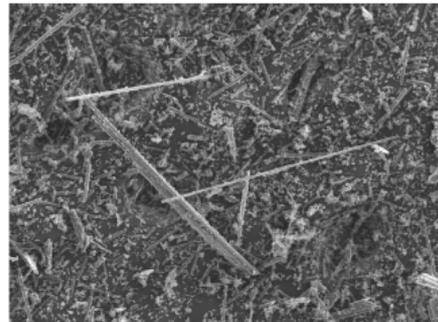


FIG. 1

**ES 2 626 042 A1**

**Árido ligero artificial con fibras de carbono, fibras de grafito o una mezcla de ambas, y procedimiento de obtención del mismo**

**DESCRIPCIÓN**

5

La presente invención se basa en áridos ligeros artificiales que comprenden fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito. Adicionalmente, la presente invención se refiere al proceso de fabricación de dichos áridos ligeros artificiales.

10

Estos áridos ligeros artificiales presentan un amplio abanico de aplicaciones en diferentes sectores técnicos, particularmente, el sector de la construcción, la geotecnia o ingeniería geotécnica, y en horticultura.

15 **Antecedentes de la invención**

A lo largo de las décadas se ha producido un desarrollo vertiginoso de nuevos materiales compuestos debido a las crecientes necesidades del mercado en cuanto a mayor resistencia de los materiales, aislamiento y otras propiedades mecánicas, especialmente en los sectores de construcción y geotecnia, así como también a la aparición y desarrollo de nuevos materiales. En estos sectores industriales, resulta habitual el uso de áridos, que generalmente son materiales granulados pétreos, comprendiendo un amplio abanico de tamaños, mineralogía y origen, siendo los más habituales las arenas y las gravas de origen natural. Por ejemplo, dichos áridos sirven de base para fabricar hormigón, el pavimento de las carreteras, o incluso el balasto de las vías férreas. El proceso de producción de áridos naturales se lleva a cabo por actividad minera, y tiene asociados perjuicios medioambientales, tales como emisiones de partículas, ruido o un impacto paisajístico negativo, entre otros. Además, estos áridos requieren una etapa previa de limpieza para la eliminación de la arcilla y posibles restos orgánicos presentes, lo que requiere el uso de una cantidad ingente de agua, que después se convertirá en lodo, generando así unos residuos que, aunque no presentan toxicidad, son de difícil tratamiento. Por ello, existe una necesidad creciente de encontrar nuevas estrategias para el aprovechamiento de estos lodos residuales y para producir áridos de una manera más limpia.

35 En este contexto, se debe mencionar que en las últimas décadas han cobrado especial interés los áridos ligeros (*"lightweight aggregates"* o LWA), cuyo origen puede ser tanto

natural (por ejemplo, procedentes de ciertos materiales volcánicos), como artificial (producidos industrialmente, principalmente mediante procesos cerámicos). Este tipo de materiales ofrecen numerosas ventajas, tales como una menor densidad del material, un coste de transporte menor, ligereza, y excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico. Así, se conocen numerosas aplicaciones para estos materiales, como por ejemplo, prefabricados de hormigón, hormigón estructural, materiales para suelos radiantes, materiales refractarios, tejas, preparados para horticultura sin tierra (cultivos hidropónicos) o cubiertas para el suelo en aplicaciones agrícolas, entre otras.

10 En la patente US3909283A se describe un proceso de síntesis de áridos ligeros en forma de pellets, que comprende la pulverización y mezcla de 90-99% en peso de un material mineral seleccionado entre arcilla, pizarra y algunos residuos minerales, 1-7% en peso de carbonato de calcio, y 1-7% en peso de un material carbonoso, preferiblemente carbón o coque. La mezcla se somete a pelletización, secado, y cocción a una temperatura aproximada de 15 2200°F (~1204°C) durante 5 minutos. La novedad del proceso radicaba en la adición combinada de carbonato de calcio, procedente de piedra caliza o mármol, y carbón u otra forma de material carbonoso, aparentemente de origen natural (e.g. coque), sobre el material de base. Se indica que el primero es un ingrediente esencial para el control del aumento del tamaño de los pellets, mientras que el segundo meramente cumple la función 20 de aumentar la temperatura de disociación de la piedra caliza o el mármol, que actúan como fuente de dióxido de carbono.

En KR101508537 también se describen áridos ligeros de origen natural, basados en cenizas volantes, obtenidos por un proceso que comprende las etapas de (a) mezcla de 1-5 partes 25 en peso de aglutinantes por cada 100 partes en peso de cenizas volantes, con 5-25% en peso de contenido de carbono no combustionado procedente de una planta de energía termoeléctrica, (b) extrusión de la mezcla obtenida y cortarla o bien moldearla con forma de pellet, (c) secado en un horno rotatorio a 150-300°C durante 30-60 min., (d) calcinación a 750-800°C durante 60-70 min. y (e) cocción a 1150-1200°C durante 30-60 min. Se indica en 30 dicho documento que el contenido total de las cenizas volantes es igual o inferior al 5%.

Por otro lado, la patente de invención ES0237731A1 describe un procedimiento para la fabricación de hormigón ligero, en el que se utiliza carbonilla procedente de la combustión de carbones, estabilizada como árido inerte, a la vez que se aprovecha la parte inorgánica 35 de la fibra vegetal presente. Este proceso requiere, en primer lugar, la limpieza de la carbonilla, tras su trituración inicial, con ácido clorhídrico, lejía de sosa o ácido sulfúrico,

para eliminar los posibles restos de óxido de cal, azufre y otras sustancias sulfurosas, o las sales deliquescentes, *i.e.* sales capaces de absorber la humedad del aire y disolverse en ella; posteriormente, se procede a la mineralización de la viruta de madera con acetato de alúmina, una disolución de silicato de potasa o una disolución de cloruro cálcico, en función de la dureza de dicha viruta, y fluato sódico (*i.e.* una mezcla o combinación de ácido fluorhídrico con una base salificable). Por último, se prepara la mezcla que conduce a la obtención del hormigón ligero, utilizando carbonilla estabilizada, fibra vegetal mineralizada, cemento portland o una cantidad equivalente de otro aglomerante, y agua, en una relación agua/cemento de 0,4.

10

En el documento ES2360003B1 se describe también un hormigón de ultra alta resistencia, en este caso armado con fibras de acero, que comprende al menos un cemento Portland de categoría CEM I (600-800 kg/m<sup>3</sup>), áridos (900-1300 kg/m<sup>3</sup>), fibras de refuerzo añadidas (150-210 kg/m<sup>3</sup>), comprendiendo estas al menos una fibra de acero, cargas (900-1300 kg/m<sup>3</sup>) incluyendo carbonato de calcio natural y nanosílice, un aditivo superplastificante a base de policarboxilatos (45-55 kg/m<sup>3</sup>) y agua potable (125-160 kg/m<sup>3</sup>). Las fibras metálicas de refuerzo representaban un 2% de volumen, y los áridos comprendían arena de caliza (0-1 mm de tamaño de grano) y arena de sílice (0-7 mm de tamaño de grano). Este producto compuesto se obtiene tras una mezcla en seco y conduce a la obtención de un producto de elevada resistencia que, sin embargo, presentará un peso y densidad elevados debido a la presencia de fibras de acero, lo que afectará a las propiedades y aplicaciones del producto final.

15  
20

Dentro del sector técnico de los áridos ligeros, con los años han ido surgiendo también nuevos materiales avanzados de tipo árido ligero artificial, en donde los materiales son manipulados industrialmente para conseguir propiedades específicas.

25

Así, JPH0578158A aborda la fabricación de áridos ligeros artificiales, en este caso de una mezcla de mortero de grafito ligero con recubrimiento homogéneo y aislante térmico, mediante la adición de cemento y diferentes tipos de aditivos sobre una lámina de grafito. Dicha lámina procede de grafito natural, que ha sido tratado con ácido peroxosulfúrico para proporcionar un agregado expandido de láminas de grafito, que posteriormente se mezclará con cemento, polvo de resina polivinílica de alcohol, y fibras de vidrio resistentes a condiciones alcalinas. En este caso, se indica que la elevada resistencia del material obtenido se debe a las características del material agregado laminar, y que esta además se puede mejorar mediante la adición de agua, fibras de vidrio y resinas sintéticas.

30  
35

Por otra parte, JPH05117823A refiere un material fibroso complejo como material de refuerzo, que comprende una matriz metálica de fórmula general  $Al_aP_bQ_c$ , en donde P es Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr o Mo, Q es Fe, Ni, Co o al menos un elemento metálico seleccionado entre Cu y Zn, y a, b y c corresponden a porcentajes atómicos de  $10 \leq a \leq 99,88$ ,  $0,1 \leq b \leq 80$ , y  $0,1 \leq c \leq 55$ . Respecto a la parte propiamente fibrosa, esta comprende un 92% o más de carbono, particularmente cristales de carbono en forma de lazo continuo, apilado con láminas de carbono de estructura cristalina hexagonal, o alternativamente, carbono con estructura de carbono grafito, además de grupos aromáticos unidos por medio de enlaces amida, entre otros compuestos.

10

Por ejemplo, en la patente AT394714B se describe un proceso de producción de áridos ligeros artificiales destinados al uso en construcción para la protección frente al fuego y la radiación. Dichos áridos ligeros están basados en fibras de celulosa procedentes de materiales residuales tales como papel, trozos de tela, etc., que se humedecen, se someten a granulación, se recubren con cemento y sobre las que, adicionalmente, antes o después de la etapa de granulación se pueden incorporar agentes aditivos tales como materiales que contienen plomo, grafito, parafina, polvo de aluminio y/u otros materiales resistentes a la radiación.

15

De hecho, en los últimos años, existe un creciente interés por el aprovechamiento de los lodos generados en la mayoría de procesos de obtención de áridos, así como de los desechos procedentes de la minería, e incluso, el aceite usado de los vehículos, con el fin de mejorar el tratamiento de estos residuos y reducir su impacto medioambiental.

20

Además, este aprovechamiento también podría resultar interesante desde el punto de vista de las propiedades del material compuesto final obtenido, ya que numerosos materiales del estado de la técnica basados en áridos ligeros, tal como se puede observar en los documentos arriba citados, requieren el uso de fibras de acero, con el impacto que esto supone en cuanto al peso y densidad el producto final, así como en sus propiedades mecánicas, y en consecuencia, limita sus aplicaciones industriales.

30

### **Descripción detallada de la invención**

Un objetivo de la presente invención se refiere a un árido ligero artificial caracterizado porque comprende una cantidad de fibras que se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de

35

grafito. La introducción de dichas fibras proporciona materiales compuestos reforzados, con propiedades mecánicas mejoradas respecto al estado de la técnica. Particularmente, la adición de fibras conduce a la obtención de áridos ligeros artificiales que presentan una estructura con elevada porosidad y características fibrosas.

5

Por “fibra de carbono” se entiende, en el estado de la técnica, una fibra sintética constituida por una pluralidad de filamentos de carbono. Típicamente, dichas fibras se obtienen a partir de poliacrilonitrilo (PAN) mediante pirólisis, aunque también se pueden utilizar precursores celulósicos e incluso brea. Se conoce que este tipo de fibras presenta una estructura amorfa con forma de lazos de anillos hexagonales, con una ordenación a corto alcance.

10

Por “fibra de grafito” se entiende, en el estado de la técnica, una fibra de carbono que ha sido sometida a condiciones de mayor temperatura, y durante un tiempo más prolongado, en comparación con las condiciones utilizadas habitualmente en la obtención de fibras de carbono; habitualmente, se obtiene este tipo de fibra por tratamiento a una temperatura superior a 1300°C. Las fibras de grafito se caracterizan por una estructura cristalina en forma de lazos de anillos hexagonales, ordenados en láminas que se sitúan paralelamente entre sí de forma regular, con interacciones relativamente débiles.

15

El término “aproximadamente”, tal como se utiliza en la presente invención cuando precede a un valor de temperatura y se refiere al mismo, pretende designar cualquier valor de temperatura comprendido en un rango correspondiente al  $\pm 10\%$  de su valor numérico, preferiblemente un rango correspondiente al  $\pm 5\%$  de su valor numérico, más preferiblemente un rango correspondiente al  $\pm 2\%$  de su valor numérico, y todavía más preferiblemente un rango correspondiente al  $\pm 1\%$  de su valor numérico. Por ejemplo, “aproximadamente 100°C” debe interpretarse como un rango de 90°C a 110°C, preferiblemente un rango de 95°C a 105°C, más preferiblemente un rango de 98°C a 102°C, y todavía más preferiblemente un rango de 99°C a 101°C.

25

En una primera realización, la invención se refiere a un árido ligero artificial caracterizado porque comprende una cantidad de fibras que se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito, y una cantidad de matriz mineral.

30

Preferiblemente, la cantidad de fibras que se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de

35

grafito, está comprendida entre 0,1% y 25% en peso respecto al peso total del árido ligero artificial. De forma más preferida, dicha cantidad de fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito, está comprendida entre 1% y 15% en peso respecto al peso total de dicho árido ligero artificial; todavía más preferiblemente, dicha cantidad de fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito, está comprendida entre 2,5% y 10% en peso respecto al peso total de dicho árido ligero artificial.

Además, dichas fibras pueden estar presentes en diferentes formas y/o estados conocidos en el estado de la técnica, siempre que dichas formas y/o estados permitan su aplicación en la preparación de áridos ligeros artificiales de acuerdo con la presente invención.

En una realización preferida, las fibras presentes en el árido ligero artificial se encuentran en forma de polvo. Dicho polvo puede presentar un contenido de fibras seleccionado entre fibras individuales, partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, o cualquiera de sus mezclas. Particularmente, es posible distinguir a nivel macroscópico las fibras individuales presentes en dichas partículas de fibras, estando dichas fibras unidas entre sí longitudinalmente, es decir, a lo largo de su longitud mayor. Esta unión longitudinal se asocia típicamente a la presencia de una cantidad de resina, que actúa como agente de recubrimiento de dichas fibras, rodeándolas y contribuyendo a su unión, aunque podrá estar definida por otro tipo de interacción que resultará evidente para el experto en la materia.

En la FIG. 1 se puede apreciar un ejemplo ilustrativo de un contenido de fibras de la invención, que consiste en una mezcla de fibras individuales y partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente. Por otro lado, en la FIG. 2 se ilustra otra realización de la presente invención en donde dicho contenido de fibras está formado por fibras individuales de una longitud promedio de 60-70  $\mu\text{m}$ . La FIG. 3, en cambio, refleja una realización particular en donde el contenido de fibras está formado, mayoritariamente, por partículas de fibras de tamaño significativo (e.g. 1,15 mm x 0,28 mm) formadas por una pluralidad de fibras individuales.

Preferiblemente, las fibras individuales comprendidas en los áridos ligeros de la presente invención presentan una longitud promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ . En particular, dichas fibras individuales presentan además un diámetro promedio comprendido entre 3  $\mu\text{m}$  y 10

$\mu\text{m}$ ; en una realización preferida, el diámetro promedio de dichas fibras individuales es de 7  $\mu\text{m}$ .

En una realización preferida, las fibras individuales presentes en los áridos ligeros de la presente invención presentan una longitud promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ , y un diámetro promedio comprendido entre 3  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ . Todavía más preferiblemente, dichas fibras individuales presentan una longitud promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ , y un diámetro promedio de 7  $\mu\text{m}$ .

Por otro lado, las partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales que pueden formar parte de la presente invención presentan un diámetro promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ , y una longitud promedio comprendida entre 1 mm y 6 mm. Dado su tamaño, además, a menudo estas partículas de fibras pueden ser observables macroscópicamente.

Opcionalmente, tanto las fibras individuales, como las partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, o cualquier mezcla de fibras individuales y partículas de fibras, pueden estar recubiertas por una cantidad de resina, preferiblemente endurecida. El hecho de que la resina utilizada en la presente invención esté endurecida tiene como objeto incrementar la resistencia mecánica de la propia resina; dicho endurecimiento se puede llevar a cabo, por ejemplo, por exposición de la resina curada a disolventes, como por ejemplo metiletilcetona (MEK), o bien por otros métodos conocidos en el estado de la técnica.

Ejemplos de resinas adecuadas para la presente invención incluyen, pero no se limitan a, resinas termoestables, resinas termoplásticas o resinas compuestas con propiedades termo-protectoras, *i.e.* que protegen las fibras frente a altas temperaturas.

Se entienden por resinas compuestas con propiedades termo-protectoras, aquellas resinas que están cargadas con uno o más ingredientes adicionales en su composición, como por ejemplo,  $\text{B}_4\text{C-SiC}$ ,  $\text{SiC}$ , o  $\text{TiC}$ , lo que permite que dichas resinas protejan las fibras que recubren frente a temperaturas elevadas. Ejemplos de resinas termoestables incluyen, pero no se limitan a, resinas epoxi, resinas de poliuretano y resinas de poliéster insaturado. Ejemplos de resinas termoplásticas incluyen, pero no se limitan a, polipropileno (PP), polimetilmetacrilato (PMMA), polieterimidias (PEI).

De forma particularmente preferida, dicha resina endurecida se encuentra en forma de polvo.

5 Merece la pena destacar el hecho de que dicho recubrimiento de una cantidad de resina, preferiblemente endurecida, es opcional, lo que significa que la cantidad de fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito, presente en los áridos ligeros artificiales de la presente invención, puede proceder directamente del reciclado de materiales compuestos, pero también se pueden utilizar fibras limpias, entendiéndose como tal fibras que no presentan recubrimiento de resina. Esta  
10 versatilidad resulta especialmente ventajosa, ya que permite utilizar fibras de diferente procedencia, sin que sea necesaria la eliminación previa del recubrimiento resinoso, obteniendo en todos los casos áridos ligeros artificiales eficientes. Es posible también, por ejemplo, la utilización de fibras disponibles comercialmente, en forma de polvo. El aspecto de mayor relevancia, respecto a las fibras de partida seleccionadas, es que el tamaño de  
15 estas sea suficientemente pequeño para llevar a cabo una pelletización eficiente.

Por otro lado, tal como se ha indicado anteriormente, los áridos ligeros artificiales de la presente invención comprenden, además, una cantidad de matriz mineral.

20 Dicha cantidad de matriz mineral se caracteriza por comprender una cantidad de aluminosilicatos, que preferiblemente serán los ingredientes mayoritarios en dicha matriz. La matriz mineral utilizada para la obtención de los áridos ligeros artificiales de la presente invención procede, preferiblemente, de una matriz mineral de partida con un comportamiento inicial plástico, que se verá modificado (*i.e.* pérdida de plasticidad) durante  
25 el proceso de obtención de los áridos ligeros artificiales, debido a la pelletización y tratamiento térmico de las mezclas de fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y fibras de grafito, con la propia matriz mineral.

En particular, dicha cantidad de material mineral comprende una cantidad de al menos un  
30 material que se puede seleccionar entre, por ejemplo:

- arcillas naturales tales como illita, caolín, esmectita o sepiolita,
- lodos arcillosos, por ejemplo procedentes del lavado de áridos naturales,
- materiales arcillosos, que pueden estar asociados, por ejemplo, a operaciones mineras o de dragado,

- materiales arcillosos plásticos de tipo mineral procedentes de residuos industriales, de construcción, domésticos, de filtración/depuración de aguas residuos agrícolas, o
- cualquier combinación de los materiales anteriores.

5 El experto en la materia entenderá que otros materiales arcillosos de diferente procedencia resultarán también aplicables a la presente invención, resultando uno u otro de mayor interés en función de las propiedades finales deseadas para el árido ligero artificial.

Es importante destacar que aunque la matriz mineral utilizada para la obtención de los áridos ligeros artificiales de la presente invención procede preferiblemente de una matriz mineral de partida con comportamiento plástico, esto no excluye en modo alguno la presencia de uno o más compuestos minerales no plásticos o de plasticidad limitada; sin embargo, la cantidad de estos uno o más compuestos minerales no plásticos o de plasticidad limitada dependerá de que se mantenga la plasticidad de la matriz mineral de partida.

15 Dichos compuestos minerales no plásticos o de plasticidad limitada presentan, preferiblemente, un diámetro promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ . Ejemplos no limitativos de dichos compuestos minerales no plásticos o de plasticidad limitada incluyen:

- limos o arenas finas naturales,
- 20 - cenizas generadas en procesos industriales o de incineración de residuos, tales como cenizas volantes y cenizas de fondo,
- lodos o material fino no arcilloso vinculado a operaciones mineras o de dragado,
- lodos formados durante el corte, pulido y tratamiento de rocas ornamentales, piezas cerámicas y vidrios,
- 25 - polvo de roca en general,
- residuos minerales de construcción o demolición en forma de polvo,
- zeolitas, o
- cualquier combinación de los compuestos anteriores.

30 El experto en la materia entenderá que otros compuestos minerales no plásticos o de plasticidad limitada de diferente procedencia resultan también aplicables a la presente invención, siendo uno u otro de mayor interés en función de las propiedades deseadas para el árido ligero artificial.

35 Preferiblemente, la cantidad de matriz mineral presente en los áridos ligeros artificiales de la presente invención comprende una cantidad de uno o más aluminosilicatos y una cantidad

de uno o más compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente. Dichos uno o más compuestos orgánicos actúan como aditivos generadores de gases, por lo que su presencia resulta especialmente ventajosa ya que facilita la expansión de los pellets de árido ligero artificial durante la etapa de tratamiento térmico (*i.e.* cocción) del proceso de obtención.

5

Dichos uno o más compuestos orgánicos pueden estar presentes de forma intrínseca en la matriz mineral (*e.g.* materia orgánica presente en la arcilla), o alternativamente, se pueden incorporar con el objetivo de modificar las propiedades de los áridos ligeros artificiales obtenidos.

10

Ejemplos no limitativos de dichos uno o más compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente incluyen:

- lodos de depuradora,
- 15 - plásticos pulverizados,
- restos vegetales,
- residuos asociados a actividades forestales o agrarias,
- aceites reciclados,
- papel pulverizado, o
- 20 - cualquier combinación de los compuestos anteriores.

El experto en la materia entenderá que otros compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente de diferente procedencia resultan también aplicables a la presente invención, siendo uno u otro de mayor interés en función de las propiedades deseadas para el árido  
25 ligero artificial.

De forma preferida, dicha cantidad de uno o más compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente está comprendida entre 0,2% y 5% en peso respecto al peso total de la matriz mineral; más preferiblemente, la cantidad de uno o más compuestos orgánicos  
30 estables a temperatura ambiente está comprendida entre 0,5% y 5% en peso respecto al peso total de la matriz mineral.

Dichos uno o más compuestos orgánicos se encuentran, en una realización preferida, en fase sólida; en este caso, además, de forma más preferida presentan un diámetro promedio  
35 igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ .

En una segunda realización, la presente invención se refiere al procedimiento de preparación de un árido ligero artificial.

Más específicamente, en esta segunda realización la presente invención se refiere al procedimiento para la preparación de un árido ligero artificial caracterizado porque  
5 comprende las siguientes etapas:

- a) Mezcla de una cantidad de fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y grafito, y una cantidad de matriz mineral con propiedades plásticas,
- 10 b) Adición de una cantidad de agua sobre la mezcla obtenida en la etapa a),
- c) Pelletización,
- d) Secado de los pellets obtenidos en la etapa c), y
- e) Tratamiento térmico de los pellets obtenidos en la etapa d) a una temperatura comprendida entre aproximadamente 900°C y 1300°C.

15

La cantidad de fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y grafito, y la cantidad de matriz mineral con propiedades plásticas que se mezclan en la etapa a) de este procedimiento, pueden ser variables, aunque la proporción en peso entre ambos ingredientes (*i.e.* fibras y matriz  
20 mineral) depende del tipo de matriz mineral que se utilice.

20

Respecto a la etapa b), preferiblemente, se lleva a cabo un mezclado, de forma simultánea a la adición de agua, para asegurar la mezcla homogénea de la cantidad de fibras y la cantidad de matriz mineral de la etapa a). Esta mezcla se puede llevar a cabo, a nivel  
25 industrial, por ejemplo, en un plato rotario, o bien mediante cualquier otro tipo de sistema mecánico de amasado, sin excluir la opción de amasar también la mezcla de manera manual. El proceso de adición de agua y subsiguiente amasado se prolongará tanto tiempo como sea requerido, hasta que se observen gránulos del tamaño deseado en el caso de utilizarse por ejemplo un sistema de plato rotatorio, o bien hasta que la consistencia de la  
30 pasta sea la adecuada, en el caso de utilizar un sistema de extrusión previo a la pelletización. Con esta finalidad, es decir, la de facilitar la posterior pelletización de la mezcla obtenida en la etapa a) en la etapa c) posterior, se añade agua en la etapa b), debido a que es necesario conseguir un cierto nivel de humedad que asegure el comportamiento plástico de la mezcla, facilitando así la pelletización.

30

La humedad óptima, y en consecuencia, la cantidad de agua necesaria en dicha etapa b), depende de la composición de cada mezcla particular, y especialmente, de los límites de plasticidad de dicha mezcla. Habitualmente, dichos límites de plasticidad se determinan mediante el método de Atterberg.

5

Se conoce en el estado de la técnica que los límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos de forma fiable. Estos se basan en la existencia de cuatro grados de consistencia en función de su humedad; así, se considera que un suelo se encuentra en estado sólido cuando está completamente seco, y conforme se adiciona agua, este pasa sucesivamente a un estado semisólido, después a un estado plástico, y finalmente, a un estado líquido. Los límites que marcan la transición de un estado a otro se conocen precisamente como “límites de Atterberg”. Según Atterberg, por ejemplo, una arcilla es más plástica cuanto más separados están su límite plástico (*i.e.* menor porcentaje de agua añadida a la mezcla inicial que permite que sea moldeable una pasta cerámica) y su límite líquido (*i.e.* porcentaje de agua añadida a la pasta que hace que esta no tenga suficiente resistencia mecánica para ser moldeable). El límite líquido se determina habitualmente mediante la cuchara de Casagrande (Norma UNE 103-103-94. «Determinación del límite líquido de un suelo por el método de la cuchara»), mientras que el límite plástico se determina habitualmente a partir del moldeo manual de pequeños cilindros (Norma UNE 103-104-93. «Determinación del límite plástico de un suelo»). Este método es aplicable al estudio de mezclas de cualquier material de granulometría fina con agua.

Alternativamente, se pueden utilizar otros métodos diferentes al de Atterberg para la determinación de los límites de plasticidad, como por ejemplo el método de Pfefferkorn, según el cual el índice de plasticidad se define como el contenido en humedad al cual la probeta cilíndrica sufre una deformación axial del 70% (J.H. Yelden. “*Van Der. Analysis of the Pfefferkorn test. Ziegelind*” *Int.* **1979**, 32(9), 532-542; A.M. Querol. “*Aplicación del método Pfefferkorn al control de la plasticidad en pastas de extrusión*”. *Bol. Soc. Esp. Cera m. Vidr.* **1983**, 22(5), 285-289; T. Haase. “*Der Pfefferkorn-Apparat als absolut es messgerät*”. *Ber. Dtsch Keram.* **1966**, 43(10), 593-594), o el método de Moreno-Maroto y Alonso-Azcárate, basado en la flexión de cilindros de suelo de 3 mm de diámetro hasta su rotura, permitiendo determinar el límite plástico, así como el cambio gradual de la consistencia en los suelos (J.M. Moreno-Maroto, J. Alonso-Azcárate. “*An Accurate, Quick and Simple Method to Determine the Plastic Limit and Consistency Changes in all Types of clay and soil: The Thread-Bending test*”. *Appl. Clay Sci.* **2015**, 114, 497–508; J.M. Moreno-Maroto, J. Alonso-Azcárate. “*A Bending test for Determining the Atterberg Plastic Limit in Soils*”. *J. Vis. Exp.*

2016, 112, e54118; J.M. Moreno-Maroto, J. Alonso-Azcárate. “*Plastic Limit and Other Consistency Parameters by a Bending Method and Interpretation of Plasticity Classification in Soils*”. *Geotech. Test. J.* **2017**, 40 (3), 1-16).

5 Durante el desarrollo de la presente invención, se ha observado experimentalmente que la humedad óptima en la etapa b) del procedimiento, para matrices minerales mayoritariamente arcillosas, corresponde a la fórmula

$$\text{Humedad}_{\text{óptima}} = [1,234 \times \text{Límite plástico}],$$

10

Mientras que para matrices minerales mayoritariamente limosas, la humedad óptima en la etapa b) del procedimiento se obtiene por la fórmula

$$\text{Humedad}_{\text{óptima}} = [1,495 \times \text{Límite plástico}].$$

15

Las etapas c) y d) de pelletización, y secado de los pellets obtenidos, respectivamente, se puede llevar a cabo por medio de los diferentes métodos de pelletización y secado ya conocidos en el estado de la técnica. A título de ejemplo, se podrían preparar los pellets en la etapa c) por extrusión, mediante el uso de un tambor rotatorio, con una pelletizadora mecánica o incluso de manera manual.

20

Preferiblemente, en la etapa c) se lleva a cabo un procedimiento de pelletización para obtener pellets con una longitud o diámetro comprendido entre 2 mm y 20 mm; más preferiblemente, se lleva a cabo un procedimiento de pelletización para obtener pellets con una longitud o diámetro comprendido entre 5 mm y 15 mm; todavía más preferiblemente, se lleva a cabo un procedimiento de pelletización para obtener pellets con una longitud o diámetro comprendido entre 8 mm y 10 mm.

25

El tratamiento térmico de la etapa e) se puede llevar a cabo mediante cualquiera de los métodos de tratamiento térmico conocidos en el estado de la técnica, aunque resultará especialmente preferido el método del shock térmico. Resultará obvio para el experto en la materia que el tiempo de tratamiento térmico se debe ajustar en función del tipo de materia prima utilizado, su composición, la temperatura seleccionada y el tipo de árido ligero artificial objetivo.

30

Por "shock térmico" se entiende, de acuerdo con el estado de la técnica, una variación brusca de temperatura, ya sea por un incremento abrupto de la temperatura hacia temperaturas superiores o bien por un descenso abrupto hacia temperaturas inferiores.

5 Particularmente, en la etapa e) del procedimiento de la presente invención, dicho shock térmico se basa en un incremento brusco de la temperatura, que conduce a la expansión de los pellets debido a la propia expansión de los gases ocluidos y formados durante el proceso. Así, las propiedades del producto final obtenido con este procedimiento dependerán de las propiedades de los materiales iniciales utilizados, así como de su  
10 proporción, dado que no todos ellos se expanden por igual, lo que afectará a la porosidad del árido ligero artificial final obtenido en dicha etapa e). Además, se conoce en el estado de la técnica que la presencia de una cantidad de compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente resulta especialmente ventajosa para conseguir una expansión significativa del material, dado que durante el tratamiento térmico estos compuestos  
15 descomponen liberando gases que contribuyen a la expansión de los pellets de árido ligero artificial.

Opcionalmente, la etapa e) del procedimiento de la presente invención comprende un precalentamiento inicial a una temperatura igual o inferior a aproximadamente 400°C. El objetivo de este precalentamiento es la minimización de las pérdidas de fibras por  
20 combustión previa a la sinterización o tratamiento térmico, llevado a cabo durante el proceso de obtención de áridos ligeros artificiales de la invención; así pues, este precalentamiento permite evitar la posible explosión de los pellets al sufrir un choque térmico en la zona de cocción.

25 En base a todo lo descrito anteriormente, el procedimiento de la presente invención permite la obtención de áridos ligeros artificiales con una estructura singular, presentando fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de ambos tipos de fibras, en el interior de la estructura de dichos áridos. Esto conduce a materiales reforzados, porosos, con una estructura que puede presentar una gran resistencia mecánica y ligereza, equiparables o  
30 significativamente superiores a las observadas en los áridos ligeros artificiales descritos en el estado de la técnica. A modo de ejemplo ilustrativo, en la FIG. 4 se comparan las imágenes de microscopía de barrido electrónico (SEM) de dos áridos, el primero de ellos sin fibras en su interior (FIG. 4 (a) ), y el segundo con un contenido de 2,5% en peso de fibras de carbono (FIG. 4 (b,c) ), tras haber sido sometidos ambos a un tratamiento térmico de  
35 1150°C durante 4 minutos.

Adicionalmente, en la FIG. 5 se muestra otra imagen de microscopía SEM de uno de los áridos ligeros artificiales de la presente invención, en donde se puede apreciar la presencia de fibras individuales en un poro de la estructura del propio árido, que conducen a la obtención de un material reforzado, con mayor resistencia mecánica que otros áridos sin  
5 fibras en su interior del estado de la técnica.

Sin interés en restringir esta invención a la teoría que se presenta a continuación, se postula que la posible descomposición de las fibras presentes en la estructura de los áridos ligeros artificiales de la presente invención, así como de la resina endurecida que puede estar  
10 también presente opcionalmente, recubriendo dichas fibras, durante el proceso de obtención de los áridos, genera una serie de reacciones exotérmicas que favorecen una sinterización a menor temperatura y en menor tiempo en comparación con los procesos de obtención de áridos ligeros que conforman el estado de la técnica.

15 La existencia de una serie de reacciones exotérmicas se ha podido comprobar experimentalmente mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC o *differential scanning calorimetry*) y análisis termogravimétrico (TGA o *thermogravimetric analysis*). Adicionalmente, se ha podido observar experimentalmente que la sinterización (*i.e.* tratamiento térmico) llevada a cabo en el proceso de obtención de áridos ligeros de la  
20 presente invención se puede realizar a temperaturas menores, *i.e.* aproximadamente 25-50°C por debajo que las utilizadas habitualmente en el estado de la técnica, *i.e.* aproximadamente 900-1300°C).

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra “comprende” y sus  
25 variaciones, tales como la palabra “incluye” o “contiene”, no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o etapas. Los objetos, ventajas y características adicionales de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia tras el análisis de la descripción. Adicionalmente, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de las formas de realización particulares y preferidas arriba  
30 descritas.

## Breve descripción de los dibujos

- 5 *FIG. 1* – Imagen de microscopía de barrido electrónico (SEM) con 100X, de una realización particular de la invención en la que se aprecian partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, y fibras individuales.
- FIG. 2* – Imagen de microscopía de barrido electrónico (SEM) con 1000X, de fragmentos de fibras individuales de 7  $\mu\text{m}$  de diámetro promedio y 60-70  $\mu\text{m}$  de longitud promedio.
- 10 *FIG. 3* – Imagen de microscopía de barrido electrónico (SEM) con 80X, en donde se observa una partícula de fibra formada por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, con un tamaño estimado de 1,15 mm x 0,28 mm.
- FIG. 4* – Imágenes comparativas de microscopía de barrido electrónico (SEM) de (a) la estructura interior de un árido sin fibras de carbono, sometido a tratamiento térmico (1150°C, 4 min.) con 40X, (b) la estructura interior de un árido que contiene 2,5% en peso de fibras de carbono, sometido a tratamiento térmico (1150°C, 4 min.) con 70X y (c) la estructura interior completa del mismo árido que contiene 2,5% en peso de fibras de carbono, sometido a tratamiento térmico (1150°C, 4 min.) con 10X.
- 15 *FIG. 5* – Imagen de microscopía de barrido electrónico (SEM) con 1200X, en donde se observan fibras individuales presentes en un poro del interior de la estructura de un árido ligero artificial de la presente invención.
- 20

## Ejemplos

- 25 Los siguientes ejemplos ilustran realizaciones específicas de la presente invención, pero de ningún modo pretenden resultar limitativos.

### *Ejemplo 1*

- 30 Sobre una matriz mineral seca compuesta de polvo de granito-arcilla de tipo sepiolita en una proporción 90:10 en peso, respectivamente, y con un tamaño de partícula inferior a 200  $\mu\text{m}$ , se añade un 2,5% en peso de polvo de fibra de carbono de diámetro promedio comprendido entre 5  $\mu\text{m}$  y 500  $\mu\text{m}$ , a la vez que se realiza una mezcla de los diferentes ingredientes para
- 35 favorecer la distribución homogénea de las fibras.

Dada la naturaleza mayoritariamente limosa de la matriz mineral, y la plasticidad asociada a la misma (Límite plástico = 25,5), se aplica la fórmula

$$\text{Humedad}_{\text{óptima}} = [1,495 \times \text{Límite plástico}]$$

5

para definir la cantidad de agua necesaria para esta matriz. Como se resultado, se añade un 38,1% de agua lentamente, a la vez que se amasa el material, para conseguir una distribución homogénea de la misma. Posteriormente, el material se extruye en forma de cordón alargado a través de una extrusora neumática, teniendo dicho cordón un diámetro de 6 mm. Éste se corta manualmente en trozos de 15 mm de longitud, y seguidamente, se moldea cada cilindro, también de manera manual, en forma de pellets esféricos de dimensiones aproximadas 15 mm x 6 mm. Estos pellets se secan, primero a temperatura ambiente durante 48 h, y después en estufa a 105°C durante otras 48 h. Una vez se han secado los pellets, se someten a tratamiento térmico (cocción) en un horno tubular rotatorio durante 4 minutos a 1150°C, con un tiempo de precalentamiento de 20 segundos a 400°C en la entrada del horno.

15

*Ejemplo 2 – Estudio comparativo de la porosidad entre un árido sin fibras (FIG. 4 (a) ) y un árido ligero artificial con un contenido de 2,5% en peso de fibras de carbono (FIG. 4 (b) ).*

20

Con la finalidad de comparar algunas de las propiedades, partiendo de una misma matriz mineral compuesta por 90% en peso de polvo de granito y 10% en peso de sepiolita se fabricó un árido sin fibras, y un árido ligero artificial como el detallado en la presente invención con un contenido de 2,5% en peso de fibras de carbono, en donde ambos se han sometido a un tratamiento térmico de 1150°C durante 4 minutos, y en los cuales se realizaron ensayos de picnometría, tanto en picnómetro de helio como en picnómetro de agua. Así, el picnómetro de helio se utilizó para determinar la densidad del árido molido, un dato necesario para poder llevar a cabo el cálculo de la porosidad, mientras que el picnómetro de agua se utilizó para determinar la densidad de partícula, de acuerdo con la norma UNE-EN-1097-6. Para la estimación de las medidas de porosidad, se tuvieron en cuenta además las densidades medias de partícula, de esqueleto o estructura interna, y de la matriz mineral pulverizada.

25

30

	Porosidad total (%)	Densidad de partícula promedio (g/cm <sup>3</sup> )
árido sin fibras	14,18	2,27
árido ligero artificial con 2,5% en peso de fibras de carbono	55,91	1,13

Los datos obtenidos muestran como el árido ligero artificial de la invención utilizado en el ensayo presenta una porosidad significativamente superior a la del árido sin fibras, así como una densidad mucho menor. La mejora de esta segunda característica se debe a la expansión de 8,4% en volumen respecto al tamaño del pellet original tras someterlo a la etapa de tratamiento térmico correspondiente (*i.e.* 1150°C durante 4 minutos), contrariamente a lo que sucede con el árido sin fibras, que sufre una reducción de volumen del 12,67%.

En el estado de la técnica, además, se conoce que para que un árido sea clasificado como árido ligero, este debe presentar una densidad igual o inferior a 2,00 g/cm<sup>3</sup>; en vista de esto, el árido con 2,5% en peso de fibras de carbono de la invención se clasificaría como árido ligero propiamente, mientras que el árido sin fibras quedaría fuera de esta categoría.

*Ejemplo 3 – Estudio comparativo de la resistencia a la compresión entre 3 áridos sin fibras y 3 áridos ligeros artificiales con contenidos de 2,5%, 5% y 10% en fibra de carbono.*

En este ejemplo se incluyen tres ensayos comparativos de resistencia a la compresión de tres áridos sin fibras frente a tres áridos ligeros artificiales de la presente invención con diferentes contenidos en peso de fibras de carbono (*i.e.* 2,5%, 5% y 10% en peso), todos ellos con una matriz mineral compuesta por 90% en peso de polvo de granito y 10% en peso de sepiolita. Las medidas correspondientes se registraron con una prensa neumática. Además, en cada uno de los ensayos se utilizaron diferentes condiciones de tratamiento térmico, tal como se indica a continuación:

Temperatura de cocción (°C)	Tiempo de cocción (min)	% fibra añadido	Resistencia a compresión (MPa)	
			Árido sin fibra	Árido ligero artificial con fibra de la invención
1125	4	2,5	5,75	12,33
1100	8	5	5,52	10,41
1100	16	10	5,74	10,17

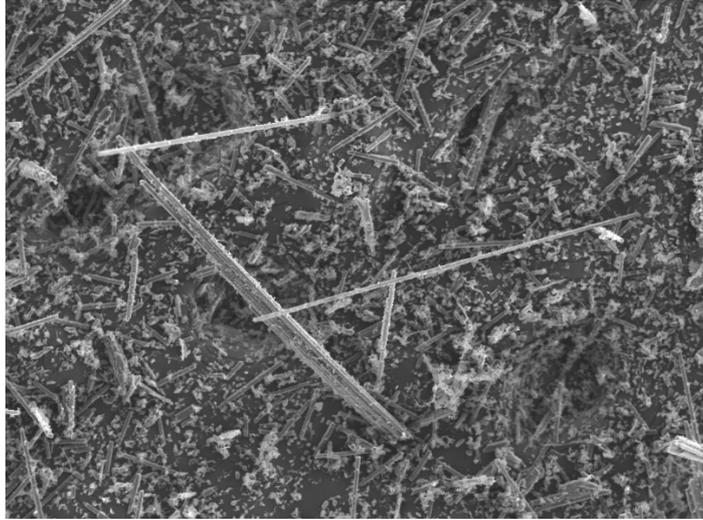
Los datos muestran que la presencia de fibras en la estructura del árido ligero artificial, en todos los casos, conduce a la obtención de áridos ligeros que presentan prácticamente el doble de resistencia a la compresión, con respecto a los áridos sin fibras.

## REIVINDICACIONES

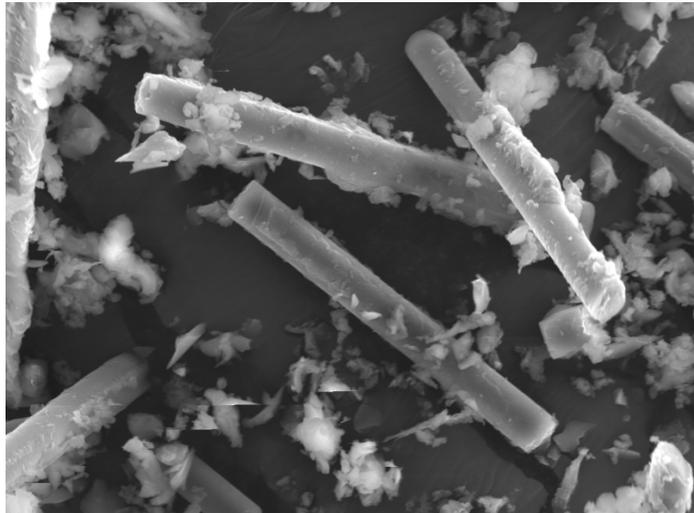
1. Árido ligero artificial caracterizado porque comprende:
  - 5 a) Una cantidad de fibras que se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y grafito, en donde dicha cantidad está comprendida entre 0,1% y 25% en peso respecto al peso total de dicho árido ligero artificial, y
  - b) Una cantidad de matriz mineral.
- 10 2. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha cantidad de fibras está comprendida entre 1% y 15% en peso respecto al peso total de dicho árido ligero artificial.
- 15 3. El árido ligero artificial de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque dicha cantidad de fibras está comprendida entre 2,5% y 10% en peso respecto al peso total de dicho árido ligero artificial.
- 20 4. El árido ligero artificial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque dichas fibras están en forma de polvo.
- 25 5. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque dicho polvo presenta un contenido de fibras seleccionado entre fibras individuales, partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, o cualquiera de sus mezclas.
- 30 6. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque dichas fibras individuales presentan una longitud promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ .
- 35 7. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque dichas fibras individuales presentan un diámetro promedio comprendido entre 3  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ .
8. El árido ligero artificial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-7, caracterizado porque dichas partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente presentan un diámetro promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ , y una longitud promedio comprendida entre 1 mm y 6 mm.

9. El árido ligero artificial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-8, caracterizado porque dichas fibras individuales, partículas de fibras formadas por una pluralidad de fibras individuales unidas longitudinalmente, o cualquier mezcla de ambas, están recubiertas por una cantidad de resina endurecida.
- 5
10. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque dicha resina endurecida se encuentra en forma de polvo.
11. El árido ligero artificial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, caracterizado porque dicha cantidad de matriz mineral comprende una cantidad de uno o más aluminosilicatos.
- 10
12. El árido ligero artificial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, caracterizado porque comprende una cantidad de uno o más compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente.
- 15
13. El árido ligero artificial de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque dicha cantidad de uno o más compuestos orgánicos está comprendida entre 0,2% y 5% en peso respecto al peso total de la matriz mineral.
- 20
14. El árido ligero artificial de acuerdo con las reivindicaciones 12 o 13, caracterizado porque cuando dichos uno o más compuestos orgánicos están en fase sólida, estos presentan un diámetro promedio igual o inferior a 500  $\mu\text{m}$ .
- 25
15. Procedimiento para la preparación de un árido ligero artificial caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
- a) Mezcla de una cantidad de fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras de carbono, fibras de grafito, o cualquier mezcla de fibras de carbono y grafito, y una cantidad de matriz mineral con propiedades plásticas,
- 30
- b) Adición de una cantidad de agua sobre la mezcla obtenida en la etapa a),
- c) Pelletización,
- d) Secado de los pellets obtenidos en la etapa c), y
- e) Tratamiento térmico de los pellets obtenidos en la etapa d) a una temperatura comprendida entre aproximadamente 900°C y 1300°C.
- 35

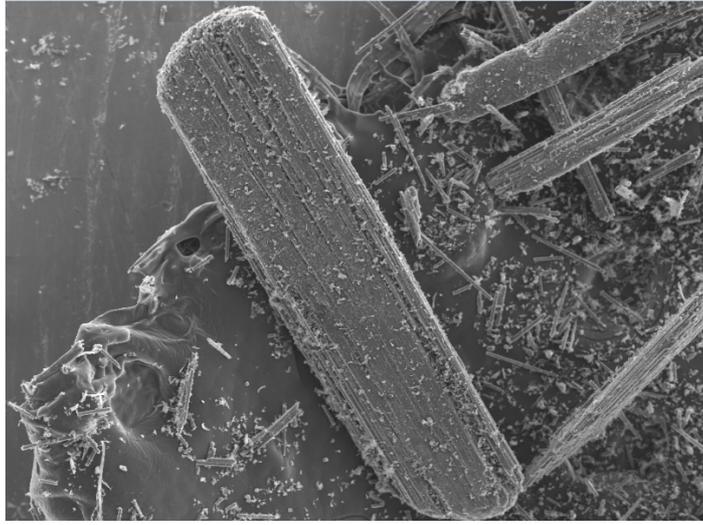
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque la etapa e) de cocción comprende un precalentamiento inicial a una temperatura igual o inferior a aproximadamente 400°C.
- 5 17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 ó 16, caracterizado porque la pelletización de la etapa c) comprende la obtención de pellets de una longitud o diámetro comprendido entre 2 mm y 20 mm.



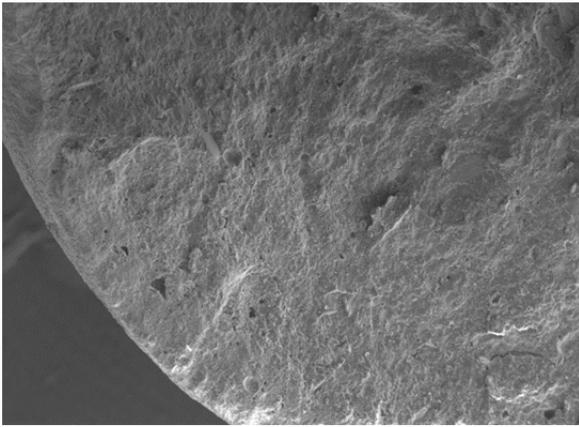
**FIG. 1**



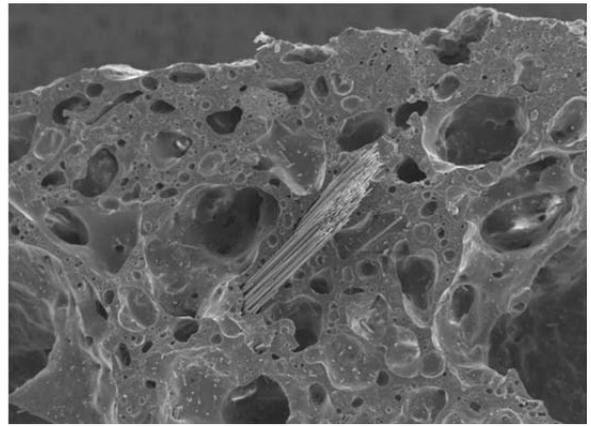
**FIG. 2**



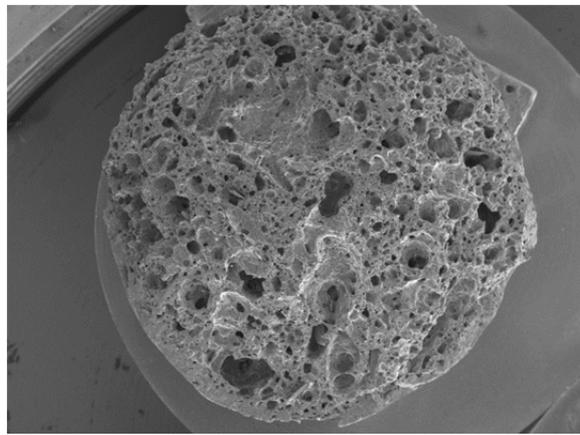
**FIG. 3**



(a)

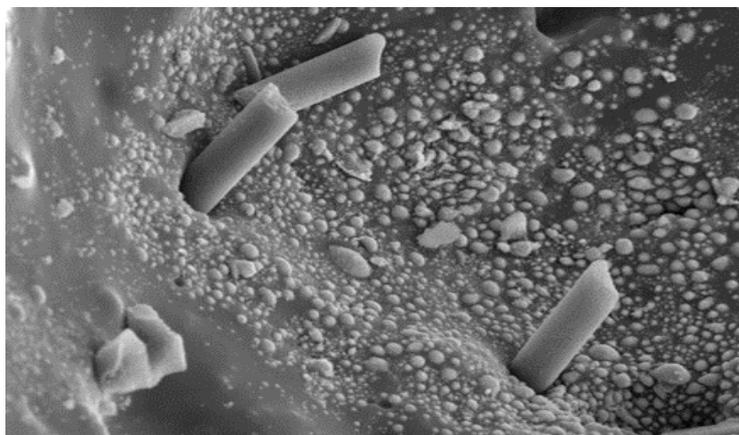


(b)



(c)

**FIG. 4**



**FIG. 5**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

- ②① N.º solicitud: 201730512  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.03.2017  
③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C04B14/38** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 95/07379 A2 (HYPERION CATALYSIS INTERNATIONAL ,INC.) 16/03/1995, página 2, líneas 18 - 36;	1-4,11-12
X	CN 102875090 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16/01/2013, (resumen) Recuperado de Internet [en línea] [recuperado el 7 jul 2017 Recuperado de STN International	1,15,17
X	US 6821336 B1 (RAMME et al.) 23/11/2004, Columna 3, línea 3 - columna 5, línea 3	1-4
X	ES 2321202 T3 (MURJAHN AMPHIBOLIN WERKE) 05/04/2006, columna 3, línea 1 - columna 6, línea 29	1-4
X	US 7285167 B2 (OGDEN) 23/10/2007, ejemplo 4	1

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
12.07.2017

Examinador  
A. Rua Agüete

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP, CAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.07.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 5-10,13-14, 16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-4,11-12, 15,17	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 5-10,13-14, 16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-4,11-12, 15,17	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 95/07379 A2 (HYPERION CATALYSIS INTERNATIONAL ,INC.)	16.03.1995
D02	CN 102875090 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)	16.01.2013

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D1 el documento más cercano del estado de la técnica y divulga un árido ligero artificial que comprende una cantidad de fibras de carbono comprendida entre 0.05 % y 20 % en peso, preferiblemente entre 0.1 % y 15%. (ver pág.6, líneas 3-4) y una cantidad de matriz mineral . Las fibras de carbono se encuentran en forma de polvo (ver pág.5, línea 8) y pueden estar recubiertas por una cantidad de resina endurecida (ver pág.5, líneas 21-22). El árido ligero comprende una cantidad de uno o más aluminosilicatos (ver pág.5, líneas 34) y también puede comprender una cantidad de compuestos orgánicos estables a temperatura ambiente (pág.6, línea 35).

Por tanto, las reivindicaciones 1-4, 11 y 12 de la solicitud carecen de novedad. (Art. 6 LP11/86).

El documento D2 divulga el procedimiento de obtención de un árido ligero artificial que comprende las etapas de mezcla de fibras carbono y un agregado mineral, adición de agua, peletizado, secado y sinterizado a una temperatura de 1200 °C durante un tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos (ver resumen CAPLUS, STN International).

Por lo tanto , a la vista de lo divulgado en CN102855090 y teniendo en cuenta que la distribución de tamaños de los pellets obtenidos tras la etapa de pelletización recogida en la reivindicación 17 es de 2 a 20 mm, es muy extensa y una consecuencia del proceso de pelletización utilizado , la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 15 y 17 de la solicitud carece de novedad . (Art.6 LP11/86).

Por otro lado, ninguno de los documentos D1 o D2 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un árido ligero artificial que comprende una mezcla de fibras de carbono, fibras de grafito o cualquier mezcla de las mismas con una cantidad de matriz mineral en el que las fibras de carbono de 500 µm de longitud como máximo , más cortas que las utilizadas en el estado de la técnica , se encuentren unidas longitudinalmente , alcanzando la longitud de 1mm mínima necesaria para que la adición de dichas fibras alcance precisamente el efecto de reforzamiento deseado. Asimismo tampoco se encuentra revelado un árido ligero artificial que comprenda uno o más compuestos orgánicos en un porcentaje en peso comprendido entre 0.2 % y 5 % respecto al peso total de la matriz mineral y con una longitud igual o inferior a 500 µm, lo que tiene una influencia sobre la porosidad del árido ligero artificial.

Tampoco se encuentra revelado un procedimiento de obtención de un árido ligero artificial que comprenda una etapa de precalentamiento inicial a la etapa de cocción a una temperatura igual o inferior a 400°C, lo que permite evitar la explosión de los pellets al sufrir un choque térmico en la zona de cocción y minimizando las pérdidas de fibras por combustión previa a la sinterización.

Por lo tanto, las reivindicaciones 5-10, 13-14 y 16 de la solicitud son nuevas y poseen actividad inventiva. (Art. 6 y 8 LP 11/86).