

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 798**

21 Número de solicitud: 202230579

51 Int. Cl.:

C04B 12/00 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

28.06.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.12.2022

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
(20.0%)

Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n Ed. La
Milagrosa

30202 CARTAGENA (Murcia) ES;

CEMENTOS LA CRUZ, S.L. (15.0%);

ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DE

INVESTIGACIÓN CENTRO TECNOLÓGICO DE LA
CONSTRUCCIÓN REGIÓN DE MURCIA (15.0%);

CONSTRUCCIONES URDECON, S.A. (15.0%);

INGENIERÍA Y DISEÑO ESTRUCTURAL

AVANZADO, S.L. (15.0%);

MATERIALES RECICLADOS S.L. (15.0%) y

UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE
ALICANTE (5.0%)

72 Inventor/es:

BENITO SAORÍN, Francisco Javier;

HERNÁNDEZ PÉREZ, Miriam;

MIÑANO BELMONTE, Isabel De La Paz;

PARRA COSTA, Carlos José;

RODRÍGUEZ LÓPEZ, Carlos Luis;

SÁNCHEZ RUBIO, Marina;

ARQUES GÓMEZ, Daniel;

FERNÁNDEZ-DELGADO GAVILÁ, Enrique;

HIDALGO TORRANO, María Del Pilar;

MARTÍNEZ PACHECO, Víctor;

NAVARRO MARTÍNEZ, Rosa María;

SÁNCHEZ ESCÁMEZ, Emilio;

SÁNCHEZ MARTÍN, Isidro y

ZORNOZA GÓMEZ, Emilio Manuel

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **Geopolímero, procedimiento de obtención y usos dados al mismo**

57 Resumen:

Geopolímero, procedimiento de obtención y usos dados al mismo.

La presente invención se encuadra en el campo técnico de la construcción y se refiere en particular a un geopolímero y a los morteros y a los hormigones obtenidos a partir del geopolímero de la invención.

ES 2 930 798 A1

DESCRIPCIÓN

Geopolímero, procedimiento de obtención y usos dados al mismo

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se encuadra en el campo técnico de la construcción y se refiere en particular a un geopolímero y a los morteros y a los hormigones obtenidos a partir del geopolímero de la invención.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El hormigón es el material de construcción más utilizado en el mundo debido a que su aplicación es muy versátil. El ingrediente esencial del hormigón es el cemento portland (CP). El CP presenta problemas medioambientales. La reacción clave implicada en la fabricación del CP es la descomposición del carbonato de calcio en óxido de calcio y dióxido de carbono (CO₂). La producción de CP no solo consume una considerable cantidad de energía, también emite una cantidad sustancial de CO₂ y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera.

15

20 El calentamiento global es causado por la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂ a la atmósfera. La industria mundial del cemento contribuye alrededor de 4.000 millones de toneladas anuales de emisiones de gases de efecto invernadero. La producción de una tonelada de CP emite aproximadamente una tonelada de CO₂ en la atmósfera. Además, una gran cantidad de minerales naturales se usa durante el proceso de fabricación del cemento.

25

Por ello, en la actualidad se están buscando materiales alternativos que sustituyan al cemento portland convencional.

En este sentido, la tecnología de los geopolímeros es uno de los desarrollos clave para sustituir el CP, ya que es un sustituto ecológico y de bajo costo. En los últimos años, los geopolímeros han atraído considerable atención debido a su características físicas y químicas como, baja permeabilidad, buena resistencia química y buen comportamiento al fuego. Debido a estas propiedades ventajosas, el geopolímero es un candidato prometedor como alternativa al cemento Portland ordinario para el desarrollo de productos sostenibles en la fabricación de materiales de construcción de hormigón o mortero.

30

35

Las ventajas de los geopolímeros es que crean un cemento que requiere una cantidad mínima de materiales naturales, producen una cantidad mínima de subproductos industriales y generan una reducida cantidad de CO₂ durante la producción.

5 Los geopolímeros pueden fabricarse a partir de diferentes materiales y residuos.

Por ejemplo, en la patente con número de solicitud WO2020056470 se describe el procedimiento de obtención de geopolímeros caracterizado por su etapa de sinterización, comprendiendo dicho proceso las etapas de: (1) formar una composición de geopolímero que comprende al menos un precursor de aluminosilicato, un agente activador alcalino y agua, en el que en el artículo de geopolímero, las partículas precursoras de aluminosilicato están recubiertas al menos parcialmente por el agente activador alcalino; y (2) calcinar el geopolímero para sinterizar el mismo.

15 Por otro lado, en los elementos de construcción se pueden utilizar escorias industriales que eviten que sean llevadas al vertedero y que aporten buenas características físico químicas al producto final. Por ejemplo, las escorias de soldadura de arco sumergido han sido utilizadas para desarrollar elementos de construcción, pero no geopolímeros. Estas escorias han sido exclusivamente mezcladas con cemento Portlan. En el documento “Desarrollo de materiales de construcción con residuo de escoria de soldaduras” de Eiffage, publicado en la página web <https://www.eiffageinfraestructuras.es/es/desarrollo-de-materiales-de-construccion-con-residuo-escoria-de-soldadura/>, se describen mezclas de cemento Portlan con las escorias. En esta publicación se refieren a la capacidad puzolánica de las escorias, esta capacidad se mide en cementos a los que se les adiciona un compuesto que reacciona con el clinker, el cemento portland.

En la presente invención se ha desarrollado un procedimiento para aprovechar estas escorias de soldadura de arco sumergido en productos de construcción evitando el cemento portland.

30 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La soldadura de arco sumergido es un proceso en el cual el calor es aportado por un arco eléctrico generado entre uno o más electrodos y la pieza de trabajo. Este arco eléctrico está sumergido en una capa fundente granulada que lo cubre totalmente, protegiendo el metal depositado durante la soldadura. De aquí el nombre del proceso. El fundente se va depositando delante del arco a medida que avanza la soldadura. Cuando se solidifica, se extrae el exceso de

fundente granulada para utilizarlo nuevamente y el fundido se elimina mediante piqueteado. En los equipos modernos existe una aspiradora que absorbe el excedente de fundente y lo envía nuevamente a la tolva de alimentación. El material solidificado del fundente es lo que se denomina escoria de soldadura de arco sumergido (submerged arc welding slag – SAWS).

5

Una gran cantidad de fundente se convierte en escoria durante el proceso de soldadura y, como esta debe eliminarse, se requiere espacio en vertederos para su disposición, pues no es biodegradable y por tanto no se descompone con el tiempo.

10 Hoy en día, la mayoría de las veces las escorias de soldadura de arco sumergido se desechan en vertederos, lo que tiene un coste, por ello es interesante darle un uso a dicho residuo.

En la presente invención se ha desarrollado un geopolímero obtenido a partir de escorias de soldaduras de arco sumergido.

15

El término geopolímeros se refiere a polímeros sintéticos inorgánicos formados a partir de aluminosilicatos activados por una disolución básica a temperatura ambiente.

En la presente invención se ha desarrollado geopolímero a partir de escorias de soldaduras de arco sumergido, escorias que aportan el compuesto de aluminosilicato.

20

En un primer aspecto la invención se refiere a un procedimiento de obtención de geopolímeros que comprende las etapas de:

25

a) mezclar una escoria con una disolución acuosa activadora de: $R(OH)$, $R_2O \cdot SiO_2$,

donde R se selecciona entre Na^+ , Li^+ , K^+

donde la escoria es una escoria de soldadura de arco sumergido

b) curar la mezcla obtenida en la etapa a).

30

Igualmente, la invención se refiere al geopolímero obtenido por el procedimiento referido en el primer aspecto de la invención.

35

El uso de la escoria de soldadura de arco sumergido no ha sido estudiado para el desarrollo de materiales activados alcalinamente o geopolímeros. Por lo tanto, es también un aspecto de la invención el uso de la escoria de soldadura de arco sumergido para la síntesis de geopolímeros.

La gran diferencia en cuanto a composición de un hormigón que comprende un geopolímero,

respecto al hormigón convencional, es que el aglutinante se reemplaza completamente por un polímero inorgánico, geopolímero. Por lo tanto, el hormigón obtenido es mejor desde un punto de vista medioambiental. Otra gran diferencia respecto al CP, es que los geopolímeros no forman hidratos de silicato de calcio para la formación y resistencia de la matriz, para ello utilizan la policondensación de la sílice y la alúmina y un alto contenido en álcali para alcanzar la resistencia estructural y así tener un comportamiento adecuado a pesar de que el hormigón no tienen cemento Portland en su composición.

Por ello otros aspectos de la invención se refieren a hormigones y morteros que comprenden el geopolímero de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Como hemos visto el primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de obtención de geopolímeros que comprende las etapas de:

- a) mezclar una escoria con una disolución acuosa activadora de: $R(OH)$, $R_2O \cdot SiO_2$, donde R se selecciona entre Na^+ , Li^+ , K^+ donde la escoria es una escoria de soldadura de arco sumergido
- b) curar la mezcla obtenida en la etapa a).

De manera preferente el activador es $Na(OH)$ o $Na_2O \cdot SiO_2$. De manera preferente la relación en peso, disolución acuosa activadora/escoria, se encuentra entre 0,3 y 0,5.

Preferentemente, la concentración en peso respecto al volumen del Na_2O o del $Na(OH)$ en la disolución acuosa activadora está en un rango entre el 1% y el 15%, más preferentemente entre el 4% y el 10%.

De manera preferente la disolución acuosa activadora de la etapa a) tiene un pH comprendido en un rango entre 13 y 14.

De manera preferente la temperatura de la etapa a) se encuentra en un rango comprendido entre los 10°C y los 33°C.

De manera preferente la temperatura durante la etapa b) de curado está en un rango entre los 10°C y los 33°C. En otra materialización preferente la temperatura de curado está en un rango comprendido entre 60°C y 80°C durante un tiempo comprendido entre las 24 horas y las 60 horas

y posteriormente entre los 10°C y los 33°C.

Es igualmente parte de la invención el geopolímero obtenido por cualquier materialización del procedimiento descritas en los párrafos anteriores.

5

Finalmente, como se ha dicho es un aspecto de la invención el hormigón y el mortero que comprende el geopolímero de la invención. De manera preferente el hormigón comprende geopolímero y un árido en una relación en peso comprendida entre 1/2 y 1/4.

10 Ejemplos de la invención

Ejemplo 1 Preparación de un mortero

Se preparó un mortero a partir del geopolímero de la invención y un árido. Se utilizó como
15 árido arena sílicea normaliza.

El geopolímero se obtuvo a partir de una relación en peso disolución activadora/escoria de soldadura de arco sumergido de 0,4.

20 El activador seleccionado fue $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, la relación en peso entre $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ fue 1/1 y la concentración en disolución que se ensayó de Na_2O fue 4%, 5% y 6%.

En la Tabla 1 se muestran las cantidades utilizadas en las dosificaciones.

25 Tabla 1. Cantidades utilizadas en el mortero.

Material	Cantidad (g)
Escoria de soldadura de arco sumergido	675
Arena	1350

Los morteros fueron preparados en una amasadora siguiendo la norma UNE EN 196-1. Para cada muestra (Na_2O al 4%, 5% y 6%) se hicieron un total de tres probetas prismáticas de medidas 160x40x40 mm. Independientemente del tipo de activador alcalino y la
30 concentración, todas la probetas fueron desmoldadas tras 24 horas, Transcurrido el tiempo

de curado, se midió la resistencia a flexión y a la compresión en una prensa hidráulica siguiendo la norma EN 196-1.

Con estas dosificaciones se obtienen morteros con resistencias de hasta 50 Mpa.

5

Ejemplo 2. Preparación de hormigón

En la fabricación de hormigón se utilizó el geopolímero de la invención.

10 Para la síntesis del geopolímero se emplearon escoria de soldadura de arco sumergido, dos tipos de activadores alcalinos, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ y el hidróxido de sodio (NaOH).

Inicialmente, para la disolución activadora con $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, se decidió utilizar una relación en peso disolución/escoria=0,5, $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=1$ y tres valores diferentes de Na_2O ; 6%, 8% y 10%.

15

En las Tabla 2 se muestran las cantidades utilizadas para las dosificaciones.

Tabla 2

Material	Cantidad (kg/m ³)
Escoria de soldadura de arco sumergido	300
Arena	1150
Grava	900

20 Los hormigones fueron preparados en una amasadora de laboratorio. Para cada muestra, se hicieron un total de tres probetas cilíndricas de 15x30 cm. Independientemente del tipo de activador alcalino y la concentración, todas las probetas fueron desmoldadas tras 24 horas. Transcurrido el tiempo de curado, se midió la resistencia a compresión en una prensa hidráulica según la normativa europea de referencia.

25

Con estas dosificaciones se obtienen hormigones con resistencias de hasta 55 Mpa a 28 días.

Esta fabricación de hormigones se realizó mediante un proceso de amasado especial para hormigones, también válido para morteros:

30

Se realiza un mezclado de la escoria de soldadura de arco sumergido con el activador y una cantidad entre el 70 y 80% del agua de amasado obtenido de la dosificación calculada (en adelante Amasado 1 o A1). Partiendo del activador ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ y/o NaOH) en estado sólido (en escamas u otro formato), previamente dicho precursor se disuelve correctamente en el agua indicada (entre el 70 y 80%). A continuación, se introduce en esa agua en la escoria a utilizar en su totalidad. Se mezcla con giros sucesivos con una varilla de forma manual o en la propia amasadora durante un periodo de entre 2 y 10 minutos, según la finura y porosidad de la escoria. El objeto de este mezclado previo o primero (A1) entre la escoria y el activador es conseguir la máxima activación de la escoria de soldadura de arco sumergido para que finalmente las prestaciones mecánicas, principalmente, sean las máximas en los hormigones y morteros que se realicen.

Independientemente, se mezcló en seco los áridos (en adelante Amasado 2 o A2).

En el momento óptimo del A2 se introdujo la mezcla obtenida del A1. El resto del agua hasta el 100% se utilizó para "limpiar" o arrastrar el posible producto que esté adherido en las paredes del recipiente donde ha estado el producto de A1. Dicha limpieza se consideró óptima con una agitación del resto del agua de forma mecánica o manual, con ayuda de una varilla o elemento similar durante unos segundos. Esta agua de "limpieza" se introdujo en la A2 y se dejaron todos los elementos de la dosificación juntos en la amasadora un periodo entre 8 y 10 minutos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de obtención de geopolímeros que comprende las etapas de:
 - a) mezclar una escoria con una disolución acuosa activadora de: $R(OH)$, $R_2O \cdot SiO_2$,
5 donde R se selecciona entre Na^+ , Li^+ , K^+
donde la escoria es una escoria de soldadura de arco sumergido
 - b) curar la mezcla obtenida en la etapa a).
2. Procedimiento de obtención según la reivindicación 1 caracterizada porque el activador es
10 $Na(OH)$ o $Na_2O \cdot SiO_2$.
3. Procedimiento de obtención según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 caracterizada porque la relación en peso disolución acuosa activadora/escoria se encuentra entre 0,3 y 0,5.
- 15 4. Procedimiento de obtención según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizada porque la concentración del Na_2O o del $Na(OH)$ en la disolución acuosa activadora está en un rango entre el 1% y el 15%.
5. Procedimiento de obtención según la reivindicación 4 caracterizado porque la concentración
20 del Na_2O o del $Na(OH)$ en la disolución acuosa activadora está en un rango entre el 4% y el 10%.
6. Geopolímero obtenido por el procedimiento definido según alguna de las reivindicaciones 1 a 5.
- 25 7. Uso de la escoria de soldadura de arco sumergido para la síntesis de geopolímeros según la reivindicación 6.
8. Hormigón que comprende el geopolímero definido en la reivindicación 6.
- 30 9. Hormigón según la reivindicación 8 que comprende geopolímero y un árido en una relación en peso comprendida entre 1/2 y 1/10.
10. Mortero que comprende el geopolímero definido en la reivindicación 6.
- 35 11. Mortero según la reivindicación 10 que comprende geopolímero y un árido en una relación en peso comprendida entre 1/2 y 1/6.



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 202230579

②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.06.2022

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. cl.: **C04B12/00** (2006.01)
C04B28/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CN 110015853 A (UNIV TONGJI) 16/07/2019, Descripción pag. 6, Ejemplo 1 y 2. Reivindicaciones.	1-11
X	WO 2020056470 A1 (GRAYTEE AHMED REDHA SALEEM) 26/03/2020, Descripción pag. 9 a 26. Reivindicaciones	1-11
X	CN 110510966 A (CHINA CONSTR 5TH ENG DIVISION) 29/11/2019, Descripción. Reivindicaciones.	1-11
X	US 2020031717 A1 (GONG WEILIANG et al.) 30/01/2020, Reivindicaciones	1-11
A	EIFFAGE. Desarrollo de materiales de construcción con residuo-escoria de soldadura. Eiffage Infraestructuras apuesta por el desarrollo de materiales de construcción con residuo-escoria de soldadura. .13/12/2021 [en línea][recuperado el 25/10/2022]. Recuperado de Internet <URL: https://www.eiffageinfraestructuras.es/es/desarrollo-de-materiales-de-construccion-con-residuo-escoria-de-soldadura/ >. Texto de la publicación.	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 nº:

Fecha de realización del informe
12.12.2022

Examinador
P. Brea Prieto

Página
1/2

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