

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 525**

21 Número de solicitud: 201830690

51 Int. Cl.:

C04B 18/12 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

C04B 22/14 (2006.01)

C02F 11/145 (2009.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

11.07.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.01.2020

Fecha de concesión:

21.05.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.05.2020

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE MURCIA (100.0%)
Edificio Pleiades, 4ª Planta
30071 Espinardo (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**MARTÍNEZ SÁNCHEZ, María José ;
PÉREZ SIRVENT, Carmen y
MESEGUER SERRANO, Fernando**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

54 Título: **MATERIAL DE MORTERO U HORMIGÓN CON RESIDUOS DE EXTRACCIÓN DE MINERALES METÁLICOS Y PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DEL MISMO**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un material de mortero u hormigón que comprende cemento, agua, árido fino y árido grueso, donde el árido fino está parcialmente sustituido por residuos de extracción de minerales metálicos (REMM) no sometidos a tratamiento térmico, con un pH inferior a 7, con un tamaño de partícula menor a 4 mm, y parcialmente estabilizados con material calizo que comprende al menos un 60% de calcita con un tamaño de partícula inferior a 63 {mi}m. La presente invención se refiere también al procedimiento de preparación de dicho material y al uso del mismo en la preparación de materiales de construcción.

ES 2 737 525 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).

DESCRIPCION

MATERIAL DE MORTERO U HORMIGÓN CON RESIDUOS DE EXTRACCIÓN DE MINERALES METÁLICOS Y PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DEL MISMO

SECTOR DE LA TECNICA

- 5 La presente invención se encuadra dentro del campo de la reutilización de los residuos o desechos derivados de las explotaciones mineras, y su tratamiento para la fabricación de morteros u hormigones no estructurales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION Y ESTADO DE LA TECNICA

- 10 El potente desarrollo experimentado por los países a nivel mundial durante el siglo XX y éste que comenzamos, ha generado una fuerte competencia por los recursos naturales que ha hecho insostenible el uso actual del suelo, disminuyendo su disponibilidad y viabilidad a largo plazo y convirtiéndolo, a día de hoy, en un recurso natural no renovable.

- 15 Por un lado, la minería metálica desarrollada a lo largo de los siglos, ha dejado un gran pasivo ecológico en forma de grandes masas de residuos acumuladas en escombreras, presas de lodos de flotación o balsas e incluso, en áreas marinas.

- 20 Los residuos minero metálicos que presentan sustancias peligrosas en concentraciones que pueden derivar en ecotoxicidad, proceden de la explotación de este tipo de minerales, clasificados según la Lista Europea de Residuos con el código 01 01 01, y su beneficio o concentrado, procedimiento que se realiza mediante un tratamiento físico-químico no térmico. Dependiendo del contenido de metales y, principalmente, del azufre en forma de sulfuros, el efecto sobre el medio ambiente y los seres vivos puede llegar a ser crítico.

- 25 Por otra parte, los residuos de filler calizo procedentes de las numerosas plantas de clasificación de áridos, constituyen un residuo inerte que provoca un fuerte impacto ambiental, pues su aprovechamiento actual no está lo suficientemente desarrollado.

- 30 Desde la UE se pretende aliviar estas tensiones a través de sus políticas de desarrollo sostenible, sustituyendo una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que continuamente se reincorporen al proceso productivo los materiales, "teóricamente desechables", en la elaboración de nuevos productos o materias primas.

La mezcla homogénea de agua, áridos y cemento en unas determinadas proporciones, da lugar a dos tipos de materiales comúnmente conocidos como morteros u hormigones, en función de la granulometría de los áridos empleados. De entre todas sus propiedades, la más importante es que esta mezcla, al entrar en contacto con el agua reacciona y se convierte en una pasta fácilmente moldeable que rápidamente endurece como piedra artificial alcanzando una gran resistencia, lo que ha convertido a este material en el elemento constructivo primordial desde los inicios del Imperio Romano hasta la fecha actual.

Con el paso del tiempo, sus características han ido evolucionando de forma paralela al desarrollo de las sociedades, mejorando, entre otros aspectos, los ensayos que se llevan a cabo para asegurar su calidad y los aditivos utilizados en su elaboración.

En la actualidad, los estudios sobre el hormigón se centran en alcanzar y, si es posible, aunar dos grandes objetivos: la valorización de residuos como método para paliar la sobreexplotación de recursos naturales y/o la mejora de alguna de sus propiedades, bien por adición o por sustitución total o parcial como uno de sus componentes esenciales.

Existen estudios que analizan la posibilidad de utilizar los desechos de PET como sustituto parcial de áridos en la elaboración de morteros de cemento, como el reflejado por [MAGARIÑOS O.E., et. al., "*Estudio de morteros que contienen escamas de plástico procedente de residuos post-industriales*". *Materiales de Construcción*, 1998, Vol. 48 (250)]. En este trabajo, tras estudiar diferentes porcentajes de sustitución y analizar las características para cada uno de ellos, se deducen diversos beneficios de orden económico, social y ecológico por los que deberían utilizarse estos residuos como tal.

Otros investigadores centran sus esfuerzos en estudiar la sustitución parcial de alguno de los elementos básicos que componen el hormigón por otro material o residuo, como por ejemplo cambiar ciertas cantidades de cemento por escorias volcánicas y cuyos resultados son satisfactorios bajo ciertas premisas. [AL-SWAIDANI A.M., "*Producción de hormigones más durables y sostenibles utilizando escoria volcánica como sustitutivo de cemento*". *Materiales de Construcción*. 2017, Vol. 67 (326)]

Hay también quienes sugieren añadir directamente residuos a la mezcla original, como el trabajo elaborado por [LOPEZ-ZALDIVAR O., et. al., "*Morteros de cemento mejorados con la adición de cenizas volantes carbonatadas provenientes de la incineración de residuos*". *Materiales de Construcción*. 2015, Vol. 65 (319)], en el que se propone la producción de morteros de cemento a los que se les añade, no como un sustituto sino como un elemento

más, cenizas volantes carbonatadas, lo que provoca un aumento de la resistencia con respecto a los valores de referencia de un 25%.

Además de éstos, existen diversos estudios acerca de cómo mejorar las propiedades del mortero/hormigón por adición de residuos a esta mezcla. No obstante, todos ellos se llevan a
5 cabo con escorias de fundición o cenizas volantes, residuos que obligatoriamente han sufrido un tratamiento térmico en alguna de las etapas previas a su generación, y que por tanto, poco o nada tienen que ver con los utilizados en esta invención, residuos de vertido directo obtenidos mediante tratamiento físico-químico, con elevada acidez potencial y altos contenidos en metales pesados solubles y/o metales de transición y, cuyo único fin a fecha
10 actual, es un vertedero de peligrosos, siendo incluso clasificados en la Lista Europea de Residuos con códigos diferentes: 10 y 01 01 01, respectivamente.

La reintroducción de estos residuos en la cadena de producción, estaría acorde con la Ley 22/2011, daría cumplimiento a la Estrategia Europea 2020 y evitaría uno de los inmensos problemas derivados de este tipo de explotaciones.

15 Existe pues la necesidad de proporcionar un material de mortero u hormigón, que dé lugar a materiales más densos, con una buena resistencia a compresión a los 28 días y que permitan la retención de elementos por cualquier vía de transferencia y, por tanto, que sean óptimos para su uso como subproducto en el campo de la construcción.

20 **BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION**

La presente invención soluciona los problemas descritos en el estado de la técnica puesto que, proporciona un procedimiento para la preparación de un material mortero u hormigón a partir de residuos de extracción de minerales metálicos que da lugar a un material con buenas propiedades de resistencia a compresión a 28 días puesto que supera los 15 MPa.

25 Así pues, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un material de mortero u hormigón no estructural (de aquí en adelante, material de mortero u hormigón de la presente invención), que comprende cemento, agua, árido fino y árido grueso, donde el árido fino está parcialmente sustituido por residuos de extracción de minerales metálicos (REMM), no sometidos a tratamiento térmico, con un pH inferior a 7, con un tamaño de partícula menor a
30 4 mm (tamaño natural o por trituración), y que son parcialmente estabilizados con material calizo que comprende al menos un 60% de calcita con un tamaño de partícula inferior a 63 µm.

A los efectos de esta invención, se aplicarán las siguientes definiciones:

01. «LER»: lista europea de residuos.
02. «REMM»: residuos clasificados en la Lista Europea de Residuos con código 01 01 “Residuos de Extracción de Minerales Metálicos”, en concreto, todos los derivados de las operaciones de explotación y concentración de minerales de minas de Pirita-Blenda-Galena (PBGs) con minerales generadores de acidez potencial. Así mismo, se incluyen residuos de la explotación de otros sulfuros metálicos, óxidos y carbonatos que constituyen menas de metales de interés económico como son el hierro, plomo, cobre, mercurio, cadmio, zinc, níquel, plata, oro ...
03. «EHE-08»: instrucción de hormigón estructural 2008.
04. «Valorización»: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general.
05. «sustancia peligrosa»: sustancia clasificada como peligrosa por cumplir los criterios establecidos en el anexo I, partes 2 a 5, del Reglamento (CE) nº 1272/2008.
06. «metal pesado»: cualquier compuesto de antimonio, arsénico, cadmio, cromo (VI), cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, telurio, talio y estaño, así como estas sustancias en sus formas metálicas, siempre que estén clasificadas como peligrosas.
07. «metales de transición»: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, wolframio, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo, así como estas sustancias en sus formas metálicas, siempre que estén clasificadas como sustancias peligrosas.
08. «estabilización»: proceso que cambia la peligrosidad de los constituyentes del residuo y lo transforma de peligroso en no peligroso.
09. «solidificación»: proceso que solo cambia el estado físico del residuo mediante aditivos sin variar sus propiedades químicas.
10. «residuos parcialmente estabilizados»: residuos que contienen, después del proceso de estabilización, constituyentes peligrosos que no se han transformado completamente en constituyentes no peligrosos y que pueden pasar al medio ambiente a corto, medio o largo plazo.

En una realización más en particular, el material de mortero u hormigón de la presente invención, comprende:

- al menos 150 kg/m³ de cemento,
- árido fino, sustituido en al menos un 20 % en peso, del total de árido fino por REMM y filler calizo,
- 0-70 % en peso de árido grueso,
- al menos 90 kg/m³ de agua,

En otra realización más en particular, el material de mortero de la presente invención, comprende:

- al menos 150 kg/m³ de cemento,
- árido fino, sustituido en al menos un 20 % en peso del total de árido fino por REMM y filler calizo,
- al menos 90 kg/m³ de agua,

En otra realización más en particular, el material de hormigón de la presente invención comprende:

- al menos un 150 kg/m³ de cemento,
- árido fino, sustituido en al menos un 20 % en peso del total de árido fino por REMM y filler calizo,
- 0-70% en peso de árido grueso, preferentemente entre 40 – 70 % en peso de árido grueso
- al menos un 90 kg/m³ de agua,

En la presente invención por cementos se refiere a aquellos cementos especificados en la tabla A.18.2, del Anejo 18 de la EHE-08, preferentemente, se refiere a los cementos resistentes a sulfatos (cementos SR).

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación de material de mortero u hormigón de la presente invención, (de aquí en adelante, procedimiento de la presente invención) a partir de residuos de extracción de minerales metálicos REMM no sometidos a tratamiento térmico y con un tamaño de partícula menor a 4 mm (tamaño natural o por trituración), según lo descrito anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

- a) estabilización parcial del REMM con materiales calizos que comprenden al menos un 60% de calcita y un tamaño de partícula menor a 63 µm, hasta alcanzar un pH comprendido entre 7-10,

b) homogenización de la mezcla obtenida en a) con agua hasta punto de saturación,

c) adición de cemento, agua y áridos,

d) homogenización de la mezcla obtenida en la etapa c,

5 En otra realización más en particular, el árido de la etapa c) del procedimiento de la presente invención, es seleccionado de entre árido fino con un diámetro de partícula inferior a 4 mm, árido grueso con un diámetro de partícula superior a 4 mm y mezclas de los mismos.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del material de mortero u hormigón no estructural de la presente invención para la preparación de materiales de construcción.

10 En la presente invención, por materiales de construcción se refiere a materiales para la preparación de revestimientos, aceras, bordillos, bolardos, maceteros, rigolas, tubos de saneamiento, hormigones de relleno, muros de hormigón en masa, bloques sumergidos, escolleras de puertos, barreras de seguridad en autopistas y autovías, entre otros.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 El procedimiento de ejecución de la presente invención se llevó a cabo como se describe a continuación:

Una vez realizado el estudio previo de caracterización y análisis de riesgos del emplazamiento contaminado que contiene los REMM, se tomaron un número de muestras representativas, en función del volumen de residuos y a juicio del experto y se llevaron al laboratorio.

20 Con los residuos en el laboratorio, éstos fueron caracterizados química y mineralógicamente y, al mismo tiempo, se realizó un análisis granulométrico, triturando todas aquellas partículas retenidas en el tamiz UNE-EN 933-2 de abertura 4 mm hasta un tamaño adecuado.

25 La fase de estabilización parcial supone el uso de un material calizo que contenga más de un 60 % de calcita y el tamaño de partícula sea inferior a 63 micras, con lo que se consiguió estabilizar el pH de los REMM a un valor neutro o ligeramente básico, inmovilizando los metales solubles o evitando que precipiten en formas insolubles.

Para ello, se determinó el potencial de generación de ácido de los residuos, tal y como se describe en la norma UNE-EN 15875.

30 Este procedimiento se realizó con la mezcla a punto de saturación en agua para forzar la reacción y para evitar que, con posterioridad, los REMM atacaran a algún otro componente

y/o que tomaran parte del agua destinada a reaccionar con el cemento por fenómenos higroscópicos o de cambios estructurales durante las distintas fases de cristalización.

Si por algún motivo no es posible ejecutar esta fase de forma satisfactoria, los residuos serán descartados y convenientemente gestionados.

5 A continuación, se eligió la dosificación de cemento, agua, árido grueso (si se va a fabricar un hormigón), REMM parcialmente estabilizado y árido fino (si la sustitución de este no es completa). La proporción de cada uno de estos componentes, respecto del cemento, fue una elección personal, excepto para el material calizo que, como se citó anteriormente, estará en función del potencial de generación de ácido de los REMM, y dependerá, en mayor o menor
10 medida, de las características finales del producto deseado.

Tal y como se cita en el Anejo 18 de la EHE-08, la única restricción para hormigones de uso no estructural es que la dosificación de cemento y la resistencia mínima deberá ser de 150 kg/m³ y 15 N/mm², respectivamente.

El procedimiento de mezclado de los distintos componentes podrá realizarse empleando
15 cualquier método que asegure la homogeneidad del producto. La adición de los REMM se llevará a cabo previa estabilización parcial, evitando así la reacción de éstos con cualquier otro componente de la mezcla.

Finalizado el proceso de fabricación, el producto fue sometido a pruebas mecánicas, determinando su resistencia a compresión conforme a la norma UNE-EN 12390-3 para
20 hormigones o su resistencia a flexión y a compresión para morteros según la norma UNE-EN 196-1, a pruebas físico/químicas tales como densidad, pH, conductividad, etc... y a un estudio de estabilización de metales solubles, analizando las aguas de curado, con el fin de corroborar la perfecta estabilización y encapsulación de los residuos.

Si los resultados obtenidos durante la etapa anterior son satisfactorios, el producto
25 estabilizado/solidificado puede tener diversas aplicaciones industriales, principalmente en el campo de la construcción, en caso contrario será descartado y se deberá iniciar el proceso de nuevo desde la estabilización.

El producto obtenido presenta múltiples aplicaciones en el sector de la construcción, tales como: revestimientos, aceras, bordillos, bolardos, maceteros, ríogolas, tubos de saneamiento,
30 hormigones de relleno, muros de hormigón en masa, escolleras de puertos, barreras de seguridad en autopistas y autovías, conducciones de aguas residuales, losas prefabricadas no armadas... entre otras.

La promoción y desarrollo de estos materiales implica grandes beneficios medioambientales, económicos y sociales, como son la protección de los ecosistemas y regeneración de espacios altamente degradados, mayor disponibilidad de materias primas al reducir drásticamente la explotación de recursos naturales, reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, creación de nuevos mercados, promover una menor dependencia de la importación de materias primas, etc...

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Ejemplo 1: procedimiento de fabricación de seis probetas cilíndricas de hormigón de dimensiones 30 x 15 cm, con sustitución del 50 % del árido fino por una masa equivalente de REMM más filler calizo.

Las probetas fueron clasificadas en dos grupos según del procedimiento de fabricación de las mismas:

- Grupo A: Procedimiento de fabricación normal. Probetas en las que la masa de “REMM + Filler Calizo” se adiciona seca.
- Grupo B: Procedimiento de fabricación modificado según método de la invención propuesta. Probetas en las que la masa de “REMM + Filler Calizo” se adiciona a punto de saturación en agua.

GRUPO A y B:

El origen de los residuos utilizados tanto para el grupo A como para el grupo B fue “La Bahía de Portman”, uno de los espacios más contaminados de la Península Ibérica. En ella, se estima la presencia de un total de 60 millones de toneladas de residuos peligrosos como los descritos anteriormente, fruto de la intensa actividad minera realizada por el Lavadero Roberto durante gran parte del siglo XX.

La muestra se encontraba encostrada y de tamaño superior a 4 mm, por lo que fue necesario triturarla hasta un tamaño inferior a los 4 mm. La caracterización química, mineralógica y granulométrica efectuada en el laboratorio, en las muestras seleccionadas, arrojan los siguientes valores particulares:

CARACTERISTICAS REMM	VALOR
COLOR MUNSELL	2.5Y, 5/6

ES 2 737 525 B2

TAMAÑO DE PARTICULA (después de triturado)	< 4 mm
CLASE TEXTURAL USDA	franco/limoso
SUPERFICIE ESPECIFICA BET	16 m ² /g
DENSIDAD RELATIVA	2,6 g/cm ³
pH	2,5

COMPUESTOS REMM	FORMULA MOLECULAR	PORCENTAJE
NATROJAROSITA	NaFe ₃ ⁽³⁺⁾ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	60 %
SIDERITA	FeCO ₃	15 %
YESO	CaSO ₄ .2H ₂ O	4 %
MAGNETITA	Fe ²⁺ (Fe ³⁺) ₂ O ₄	5 %
PIRITA	FeS ₂	10 %
CUARZO	SiO ₂	3 %
OTROS	---	3 %

ELEMENTOS REMM	TOTALES	SOLUBLES
PLOMO	3.304 mg/kg	15 mg/kg
CINC	3.205 mg/kg	306 mg/kg
CADMIO	56 mg/kg	3,8 mg/kg
COBRE	160 mg/kg	82 mg/kg
ARSENICO	632 mg/kg	4,1 mg/kg
HIERRO	38 %	25 %
AZUFRE	15,01 %	< LD

En función de la mineralogía del residuo y, siguiendo los pasos descritos en la norma UNE-EN 15875, se determinó que, para estabilizarlo parcialmente, era preciso mezclarlo con una masa de material calizo equivalente a un 30 % de la masa total del residuo.

- 5 El material calizo utilizado para llevar a cabo este procedimiento, fue un filler procedente de las plantas de clasificación de áridos, puesto que se encuentra de forma abundante, es económico y posee altos contenidos en carbonatos y cuyas características son las siguientes:

CARACTERISTICAS FILLER	VALOR
COLOR MUNSELL	7.5 YR 8/2
TAMAÑO MEDIO DE PARTICULA	55 µm
CLASE TEXTURAL USDA	franco
SUPERFICIE ESPECIFICA BET	9 m ² /g
DENSIDAD RELATIVA	2,3 g/cm ³
pH	8,3

COMPUESTOS FILLER	FORMULA MOLECULAR	PORCENTAJE
CALCITA	CaCO ₃	84 %
DOLOMITA	CaMg(CO ₃) ₂	6 %
FILOSILICATOS	illita	3 %
CUARZO	SiO ₂	7 %

10

ELEMENTOS FILLER	TOTALES	SOLUBLES
PLOMO	< LD	< LD

CINC	< LD	< LD
CADMIO	< LD	< LD
COBRE	< LD	< LD
ARSENICO	< LD	< LD
HIERRO	< LD	< LD
AZUFRE	< LD	< LD

GRUPO A:

La mezcla del residuo con el filler calizo se hizo por vía seca, agitando ambas masas entre 5 y 10 min, para asegurar su homogeneidad.

5 **GRUPO B:**

La mezcla del residuo con el filler calizo se hizo por vía húmeda, llevando ambas masas casi a punto de saturación en agua, para lo cual se adicionó la cantidad necesaria de ésta directamente desde la red urbana y se agitó constantemente, entre 5 y 10 min, para asegurar su homogeneidad.

10 **GRUPO A y B:**

Una vez los REMM fueron estabilizados parcialmente, se procedió a fabricar el hormigón que, a la postre, supuso la estabilización completa de los mismos.

Para ello, y basándonos de nuevo en la mineralogía, se utilizó un cemento I 32,5 N/SR UNE 80303-1, que se corresponde con un cemento de tipo Portland resistente a sulfatos con una resistencia normal de 32,5 MPa.

La dosificación elegida se ha determinado para preparar un hormigón en masa corriente, con una resistencia a compresión a 28 días de 20 MPa y consta de:

- 250 kg/m³ de cemento.
- 480 kg/m³ de árido fino con sustitución del 50 %:
 - 240 kg/m³ de árido fino convencional.
 - 240 kg/m³ de mezcla homogénea y a punto de saturación en agua de REMM y filler calizo.

- 1.600 kg/m³ de árido grueso.
- 175 kg/m³ de agua.

El uso de un sistema de tambor rotatorio para llevar a cabo la mezcla de todos estos componentes asegura la homogeneidad del producto. La masa a tomar de cada uno de los materiales dependerá de su densidad y del volumen de producto a fabricar.

GRUPO A:

Al adicionar los residuos parcialmente estabilizados y sin saturar en agua, se apreció como éstos se van hinchando al captar el agua de dosificación que debería reaccionar con el cemento.

10 Conforme avanzó el tiempo de mezcla, en lugar de formarse como cabría esperar, una masa cementada homogénea de aspecto denso/semifluido, se fueron formando agregados sólidos no cementados con forma esférica que hizo muy difícil, por no decir casi imposible, rellenar los moldes de las probetas de forma homogénea.

15 Por ello, fue necesario adicionar entre un 50 y un 100 % de agua extra respecto de la planteada inicialmente para conseguir una pasta mínimamente trabajable y, pese a ello, el aspecto final no fue el de un hormigón al uso.

Transcurridas entre 24 y 48 horas desde que se rellenaron los moldes, se llevó a cabo el desmoldado.

20 El aspecto fue de un material en estado sólido que presentaba, a simple vista, problemas estructurales, pues se apreciaron huecos intersticiales en la superficie de las probetas.

Una vez ejecutada la fase de desmoldado, las probetas fueron introducidas en recipientes individuales y totalmente cubiertas de agua, permaneciendo en estas condiciones durante, al menos, 28 días.

GRUPO B:

25 Al adicionar los residuos parcialmente estabilizados y casi a punto de saturación en agua, se apreció cómo se formaba una masa homogénea de aspecto denso/semifluido, que permitió rellenar fácilmente los moldes de las probetas.

Transcurridas entre 24 y 48 horas desde que se rellenaron los moldes, se llevó a cabo la fase de desmoldado.

30 El aspecto que presentaban las probetas con el procedimiento propuesto por esta invención, fue de un material sólido y estructuralmente compacto.

Una vez ejecutada la fase de desmoldado, las probetas fueron introducidas en recipientes individuales y totalmente cubiertas de agua, permaneciendo en estas condiciones durante, al menos, 28 días.

GRUPO A y B:

- 5 Cada día, o si se considera oportuno establecer otro intervalo de tiempo mayor, se tomó una muestra de estas aguas y se analizaron parámetros químicos tales como pH, conductividad eléctrica y contenido de metales solubles, entre otros.

A los 28 días de curado, las probetas fueron extraídas y sometidas a ensayos de resistencia a compresión.

- 10 Los resultados que se detallan a continuación representan el valor promedio de las experimentaciones efectuadas en el laboratorio para cada grupo durante el período de investigación previo a la redacción de esta invención.

PARAMETROS 28 DIAS	INICIAL	GRUPO A	GRUPO B
pH aguas de curado (---)	6,95	10,10	11,97
C. Eléctrica aguas de curado (mS/cm)	2,09	13,63	12,02
Metales Solubles aguas de curado (ppm)	< LD	< LD	< LD
Resistencia Compresión probetas (MPa)		3,8	17,5
Densidad probetas (kg/m ³)		X	2.244
Partículas en suspensión (%)	0	14	0

- 15 **GRUPO A:**

Las probetas fabricadas según el procedimiento normal:

- retuvieron los contaminantes solubles, pero no retuvieron todos los particulados.
- No alcanzaron la resistencia a compresión mínima exigida por la EHE-08 para poder ser empleados como hormigones no estructurales.

- 20 Como consecuencia, no tienen aplicación en el campo de la construcción.

GRUPO B:

Las probetas fabricadas según el procedimiento modificado propuesto por esta invención:

- retuvieron los contaminantes solubles y particulados, evitando la dispersión al medio.
- Superaron claramente la resistencia a compresión mínima exigida por la EHE-08 para poder ser empleados como hormigones no estructurales.

5

Como consecuencia, pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones como hormigones no estructurales en el campo de la construcción.

REIVINDICACIONES

1. Material de mortero u hormigón que comprende cemento, agua, árido fino y árido grueso, caracterizado por que el árido fino está parcialmente sustituido por residuos de extracción de minerales metálicos (REMM) no sometidos a tratamiento térmico, con un pH inferior a 7, con un tamaño de partícula menor a 4 mm, y parcialmente estabilizados con material calizo que comprende al menos un 60% de calcita con un tamaño de partícula inferior a 63 µm.
- 5
2. Material de mortero u hormigón según la reivindicación 1, que comprende:
- al menos 150 kg/m³ de cemento,
 - árido fino, sustituido en al menos un 20% en peso del total de árido fino por REMM,
 - 10 – 0-70 % en peso de árido grueso,
 - al menos 90 kg/m³ de agua,
3. Procedimiento para la preparación material de mortero u hormigón a partir de residuos de extracción de minerales metálicos REMM no sometidos a tratamiento térmico y con un tamaño de partícula menor a 4 mm según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende las siguientes etapas:
- 15
- a) estabilización parcial del REMM con materiales calizos que comprenden al menos un 60% de calcita y un tamaño de partícula menor a 63 µm, hasta alcanzar un pH comprendido entre 7-10,
 - b) homogenización de la mezcla obtenida en a) con agua hasta punto de saturación,
 - 20 c) adición de cemento, agua y áridos,
 - d) homogenización de la mezcla obtenida en la etapa c),
4. Uso de un material de mortero u hormigón según cualquiera de las reivindicaciones 1-2 para la preparación de materiales de construcción.
5. Uso de un material de mortero u hormigón según la reivindicación 4, donde los materiales de construcción son para revestimientos, aceras, bordillos, bolardos, maceteros, ríoglas, tubos de saneamiento, hormigones de relleno, muros de hormigón en masa, bloques sumergidos, escolleras de puertos, barreras de seguridad en autopistas y autovías, conducciones de aguas residuales, losas prefabricadas.
- 25