



MORTERO VERDE PARA ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES QUE COMPRENDE AGREGADOS FINOS Y FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un mortero fabricado a partir de agregados reciclados obtenidos a partir de los residuos de construcción o de desechos de demolición. Específicamente se refiere a un mortero conformado por agregados finos, cementante, fibras sintéticas, y aditivo químico.

La invención tiene aplicación en el campo técnico de los materiales de construcción. Más concretamente, en los materiales de construcción que se obtienen a partir de desechos que provienen de la industria de la construcción.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La fabricación de materiales compuestos, como es el caso de los concretos o morteros, en economías emergentes en regiones tropicales en vía de desarrollo impactan negativamente en los aspectos medioambientales, debido al consumo generalizado de materias primas naturales no renovables y producción de gases contaminantes en las etapas de procesamiento y fabricación del cemento y agregados.

Por otro lado, se conoce también que la industria de la construcción genera el 50% de los residuos depositados en los rellenos sanitarios. Estos desechos pueden venir de la demolición de estructuras que ya alcanzaron su vida útil o que no cumplen con los requisitos de resistencia sísmica y de seguridad, así como estructuras que se han visto dañadas de manera irreparable durante los desastres naturales. (Oikonomou, 2005).





En consecuencia, tanto la fabricación de materiales de construcción, como los desechos que se obtienen de esta industria, convergen en un mal común que incide principalmente en daños causados al medio ambiente.

Para atacar integralmente a esta problemática planteada, diversos estudios revelan tecnologías, técnicas y métodos que inciden en el reciclaje de los residuos de construcción para la elaboración de materiales de construcción para reemplazar parcial o totalmente los agregados naturales de las técnicas convencionales, para de esta manera evitar el uso de los agregados naturales empleados convencionalmente a la vez que se reduce el volumen de residuos que se obtienen en esta industria.

Por ejemplo, el documento de patente WO2021164794A1 divulga un concreto fresco con capacidad de autotratamiento, que contiene en 1 m³, de 30 - 300 kg de agua, de 135 - 450 kg de cemento o de 135 - 600 kg de una mezcla de cemento y al menos un sustituyente del mismo, de 1000 - 2400 kg de agregado con una fracción de hasta 40 mm, en el que al menos el 55 % en peso del agregado esté compuesto de agregado natural, y luego de 10 a 300 kg de residuos inertes de construcción y demolición y/o residuos de la producción industrial de la construcción productos en forma de polvo con un tamaño de partícula de 5 a 250 µm, preferiblemente de 5 a 125 µm. El mencionado sustituyente del cemento es preferentemente un aditivo de microsílice (humo de sílice).

El documento CN109053080A revela un material de construcción compuesto a base de cemento de alta ductilidad, respetuoso con el medio ambiente, caracterizado porque consta de los siguientes componentes en términos de porcentaje de masa: Agregado fino reciclado 18%~26%, Fibra 0,2% a 9%, cementante suplementario 12%~21%, Agua 13% a 26%, Cemento 32% a 45%, Agente reductor de agua 0~2% y un Agente de refuerzo 0 a 2%. Donde la fibra es al menos una de tipo fibra sintética, de vidrio, natural o de acero. Donde el cementante suplementario es al menos una de (o una mezcla de) ceniza volcánica, como ceniza volante, escoria, humo de sílice y/o metacaolín. Donde el cemento es cemento Portland o cemento





aluminato o cemento sulfoaluminato u otras variedades de cemento. Donde el agente reductor de agua es un superplastificante (ácido policarboxílico).

El documento CN108911623A da a conocer a un concreto de cemento permeable al agua que utiliza concreto reciclado como agregado, que tiene composiciones de materia prima con partes en peso de 250-400 partes de cemento, 1500-2000 partes de agregado de concreto reciclado, 25-40 partes de agente cementante inorgánico y 2,5-5 partes de fibra sintética, en el que el agregado de concreto reciclado tiene 5-12 mm de fracción de tamaño unitario y 25 por ciento o menos de valor de trituración, en el que el cemento es uno o más de 52.5, 52.5R, 62.5 o 62.5R Cemento Portland y en el que el cementante inorgánico es uno o más de humo de sílice, zeolita o metacaolín.

Sin embargo, las tecnologías mencionadas tienen un enfoque recurrente debido a que las mezclas caracterizadas como morteros no son implementados para el desarrollo de elementos no estructurales. A este respecto, Sánchez (2019), en su investigación titulada “Utilización de árido reciclado para la fabricación de piezas de hormigón prefabricado de mobiliario urbano” señaló que la fabricación de hormigón para uso no estructural con áridos reciclados ha sido objeto de estudio; adicionalmente, para el desarrollo de prefabricados de uso no estructural se recomienda la resistencia a la compresión característica mínima de 15 MPa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Debido a lo anterior, el objeto de la presente invención es proporcionar un mortero a partir de residuos de construcción y/o desechos de demolición, además de otros residuos de productos industriales, para obtener elementos no estructurales con características de resistencia a la compresión aceptables para su empleo en esta industria, contribuyendo a la sostenibilidad del medio ambiente al emplear desechos de diferentes industrias como materias primas.

Concretamente, la invención se refiere a un mortero para elementos no estructurales fabricado





a partir de residuos de construcción y/o desechos de demolición, cuya composición comprende las siguientes materias primas por metro cúbico en las siguientes proporciones en p/V: 50% de una mezcla de agregados que comprende 50% de agregados finos naturales (AFN) y 50% de agregados finos reciclados (AFR), en el que dichos AFN y AFR tienen un tamaño de partícula menor o igual a 2.36mm; 30% de una mezcla cementante conformada por un 82% de un cemento de altas resistencias tempranas (cemento ART) y 18% de un cementante suplementario; 0.5% a 1.5% de fibras sintéticas con un tamaño de partícula de 0.149 mm a 2.36 mm; un aditivo superplastificante en proporción de 0.5% a 1.5% del peso total de la mezcla cementante y; agua agregada en una relación agua/cementante de 0.5 a 0.6. El mortero descrito puede alcanzar resistencia a la compresión que van de los 19 a 37 MPa.

La invención también se refiere a un procedimiento para obtener un mortero para elementos no estructurales a partir de residuos de construcción y/o desechos de demolición que comprende los siguientes pasos:

S1.- Se requiere mezclar y homogeneizar el cemento ART (Altas resistencias tempranas) y el cementante suplementario, preferentemente MK (metacaolín), en una proporción de 82% y 18% por m³ del peso total de la mezcla cementante. El proceso de mezclado se realiza de manera manual durante 30 segundos.

S2.- Se requiere mezclar y homogeneizar los agregados finos naturales (AFN) y los agregados finos reciclados (AFR). El proceso de mezclado se realiza de manera manual durante 30 segundos. La proporción de AFN y AFR en la mezcla es en una proporción de 50% y 50%, respectivamente, por m³ del peso total de la mezcla de agregados.

S3.- Se realiza la hidratación de las fibras sintéticas por 30 segundos con agua. La hidratación se realiza de manera manual. Adicionalmente, se deja reposar por 30 segundos. En una realización particular de la invención, se requiere almacenar la fibra en bolsa hermética o recipiente similar para evitar evaporación de agua.





S4.- Se realiza el vertido de la mezcla cementante en un recipiente de una amasadora, posteriormente, se adiciona en el recipiente la mezcla de los agregados finos reciclados y naturales, y se inicia el mezclado durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min. Esta etapa se realiza según el estándar ASTM C305-14.

S5.- Se realiza la adición de las fibras sintéticas a la masa obtenida del paso anterior y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min, siendo la proporción de la fibra sintética en la mezcla de 0.5 a 1.5% por m^3 del peso total del mortero proyectado.

S6. Se prepara una mezcla de agua y un aditivo superplastificante, donde la cantidad de agua tiene una relación agua/cementante de 0.5 a 0.6, y donde el aditivo superplastificante se agrega en la mezcla en una proporción de 0.5% a 1.5% del peso total de la mezcla cementante.

S7.- Se añade un 70% del peso de la mezcla del paso anterior S6 a la mezcla del paso S5 y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min.

S8.- Posteriormente, se añade el 30% de la mezcla restante de agua y aditivo superplastificante restante del paso S6 en la mezcla obtenida del paso anterior S7 y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min.

S9.- Se detiene la mezcladora (o amasadora) y se deja reposar en un total de 60 segundos. Inicialmente, en los primeros 15 segundos, se reincorpora de manera rápida las partículas de mortero en estado plástico que hayan quedado adheridas en la pared del recipiente. Posteriormente, se deja reposar por 45 segundos.

S10.- Para finalizar el mezclado del mortero, se realiza el amasado durante 60 segundos a velocidad media (285 ± 10) r/min.





El mortero obtenido mediante el procedimiento descrito puede tener resistencias que van de los 19 a 37 MPa después de 28 días de curado.

Si bien se han descrito algunos efectos beneficiosos de la presente invención, otros efectos serán evidentes a partir de la descripción de la realización detallada de la misma.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Es una vista ampliada de las materias primas que conforman el mortero para elementos no estructurales de la presente invención, donde se aprecia también el mortero.

Figura 2. Es una vista de un prototipo del mortero para elementos no estructurales objeto de esta invención con 7 días de curado situado en un dispositivo convencional para realizar una prueba a la compresión, a una velocidad de fallado de 800 N/s.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un mortero para elementos no estructurales conformado a partir de residuos de construcción o desechos de demolición cuya composición comprende las siguientes materias primas por m^3 en las siguientes proporciones en peso volumen (p/V): 50% de una mezcla de agregados que comprende 50% de agregados finos naturales (AFN) y 50% de agregados finos reciclados (AFR), en el que dichos AFN y AFR tienen un tamaño de partícula menor o igual a 2.36mm; 30% de una mezcla cementante conformada por un 82% de un cemento de altas resistencias tempranas (cemento ART) y 18% de un cementante suplementario; 0.5% a 1.5% de fibras sintéticas con un tamaño de partícula de 0.149 mm a 2.36 mm; un aditivo superplastificante en proporción de 0.5% a 1.5% del peso total de la mezcla cementante y; agua agregada en una relación agua/cementante de 0.5 a 0.6.

En una modalidad de la invención, los agregados finos reciclados son obtenidos a partir de





residuos de construcción y/o de desechos de demolición.

En una modalidad de la invención, el cementante suplementario es preferentemente metacaolín.

En una modalidad de la invención, las mencionadas fibras sintéticas son preferentemente fibras de vidrio recicladas, las cuales son procedentes de un subproducto de la industria de los prefabricados de polímeros.

En una modalidad de la invención, el aditivo superplastificante empleado como agente reductor de agua es en este caso, preferentemente, policarboxilato.

En una modalidad de la invención, el mortero obtenido mediante el procedimiento descrito puede tener resistencias que van de los 19 a 37 MPa después de 28 días de curado.

La invención también se refiere a un procedimiento para obtener un mortero para elementos no estructurales a partir de residuos de construcción y/o desechos de demolición que comprende los siguientes pasos:

S1.- Se requiere mezclar y homogeneizar el cemento ART (Altas resistencias tempranas) y el cementante suplementario en proporción de 82% y 18% por m^3 del peso total de la mezcla cementante. El mezclado se realiza de manera manual durante 30 segundos.

S2.- Se requiere mezclar y homogeneizar los agregados finos naturales (AFN) y los agregados finos reciclados (AFR). El mezclado se realiza de manera manual durante 30 segundos. La proporción de AFN y AFR en la mezcla es en una proporción de 50% y 50% respectivamente por m^3 del peso total de la mezcla de agregados.

S3.- Se realiza la hidratación de las fibras sintéticas por 30 segundos con agua. La hidratación se realiza de manera manual. Adicionalmente, se deja reposar por 30 segundos. En una





realización particular de la invención, se requiere almacenar la fibra en bolsa hermética o recipiente similar para evitar evaporación de agua.

S4.- Se realiza el vertido de la mezcla cementante en un recipiente de una amasadora, posteriormente, se adiciona en el recipiente la mezcla de los agregados finos reciclados y naturales y se inicia el mezclado durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min. El proceso se realiza según el estándar ASTM C305-14.

S5.- Se realiza la adición de las fibras sintéticas a la masa obtenida del paso anterior y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min, siendo la proporción de la fibra sintética en la mezcla de 0.5 a 1.5% por m^3 del peso total del mortero proyectado.

S6. Se prepara una mezcla de agua y un aditivo superplastificante, donde la cantidad de agua tiene una relación agua/cementante de 0.5 a 0.6, y donde el aditivo superplastificante se agrega en la mezcla en una proporción de 0.5% a 1.5% del peso total de la mezcla cementante.

S7.- Se añade un 70% del peso de la mezcla del paso anterior S6 a la mezcla del paso S5 y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min.

S8.- Posteriormente, se añade el 30% de la mezcla restante de agua y aditivo superplastificante restante del paso S6 en la mezcla obtenida del paso anterior S7 y se mezcla durante 60 segundos a velocidad lenta (140 ± 5) r/min.

S9.- Se detiene la mezcladora (o amasadora) y se deja reposar en un total de 60 segundos. Inicialmente, en los primeros 15 segundos, se reincorporan de manera rápida las partículas de mortero en estado plástico que hayan quedado adheridas en la pared del recipiente. Posteriormente, se deja reposar por 45 segundos.

S10.- Para finalizar el mezclado del mortero, se realiza el amasado durante 60 segundos a





velocidad media (285 ± 10) r/min.

En una modalidad de la invención, los AFR son obtenidos de residuos de construcción o desechos de demolición.

En una modalidad de la invención, los AFN y los AFR tienen un tamaño de partícula menor o igual a 2.36 mm

En una modalidad de la invención, el cementante suplementario de la etapa S1 es preferentemente metacaolín.

En una modalidad de la invención, las mencionadas fibras sintéticas de la etapa S3 son preferentemente fibras de vidrio recicladas, las cuales son procedentes de un subproducto de la industria de los prefabricados de polímeros. Además, tienen un tamaño de partícula de 0.149mm a 2.36 mm.

En una modalidad de la invención, el aditivo superplastificante de la etapa S6 es preferentemente, policarboxilato.

En una modalidad de la invención, el mortero obtenido mediante el procedimiento descrito puede tener resistencias que van de los 19 a 37 MPa después de 28 días de curado.

El mortero de la presente invención está categorizado como un “mortero verde” puesto que se trata de una alternativa a los procesos que son implementados en la industria de la ingeniería y construcción. El enfoque de este desarrollo técnico está relacionado al uso de materiales no convencionales (agregados de construcción y demolición) y residuos de productos industriales (fibras de vidrios) como materiales sustitutos a los materiales de uso convencional para el desarrollo de una tipología de mezcla adecuada para elementos no estructurales.





Para caracterizar las materias primas, así como la evaluación de las propiedades mecánicas del mortero, se emplearon técnicas estandarizadas que son ampliamente conocidas por los expertos en la técnica, por lo que no entrará en detalle al respecto.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se fabricó un mortero a partir de las siguientes materias primas: 627.16 kg/m^3 de agregados naturales, 627.16 kg/m^3 de agregados reciclados, 627.16 kg/m^3 de cemento ART, 134 kg/m^3 de metacaolín, 1% de fibras sintéticas, un aditivo superplastificante cuyo porcentaje en la mezcla corresponde al 0.9% del peso total de la mezcla cementante, y agua agregada en una relación agua/cementante de 0.5.

Las propiedades mecánicas del mortero fueron evaluadas en 6 muestras a edades distintas. La resistencia a la flexión se evaluó a edades de curado de 3, 7, y 28 días, mientras que la resistencia a la flexión se evaluó a edades de curado de 28 días.

En referencia a la Figura 2, se aprecia que mediante la evaluación de la resistencia a la compresión de muestras de $50 \times 50 \text{ mm}$, realizado bajo las recomendaciones establecidas en estándares ASTM y NTC para el fallado de especímenes a edades tempranas (7 días), correspondientes a al mortero fabricado mediante la presente invención se obtuvieron unas resistencias a la compresión de entre 19 a 25 MPa, las cuales son superiores a lo que establece como límite mínimo en el estado del arte.

