

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 357**

51 Int. Cl.:

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 18/22 (2006.01)

C04B 111/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2014** **E 14162836 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** **EP 2789593**

54 Título: **Retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos desechados y su uso**

30 Prioridad:

11.04.2013 IT IT20130575

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

19.12.2016

73 Titular/es:

ITALCEMENTI S.P.A. (100.0%)

Via G. Camozzi, 124

24121 Bergamo, IT

72 Inventor/es:

MORBI, ALESSANDRO;

MOLFETTA, MARCELLO ANTONIO y

SGOBBA, SARA

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 594 357 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos desechados y su uso

La presente invención se refiere a un retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso, que permite una reducción eficaz de ruido de la pisada.

- 5 En particular, dicho retazo se proporciona con propiedades específicas de aislamiento acústico y conductividad térmica.

10 El estado del arte ya describe el uso de neumáticos fuera de uso en hormigón. De hecho, el requisito para la búsqueda de usos alternativos al caucho procedente de neumáticos fuera de uso (PFU), cumplió la necesidad de mejorar algunas características de las mezclas de hormigón. De hecho, de acuerdo con las aplicaciones a la cuales va destinado, el hormigón debe tener un peso específico bajo, una elevada resistencia y resistencia al impacto. El hormigón como tal, aunque es el material más usado en edificación, no siempre cumple todos estos requisitos de manera contemporánea.

15 De este modo, se ha desarrollado en el estado de la técnica el uso de partículas de caucho procedentes de PFU como constituyente en el hormigón, usándose el producto obtenido de este modo en la obtención de productos que absorben ruido del cemento para aplicaciones de carreteras. Más recientemente, las partículas de caucho reciclado se han usado en las mezclas de hormigón, incluso en sustitución de agregados basados en materiales inertes, para obtener un hormigón ligero.

20 En particular, dentro de la bibliografía técnica, bajo la expresión "Hormigón de Caucho" (hormigón con caucho) u "Hormigón Modificado con Caucho" (hormigón modificado con caucho), resulta usual indicar una mezcla formada por hormigón ordinario (cemento Portland), agregados naturales y caucho procedente de neumáticos fuera de uso. Bajo la expresión "mortero de caucho" se pretende indicar la mezcla de mortero de cemento con caucho.

25 El caucho usado para dichas aplicaciones procede de neumáticos fuera de uso de vehículos o camiones sometido a tratamientos de molienda mecánica o procesos criogénicos. Además, de acuerdo con las aplicaciones y los rendimientos requeridos para el producto final, se ha usado el caucho "como tal" o en algunos casos se ha tratado previamente, retirando el componente textil del mismo o sacando las fibras de acero. En otros casos, la superficie del caucho se ha sometido a ciertos pre-tratamientos para reforzar la adhesión entre la pasta de cemento y el caucho, logrando una mejora importante de algunas de las propiedades finales del hormigón. Un ejemplo de dicho pre-tratamiento es un tratamiento superficial de caucho con hidróxido de sodio, que aumenta la adhesión entre las partículas de caucho y la matriz de cemento, lo que se traduce de este modo en una mejora sustancial de la resistencia al desgaste y la resistencia a la flexión.

En general, se han usado agregados únicamente como sustitución parcial de los agregados naturales del interior de la mezcla de hormigón.

35 De acuerdo con el estado de la técnica, la adición de partículas de caucho de neumáticos fuera de uso conduce a una reducción de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón de partida, pero al mismo tiempo conduce a una gran capacidad de absorción de energía plástica. La disminución de las propiedades mecánicas es proporcional al aumento de la fracción en volumen de caucho de acuerdo con una relación no lineal.

A través de la adición de caucho, el hormigón se vuelve relativamente dúctil y, si se somete a carga, se comporta como una estructura elástica.

40 Además, el hormigón con las partículas de caucho (en sustitución de una cantidad de entre 10% y 30% en peso del agregado en materiales inertes) presenta coeficientes de conductividad térmica y absorción de ruido mayores que los de un hormigón tradicional.

45 Basándose en las propiedades anteriormente destacadas, el hormigón con caucho reciclado se puede usar en aplicaciones arquitectónicas, en la pavimentación de carreteras en las que la resistencia mecánicas no se requiere, en paneles que requieren un peso específico bajo, en elementos para la construcción de barreras de Jersey sometidas a impacto, en barreras de ruido (que absorben ruido) y en la construcción de ferrocarriles para sujetar los raíles al suelo.

50 Los ejemplos de dichas aplicaciones se divulgan en las solicitudes de patente WO2009035743, WO2000027774 y RU-A-2353603, que se refieren a mezclas de cemento, partículas de caucho y agregados naturales, respectivamente, para usos generales para hormigón con látex, paneles de cemento y morteros, para aplicaciones de protección frente a la radiación y para usos como paredes perimetrales con bloques formados por hormigón ligero.

Otros ejemplos se divulgan en el documento CA 2.593.865, el documento US 5.456.751 y el documento US 5.425.904. El documento CA 2.593.865 divulga un hormigón para pavimento de auto-nivelación que comprende una mezcla de cemento/arena, caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso, polímeros secos y agua. El

documento US 5.425.904 divulga una mezcla de hormigón que comprende cemento, arena, piedra, caucho reciclado procedente de un neumático fuera de uso sometido a lavado con agua o disolventes. El documento US 5.425.904 divulga un tratamiento para activar el caucho, que requiere dos etapas: la primera consiste en mezclar el caucho con un aditivo de vulcanizado y látex a una temperatura de 70 a 90°C para evaporar el agua presente en el látex. Después, dicho caucho activado se vulcaniza: el caucho así denominado se usa posteriormente como aditivo para la fabricación de artículos.

La necesidad de búsqueda de usos alternativos al caucho procedente de neumáticos fuera de uso (PFU) satisface hoy en día la necesidad de mejorar ciertas características de las mezclas de hormigón, con el fin de convertirlo en un material capaz de absorber la energía desarrollada por acciones dinámicas (impactos y vibraciones).

De este modo surge el interés en la obtención de retazos basados en hormigón que contiene agregados de caucho de PFU.

El retazo convencional, conforme con el documento UNI EN 13813, es el elemento de construcción horizontal que se adopta, por ejemplo, para nivelar una superficie, haciéndola perfectamente lisa, para distribuir la carga de los elementos suprayacentes y/o para albergar el pavimento final. El retazo es un elemento de construcción con un espesor variable dependiendo del tipo de entorno y finalidad para la cual está destinado (por ejemplo en el interior de una edificación puede tener un espesor de 4 a 20 cm).

Normalmente el retazo convencional se obtiene a través del uso de al menos tres materiales usados en cantidades apropiadas: cemento, materiales inertes (arena y/o grava, por ejemplo) y agua. Posiblemente, se pueden añadir super-fluidificantes o aditivos de aireación. La dosificación de los diversos elementos varía de acuerdo con el tipo de entorno y el destino del retazo (interno o externo, con fines industriales o civiles). Con frecuencia otros componentes se encuentran presentes, tales como poliestireno, usado para aligerar el retazo, o cuarzo, usado para hacer el retazo más suave y fuerte.

Un retazo dispuesto en adhesión a un sustrato que porta carga (por ejemplo una galería), sobre una capa de desolidarización (por ejemplo una barrera frente a vapor) o sobre una capa de aislamiento térmico y/o acústico, se define respectivamente como "adherente", "desolidarizado" o "flotante". Un retazo también puede incorporar un sistema de calentamiento/enfriamiento de suelo y, en ese caso, se define como "radiante".

La obtención del retazo debería garantizar de este modo principalmente:

- la obtención de un soporte apropiado para la colocación del pavimento planificado;
- que la colocación tiene lugar en la duración de tiempo necesario;
- que la duración del trabajo de construcción bajo las diversas condiciones de operación (interior o exterior, en pavimentos para uso civil, comercial o industrial, etc.) no está comprometida.

El objetivo de la presente invención es por tanto proponer un retazo capaz de cumplir al mismo tiempo las características térmicas/mecánicas citadas anteriores, garantizando también una reducción de ruido y absorción de energía vibracional, en particular una reducción del ruido procedente de la pisada, solucionando de este modo los problemas de los productos de acuerdo con la técnica anterior.

Otro objetivo de la presente invención es el uso de dicho retazo en aplicaciones que requieren un menor ruido de la pisada.

La cuestión objetivo de la presente invención es un retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU), que comprende cemento, caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso pre-tratados, con un tamaño de grano entre 0,1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm, todavía más preferentemente entre 2 y 5 mm, materiales inertes, aditivos poliméricos y agua; en el que dicho conglomerado presenta

- Resistencia de compresión mayor de 5 MPa, preferentemente mayor de 15 MPa, todavía más preferentemente mayor de 20 MPa y
- Módulo de elasticidad mayor de 10 GPa, preferentemente mayor de 13 GPa, en el que el caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU) se pre-trata usando un almacenamiento de PFU en agua durante un tiempo comprendido entre 7 días y 40 días, o por medio de lavado del PFU con látex.

Otro objetivo es el uso de un retazo de hormigón con un caucho pre-tratado procedente de neumáticos fuera de uso, en aplicaciones para reducir el ruido procedente de la pisada, en particular para pavimentos.

Una materia objetivo de la presente invención es también el uso de caucho reciclado pre-tratado procedente de neumáticos fuera de uso como agregado para retazos de hormigón.

El caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU), presente en el retazo de hormigón de acuerdo con la presente invención, se pre-trata por medio de almacenamiento de PFU en agua durante un período de tiempo de al menos 7 días, preferentemente más de 28 días, o por medio de lavado de PFU con látex.

Es preferible el pre-tratamiento por medio de almacenamiento de PFU en agua.

- 5 Una ventaja principal del retazo de acuerdo con la presente invención es su caracterización por el hecho de que presenta al mismo tiempo excelentes propiedades mecánicas y una reducción considerable del ruido de la pisada. En este sentido, se aprecia que un material que logra una reducción acústica por medio de absorción de ruido no necesariamente se caracteriza por el hecho de reducir el ruido de la pisada. De hecho, las ondas de sonido vibran de diferente forma de acuerdo con el medio a través del cual se propagan.
- 10 Resulta evidente que un retazo de hormigón que permite una buena reducción acústica por medio de absorción de sonido normalmente es más eficaz también a la hora de reducir el ruido de la pisada, pero en condiciones iguales de absorción de sonido, el comportamiento del retazo de hormigón con respecto al ruido de la pisada puede ser sorprendentemente distinto.

- 15 Más específicamente, el retazo de acuerdo con la presente invención proporciona la ventaja considerable de reducir el ruido de la pisada y, al mismo tiempo, buenas propiedades mecánicas y térmicas, sin ninguna retrogradación de la resistencia frente a la compresión con respecto a valores después de 28 días.

- 20 Dentro del término "cemento" de acuerdo con la presente invención se indica un material pulverulento que, mezclado con agua, forma una pasta que se endurece por medio de hidratación, y que, tras el endurecimiento, mantiene su resistencia y estabilidad también bajo el agua. En particular, los cementos de acuerdo con la presente invención incluyen el denominado cemento Portland, cemento de escoria, cemento de puzolana, cemento de ceniza volante, cemento de esquisto calcinado, cemento de caliza, los denominados cementos compuestos y cemento de sulfoaluminato. Por ejemplo, se pueden usar los cementos de tipo I, II, III, IV o V de acuerdo con la norma EN197-1. Un cemento particularmente preferido es el cemento CEM II. La clase de cemento preferida es la clase 42,5. Independientemente, el cemento puede ser gris o blanco.

- 25 Dentro de la expresión "materiales inertes" o "agregado de materiales inertes" de acuerdo con la presente invención se indican generalmente materiales granulares usados en el campo de la construcción (véase también las normas UNI EN 12620 y UNI EN 13055 (1)) que pueden ser de tipo silíceo, calizo o basáltico, redondo o desmenuzado.

- 30 El agregado puede ser natural, industrial o reciclado. El agregado natural es un agregado de origen mineral que se somete unívocamente a procesamiento mecánico, mientras que el agregado industrial es siempre un agregado de origen mineral que procede, sin embargo, de un proceso industrial, lo que implica una modificación térmica o de otro tipo. Al final, el agregado reciclado es un agregado que es el resultado del procesamiento de un material inorgánico previamente usado en el campo de edificación.

- 35 Los neumáticos usados en el retazo de acuerdo con la presente invención proceden del reciclaje y tratamiento de neumáticos fuera de uso (PFU) de automóviles y camiones y vienen indicados como agregados procedentes de PFU.

- 40 Los neumáticos fuera de uso se someten al siguiente tratamiento para la producción de agregados procedentes de PFU: en una primera fase se lleva a cabo la molienda de los mismos y posteriormente sigue una fase de tamizado. El componente de caucho reciclado presente en el retazo de acuerdo con la presente invención se somete posteriormente a un tratamiento adicional en el que el agregado molido y tamizado, con un tamaño de partícula comprendido entre 0,1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm, todavía más preferentemente entre 2 y 5 mm, se almacena en agua durante un período de tiempo de al menos 7 días, comprendido entre 7 y 40 días, preferentemente más de 28 días, o se somete a lavado con látex, antes de la mezcla con cemento, materiales inertes, aditivos poliméricos y agua.

En particular, el tratamiento con agua se logra de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- 45
- Se almacenan los agregados de caucho reciclado (PFU) en una piscina;
 - La piscina se llena posteriormente con agua en tal cantidad que todos los agregados procedentes de PFU queden totalmente sumergidos;
 - Se dejan los agregados procedentes de PFU en inmersión completa durante un período de tiempo comprendido entre 7 días y 40 días, preferentemente más de 28 días, y posteriormente se retiran de la
- 50 piscina y se usan directamente en la mezcla con cemento, materiales inertes, aditivos poliméricos y agua.

Alternativamente al tratamiento con agua, es posible someter los agregados de caucho reciclado (PFU) a tratamiento con látex:

- Se ponen los agregados de caucho reciclado (PFU) en un mezclador de cemento de tanque;

- Dentro del mezclador de cemento, en movimiento, se introduce el látex en fase líquida en la cantidad necesaria para humectar todos los agregados de PFU;
- Se recupera el posible látex en exceso a través de un tamiz;
- Se dejan secar los agregados de PFU lavados con látex de forma que el látex forme una capa impermeable alrededor de los mismos. Esta operación requiere unas pocas, basándose en la humedad relacionada y las condiciones de temperatura.

Los agregados de PFU se han separado en tres clases de tamaño de partícula.

En la Tabla 1 se presentan las características principales de los tres tamaños.

Tabla 1

Nombre de la clase de tamaño de partícula	Datos de Tamaño de Partícula
	Mm
G0	< 1
G1	3 – 5
G20	< 20

Las Figuras 1a, 1b y 1c destacan como las clases G0 y G1, presentan arenas mono-granulares y con gránulos redondeados, mientras que la clase G20 presenta un coeficiente de forma de segunda fase (forma aplanada).

Para la producción del retazo de acuerdo con la presente invención, se han usado tres clases de tamaño de partícula como se ha descrito anteriormente.

Preferentemente, la composición para obtener el retazo de acuerdo con la presente invención comprende de 5 a 30% en peso de cemento, de 5 a 20% en peso de agua, de 20 a 70% en peso de agregados procedentes de materiales inertes, de 1 a 20% de agregados procedentes de caucho reciclado (PFU).

Una composición preferida proporciona de un 10 a un 25% en peso de cemento, de un 8 a un 15% en peso de agua, de un 40 a un 70% en peso de agregados procedentes de materiales inertes, de un 1 a un 20% de agregados procedentes de caucho reciclado (PFU).

El retazo formado por hormigón de acuerdo con la presente invención no necesariamente requiere la adición de aditivos super-fluidificantes/reductores de agua para obtener los resultados deseados, aunque se parte de relaciones de agua/cemento comprendidas entre 0,45 y 1,2.

No obstante, en caso de usar aditivos de aireación y super-fluidificantes, estos se pueden seleccionar entre naftaleno sulfonado (SN), melanina sulfonada (SM), lignosulfonatos modificados (MLS), compuestos policarboxílicos tales como poliácridatos o tensioactivos.

Para una homogeneización completa, el cemento, el agua, el agregado procedente de materiales inertes y el agregado procedente de PFU pre-tratado se mezclan en un mezclador de cemento u otro aparato similar, en proporciones apropiadas, hasta obtener una mezcla homogénea provista de conglomerados y con consistencia apropiada, preferentemente de tipo auto-nivelación. La mezcla se aplica de este modo sobre el soporte por medio de nivelación con una regla para nivelar.

Una vez que la mezcla se encuentra lista, es ideal aplicarla en una media hora (tiempo referido a una temperatura de aproximadamente 20°C).

Requiere después un tiempo de maduración de aproximadamente 28 días, que es el tiempo común de las mezclas de cemento.

La principal ventaja del retazo de acuerdo con la presente invención es que permite una reducción considerable del ruido de la pisada.

Las características y ventajas adicionales de la invención resultarán evidentes a partir de los siguientes ejemplos presentados de forma ilustrativa y no limitativa.

Ejemplo 1 (comparativo)

Se ha preparado un retazo a través de la composición presentada como mezcla comp1 en la siguiente tabla 2. En la preparación de dicho retazo el agregado formado por caucho procedente de PFU no se ha sometido, antes de la mezcla con cemento, agua y agregados inertes, a ningún tratamiento diferente de molienda y tamizado hasta el tamaño de partícula deseado.

5 **Tabla 2**

		Mezcla comp1
Arena (0-4) (categoría G _F 85 de acuerdo con EN 12620)	[Kg/m ³]	1318
PFU G1 Gránulo de caucho	[Kg/m ³]	70
Cemento CEM 42, 5R II-A/LL	[Kg/m ³]	380
Aditivo (Creactive Four, un superfluidificante acrílico)	[Kg/m ³]	4,0
Agua	[Kg/m ³]	195
Masa Volúmica Teórica	[Kg/m ³]	1967

Para dicho retazo se observó un problema de retrogradación de resistencias que se hizo evidente tras el día 28 de maduración en condiciones de humedad grande. En los gráficos presentados en las figuras 2-4 se muestra como la mezcla usada anteriormente presenta un fenómeno de retrogradación de la resistencia frente a la compresión y del módulo elástico, así como un fenómeno de aparición de fisuración y deslaminado superficial. De manera más precisa, la figura 2 ilustra la tendencia a la resistencia frente a la compresión con el tiempo, la figura 3 ilustra la tendencia del módulo elástico con el tiempo y la figura 4, comparando las muestras maduradas en diferentes condiciones termohigrométricas, muestra el efecto de contracción/expansión. De hecho, como se aprecia en la figura 4, el comportamiento del hormigón es definitivamente diferente si se coloca el mismo bajo muchas condiciones termo-higrométricas diferentes. En el caso de una humedad ambiental mucho mayor de 95%, la muestra de hormigón tiende a expandirse, mientras que la misma se contrae si se coloca en un entorno externo no controlado. Al final, en las figuras 5a-5d se presentan ejemplos de fisuración y deslaminado superficial.

El fenómeno observado se puede referir razonablemente como acciones de expansión, debidas muy probablemente a la formación de productos de expansión hasta la interfaz entre la matriz de cemento y el caucho y/o efectos de imbibición del caucho en un entorno con elevada humedad.

Ejemplo 2

Se han preparado dos retazos con las composiciones que se presentan como mezcla 1 y mezcla 2 en la siguiente tabla 3. En la preparación de dichos retazos, se ha sometido el agregado formado por caucho PFU, antes de la mezcla con cemento, agua, aditivo polimérico y agregados inertes, al pre-tratamiento de almacenamiento en agua durante un período de tiempo de 28 días, como se ha descrito con anterioridad.

Tabla 3

		Mezcla 1	Mezcla 2
Arena (0-4) (categoría G _F 85 de acuerdo con EN 12620)	[Kg/m ³]	1318	822
Gránulo de Caucho G1	[Kg/m ³]	70	160
Cemento CEM 42, 5R II-A/LL	[Kg/m ³]	380	313
Aditivo (CreactiveFour, un superfluidificante acrílico)	[Kg/m ³]	4,0	3,3
Agua	[Kg/m ³]	195	161
Masa Volúmica Teórica	[Kg/m ³]	1967	1518

En la tabla 4, se muestran las características principales del retazo obtenido a través de mezclas de acuerdo con la presente invención. El retazo de acuerdo con la presente invención se compara con:

- Un producto comercial en el cual están presentes materiales plásticos para reducir el ruido de la pisada, formado por arena ($1100-1200 \text{ kg/m}^3$), cemento (430 kg/m^3), agua (290 kg/m^3), aditivos ($1-2 \text{ kg/m}^3$) y partículas de material plástico (70 kg/m^3) procedentes del reciclaje de plásticos;
- Un retazo convencional, es decir, sin el agregado de caucho en sustitución del agregado natural.

5 Los datos relativos a la mezcla 1 se han adivinado a través de un ensayo industrial en la planta de Calcestruzzi SPA de Triggiano (BA).

Tabla 4

			Retazo convencional	Mezcla 1	Mezcla 2	Producto Comercial
Asentamiento-Flujo 0'	UNI 11041	[cm]	60	60	60	60
Masa Volúmica Fresca	UNI EN 12350-6	[kg/m ³]	2100	1940	1680	1900
Rc hasta 7 días	UNI EN 12390-3	[Mpa]	15	18	-	14
Rc hasta 28 días	UNI EN 12390-3	[Mpa]	20	22	6	16
Módulo Elástico Dinámico hasta 28 días	UNI 9771	[GPa]	25	20	13	12
Masa Volúmica Endurecida hasta 28 días	UNI EN 12390-7	[kg/m ³]	2100	1920	1640	1890
Conductividad Térmica	UNI EN 12664	[W/mK]	1,2	1,2	0,9	1,2
Reducción de Ruido de Pisadas ΔL_w	EN ISO 10140-1	[dB]	2-4	16	19	13

10 En la figura 6, el gráfico ilustra la tendencia de las resistencias a la compresión (en porcentaje sobre el valor hasta 28 días) de la mezcla comp1 indicada en la tabla 2 (agregados de caucho de PFU no pre-tratados) y de la mezcla 1 indicada en la tabla 3, en la que los agregados de caucho de PFU se han pre-tratado con agua durante 28 días, y la mezcla 1 indicada en la tabla 3, en la que los agregados de caucho de PFU se ha tratado con látex. El gráfico de la figura 6 muestra como el tratamiento de agregados de caucho de PFU con agua o con látex proporcionado de acuerdo con la presente invención permite evitar los problemas de expansión y, de este modo, de fisuración observados para la mezcla comp1, con los agregados no tratados.

15 Los datos presentados anteriormente destacan que un retazo convencional posee una baja capacidad de reducción de ruido de la pisada también debido al elevado módulo elástico.

20 La mezcla 1 de acuerdo con la presente invención presenta valores de reducción de ruido de la pisada que son mayores que los del producto comercial, aunque tienen una elevada resistencia frente a la compresión y elevado módulo elástico.

25 La mezcla 2 de acuerdo con la invención presenta características mecánicas óptimas para aplicaciones en las que no se requiere un valor mínimo de Rc mayor de 5 MPa. La reducción de ruido de la pisada tiene como resultado un valor mayor que el de otros materiales y el bajo módulo elástico permite que el material porte deformaciones grandes antes de la fisuración. Además, la ligereza relativa del material reduce las cargas permanentes sobre la estructura.

En particular, las mezclas 1 y 2 sometidas a ensayo anteriores se optimizan para la producción de retazos capaces de satisfacer los requisitos de comportamiento determinados por los requisitos comerciales, técnicos y normativos, presentados en la tabla 5.

Tabla 5

		Mezcla 1	Mezcla 2
Volumen másico (VM)	[kg/m ³]	1600 < MV < 2000	MV < 1700
Resistencia a la compresión (RC)	[MPa]	RC > 15	RC > 5
Reducción de Ruido de Pisadas ΔLw	[dB]	ΔLw> 10	ΔLw> 10
Tipo de colocación	-	Acoplado a Lecho de Absorción de Ruido	Acoplado a Lecho de Absorción de Ruido

Ejemplo 3

- 5 Se prepararon dos retazos que tenían la misma composición presentada en la siguiente tabla 6. En la preparación de dichos retazos el agregado de caucho se sometió, antes de la mezcla con cemento, agua, aditivo polimérico y agregados inertes, a un pre-tratamiento de almacenamiento en agua durante un período de tiempo de 7 días en el primer caso (mezcla 1) y durante un período de 28 días en el segundo caso (mezcla 2).

Tabla 6

		Mezcla 1	Mezcla 2
Arena (0-4) (categoría G _F 85 de acuerdo con EN 12620)	[Kg/m ³]	938	938
Gránulo de Caucho G20	[Kg/m ³]	150	150
Grava (10-20 mm)		305	305
Cemento CEM 42, 5R II-A/LL	[Kg/m ³]	395	395
Aditivo acrílico super-fluidificante	[Kg/m ³]	2,4	2,4
Agua	[Kg/m ³]	185	185
Masa Volúmica Teórica	[Kg/m ³]	1975	1975

El gráfico de la figura 7 ilustra como la temperatura de los agregados procedentes de PFU con agua, desarrollados durante 7 días, ya reducen, aunque no eliminan de forma completa, el problema de la expansión y, de este modo, la fisuración observada para la mezcla referenciada con agregados no tratados. En lugar de ello, el tratamiento de los agregados procedentes de PFU con agua, llevado a cabo durante 28 días, elimina por completo el problema.

REIVINDICACIONES

1. Retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU), que comprende cemento, caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso pre-tratados, con un tamaño de grano entre 0,1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm, todavía más preferentemente entre 2 y 5 mm, materiales inertes, aditivos poliméricos y agua; en el que dicho conglomerado presenta
- 5
 - una resistencia de compresión mayor de 5 MPa, preferentemente mayor de 15 MPa, todavía más preferentemente mayor de 20 MPa y
 - un módulo de elasticidad mayor de 10 GPa, preferentemente mayor de 13 GPa,
- 10 en el que el caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU) se pre-trata usando almacenamiento de PFU en agua durante un tiempo comprendido entre 7 días y 40 días, o por medio de lavado de PFU con látex.
2. Retazo de hormigón de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso (PFU) se pre-trata por medio de almacenamiento de PFU en agua, preferentemente durante un tiempo más largo de 28 días.
- 15 3. Retazo de hormigón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la mezcla de hormigón comprende de 5 a 30% en peso de cemento, de 5 a 20% en peso de agua, de 20 a 70% en peso de agregados procedentes de materiales inertes, de 1 a 20% de agregados procedentes de caucho reciclado pre-tratado (PFU).
- 20 4. Retazo de hormigón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la mezcla de hormigón comprende de 10 a 25% en peso de cemento, de 8 a 15% en peso de agua, de 40 a 70% en peso de agregados procedentes de materiales inertes, de 1 a 20% de agregados procedentes de caucho reciclado pre-tratado (PFU).
5. Uso de retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, para aplicaciones que tienen menor ruido de impacto de las pisadas, en particular para pavimentos.
- 25 6. Uso de retazo de hormigón con caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso de acuerdo con la reivindicación 4, con reducción del ruido de impacto de la pisada igual a $\Delta L_w > 10$ dB.
- 30 7. Uso de caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso con un tamaño de grano entre 0,1 y 20 mm, preferentemente entre 1 y 10 mm, todavía más preferentemente entre 2 y 5 mm, pre-tratado por medio de almacenamiento de caucho de PFU en agua durante un tiempo que varía entre 7 días y 40 días, preferentemente más de 28 días, o por medio de lavado del caucho de PFU con látex, como agregado para el retazo de hormigón.

FIG.1a

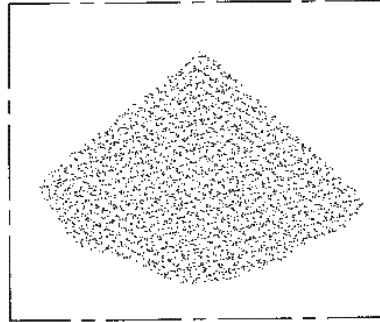


FIG.1b

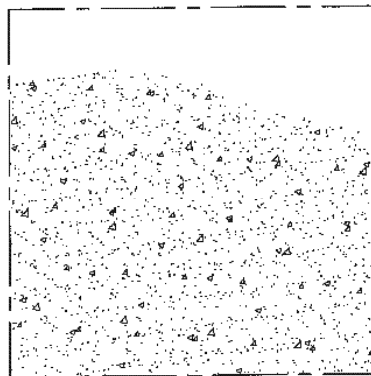


FIG.1c

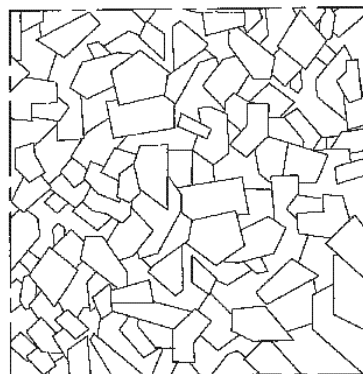


FIG.2

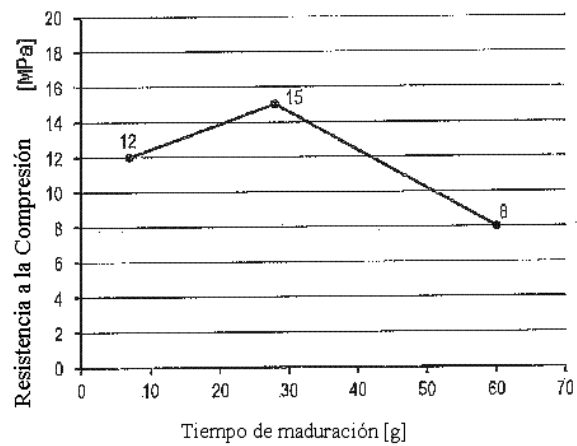


FIG.3

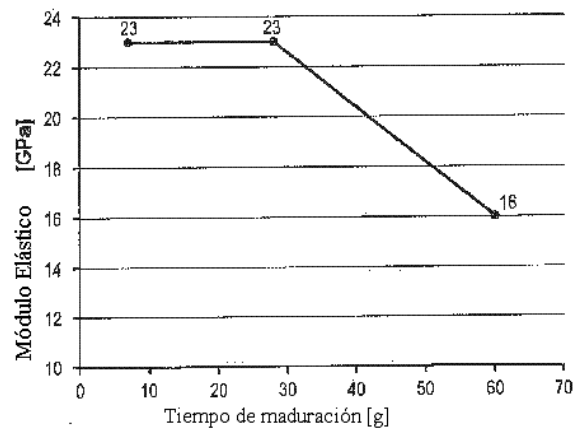


FIG.4

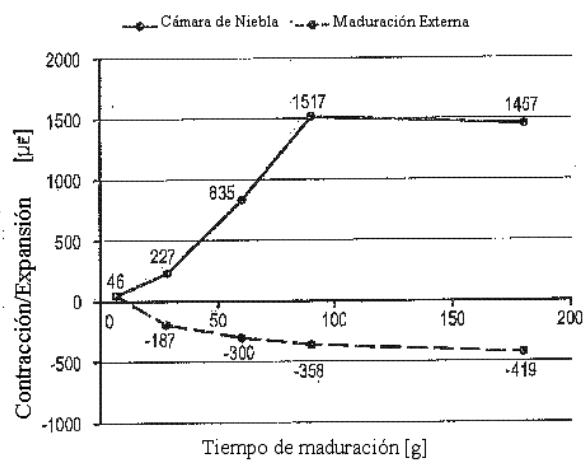




FIG.5a

FIG.5b

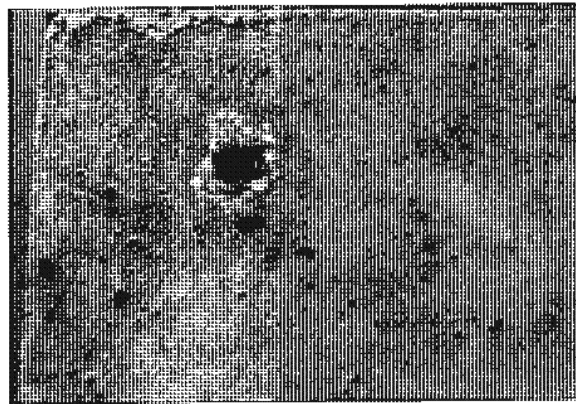


FIG.5c

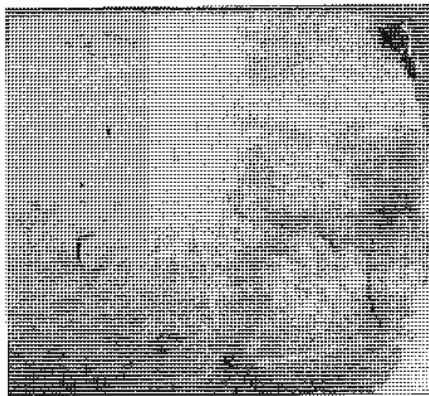


FIG.5d

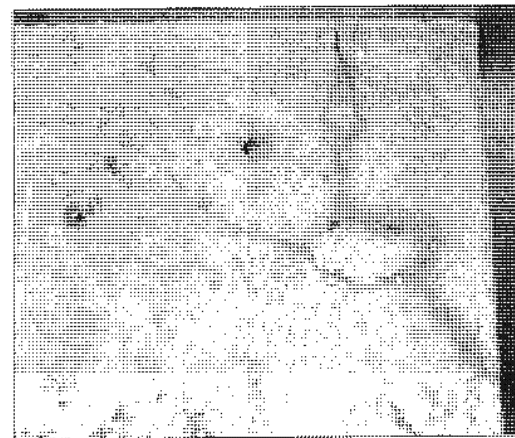


FIG.6

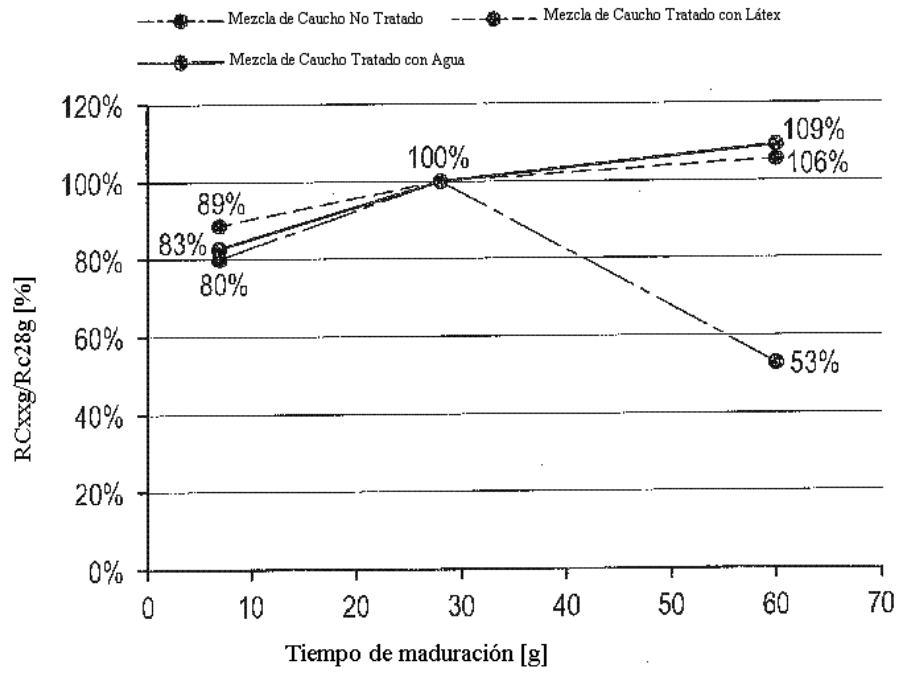


FIG.7

