

DESCRIPCIÓN

Diseños de mezcla de concreto que utiliza una pluralidad de sistemas de fibra de refuerzo avanzada

Campo de la invención

La presente invención se refiere a formulaciones de concreto para alto desempeño mecánico en diseños estructurales, diseños de mezclas especiales de refuerzos de fibra para limitar y evitar barras de refuerzo o pretensado. Más específicamente, la invención divulga diseños de mezcla de concreto con alto contenido volumétrico de fibras y que el concreto contiene diferentes tipos de fibras para formar un denominado sistema de fibras híbrido.

Antecedente de la invención

Se conoce la tecnología de concreto reforzados con fibras convencional, que se ha descrito en diversas Normas Nacionales e Internacionales, por ejemplo, RILEM 162 T DF Internacional), Model Code 2010 (Internacional), CNR DT 204 (Italia SS 812310 (Suecia), TR63 (RU) ACI 318 (EUA) ACI 360 (EUA), DBV (Alemania), DAFSTB (Austria). Los diseños de mezclas de concreto reforzados con fibras que contienen diferentes tipos de fibras han sido divulgados, por ejemplo, en el documento WO 2011/053103 y más recientemente en CN102976697 y KR100940550. Dichos concretos se utilizan principalmente para reparación de muelles o pavimento o para minimizar el encogimiento del concreto durante endurecimiento.

En el documento WO 2011/053103, el principal objetivo es proporcionar un concreto para construir losas grandes, por lo tanto, una propiedad que se debe lograr es la resistencia al encogimiento con el fin de evitar la formación de grietas. Por lo tanto, los agentes reductores de encogimiento, es decir, etilenglicol, cal libre o sulfoaluminato de calcio, se utilizan en combinación con fibras de polímeros (fibras sintéticas) cuya función es principalmente reducir el agrietamiento debido a encogimiento.

De acuerdo con el documento WO 2011/053103, la funcionabilidad en el concreto se ubica en las clases F5 a F6, sin embargo, no se divulgan datos que se relacionen con la retención de funcionabilidad (tiempo de apertura) del concreto final producido. Adicionalmente, no se divulgan datos ni resultados relacionados con la resistencia a la compresión y flexión de los concretos de acuerdo con la invención.

Entre otros, una ventaja importante de la solicitud de patente WO 2011/053103 es el requisito de preparar una suspensión separada que contiene agua, cemento y todos los plastificadores y reductores de encogimiento (o mezcla de reductores de agua - es decir, melamina en polvo o fosfonatos), o rellenos, así como rellenos. La suspensión se agrega luego al concreto preparado por separado y se agregan las fibras. Una desventaja importante adicional de la invención de acuerdo con el documento WO 2011/053103 es el hecho de que el concreto colocado al final se tiene que curar utilizando agua después de colocación.

Una desventaja adicional de la invención de acuerdo con el documento WO 2011/053103 es que el volumen de la pasta es muy bajo para asegurar encogimiento limitado y evitar agrietamiento, reduciendo de esta manera el alcance de la aplicación y las propiedades de colocación y también como el nivel de resistencia mecánica que se puede alcanzar, tanto en términos de resistencia a la compresión y como en términos de resistencia a la flexión o ductilidad. Finalmente, el documento no divulga el contenido de agua/total de aglutinante (kg/kg) diferente de 0.42 y 0.46, que limita drásticamente el tipo de propiedades que se puede alcanzar.

Descripción de la invención

La información pertinente relacionada con las pruebas normativas y normas mencionadas en esta solicitud de patente se describe en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Consistencia de concreto (Hundimientos) con respecto a pruebas normativas y normas EN (Europea) y FR (Francesa).

EN 12350-2		NF P 18-305	
Consistencia	Hundimiento [mm]	Consistencia	Hundimiento [mm]
SI	10 a 40	Rígido	0 a 40
	40 a 90	Plástico	50 a 90
	100 a 150	Altamente plástico	100 a 150
	160 a 210	fluido	> 160
	> 220		

Tabla 2: Consistencia del concreto (flujo) con respecto a las normas EN 12350-8 (europea)

EN 206-1	
Categoría	Flujo [mm]
SFI	550 -650
SF2	660 -750
SF3	760 - 850

La presente invención proporciona una mezcla de concreto que comprende arena, agregados finos, aglutinante, fibras y diversas mezclas, que tienen una consistencia desde S2 hasta SF3, una resistencia a la compresión en el rango de 30-60 Mpa y una ductilidad, representada en los siguientes valores:

$$30 < f_c < 80 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{fl} < 12 \text{ Mpa}$$

$$3 < f_{R1} < 12 \text{ Mpa}$$

$$2.5 < f_{R3} < 15 \text{ MPa}$$

en el que la mezcla de concreto contiene por lo menos 390 Kg de aglutinante, la mezcla de concreto comprende un volumen de pasta de 300-600 litros, la mezcla de concreto contiene por lo menos dos sistemas de fibras A1 y A2 metálicas, el sistema de fibras A1 consiste de fibras metálicas con

una dosificación de 25-100 kg/m³ con respecto a la mezcla de concreto y tiene una resistencia final de por lo menos 1200 MPa, el sistema A2 de fibras consiste de fibras de acero de bajo carbono con una forma ondulada que tiene un contenido de carbono de 0.2%-0.15% en peso y tiene un límite de elasticidad de 350-850 MPa y tiene una dosificación de 10Kg-40Kg x m³ de concreto, la mezcla de concreto contiene un sistema de mezcla general que está compuesto de por lo menos 2 sistemas I y II de submezcla, en el que el primer sistema I de mezcla comprende por lo menos 2 copolímeros de ácido policarboxílicos (PCE), un PCE fuerte reductor de agua y una PCE de retención de funcionabilidad, en el que el segundo sistema II de mezcla es un estabilizador obtenido a partir de un compuesto seleccionado del grupo que consiste de celulosa modificada, carboximetil celulosa, celulosa hidroximetil, hidroxipropil metil celulosa, almidón natural, almidón modificado, almidón modificado ramificado, gomas naturales, goma xantano, sílice fina, sílice coloidal, humos de sílice y cualesquiera combinaciones de los mismos, junto con mezcla de concreto de la invención.

El significado de f_c , f_{fl} , f_{R1} y f_{R3} es lo siguiente: (véase figura 1)

f_c es la resistencia de la compresión, f_{fl} es la resistencia a la flexión, f_{R1} es la resistencia para la apertura de la boca de grieta de 0.5 mm, f_{R2} es la resistencia de CMOD 1.5mm y f_{R3} es la resistencia en CMOD 2.5 mm.

La mezcla de concreto de la invención es para losas, pisos o construcciones estructurales con alta ductilidad y retención de funcionabilidad.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que la forma de las figuras onduladas del sistema A2 de fibras tiene una amplitud de 0.5-7 mm y una frecuencia de 0.5cm⁻¹-6cm⁻¹.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención en el que las fibras onduladas tienen una longitud de 25-50mm.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, que comprende adicionalmente el sistema B de fibras.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que el sistema B de fibras tiene una dosificación de 0.03 a 0.2% en volumen x m³ de mezcla de concreto

La presente invención propone una solución para superar las diversas desventajas del documento WO 2011/053103. Los diseños de mezcla de concreto de acuerdo con la presente invención no se limitan a la mejora de la resistencia de encogimiento utilizando reductores de encogimiento y fibras sintéticas para estas propiedades estructurales reales y metas únicas que se van a utilizar en ingeniería estructural para muelles, puentes, pilares, etcétera. También, los diseños de mezcla de concreto fresco reforzado con fibras de acuerdo con la invención se diseñan con ingeniería para cumplir con los requisitos de producción industrial, se producen en plantas de mezcla de concreto convencional, se pueden transportar sobre distancias grandes en razón a que tienen una alta retención de funcionabilidad y no necesitan técnicas de curado especiales una vez se ubican. También, la presente invención permite proporcionar un concreto que presenta un comportamiento de ductilidad real en fractura, a partir del punto de agrietamiento de matriz, que exhibe refuerzo pico posterior liso sin reducción abrupta en la resistencia mecánica.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, que comprende adicionalmente agregados ásperos.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que la dosificación del sistema I de mezcla es de 0.5-5% en peso con respecto al contenido de aglutinante y la dosificación del sistema

II de mezcla es de 0.1 -2% en peso con respecto al aglutinante. Esta mezcla de concreto es para losas delgadas de alta ductilidad o pisos con una consistencia de S5-SF3.

Otra mezcla es la mezcla de concreto de la invención, en el que la dosificación del sistema I de mezcla es de 0.1-1% en peso con respecto al contenido de aglutinante y la dosificación del sistema II de mezcla es de 0.1 -0.05% en peso con respecto al aglutinante. Esta mezcla de concreto es para losas delgadas de alta ductilidad o pisos con una consistencia de S2-S4.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que la mezcla de concreto comprende un sistema III de mezcla, en el que el sistema III de mezcla se obtiene a partir de un compuesto seleccionado del grupo que consiste de microfibras de celulosa, ceras sintéticas, ceras naturales, polímeros supeabsorbentes, polímeros entrecruzados de almidón, polímeros entrecruzados de acrilato, hexilen glicol (2-metil-2, 4-pentanediol) y cualesquier combinaciones de los mismos y una dosificación del sistema III de mezcla es de 0.3-6 % con respecto al aglutinante. Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que el sistema C de fibras, que comprende fibras sintéticas, se agrega a la mezcla de concreto.

Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que una parte de la arena o los agregados finos o los agregados ásperos se sustituye por agregados livianos seleccionados del grupo que consiste de vidrio expandido, arcilla expandida, piedra pómez y arcilla expandida. Otra realización es la mezcla de concreto de la invención, en el que el índice de substitución para todos los agregados (agregados ásperos y/o finos y/o arena) tiene por lo menos el 30% en volumen.

La invención se refiere a diseños de mezcla de concreto especiales para lograr cualquiera clase de resistencia compresiva deseada, mientras proporciona una alta ductilidad y las etapas de fresca y de endurecimiento.

La ductilidad en las etapas de endurecimiento (28 días) se mide utilizando medición de tensión – deformación flexural de acuerdo con la norma EN 14561 (aumento de carga necesario hasta abertura adicional del tamaño de boca de la muesca utilizando un CMOD (dispositivo de abertura de boca de grieta)). La figura 1 muestra comportamientos tipos de carga frente abertura de grietas en boca, un concreto reforzado con fibra de acuerdo con la invención.

La tabla 3 indica los valores de ductilidad y resistencia expresados mediante la resistencia en diversos CMOD con respecto a la norma EN 14 651 y resistencias.

Tabla 3: Diversos requerimientos para resistencias mecánicas en concreto de fibra reforzada.

	Requerimientos de resistencia			
	fc	ffl	fR1	fR3
Aplicación para concreto reforzado con fibra	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
Losa grado industrial	30-60	3-8	2-10	2-10
ICF	40-100	4-10	5-13	3-25
Rehabilitación estructural/diseño sísmico para edificaciones antiguas/refuerzo de estructuras viejas	80-200	8-15	10-30	15-60

Industria de prefabricados-segmentos de puentes	60-200	5-15	7-35	15-50
Industria de prefabricados-segmentos de recubrimientos de túnel	30-100	3-8	2-12	2-20
Industria de prefabricados-nuevos recubrimiento	30-50	3-5	2-8	2-8
Industria de prefabricados-tuberías	40-80		4-10	4-10
Industria de prefabricados-concretos refractarios	40100	4-9	8-30	5-15
Columnas	30200	3-10	3-10	5-40

Los diseños de mezcla de concreto de acuerdo con la invención contienen por lo menos 2 sistemas A1 de fibras y sistemas A2 de fibras que en combinación proporcionan las propiedades mecánicas objetivo. El sistema A de fibras contiene solamente fibras metálicas como se describe en la tabla 4:

Tabla 4: Características del sistema A1 y A2 (alta resistencia estructural)

Tabla Fibras del sistema A1 de fibras

	Fibras del sistema A1 de fibras	Fibras del sistema A2 de fibras
Geometría	Cable recto o de extremo aplanado de gancho	Lamina de hendidura deformada
Modulo E [Gpa]	150-250	150-250
Límite de elasticidad YS [MPa]	1000-4000	350-850
Resistencia a la rotura US MPa	1200-5000	400-1000
Longitud [mm]	35-100	25 - 50
Diámetro equivalente [mm]	na	0.5 — 3
espesor [mm]		0.5 - 3
Ancho [mm]		1-5
Forma ondulada	No.	Sí
Amplitud de Onda [mm]		0.5 7

frecuencia F de honda [cm-1]	No.	0.5-6
Longitud /diámetro [-]	30-120	na
Diámetro longitud/equivalente [-] de EQ	30-120	10-100
recubrimiento	Zínc o sin recubrimiento	Zínc o sin recubrimiento
densidad [kg/m3]	6800-8000	6800-8000

El sistema A2 de fibras consiste de fibras de acero (por debajo de 0.15% de peso) bajas en silicio y bajas en carbono (normalmente 0.02 - 0.15 %en peso) con baja resistencia mecánica (resistencia a la rotura entre 400 y 1000 MPa y límite de elasticidad entre 350 y 850 MPa) en comparación con fibras en el sistema A1 de fibras, que han sido procesadas para presentar una geometría ondulada como se muestra en la figura 2. El parámetro A describe la amplitud de la onda y el parámetro F describe la frecuencia de la onda a lo largo de la longitud de fibra.

El sistema B de fibras contiene fibras de alta resistencia que son más cortas que las fibras de las fibras del sistema A1 y se describe en la tabla 5.

Tabla 5: Características del sistema B de fibras sencillas o de múltiples filamentos (alta resistencia, estructural)

	Vidrio	Aramida	Carbono	Basalto	Acero
Modulo E [Gpa]	40-100	40-200	100-400	50-500	150-220
Resistencia a la rotura (US) [MPa]	700-2800	2000-6000	1000-7000	2000-6000	1300 - 5000
longitud [mm]	5-60	5-60	0.1-30	5-100	5-35
longitud/diámetro	10-300	30-150	10-1000	10-10000	30-120
recubrimiento	sin recubrimient o	sin recubrimient o	sin recubrimient o	sin recubrimient o	Zinc o sin recubrimient o
densidad [kg/m3]	2000-4000	1200-1600	800-2500	1500-4000	6800-8000

El sistema B de fibras puede ser hecho de fibras de acero, fibras de vidrio, Poliaramida, fibras de carbono y/o fibras de basalto o cualquier combinación de las mismas.

La geometría de la fibra no metálica normalmente es recta mientras que las fibras metálicas en el sistema B pueden ser de cable de extremo de gancho, recto, lámina de hendidura recta o cable, cable o lámina de hendidura deformada, cable o lámina de hendidura de extremo aplanado, viruta mecanizada, extracto fundido, etcétera. Las fibras metálicas en el sistema B de fibras pueden ser hechas de metales amorfos.

Las fibras en el sistema A2 de fibras apuntan a dispersar la energía mediante deformación plástica de las fibras onduladas bajo deformación y extracción, que puentean las micro grietas que proporcionan resistencia al endurecimiento justo después de la fractura en la matriz de concreto.

Las fibras en el sistema A 1 se utilizan para puentear macro grietas y proporcionan ductilidad mediante extracción mientras que las fibras en el sistema B de fibras tienen principalmente la función de puentear micro grietas para mejorar el efecto de las fibras en el sistema A2 de fibras, y retardar la propagación de micro grietas con dispersión de energía y extracción y micro agrietamiento adicional.

Preferiblemente, las fibras en el sistema A 1 de fibras son enganchadas, con una resistencia final por encima de 1100 MPa, preferiblemente por encima de 1300 MPa e incluso más preferiblemente por encima de 1500 MPa.

La relación de longitud dividida por diámetro (mm/mm) para fibras en el sistema A1 de fibras se ubica normalmente entre 40 y 100, preferiblemente entre 45 y 95.

Las fibras en el sistema A2 de fibras tienen una longitud mínima de 25 mm y una longitud máxima de 50 mm, el sistema A2 puede contener fibras de diferente longitud entre 25 mm y 50 mm. La forma ondulada de las fibras en el sistema A2 de fibras tiene una frecuencia entre 0.5 y 6 cm⁻¹, y una amplitud ubicada entre 0.5 mm y 7 mm.

La selección de los valores para amplitud A y frecuencia F se justifican mediante el efecto esperado de compresión local y fricción combinados en el concreto relacionados con la geometría convexa/cóncava de las fibras cuando se extraen.

También, la geometría seleccionada (amplitud, frecuencia) es industrialmente simple de realizar sin procesamiento prot complejo que afectaría de otra forma los costes de las fibras.

Preferiblemente, las fibras de acero en el sistema B son rectas o enganchadas con una resistencia final por encima de 1100 MPa, preferiblemente por encima de 1500 MPa e incluso más preferentemente por encima de 2000 MPa. La relación de longitud dividida por diámetro (mm/mm) para el sistema B de fibras se ubica normalmente entre 50 y 95 preferiblemente entre 55 y 90.

Preferiblemente el sistema B de fibras puede contener fibras no metálicas tipo fibras de vidrio, con una resistencia mínima de 900 MPa, más preferiblemente más de 1000 MPa y una longitud mínima de 12 mm. El sistema B de fibras también puede contener fibras de basalto, preferiblemente con una resistencia mínima de 2500 MPa y una longitud mínima de 12 mm. Las fibras de basalto y de vidrio utilizadas son rectas. En otra realización preferida, el sistema B de fibras contiene solamente fibras no metálicas y preferiblemente solamente fibras de vidrio con una longitud mínima de 5 mm y una longitud máxima de 50 mm.

Alternativamente, el sistema B de fibras contiene tanto fibras metálicas como no metálicas, mientras que la relación de volumen entre fibras no metálicas a metálicas se ubica entre 1 y 5.

Alternativamente un tercer sistema C de fibras sintéticas se puede agregar a la mezcla de concreto de acuerdo con la invención, por ejemplo, fibras acrílicas, fibras de polietileno, fibras de

polipropileno, fibras de poliéster para mejorar las propiedades como resistencia al fuego o encogimiento intrínseco. Alternativamente, se pueden utilizar fibras de celulosa en el sistema C de fibras.

Tabla 6 características del sistema C de fibras

	Acrílico	Nilón	Poliéster	Polietileno	Polipropileno
Modulo E [Gpa]	5-30	1-10	5-40	1 -1 5	1-15
Resistencia a la rotura (US) [MPa]	150-1400	2000	500-1500	100-600	100-1 100
longitud [mm]	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100
longitud/diámetro	30-150	30-150	30-150	30-150	30-150
enmarañamiento	suelto	suelto	suelto	suelto	suelto
recubrimiento	sin recubrimiento	sin recubrimiento	sin recubrimiento	sin recubrimiento	sin recubrimiento
densidad [kg/m3]	1000- 1400	1000-1400	1200-1500	800-1200	800-1200

El concreto se diseña para permitir alcanzar desempeños objetivo en términos de resistencia, ductilidad, módulo de elasticidad, propiedades reológicas y de ubicación, retención de funcionabilidad, etcétera.

Las propiedades objetivo no se alcanzan al seleccionar el diseño de mezcla de fibras adecuado. La formulación de concreto también tiene una función importante y hace parte integral de la invención. Las propiedades mecánicas y ductilidad requeridas se obtienen de esta manera mediante un efecto combinado del diseño especial y la matriz de concreto del diseño de mezcla de fibras híbrido.

Normalmente, el concreto de acuerdo con la invención contiene los siguientes ingredientes por metro cúbico de concreto producido (tabla 7).

Tabla 7: Ingredientes de matriz de concreto sin sistemas de mezcla

	Unidad	Valor
Total aglutinante	kg/m3	280-1000
Cemento (cualquier tipo)	% en masa de aglutinante total	40-100

Ceniza volante	% en masa de aglutinante total	0-50
Humo de Sílice	% en masa de aglutinante total	0-40
GGBS	% en masa de aglutinante total	0-40
Otros materiales pozzolánicos	% en masa de aglutinante total	0-40
Rellenos (cal, ...)	% en masa de aglutinante total	0-40
Polvo de derivación	% en masa de aglutinante total	0-40
Total agregados + arena	kg/m ³	1000-2000
Arena- 0/4 mm	% en volumen de agregados totales	20-100
Agregados - 4/8 mm o equivalente	% en volumen de agregados totales	0-80
Agregados > 7-8 mm, menos de 20 mm	% en volumen de agregados totales	0-50
Aglutinante agua/total en peso	kg/Kg	0.1-0.8
Aire	% en volumen de concreto	0.1-20
Volumen de pasta	litros	min 250
Volumen de sistema A1 de fibra	% en volumen de concreto	0.03 a 4
Volumen de sistema A2 de fibra	% en volumen de concreto	0.12-0.6
Volumen de sistema B de fibras	% en volumen de concreto	0.03 a 3
Volumen de sistema C de fibras	% en volumen de concreto	0 a 2
Sistemas de mezclas PCE	% en peso de contenido de sólido seco del aglutinante total	0.1 a 5
Sistema de mezcla de curado interno	% en peso de contenido de sólido seco del aglutinante total	0 a 3

El cemento es normalmente CEM I, II y III, la ceniza volante es una ceniza volante convencional, la arena es arena redonda o triturada, normalmente 0-4 mm y los agregados ásperos o finos son redondos o triturados.

Todos los ingredientes del concreto final se mezclan utilizando mezcladores de concreto industriales convencionales. El tiempo de mezcla es convencional durante aproximadamente 30 segundos hasta algunos minutos.

Se preparan muestras de dimensiones 700 x 150 mm x 150 mm, se desmoldan en 24 horas y se curan durante 28 días a temperatura constante 22°C, humedad del aire (humedad relativa 95%) antes de prueba mecánica. La máquina de prueba es una Máquina de Prueba Universal (UTM) un Zwick Roell Z250.

De acuerdo con la invención, la mezcla de concreto tiene los siguientes valores de propiedades mecánicas con respecto a la figura 1

$$30 < f_c < 80 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{fl} < 12 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{R1} < 12 \text{ MPa}$$

$$2.5 < f_{R3} < 15 \text{ MPa}$$

con consistencias de S2 a SF3, con mezcla de concreto de la invención, que contiene preferiblemente un peso de aglutinante total que se ubica entre 370 y 800 Kg por m³ de concreto, agua hasta un total de aglutinante ubicado entre 0.2 y 0.6, más preferiblemente entre 0.3 y 0.55 , un volumen total de pasta que se ubica entre 300 y 600 litros, un contenido de peso total de arena + agregados finos + agregados ásperos de 1000-1900 Kg por m³ de concreto, la cantidad de arena representa 30-60% de la masa total de agregados ásperos + finos + arena.

Preferiblemente, la mezcla de concreto de la invención contiene:

- Sistema A1 de fibras de 25Kg a 100 Kg de concreto
- Sistema A2 de fibras de 10 Kg a 40 Kg de concreto

Opcionalmente se puede utilizar un tercer sistema de fibras B opcional mientras que el volumen de fibras en el sistema C de fibras varía de 0.03 a 0.2% en volumen de concreto.

Se puede utilizar opcionalmente un cuarto sistema C de fibras opcional, mientras que el volumen de fibras en el sistema C de fibras varía de 0.01 a 1.2% en volumen de concreto. Más preferiblemente, la mezcla de concreto de la invención tiene las siguientes características:

$$35 < f_c < 80 \text{ MPa}$$

$$3.5 < f_{fl} < 10.5 \text{ MPa}$$

$$3.5 < f_{R1} < 10.5 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{R3} < 12 \text{ MPa}$$

- Sistema A1 de fibras de 25 Kg a 80 Kg por metro cúbico de concreto

- Sistema A2 de fibras de 10 Kg a 30 Kg por metro cúbico de concreto

La mezcla de concreto de la invención comprende opcionalmente:

-Sistema B de fibras de 0.03 a 0.15% en volumen de concreto

- Sistema C de fibras de 0.02 a 0.06% en volumen de concreto

Las fibras en el sistema B contienen 100% de fibras metálicas en volumen o 100% de fibras no metálicas o una mezcla de fibras estructurales metálicas y no metálicas. Preferiblemente las fibras no metálicas son fibras de vidrio o fibras de basalto o cualquier mezcla de estas.

De acuerdo con otra realización de la invención, la mezcla de concreto de la invención contiene un sistema A1 de fibras de acero, un sistema A2 de fibras que es consistente de acero bajo en carbono (0.01 - 0.05% en peso) que tiene una forma ondulada como se describe en la figura 2, un sistema B de fibras que contiene cualquier mezcla o combinación de fibras metálicas de alta resistencia, orgánicas, basadas en vidrio, basadas en carbono o basadas en basalto y un sistema C de fibras que contienen fibras sintéticas.

Los 3 sistemas de mezcla I, II y III utilizados de acuerdo con la invención se caracterizan adelante:

Sistema I de mezcla: Superplastificante

Este sistema de mezcla es una combinación de por lo menos dos éteres de policarboxilato, con estructura homo-o polimérica, con base en unidades de repetición constitucional acrílicas, metacrílicas, maléicas o alílicas:

-Un reductor PCE de agua fuerte de peso molecular que varía de 20000 a 100000 g/mol, con densidad de injerto que varía de 10 y 35%, cadenas laterales etéreas que varían de 750 a 5000 g/mol, opcionalmente entrecruzadas con puentes alquílicos y etéreos de longitud de hasta 14 EO (unidades de óxido de etileno), PO (unidades de óxido de propileno), unidades de carbono, que contienen opcionalmente funciones eteroatómicas, tal como derivados orgánicos de sulfonato o fosfonato.

-Como PCE de retención de funcionabilidad, de peso molecular que varía de 20000 a 100000 g/mol, con densidad de injerto que varía de 10 a 60%, las cadenas laterales etéreas varían de 750 a 5000 g/mol, opcionalmente entrecruzada con puentes etéreos y alquílicos de longitud de hasta 14 EO, PO, unidades de carbono, que contienen opcionalmente funciones eteroatómicas, tal como derivados orgánicos de sulfonato o fosfonato, opcionalmente llevan grupos protectores en residuos acrílicos, con base en alcoholes lineales o ramificados, metoxi alquilo, etoxi, grupos lineales de extremo romo propoxi o cadenas etéreas de hasta 5000 g/mol.

La dosificación del sistema I de mezcla varía normalmente de 0.05-5% de contenido de sólidos con base en peso de aglutinante total (cemento total + escoria o ceniza volante total + humo de sílice total) dependiendo de las propiedades de colocación de concreto dirigidas.

La relación en peso (contenido de sólido seco) de PSE reductor de agua fuerte y PCE de retención de funcionabilidad se ubica normalmente entre 20:80 y 60:40 dependiendo de la aplicación objetivo.

Sistema II de mezcla: estabilización

El estabilizador es un sólido, una solución acuosa, emulsión o dispersión de compuestos tal como:

- Celulosa modificada, tal como carboximetilcelulosa, hidroxietil celulosa, hidroxipropil metil celulosa.
 - Almidón modificado y natural, preferiblemente ramificado.
 - Gomas naturales tales como goma xantano.
 - Sílice fino, tal como sílice coloidal,
- o cualquier combinación de los mismos.

La dosificación del sistema B de mezcla se ubica normalmente entre 0.05-2.5% de contenido de sólidos con base en peso de aglutinante (cemento total + escoria o ceniza volante total + humo de sílice total), dependiendo del riesgo de segregación relacionado con las fibras y la retención de funcionabilidad objetivo.

Sistema III de mezclas: curado interno

El agente de curado interno: un sólido, pasta, una solución acuosa, emulsión o dispersión de compuestos tal como:

- Microfibras de celulosa
- Ceras sintéticas o naturales
- Polímeros súper absorbentes, tal como almidón modificado o polímeros entrecruzados de acrilato.
- Hexilen glicol (2-metil-2, 4-pentanediol)

La dosificación total del sistema I y sistema II de mezcla no pueden exceder sin embargo el valor del 5% en peso de aglutinante total.

La dosificación típica del sistema III de mezcla varía de 0.05 a 6% de contenido de sólidos con base en el peso de aglutinante dependiendo de las condiciones (tamaño, temperatura, humedad relativa del aire, etcétera).

La mezcla de concreto de la invención puede contener aceleradores de desarrollo de resistencia, para alcanzar una resistencia de 4-6 MPa después de un par de horas. Esto es importante para el tratamiento posterior de las losas (acabado de helicóptero por ejemplo) que puede ser hecho un par de horas después de fundir la losa, ahorrando de esta manera tiempo y mejorando la eficiencia.

La mezcla de concreto de la invención también puede incluir un agente retardante, por ejemplo, y estructuras modificadas de azúcar, vinazas, molasas, o agentes quelantes, etcétera.

La mezcla de concreto de la invención puede utilizar un atrapador de aire (de tipo surfactantes, jabones o compuestos hidrófobos) para asegurar un volumen de aire atrapado de 2% a 15% en volumen del concreto final para resistencia de congelamiento-descongelamiento o resistencia al fuego dependiendo de la aplicación.

El sistema de mezcla general, que consiste de 3 sistemas I, II y III de mezcla no sólo permiten obtener funcionabilidad controlada sobre varias clases (S1 a SF3), también permite dispersar perfectamente la mayor cantidad de fibras en el sistema A y B de fibras (y opcionalmente en el sistema C de fibras) que proporcionan una estabilidad muy buena de las fibras en la matriz de concreto, evitando la segregación de las fibras o el sangrado de las fibras no metálicas gracias a

condiciones de mezcla optimizadas. Esto explica porqué la mezcla de concreto de la invención se puede producir utilizando técnicas de mezclado de concreto convencionales.

Existen muchas ventajas asociadas con los concretos de acuerdo con la invención, como se verá a partir de los ejemplos adelante.

La primera ventaja es que la combinación de los diseños de mezcla de concreto, diseños de mezcla de fibra (sistemas A, B y, opcionalmente C de fibra) y sistemas de mezcla (I, II, y III) permite superar todos los problemas de la técnica anterior y proporcionar un amplio rango de consistencias, que se pueden manejar y controlar mediante 3 sistemas I, II y III de mezcla. Adicionalmente, la invención proporciona mezclas de concreto que tienen alto volumen de pasta que puede alcanzar muy alto encogimiento reduciendo y permitiendo moldear losas muy grandes de hasta 3000 m² sin la aparición de grietas debido a la ductilidad y resistencia elevada sin tener que utilizar fibras sintéticas que estén debilitando la resistencia de la matriz y limitan las aplicaciones. El uso combinado del sistema B de fibras de alta resistencia y los sistemas de mezcla proporcionan una combinación óptima de reducción de encogimiento y desempeño mecánico (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y ductilidad - véase figura 1).

La mezcla de concreto de la invención no requiere acciones de curado no efectivas de alto coste y que consumen tiempo, debido a la presencia cuando se necesita del sistema III de mezcla, que permite el autocurado.

La mezcla de concreto de la invención aplica un amplio rango de elementos de construcción, como losas de hasta 3000 m² sin uniones y sin grietas de encogimiento, pisos, aplicaciones sísmicas, Estructuras de Concreto Aisladas para paredes verticales, segmentos de puente, industria de prefabricados- segmentos de revestimiento de túneles, rehabilitación estructural, etcétera.

La reología controlada de la mezcla de concreto de la invención permite construir losas planas o losas con una pendiente diseñada.

La mezcla de concreto de la invención tiene aplicaciones en losas delgadas grandes sin uniones, pisos y niveles, elementos de puente, vigas de concreto, concreto para resistencia a los impactos, aplicaciones sísmicas, etcétera. La mezcla de concreto de la invención no requiere ningún proceso de mezcla particular o secuencias que se puedan obtener en cualquier planta de lotes de concreto en seco o en húmedo.

Una característica adicional de la mezcla de concreto de la invención es que proporciona consistencia de hasta clases de consistencia de autonivelación y autocolocación SF3 en una forma controlada a través de un sistema de mezclas general sofisticado y no requieren ninguna protección de curado específica (pulverización de agua, recubrimiento de superficie, etcétera).

La mezcla de concreto de la invención tiene altos tiempos de abertura o retención de funcionalidad (periodo de tiempo a partir del mezclado inicial de los ingredientes durante el cual la funcionalidad expresada por las clases de consistencia de los concreto S1 - S5 y SF1 - SF3 para concretos de autocolocación) de los concretos no cambia y permanece en la misma clase de consistencia. La combinación del diseño de mezcla de concreto, el diseño de mezcla de fibras y el sistema de mezcla juntos permiten alcanzar propiedades y mejoras objetivo.

Definiciones

Aglutinante hidráulico Material con propiedades de cemento que se fija y endurece debido a hidratación incluso bajo el agua. Los aglutinantes hidráulicos hidratos de silicato de calcio también conocidos como CSH.

Cemento Aglutinante que se fija y endurece y agrupa materiales. El cemento más común es el cemento Portland ordinario (OPC) y una serie de Cementos Portland, mezclado con otros materiales cementosos.

Cemento Portland ordinario Cemento hidráulico hecho de clínker con yeso. El cemento Portland contiene fases de silicato de calcio, aluminato de calcio y ferroaluminato de calcio. Estas fases minerales reaccionan con agua para producir resistencia.

Adición Mineral La mezcla mineral (que incluye los siguientes polvos: humos de sílice, cenizas volantes, escorias) agregados al concreto mejoran las propiedades frescas, desarrollo de resistencia a la compresión y durabilidad mejorada.

Humo de silicato. La fuente de silicio amorfo obtenida como un subproducto de la producción de aleación de ferrosilicio y silicio. También conocido como microsilicio.

Aglutinante total Es la suma de todos los componentes cementosos (cemento, arcilla volante, escoria, humo de sílice, etcétera).

Volumen de pasta Es el volumen total de cemento, + ceniza volante + escoria + humo de sílice + agua + aire atrapado.

Fibras Material utilizado para aumentar el desempeño estructural de concreto. Las fibras incluyen: fibras de acero, fibras de vidrio, fibras sintéticas y fibras naturales.

Subproducto de silicato de Aluminio (ceniza volante-cenizas de fondo) Componentes aglutinantes reactivos álcali que junto con el activador forman la pasta cementosa. Estos minerales ricos tanto en alúmina como en sílice, tienen estructura cristalina y amorfa.

Pozzolan natural Material de Aluminosilicato de origen volcánico que reacciona con el hidróxido de calcio para producir hidratos de silicato de calcio o CSH como hidratación del cemento Portland.

Relleno inerte Un material que no altera las propiedades físicas del concreto, pero no tiene lugar en la reacción de hidratación.

Mezcla de materia bruta Componente químico en un sistema de formulación de mezcla de un polímero químico principal.

Mezcla Mezclas químicas utilizadas para modificar o mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Estos pueden ser atrapadores de aire, reductores de agua, retardantes de fraguado, aceleradores, estabilizantes, superplastificantes y otros.

Aire atrapado Volumen total de aire atrapado en el concreto mediante el atrapador de aire.

PCE PCE son copolímeros de ácido policarboxílico utilizados como una clase de mezclas de cemento y concreto, y son combinaciones de tipo polímeros que se basan en: una estructura de polímero hecha de monómeros acrílicos, metacrílicos, ácido maleico y monómeros relacionados, que se injertan con cadenas laterales de polioxialquileño tal como EO y/o PO. El injerto puede ser, pero no se limita a, éster, éter, amida o imida.

Dispersante Inicial el dispersante inicial es una mezcla química utilizada en composiciones de cemento hidráulico tal como concreto de cemento Portland, parte de la familia de plastificante y superplastificante, que permiten buena dispersión de partículas de cemento durante la etapa de hidratación inicial.

Superplastificantes Los superplastificantes se relacionan con una clase de mezcla química utilizada en composiciones de cemento hidráulico tal como concreto de cemento Portland que tiene la capacidad de reducir en gran medida la demanda de agua mientras mantiene una buena dispersión de las partículas de cemento. En particular, los superplastificantes evitan la agregación de las partículas y mejoran las propiedades reológicas y funcionalidad del cemento y concreto en las diferentes etapas de reacción de hidratación.

Concreto el concreto es principalmente una combinación de aglutinante hidráulico, arena, agregados finos y/o ásperos, agua. La mezcla también se puede agregar para proporcionar propiedades específicas tal como flujo, menor contenido de agua, aceleración.

Materiales de construcción que se pueden verter un material se considera vertible tan pronto como su fluidez (con o sin vibración) permite llenar completamente una estructura de trabajo o ser colocalizado en una superficie definida.

Materiales de construcción cualesquiera materiales que se pueden utilizar para construir una estructura o elemento de construcción. incluye concreto, manposteria (bloques - ladrillos), piedra, ICF...

Aplicaciones estructurales un material de construcción se consideran como estructural tan pronto como la resistencia a la compresión de del material es mayor de 25MPa.

Funcionabilidad la funcionabilidad de un material se mide con la prueba de hundimiento (tabla 1: hundimiento).

Retención de funcionabilidad es la capacidad de una mezcla para mantener su funcionabilidad durante el tiempo. El tiempo total requerido depende de la aplicación y el transporte.

Mezcla interna de curado Agente que retiene el agua y libera al comedor internamente en una mezcla retardada para compensar el agotamiento del agua debido al secado.

Desarrollo de resistencia de fijación y endurecimiento. El tiempo de fraguado inicia cuando el material de construcción cambia de plástico a rígido. En la etapa rígida el material no se puede verter o mover más. Después de esta fase el desarrollo de resistencia corresponde al endurecimiento del material.

Agregados ásperos minerales fabricados, naturales o reciclados con un tamaño de partícula mayor de 6mm y un tamaño inferior máximo de 32mm.

Agregados finos minerales fabricados, naturales o reciclados con un tamaño de partícula normalmente mayor de 3mm con un tamaño inferior máximo de 10 mm.

Agregados de arena minerales manufacturados, naturales o reciclados con un tamaño de partícula menor de 3 o 4 mm

Ductilidad es la capacidad de concreto para deformarse en una forma no elástica, conservando resistencias expresadas mediante resistencia residual en un determinado desplazamiento (CMOD) de acuerdo con la norma EN 14651

Resistencia a la flexión es la resistencia medida en pruebas de unión de 3 puntos (muestras prismáticas en ranuras 500 x 150 mm x 150 mm) de acuerdo con la norma EN 14651

Límite de elasticidad (YS) es la resistencia medida en tracción o tensión a partir de la cual la ley constitutiva entre el alargamiento y la tensión aplicada no es más lineal

Resistencia a la Rotura (US) resistencia a la rotura de las fibras antes de ruptura en tracción

w/b masa de agua libre total (w) en Kg dividido por la masa del aglutinante total en Kg

Breve descripción de las figuras

Figura 1. Resultados de prueba a la flexión que muestran abertura de boca de grieta (CMOD) contra resistencia de acuerdo con EN 14651. Esta figura muestra los valores ffl, fR1 y fR3.

Figura 2: dibujo esquemático de fibras onduladas en el sistema A2 de fibras que muestran la amplitud A y la frecuencia F de la forma ondulada.

Ejemplos de la invención

Diversos ejemplos de diseños de mezcla y resultados correspondientes se presentan aquí de acuerdo con la invención

Es claro que la invención no se limita a los ejemplos proporcionados y que la selección de los diversos ingredientes depende de la aplicación final, colocación y propiedades mecánicas objetivo y coste del diseño de mezcla.

Ejemplo 1

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	410
CEM 152.5 N	kg/m3	410
w/b eff	-	0.43
Sistema I de mezcla	% de contenido de aglutinante total	1.40%
Sistema II de mezcla	% de contenido de aglutinante total	0.50%
Arena 0/4 redonda	kg/m3	707
Gravilla 4/8 triturada	kg/m3	443
Gravilla 8/11 triturada	kg/m3	621
tipo A1 de Fibra - l/d=80-1=60mm, YS= 2400, US=2890 MPa en gancho	%en volumen	0.50%

Tipo A2 de fibra- l/d eq.=50-1=38mm, YS=800 MPa , US=870 MPa , forma ondulada, A=3 mm, F=2 cm-1	% en volumen	0.25%
Aire atrapado	l/m3	15
Volumen de pasta	l/m3	321.46

Clase de hendidura	-	SF1
Hendidura	mm	670
retención de funcionabilidad	min	90

fc	MPa	40
ffl	MPa	5.1
fr1	MPa	4.7
fr3	MPa	5.2
Módulo E	Gpa	31.8

El ejemplo 1 muestra un diseño de mezcla de concreto con resistencia media a la compresión y volumen bajo de pasta de acuerdo con la invención, con los sistemas A 1 y A2 de fibras, así como lo sistemas I y II de mezcla.

Ejemplo 2

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinan total	kq/m3	750
CEM 11/A-LL 52.5 N	kg/m3	500
Ceniza volante	kg/m3	200
Humo de sílice	kg/m3	50
w/b eff	-	0.32
Sistema I de mezcla	% de contenido total de aglutinante	2.70%
Sistema II de mezcla	% de contenido total de aglutinante	0.30%
Sistema III de mezcla	% de contenido total de aglutinante	6.20%
Arena 0/4 triturada	kg/m3	646
Gravilla 4/8 redonda	kg/m3	453
Gravilla 8/10 redonda	kg/m3	194

Tipo A1 de fibra - l/d=80-1=60mm, YS= 2400, US=2890 MPa, en gancho	% en volumen	0.75%
Tipo A2 de fibra - l/d eq.=50, 1=38mm, YS=800 MPa , US=870 MPa , forma ondulada, A=2.5 mm, F=4.5 cm-1	% en volumen	0.30%
Aire atrapado	l/m3	26
Volumen de pasta	l/m3	530.79

Clase de hendidura	-	SF2
hendidura	mm	
Retención de funcionabilidad	min	120

fc	MPa	40
ffl	MPa	5.1
fr1	MPa	4.7
fr3	MPa	5.2
Módulo E	Gpa	31.8

El ejemplo 2 muestra un diseño de mezcla de concreto de acuerdo con la invención con alta resistencia a la compresión y alto volumen de pasta con sistema A1 y A2 de fibra así como sistemas I II y II de mezcla.

Ejemplo 3

Material	Unidad	Calidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	630
CEM 111/B 52.5R	kg/m3	400
Ceniza volante	kg/m3	80
Humo de sílice	kg/m3	50
w/b eff	-	0.35
Sistema I de mezcla	% de contenido total de aglutinante	1.80%
Sistema II de mezcla	% de contenido total de aglutinante	0.45%
Arena 0/4 redonda	kg/m3	721
Gravilla 4/8 Triturada	kg/m3	289

Gravilla 8/11 triturada	kg/m3	434
Tipo A1 de fibra- l/d=40-1=100mm, YS= 1850 MPa, US=1920 MPa, recto	%volumen	0.75%
Aire atrapado	l/m3	38
Volumen de pasta	l/m3	441.54

Clase de hendidura	-	S5
Hendidura	mm	240
Retención de funcionabilidad	min	105

fc	MPa	65
ffl	MPa	6.7
fr1	MPa	2.1
fr3	MPa	2.5
Módulo E	Gpa	37.5

El ejemplo 3 muestra un diseño de mezcla de concreto con alta resistencia a la compresión, contenido de pasta media a alta y contenido de aglutinante alto utilizando el sistema A1 de fibras solamente (sin el sistema A2 de fibras o el sistema B de fibras) el diseño de mezcla de concreto del ejemplo 3 no está de acuerdo con la invención en razón a que no contiene el sistema B de fibras y no cumple los requerimientos relacionados con los valores de ductilidad que se van a lograr.

Ejemplo 4

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	630
CEM 111/B 52.5R	kg/m3	400
Ceniza Volante	kg/m3	80
Humo de sílice	kg/m3	50
w/b eff	-	0.35
Sistema I de mezcla	% de contenido de aglutinante total	1.80%
Sistema II de mezcla	% de contenido de aglutinante total	0.45%
Arena 0/4 redonda	kg/m3	721
Gravilla 4/8 Triturada	kg/m3	289
Gravilla 8/11 triturada	kg/m3	434

Tipo A2 de fibra- l/d eq.=60-1=35mm, YS=650 MPa , US=870 MPa , forma ondulada, A=4 mm, F=0.3 cm-1	% de volumen	0.75%
Aire atrapado	l/m3	38
Volumen de pasta	l/m3	441.54

Clase de hendidura	-	SF1
Hendidura	mm	610
Retención de funcionabilidad	min	95

fc	MPa	61
ffl	MPa	6.5
fr1	MPa	7.4
fr3	MPa	1.2
Modulo E	Gpa	64.3

El ejemplo 4 muestra un diseño de mezcla de concreto similar al ejemplo 3 aunque solo tiene el sistema A2 de fibras. El diseño de mezcla de concreto del ejemplo 4 no está de acuerdo con la invención en razón a que no contiene el sistema A2 de fibra y no cumple con los requerimientos relacionados con los valores de ductilidad que se van a alcanzar

Ejemplo 5

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	530
CEM 142.5 N	kg/m3	300
Ceniza Volante	kg/m3	180
Humo de sílice	kg/m3	50
w/b eff	-	0.45
Sistema I de mezcla	% de contenido de aglutinante total	1.70%
Sistema II de mezcla	% de contenido de aglutinante total	0.50%
Arena 0/3 Redonda	kg/m3	693
Gravilla 3/8 redonda	kg/m3	362
Gravilla 8/11 redonda	kg/m3	454
Tipo de fibra A1 - l/d=75-1=55mm, YS= 3100 MPa, US=3280 MPa, recta	% de volumen	0.35%
Tipo A2 de fibra- l/d eq.=50-1=38mm, YS=800 MPa , US=870 MPa , forma	% de volumen	0.15%

ondulada, A=0-6 mm, F=5 cm- 1		
Tipo B de fibra- Vidrio- l/d=80-1=12mm, US=2750 MPa, recta	% de volumen	0.05%
Tipo B de fibra - Acero- l/d=80-1=30mm, YS= 2570 MPa , US=3020 MPa, engancho	% de volumen	0.25%
Aire atrapado	l/m3	31
Volumen de pasta	l/m3	462.47

Clase de hendidura	-	SF3
Hendidura	mm	810
Retención de funcionabilidad	min	90

fc	MPa	72
ffl	MPa	6.9
fr1	MPa	7.2
fr3	MPa	9.1
Modulo E	Gpa	40.1

El ejemplo 5 muestra un diseño de mezcla de concreto de acuerdo con la invención con alta resistencia a la compresión, contenido medio a alto de pasta y alto contenido de aglutinante, utilizando el sistema A1 y A2 de fibras con el sistema B de fibras opcional (mezclas de vidrio y fibras de acero) así como los sistemas I y II de mezcla.

Ejemplo 6

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	515
CEM 132.5 R	kg/m3	150
CEM 111/A 52.5 R	kg/m3	160
Ceniza Volante	kg/m3	180
Humo de sílice	kg/m3	25
w/b eff	-	0.5
Sistema I de mezcla	% de contenido de aglutinante total	1.25%
Sistema II de mezcla	% de contenido de aglutinante total	0.70%

Arena 0/2 redonda	kg/m3	684
Arena 2/4 redonda	kg/m3	358
Gravilla 4/8 redonda	kg/m3	448
A1 de fibra- l/d=60-1=40mm, YS= 2850, US=3120 MPa, con gancho	% de volumen	0.35%
Tipo A2 de fibra - l/d eq.=85-1=55mm, YS=800 MPa , US=825 MPa, Forma ondulada, A=4 mm, F=1.65 cm-1	% de volumen	0.65%
Fibra- vidrio -l/d=57-1=27mm, US=3150 MPa, recta	% de volumen	0.15%
Aire atrapado	l/m3	24
Volumen de pasta	l/m3	466.28

Clase de hendidura	-	S5
Hendidura	mm	250
Retención de funcionabilidad	min	150

fc	MPa	58
ffl	MPa	4.7
fr1	MPa	6.7
fr3	MPa	9.8
Modulo E	Gpa	34.5

El ejemplo 6 muestra un diseño de mezcla de concreto de acuerdo con la invención con resistencia media a la compresión, contenido medio de pasta y contenido medio de aglutinante, utilizando el sistema A1 y A2 de fibras con el sistema B de fibras opcional (100% fibras de vidrio) así como los sistemas I y II de mezcla.

Ejemplo 7

Material	Unidad	Cantidad
Contenido de aglutinante total	kg/m3	580
eEM 152.5 R	kg/m3	250
Ceniza Volante	kg/m3	250
Humo de sílice	kg/m3	80
w/b eff	-	0.35
Sistema I de mezcla	%Contenido de aglutinante total	3.00%

Sistema II de mezcla	%Contenido de aglutinante total	1.74%
Arena 0/4 redonda	kg/m3	928
Gravilla 4/8 redonda	kg/m3	620
Tipo A1 de fibra- l/d=85-1=75mm, YS= 1880 MPa, US=2350 MPa, con gancho	% de volumen	0.45%
Tipo A2 de fibra - l/d eq.==75-1=51 mm, YS=650 MPa, US=725 MPa, forma ondulada, A=6 mm, F=0.5 cm-1	% de volumen	0.30%
Tipo B de fibra- vidrio- l/d=88-1=16mm, US=3450 MPa, recta	% de volumen	0.06%
Tipo B de fibra- Steel- l/d=80-1=25mm, YS=2740 MPa, US=3020 MPa, con gancho	% de volumen	0.10%
Tipo C de fibra- polipropileno- l/d=75-1=50mm, YS=550 MPa, US=680 MPa, recta	% de volumen	0.25%
Aire atrapado	l/m3	14
Volumen de pasta	l/m3	436.90

Clase de hendidura	-	SF3
Hendidura	mm	780
Retención de funcionabilidad	min	120

fc	MPa	79
ffl	MPa	11.5
fr1	MPa	11.8
fr3	MPa	14.7
Modulo E	Gpa	42.3

El ejemplo 7 muestra un diseño de mezcla de concreto de acuerdo con la invención con resistencia media a la compresión, contenido de pasta medio, y contenido de aglutinante medio, utilizando el sistema A1 y A2 de fibras con el sistema B de fibras opcional (mezcla de fibras de vidrio ya cero) y con el sistema C opcional así como los sistemas I y II de mezcla

REIVINDICACIONES

1. Una mezcla de concreto que comprende arena, agregados finos, aglutinante, fibras y diversas mezclas, que tienen una consistencia de S2 a SF3, una resistencia a la compresión en el rango de 30-60 MPa y una ductilidad representada por los siguientes valores:

$$30 < f_c < 80 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{fl} < 12 \text{ MPa}$$

$$3 < f_{R1} < 12 \text{ MPa}$$

$$2.5 < f_{R3} < 15 \text{ MPa}$$

en el que la mezcla de concreto contiene por lo menos 390 Kg de aglutinante, la mezcla de concreto compone un volumen de pasta 300-600 litros, una mezcla de concreto contiene por lo menos dos sistemas de fibras A1 y A2 metálicas, el sistema A1 de fibras consiste de fibras metálicas con una dosificación de 25-100 kg/m³ con respecto a la mezcla de concreto y tiene una resistencia final de por lo menos 1200 MPa, el sistema A2 de fibras consiste de fibras de acero bajas en carbono con una forma ondulada que tiene un contenido en carbono de 0.02-0.15 % en peso y tiene un límite de elasticidad de 350-850MPa y tiene una dosificación de 10Kg-40Kg por m³ de mezcla de concreto, la mezcla de concreto tiene un sistema de mezcla general que está compuesto de por lo menos 2 sistemas I y II de submezcla, en el que el primer sistema I de mezcla comprende por lo menos 2 copolímeros de ácido policarboxílicos (PCE), un fuerte reductor de agua PCE y de retención de funcionalidad PCE, en el que el segundo sistema II de mezcla es un estabilizador obtenido del compuesto seleccionado del grupo que consiste de celulosa modificada, carboximetil celulosa, hidroxietil celulosa, hidroxipropil metil celulosa, almidón natural, almidón modificado, almidón modificado ramificado, gomas naturales, goma xantano, sílice fino, sílice coloidal, humo de sílice y cualquier combinación de los mismos.

2. Mezcla de concreto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la forma de las fibras onduladas del sistema A2 de fibras tiene una amplitud de 0.5-7mm y una frecuencia de 0.5 cm⁻¹ 6cm⁻¹.

3. Mezcla de concreto de acuerdo con la reivindicación 1 y 2, caracterizado porque las fibras onduladas tienen una longitud de 25-50mm.

4. Mezcla de concreto de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la mezcla de concreto comprende adicionalmente el sistema B de fibras.

5. Mezcla de concreto de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el sistema B de fibras tiene una dosificación de 0.03 a 0.02 % en volumen por m³ de mezcla de concreto

6. Mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende adicionalmente agregados ásperos.

7. Mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la dosificación del sistema I de mezcla es de 0.5-5% en peso con respecto al contenido de aglutinante y la dosificación del sistema II de mezcla es de 0.1-2 % en peso con respecto al aglutinante.

8. Mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque la dosificación del sistema I de mezcla es de 0.1-1% en peso con respecto al contenido de

aglutinante y la dosificación del sistema II de mezcla es de 0.1-0.5% en peso con respecto al aglutinante.

9. Mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicación 1 a 8, caracterizado porque la mezcla de concreto comprende un sistema III de mezcla, en el que el sistema III de mezcla se obtiene de un compuesto seleccionado del grupo que consiste de microfibras de celulosa, ceras sintéticas, ceras naturales, polímeros superabsorbentes, polímeros entrecruzados de almidón, polímeros entrecruzados de acrilato, hexilen glicol (2-metil-2, 4-pentanediol) y cualquier combinación de éstos y la dosificación del sistema III de mezcla es de 0.3-6 % en peso con respecto al aglutinante.

10. Mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque el sistema C de fibras, que comprende fibras sintéticas, se agrega a la mezcla de concreto.

11. Mezcla de concreto de acuerdo la reivindicación 10, caracterizado porque la dosificación del sistema C de fibras es de 0.02% a 2% de volumen con respecto al concreto.

RESUMEN

Una mezcla de concreto que comprende arena, agregados finos, aglutinante, fibras, y diversas mezclas, que tienen una consistencia de S2 a SF3, una resistencia a la compresión en el rango de 330 – 80 MPa y una ductilidad representada por los valores f_c , f_{fl} , f_{R1} y f_{R3} , en el que la mezcla de concreto contiene por lo menos 390 kg de aglutinante, la mezcla de concreto comprende un volumen de pasta de 300 – 600 litros, la mezcla de concreto contiene por lo menos dos sistemas de fibras metálicas y un sistema de mezcla general que está compuesto de por lo menos 2 sistemas de submezcla.

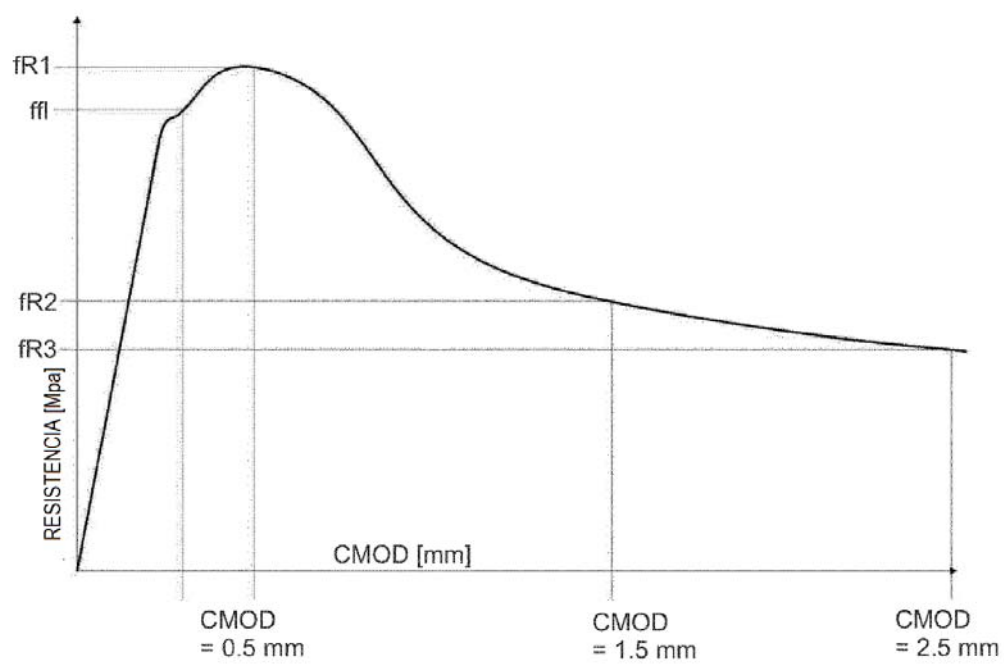


Fig. 1

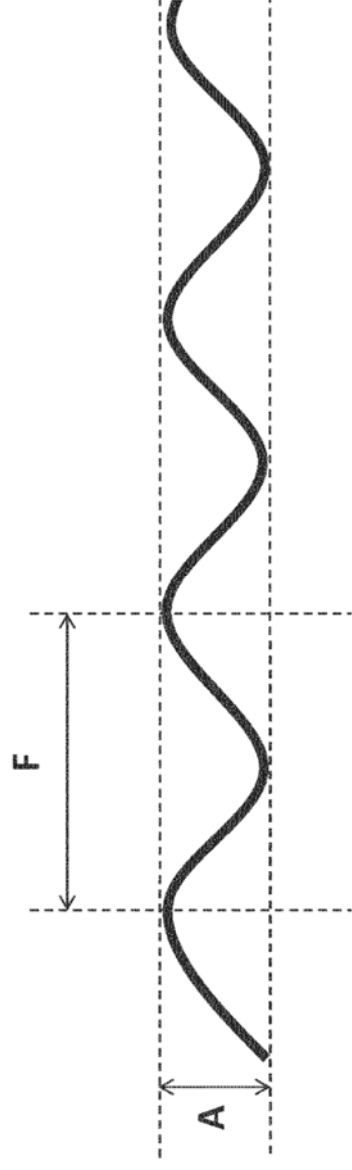


Fig. 2

REPORTE DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL		Solicitud Internacional No. PCT/EP2016/063302
A. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA OBJETO INV. C04B28/00 C04B28/04 ADD. De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (IPO) o para IPO y clasificación nacional		
B. CAMPOS BUSCADOS		
Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido por símbolos de clasificación) C04B		
Documentación buscada diferente de la documentación mínima en la medida en que dichos documentos se incluyan en los CAMPOS BUSCADOS		
Base de datos consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si aplica, términos de búsqueda utilizados) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTOS QUE SE CONSIDERAN IMPORTANTES		
Categoría*	Citación del documento, con indicación, en su caso, de los pasajes pertinentes	Pertinente para la reivindicación No.
	CN 102 976 697 A (UNIV WUHAN TECH) 20 marzo 2013 (2013-03-20) reivindicaciones 1-10 WO 2014/094692 AI (CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE [CZ]) 26 junio 2014 (2014-06-26) reivindicaciones 1-4 CN 102 206 068 A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 5 octubre 2011 (2011-10-05) párrafo [0008] - párrafo [0014]; reivindicaciones 1-7 CN 102 092 996 A (UNIV NANJING SCIENCE & TECH) 15 junio 2011 (2011-06-15) reivindicaciones 1-9	1-11 1-11 1-11 1-11
☒	Se incluyen más documentos en la continuación de la casilla C.	☒ Ver el anexo de la familia de patentes.
*Categorías especiales de documentos citados: "A" documento que define el estado general de la técnica que no se considera el principio o la teoría que subyace a la invención como de especial relevancia "E" solicitud o patente anterior pero publicada a partir de la fecha de presentación internacional "L" documento que puede arrojar dudas sobre los reclamos de prioridad o que se cita para establecer la fecha de publicación de otra cita u otro motivo especial (según se especifique) "O" Documento que se refiere a una divulgación oral, uso, exhibición u otros medios "P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional, pero posterior a la fecha de prioridad reivindicada "T" documento posterior publicado después de la fecha de presentación internacional o fecha de prioridad y no en conflicto con la solicitud, pero citado para comprender el principio o la teoría subyacente a la invención "X" documento de particular relevancia; la invención reivindicada no puede considerarse novedosa o no puede considerarse que implica una actividad inventiva cuando el documento se toma solo		

"Y" documento de particular relevancia; no se puede considerar que la invención reivindicada implica una actividad inventiva cuando el documento se combina con uno o más documentos similares, siendo evidente para un experto en la técnica tal combinación. "&" miembro del documento de la misma familia de patentes	
Fecha de finalización real de la búsqueda internacional 22 agosto 2016	Fecha de envío del REPORTE DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL 30/08/2016
Nombre y dirección postal del ISA / European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado Süzük, Kerem Güney

REPORTE DE BÚSQUEDA
INTERNACIONAL

Información sobre los miembros de la familia
de patentes

Solicitud Internacional No.
PCT/EP2016/063302

Documento de patente citado en informe de búsqueda		Fecha de Publicación	Miembro de familia de patente(s)	Fecha de Publicación
CN 102976697	A	20-03-2013	NINGUNO	

WO 2014094692	AI	26-06-2014	CZ 304478 36	21-05-2014
			DE 112013006042 T5	19-11-2015
			WO 2014094692 AI	26-06-2014

CN 102206068	A	05-10-2011	NINGUNO	

CN 102092996	A	15-06-2011	NINGUNO	
WO 2011053103	A2	05-05-2011	AU 2010313886 AI	17-05-2012
			CA 2780090 AI	05-05-2011
			CN 102666427 A	12-09-2012
			DK 2493834 T3	29-09-2014
			EA 201200567 AI	29-03-2013
			EP 2493834 A2	05-09-2012
			ES 2499691 T3	29-09-2014
			HR P20140848 TI	24-10-2014
			JP 2013508261 A	07-03-2013
			JP 2015110514 A	18-06-2015
			KR 20120074320 A	05-07-2012
			LV 14122 B	20-04-2010
			PT 2493834 E	06-10-2014
			SI 2493834 TI	31-12-2014
			UA 101923 C2	13-05-2013
			US 2012021206 AI	26-01-2012
			WO 2011053103 A2	05-05-2011
			ZA 201203212 B	27-12-2012
US 2003150364	AI	14-08-2003	AT 275112 T	15-09-2004
			AU 3563201 A	20-08-2001
			AU 2001235632 B2	12-05-2005
			BR 0108266 A	05-03-2003
			CA 2399767 AI	16-08-2001
			CN 1398242 A	19-02-2003
			CZ 303809 B6	15-05-2013
			DE 60105269 DI	07-10-2004
			DE 60105269 T2	15-09-2005
			DK 1263690 T3	10-01-2005
			EP 1263690 AI	11-12-2002
			ES 2225484 T3	16-03-2005
			FR 2804952 AI	17-08-2001
			HK 1048296 AI	30-06-2005

HU	0303088	A2	28-07-2004
JP	4768950	B2	07-09-2011
JP	2004508256	A	18-03-2004
KR	20030007417	A	23-01-2003
MX	235550	B	06-04-2006
NZ	520633	A	26-08-2005
PL	357442	AI	26-07-2004
PT	1263690	E	31-01-2005
RU	2274618	C2	20-04-2006
SI	1263690	TI	28-02-2005
SK	11382002	A3	11-09-2003
UA	82044	C2	11-03-2008
US	2003150364	AI	14-08-2003
WO	0158826	AI	16-08-2001
ZA	200206194	B	19-12-2003

Figura 1

Resistencia [MPa]