



Métodos de ensayo del hormigón reforzado con fibras de vidrio (HRFV)

**Asociación Internacional
del hormigón reforzado con
fibras de vidrio (GRCA)**

Octubre de 2017

La Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA) mantiene lazos con otras organizaciones relacionadas con el sector del HRFV. Podrá encontrar más información, además de una lista de todos los Miembros de la GRCA, en el sitio web de la Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA), www.grca.org.uk.

La afiliación a la GRCA está abierta a:

- Empresas que fabrican o desarrollan productos de HRFV
- Proveedores de materiales o equipamiento a empresas del sector
- Sociedades o consultorías profesionales
- Otros interesados.

La categoría de "Miembro Asociado" de la GRCA está abierta a cualquier persona interesada en el HRFV, que no trabaje en su fabricación, excepto a nivel de desarrollo o pequeña empresa.

Métodos de ensayo del hormigón reforzado con fibras de vidrio (HRFV).

Publicado por: Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA)

Fecha de publicación de esta edición: Octubre de 2017

© Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA)

Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio

PO Box 1454,
NORTHAMPTON
NN2 1DZ
Reino Unido

Tel.: +44 (0) 330 111 GRCA
+44 (0) 330 111 4722

Sitio web: www.grca.org.uk

Correo electrónico: info@grca.org.uk

Las recomendaciones que contiene este documento se ofrecen solo como una guía general y antes de utilizarse para cualquier informe o especificación, deben revisarse para tener en cuenta todas las circunstancias de su uso específico. Aunque la Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA) ha puesto todo el cuidado posible en la elaboración de este documento, la Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA) y los integrantes de sus grupos de trabajo, sus empleados y agentes no aceptan ninguna responsabilidad por negligencia ni de otro tipo,

Todos los derechos reservados. Quedan prohibidos la reproducción, el almacenaje en cualquier sistema de recuperación de información y la transmisión de cualquier parte de esta publicación, en cualquier formato o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación o de otro tipo, sin el consentimiento expreso por escrito de la Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA).

MÉTODOS DE ENSAYO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV) DE LA GRCA

ÍNDICE

	PÁGINA
PRÓLOGO	4
1.ª PARTE: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE VIDRIO DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV) SIN CURAR	5
1.1 Alcance	
1.2 Definiciones	
1.3 Aparatos	
1.4 Muestra de ensayo	
1.5 Procedimiento	
1.6 Cálculo	
1.7 Informe de ensayo	
2.ª PARTE: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN SECO Y MOJADO, LA ABSORCIÓN DE AGUA Y LA POROSIDAD APARENTE DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV)	7
2.1 Alcance	
2.2 Aparatos	
2.3 Muestra de ensayo	
2.4 Procedimiento	
2.5 Cálculo y expresión de los resultados	
2.6 Informe de ensayo	
3.ª PARTE: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV)	9
3.1 Alcance	
3.2 Definiciones	
3.3 Aparatos	
3.4 Muestra de ensayo	
3.5 Número de muestras de ensayo	
3.6 Procedimiento	
3.7 Cálculo y expresión de los resultados	
3.8 Ensayos que no cumplen esta norma	
3.9 Informe de ensayo	
4.ª PARTE: CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROCIADO DE HRFV	14
4.1 Prueba de la bolsa	
4.2 Prueba del cubo	
5.ª PARTE: MEDICIÓN DEL FLUJO DEL MORTERO - ENSAYO DE ASENTAMIENTO	18

PRÓLOGO

El hormigón reforzado con fibras de vidrio (HRFV) es un material de construcción que empezó a ganar protagonismo a principios de la década de 1970.

Los Métodos de ensayo del hormigón reforzado con fibras de vidrio (HRFV) de la GRCA definen los procedimientos que se deben utilizar para realizar pruebas del HRFV como material. Los métodos que se detallan aquí son los que se utilizan normalmente en situaciones de control de calidad, y la intención de la GRCA es publicar otros procedimientos de ensayo estándar para distintas propiedades cuando sea necesario. Esta norma no incluye ensayos de la materia constitutiva del HRFV. Asimismo, ciertos productos o aplicaciones que utilizan HRFV pueden exigir distintos ensayos de los productos terminados, y se encuentran fuera del alcance de este documento.

Para su elaboración, el grupo técnico de la GRCA se ha puesto en contacto con organizaciones que elaboran normas en otros países, con la intención de asegurarse de que los procedimientos detallados no sean diametralmente distintos de los que se utilizan fuera del Reino Unido.

1.ª PARTE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE VIDRIO DEL

HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV)

1.1 Alcance

Esta norma describe un método de determinar el contenido de vidrio (en peso) del HRFV en su estado verde y sin curar.

1.2 Definiciones

A efectos de esta norma de la GRCA, se utilizan las siguientes definiciones.

1.2.1 Estado verde

La fase de la fabricación del HRFV en la que todos los procesos físicos que podrían alterar la composición del material se han completado, pero las fibras aún pueden separarse del mortero mediante la acción del agua al correr sobre él.

Esta fase suele durar un máximo de 2 horas tras la fabricación a temperatura ambiente.

1.3 Aparato

1.3.1 Una balanza de laboratorio capaz de pesar 1000 gramos en incrementos de 0,1 g.

1.3.2 Un horno de laboratorio con ventilación y circulación forzada, capaz de alcanzar temperaturas de 300 °C como mínimo.

O BIEN

Un horno de mufla de laboratorio, equipado con ventilación y capaz de alcanzar un temperatura de 500 °C ± 20 °C.

1.3.3 Cestas de malla (175 mm L. x 100 mm An.x 25 mm F.) hechas de malla de acero inoxidable de 3 mm.

1.4 Muestra de ensayo

Las muestras de ensayo se tomarán del producto acabado o, cuando no resulte práctico, de una plancha de prueba elaborada de forma que represente el producto en cuanto a composición, proceso de fabricación y grosor.

La muestra se cortará del hormigón en estado verde con una cuchilla bien afilada u otro medio que produzca una muestra con bordes cortados limpiamente.

1.4.1 Dimensiones de las muestras de ensayo.

El tamaño nominal de las muestras será de 150 mm x 50 mm.

1.4.2 Número de muestras de ensayo.

Se tomarán no menos de tres muestras de un producto o plancha de prueba para obtener el contenido promedio de fibras de vidrio de ese producto o plancha de prueba. Las muestras deben elegirse de forma que sean lo más representativas posible del área total del producto o plancha de prueba.

1.5 Procedimiento

Realizar el ensayo inmediatamente después de cortar la muestra del producto o plancha de prueba. Coloque una cesta de malla seca pesada/tarada (M_1) y tomar nota de la masa total (M_2). Sujete la cesta bajo un chorro de agua corriente y amase el HRFV con los dedos para deshacerlo (se debe llevar cuidado para no perder las fibras de vidrio).

Cuando todo el cemento y otras partículas sólidas (aparte de las fibras de vidrio) se hayan ido con el agua, seque la cesta y su contenido hasta alcanzar un peso constante, bien con un horno de laboratorio a una temperatura superior a los 300 °C (1 hora aproximadamente) o un horno de mufla a una temperatura no superior a los 520 °C (5 minutos aproximadamente). Tras retirar la cesta y su contenido del horno, deje que se enfríe a temperatura ambiente (preferiblemente en un desecador).

Compruebe que el vidrio esté limpio y, si es necesario, retire los residuos de arena amasando las fibras de vidrio con la mano y agitando la bandeja.

Anote la masa (M_3).

1.6 Cálculo y expresión de los resultados

1.6.1 Contenido de vidrio (en peso)

El contenido de vidrio (en peso) se calcula mediante la fórmula

$$\text{Contenido de vidrio (porcentaje en masa)} = \frac{[(M_3 - M_1) \times 100}{(M_2 - M_1)}$$

donde M_1 = masa de la cesta (gramos)
 M_2 = masa de la cesta + muestra (gramos)
 M_3 = masa de la cesta + vidrio seco (gramos)

1.7 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe incluir una referencia a esta norma y a los siguientes datos, según sea necesario.

1.7.1 Marca de identificación del producto o la plancha de prueba, fecha de la prueba y otros datos pertinentes relativos al material ensayado.

1.7.2 El número de muestras de ensayo.

1.7.3 El valor de la media aritmética del contenido de fibras de vidrio de todos los resultados del producto o plancha de prueba ensayados y el intervalo de resultados.

**2.ª PARTE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN SECO Y MOJADO,
LA ABSORCIÓN DE AGUA Y LA POROSIDAD APARENTE DEL
HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV)**

2.1 Alcance

Esta norma describe un método único para determinar la densidad aparente en seco y mojado, la absorción de agua y la porosidad aparente del HRFV.

2.2 Aparato

2.2.1 Una balanza de laboratorio capaz de pesar 1000 gramos en incrementos de 0,1 g. La balanza debe ser capaz de pesar una muestra suspendida en agua.

2.2.2 Un soporte adecuado para suspender la muestra en el agua.

2.2.3 Un horno de laboratorio con circulación de aire forzada, capaz de alcanzar una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

2.2.4 Un desecador con capacidad para varias muestras de 100 mm x 100 mm.

2.3 Muestra de ensayo

La muestra de ensayo se tomará del producto acabado o, cuando no resulte práctico, de una plancha de prueba elaborada de forma que represente el producto en cuanto a composición, proceso de fabricación, curado o grosor.

2.3.1 Dimensiones de la muestra de ensayo. La muestra de ensayo tendrá unas dimensiones no inferiores a los 50 mm x 50 mm (tamaños nominales) y preferiblemente de 100 mm x 100 mm.

Las muestras de ensayo se cortarán del producto curado acabado o la plancha de prueba con una sierra de carburo de silicio u otro equipo apropiado.

2.3.2 Número de muestras. Se tomarán no menos de dos muestras de un producto o plancha de prueba para obtener valores promedios del producto o plancha de prueba. Las muestras no deben tomarse de zonas adyacentes. La muestra debe carecer de grietas visibles, fisuras y bordes rotos.

2.4 Procedimiento

Sumerja la muestra en agua dulce hasta conseguir un peso constante (normalmente esto tarda 7 días). Determine la masa de la muestra suspendida en agua (M_1). Saque la muestra del agua, retire rápidamente el agua de la superficie con papel absorbente y pese inmediatamente la muestra en el aire (M_2).

Caliente la muestra a una temperatura de 110 °C ± 5 °C hasta alcanzar un peso constante (lo que normalmente tarda 7 días). Retire la muestra del horno, déjela enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente y pésela (M₃).

2.5 Cálculo y expresión de los resultados

Las propiedades se calculan mediante las siguientes fórmulas:

2.5.1 Densidad aparente en seco

$$\text{Densidad aparente en seco (kg / m}^3\text{)} = \frac{M_3}{M_2 - M_1} \times 1000$$

2.5.2 Densidad aparente en mojado

$$\text{Densidad aparente en mojado (kg / m}^3\text{)} = \frac{M_2}{M_2 - M_1} \times 1000$$

2.5.3 Absorción de agua

$$\text{Absorción de agua (\% en peso)} = \frac{M_2 - M_3}{M_3} \times 100$$

2.5.4 Porosidad aparente

$$\text{Porosidad aparente (\% en volumen)} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

2.6 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe incluir una referencia a esta norma y a los siguientes datos, según sea necesario.

2.6.1 Marca de identificación del producto o la plancha de prueba, fecha de la prueba y otros datos pertinentes relativos al material ensayado.

2.6.2 El número de muestras de ensayo.

2.6.3 El valor de la media aritmética de la proporción de agua/sólidos de todos los resultados del producto o plancha de prueba ensayados y la gama de resultados.

3.ª PARTE DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE FLEXIÓN DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRIO (HRFV)

3.1 Alcance

Esta norma describe un método para determinar el límite de proporcionalidad (LOP) y el módulo de ruptura (MOR) del HRFV en forma de barras rectangulares cortadas de planchas o moldeadas directamente.

NOTA: Esta carga a cuatro puntos impone fuerzas de flexión puras al tercio central de la muestra, y se prefiere a la prueba de flexión a tres puntos, en la que la tensión se concentra en el centro.

Este procedimiento se refiere al uso de una máquina universal para ensayos de tracción, en la que la curva de deformación de la carga se registra automáticamente.

3.2 Definiciones

3.2.1 Límite de proporcionalidad [LOP]

La tensión de flexión desarrollada cuando la parte inicial de la curva de carga/deformación se desvía de la linealidad (véase la fig. 1).

3.2.2 Módulo de ruptura [MOR]

La tensión de flexión desarrollada cuando la carga alcanza el máximo (véase la fig. 1).

3.3 Aparatos

3.3.1 Máquina de ensayos estándar correctamente construida y calibrada, que puede hacerse funcionar a una velocidad constante de la cruceta y en la que el margen de error de las cargas indicadas no exceda $\pm 1 \%$ y el de la deflexión indicada no exceda el 2% . La máquina cumplirá los requisitos de la norma BS EN ISO 7500 2004.

3.3.2 Un montaje de ensayo de flexión (ilustrado de forma esquemática en la fig. 2). Los soportes y rodillos de presión deben ser al menos iguales de anchos que la muestra y estar diseñados de forma que las fuerzas aplicadas a la muestra sean perpendiculares a la superficie de la muestra y aplicadas sin excentricidad. El radio de los rodillos de presión debe ser de al menos 6 mm.

La distancia entre los soportes (L) debe poder ajustarse.

3.4 Muestra de ensayo

Las muestras de ensayo se tomarán del producto acabado o, cuando no resulte práctico, de una plancha de prueba elaborada de forma que represente el producto en cuanto a composición, proceso de fabricación, curado y grosor.

Las muestras de ensayo se cortarán del producto curado acabado o la plancha de prueba con una sierra de carburo de silicio u otro equipo apropiado con enfriamiento por

agua. Las muestras serán rectangulares, con lados paralelos que sean perpendiculares a la cara del molde o la máquina de la muestra.

3.4.1 Dimensiones de las muestras de ensayo

La longitud de las muestras será de un mínimo de 25 mm y no más de 50 mm mayor que la dimensión del tramo mayor indicada en la Tabla 1 para el grosor de la muestra.

[Normalmente el grosor es de 8-10 mm y no superior a los 12.5 mm].

El ancho (b) debe ser de 50 mm \pm 2 mm.

3.4.2 Materiales anisotrópicos

Si consta que el HRFV presenta anisotropía en el plano de la plancha, y se sabe en qué dirección tiene mayor resistencia por experiencia en el proceso de fabricación, las muestras de ensayo (según la sección 5) se tomarán de forma que su longitud sea paralela a dicha dirección y también se tomarán muestras (de acuerdo con la Sección 5) cuya longitud sea perpendicular a esa dirección.

La dirección de mayor resistencia debe marcarse en la plancha antes del ensayo.

3.5 Número de muestras de ensayo

3.5.1 Se deberán utilizar al menos 4 muestras de ensayo. Dos de ellas deben probarse con la cara del molde o la máquina de la muestra en contacto con los rodillos del tramo mayor, y las otras dos deben probarse con los rodillos del tramo inferior.

3.6 Procedimiento

3.6.1 Condición de ensayo

Las muestras se acondicionarán remojándolas en agua a temperatura ambiente durante un período comprendido entre 4 y 24 horas y el ensayo se hará en mojado, o bien se acondicionarán en seco a temperatura ambiente durante un período comprendido entre 4 y 24 horas y el ensayo se hará en seco.

Si se hace en mojado, llevar a cabo el ensayo antes de transcurridos 5 minutos de haber sacado las muestras del remojo. Está permitido retirar el agua de la superficie con un paño absorbente.

3.6.2 Procedimiento de ensayo

3.6.2.1 Ajustar los tramos mayor y menor del montaje de ensayo de acuerdo con la Tabla 1 (véase también la figura 2). Los rodillos de presión y los soportes deben estar alineados de forma que los ejes de la superficie cilíndrica estén paralelos.

3.6.2.2 Coloque la muestra de ensayo simétricamente sobre los dos soportes paralelos, asegurándose de que el largo de la muestra forme un ángulo recto con cada uno de ellos, y que todas las muestras sobresalgan de los rodillos en la misma proporción.

- 3.6.2.3 Ajuste la máquina de ensayos de forma que la velocidad de la cruceta se corresponda con la Tabla 1.
- 3.6.2.4 Aplique la carga con una velocidad constante de la cruceta hasta la ruptura, anotando continuamente la curva de carga/deformación. El ámbito de carga debe elegirse de modo que la carga LOP se alcance a no menos del 30 % de la escala total del ámbito de carga.
- 3.6.2.5 *Anote la carga (W_1) con la que la curva de carga/deformación se desvía de la linealidad (carga LOP) y también la carga máxima (W_2) obtenida (carga MOR). *Automático en la mayoría de máquinas de ensayos actuales.
- 3.6.2.6 Separe la muestra de ensayo rota y mida el grosor de la muestra en la zona de ruptura en tres puntos redondeado a la décima de milímetro más próxima. Haga un promedio. Mida el ancho de la muestra redondeado a la décima de milímetro más próxima. Estas medidas deben tomarse en el punto de ruptura o cerca de él, cuidando de no elegir puntos en los que la muestra pueda haberse expandido durante el ensayo.

3.7 Cálculo y expresión de los resultados*

3.7.1 Límite de proporcionalidad

El límite de proporcionalidad se calcula en MPa mediante la ecuación:

$$LOP = W_1 L / bd^2$$

Donde W_1 = carga LOP, es decir, la carga en la que la curva de carga/deformación se desvía de la linealidad. (newtons)
 L = Tramo mayor (mm)
 b = Ancho (mm)
 d = Grosor (mm)

3.7.2 Módulo de ruptura

El módulo de ruptura se calcula en MPa mediante la ecuación:

$$MOR = W_2 L / bd^2$$

Donde W_2 = Carga MOR (newtons)
 L = Tramo mayor (mm)
 b = Ancho (mm)
 d = Grosor (mm)

3.7.3 Relación de direccionalidad

Si se somete a ensayo un material anisotrópico, la relación del valor promedio tanto del LPO como del MOR de cada dirección se dará como la relación de direccionalidad.

* Se pueden adquirir equipos de ensayo especiales con software integral que calcula automáticamente el LOP, el MOR, más la tensión hasta el LOP, la tensión hasta el MOR, y el módulo de Young.

3.8 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe incluir una referencia a esta norma. El informe hará referencia también a los siguientes detalles, según sea necesario.

3.8.1 Marca de identificación del producto o la plancha de prueba, fecha de la prueba, con polímero o sin polímero, ensayo hecho en seco o en mojado (véase la sección 3.6.1), y otros datos pertinentes relativos al material.

3.8.2 El número de muestras de ensayo.

3.8.3 La dirección en la que se tomaron la muestras, si se ensaya un material anisotrópico.

3.8.4 Los valores individuales de LOP y MOR de cada muestra ensayada.

3.8.5 La media aritmética del LOP y el MOR con

(a) La cara del molde de las muestras en contacto con los soportes del tramo mayor.

(b) La cara talochada de las muestras en contacto con los soportes del tramo mayor.

3.8.6 La media aritmética mínima y total del LOP y el MOR calculadas a partir de todas las muestras ensayadas.

Tabla 1: Tramos mayor y menor, y velocidad de la cruceta para distintos grosores de la muestra

Grosor nominal de la muestra (mm)	Tramo mayor (mm)	Tramo menor (mm)	Velocidad de la cruceta (mm/min)
Hasta 6,7	135	45	1,5 – 3
6,8 - 10	200	66,7	1,5 – 3
10,1 - 12,5	250	83,3	1,5 – 3
12,6 - 15	300	100	3 – 5
15,1 - 17,5	350	116,7	3 – 5
17,6 - 20	400	133,3	3 – 5

Fig. 1 Curva típica de deformación por carga

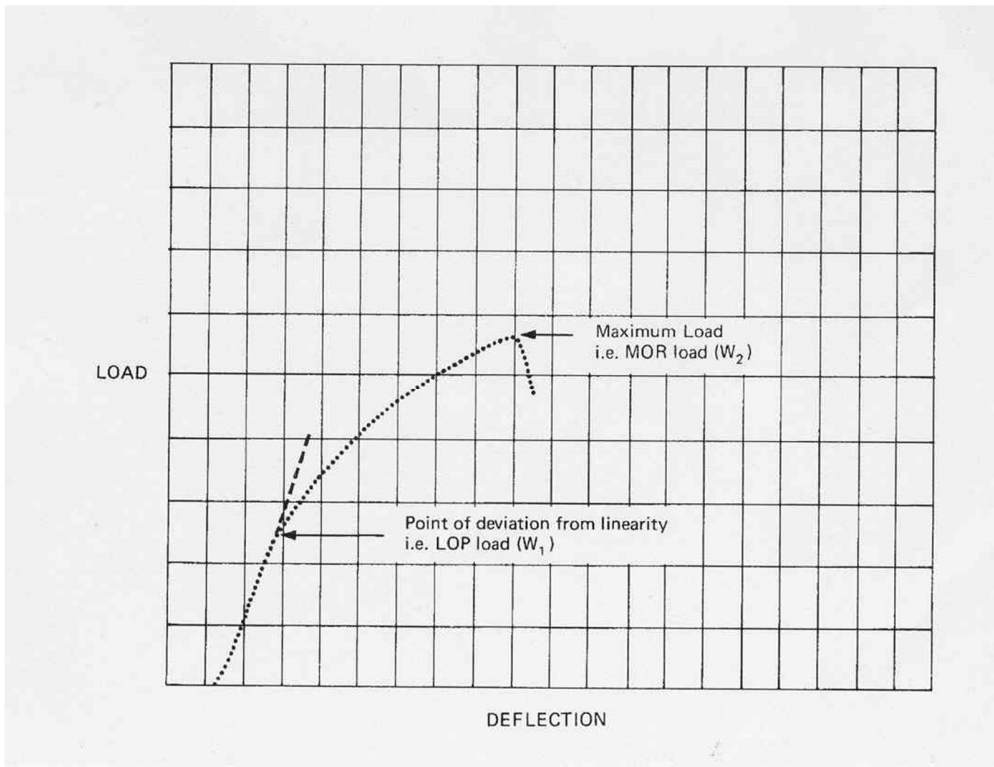
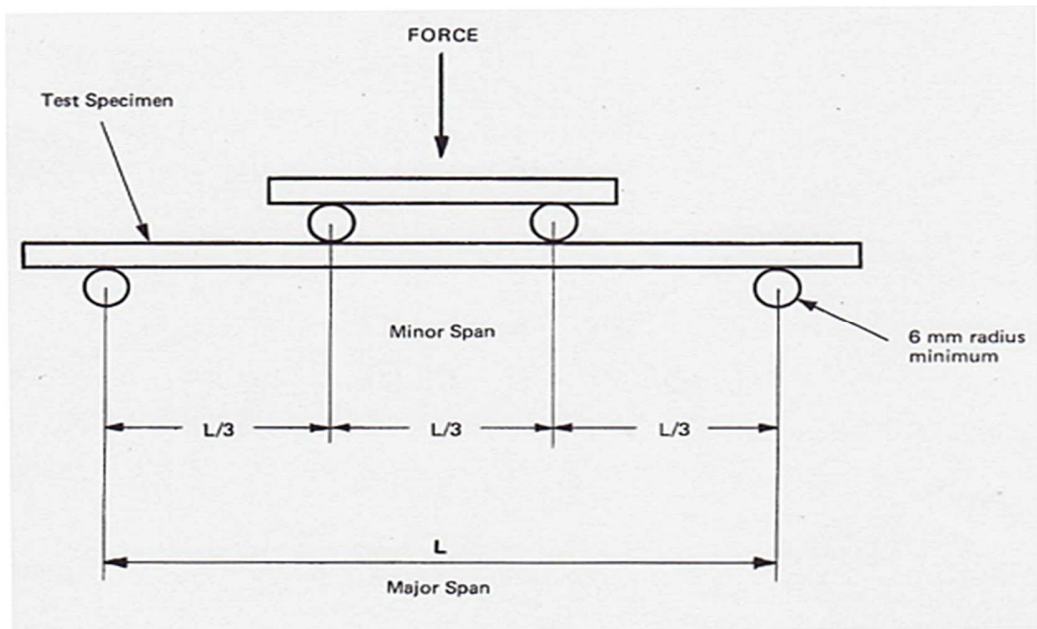


Fig. 2 Diagrama montaje de ensayo para carga de HRFV



4.ª PARTE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ROCIADO DE HRFV

La resistencia de los compuestos de HRFV depende del contenido de fibras de vidrio, que para todas las operaciones de rociado manual es normalmente un 5 % en peso del producto terminado.

Antes de empezar el rociado, es necesario calibrar la salida del pulverizador de mortero y el decantador de fibras de vidrio mediante las pruebas de la bolsa y el cubo (para determinar el contenido de fibras).

En el caso de una salida de mortero típica de 12 kg/min, la salida del decantador de fibras de vidrio debería ser de unos 630 g/min.

(En algunas especificaciones el contenido mínimo permitido de fibras de vidrio es del 5 %. En este caso se sugiere utilizar un contenido de vidrio del 5,3 %).

4.1 Prueba de la bolsa

Esta prueba se utiliza para ajustar la dosificación de la cantidad correcta de fibras cortadas en el decantador de vidrio.

4.1.1 Aparatos

4.1.1.1 Una balanza de laboratorio capaz de pesar 1000 gramos en incrementos de 0,1 g.

4.1.1.2 Bolsa de plástico, 600 mm x 1000 mm aproximadamente.

4.1.2 Método

Se debe llevar a cabo en condiciones de funcionamiento normales.

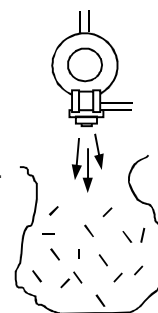
4.1.2.1 Pesarse la bolsa vacía (W , gramos).

4.1.2.2 Cortar las fibras de vidrio en la bolsa durante 15 segundos.

4.1.2.3 Pesarse la bolsa y las fibras (G , gramos)

4.1.2.4 Salida de fibras de vidrio = $(G - W) \times 4$ g/min.

4.1.2.5 Ajustar la presión neumática del decantador de fibras de vidrio hasta alcanzar la concentración de salida deseada; anote el ajuste de la presión.



4.2 Prueba del cubo

Se utiliza para medir la salida del mortero rociado.

4.2.1 Aparatos

4.2.1.1 Una balanza de laboratorio capaz de pesar 12 kg en incrementos de 50 g.

4.2.1.2 Cubo de plástico, capacidad mínima de 10 litros.

4.2.2 Método

Se debe llevar a cabo en condiciones de funcionamiento normales.

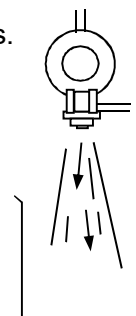
4.2.2.1 Pesarse el cubo vacío (W , gramos).

4.2.2.2 Rocíase mortero en el cubo durante 30 segundos.

4.2.2.3 Pesarse el cubo y el mortero (S , gramos).

4.2.2.4 Salida de mortero = $(S - W) \times 2$ kg/min.

4.2.2.5 Ajuste la salida de la bomba hasta que se alcance la salida deseada, - anote el ajuste de la bomba.



(En BS EN 1170 – 3, "Cómo medir el contenido de fibras del HRFV rociado", hay un método alternativo de medir el contenido de fibra del HRFV fresco y de calibrar el equipo)

Continúa en la página 16

Tabla 2: Tabla de calibración con bolsa y cubo (contenido de vidrio del 5 %)

Salida de fibras	g / 15 s	kg / min	Salida de mortero:	kg / min	kg / 30 s
	130	0,52		9,88	4,940
	132,5	0,53		10,07	5,035
	135	0,54		10,26	5,130
	137,5	0,55		10,45	5,225
	140	0,56		10,64	5,320
	142,5	0,57		10,83	5,415
	145	0,58		11,02	5,510
	147,5	0,59		11,21	5,605
	150	0,60		11,40	5,700
	152,5	0,61		11,59	5,795
	155	0,62		11,78	5,890
	158	0,632	Salida típica de pulverizadores concéntricos	12	6,000
	160	0,64		12,16	6,080
	162,5	0,65		12,35	6,175
	165	0,66		12,54	6,270
	167,5	0,67		12,73	6,365
	170	0,68		12,92	6,460
	172,5	0,69		13,11	6,555
	175	0,70		13,30	6,650
	177,5	0,71		13,49	6,745
	180	0,72		13,68	6,840
	182,5	0,73		13,87	6,935
	185	0,74		14,06	7,030
	187,5	0,75		14,25	7,125
	190	0,76		14,44	7,220
	192,5	0,77		14,63	7,315
	195	0,78		14,82	7,410
	197,5	0,79		15,01	7,505
	200	0,80		15,20	7,600
	202,5	0,81		15,39	7,695
	205	0,82		15,58	7,790
	207,5	0,83		15,77	7,885
	210	0,84		15,96	7,980
	212,5	0,85		16,15	8,075

Ejemplos calculados:

a) **Salida de fibras de vidrio**

$$\frac{\text{Salida de mortero (kg/min)} \times \text{contenido de vidrio (\%)}}{100 - \text{Contenido de vidrio en \%}} \quad \text{kg/min}$$

Ejemplo de cálculo de salida de fibras de vidrio

Si el contenido de vidrio debe ser menor del 5 % y la salida de mortero es de 12,6 kg/min, la salida de vidrio necesaria será:

$$= \frac{12,6 \times 5}{95} = 0,663 \text{ kg/min} = 166 \text{ g / 15 s.}$$

b) **Salida de mortero**

$$\frac{\text{Salida de vidrio (kg/min)} \times \{100 - \text{contenido de vidrio (\%)}\}}{\text{Contenido de vidrio en \%}} \quad \text{kg/min}$$

Ejemplo de cálculo de salida de mortero

Si la salida de fibras de vidrio es de 0,7 kg/min y el contenido de vidrio debe ser del 5 %, la salida de mortero necesaria deberá ser:

$$= \frac{0,7 \times 95}{5} = 13,3 \text{ kg/min.}$$

1. Las fibras cortadas durante la prueba de la bolsa son desechos y no son aptas para su uso en el premezclado.
2. El mortero puede devolverse a la tolva de la bomba.
3. La prueba de la bolsa y el cubo debe llevarse a cabo siempre que se introduzcan cambios en la mezcla, tanto de forma intencionada como accidental.

PRCEDIMIENTO

1. Ajuste al nivel deseado el manómetro de presión del aire del decantador de fibras de vidrio.
2. Lleve a cabo la prueba de la bolsa y el cubo.
3. Consulte la salida de mortero correspondiente en la tabla de la página anterior.
4. Determine la salida de mortero con la prueba del cubo.

Nota:

Si la salida del decantador de fibras de vidrio se reduce aún utilizando la misma presión neumática, será porque el motor de aire o el filtro del motor de aire necesita mantenimiento, o porque se ha agotado el frasco de aceite del motor de aire.

5.ª PARTE MEDICIÓN DEL FLUJO DEL MORTERO - ENSAYO DE ASENTAMIENTO

Nota: Este ensayo no siempre resulta apto para mezclas con polímero.

Esta es una útil verificación de la capacidad de rociado de la mezcla que resulta fácil y rápida de realizar.

5.1 Equipo

Tubo de metacrilato de extremos abiertos Diám. int.: Ø 57 mm,
Diám. ext.: Ø 65 mm, longitud: 55 mm.

Placa de metacrilato 30 cm x 30 cm grabada con una serie de círculos concéntricos con diámetros de 65, 85, 108, 125, 145, 165, 185, 205 y 225 mm, numerados del 0 al 8 respectivamente.

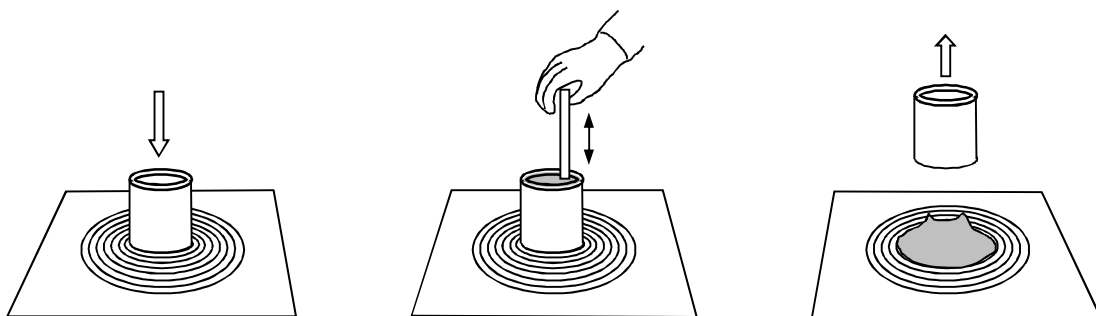
5.2 Método

El tubo de plástico se coloca en el centro de la placa de metacrilato y se llena de mortero. Si es necesario, se expulsan las burbujas de aire apisonando ligeramente la mezcla. La parte superior del mortero se debe nivelar con el filo de una espátula.

El tubo se levanta de la placa en sentido vertical con un movimiento lento y continuo, para que el mortero pueda fluir sobre los círculos concéntricos de la placa. El asentamiento se mide por el número de anillos que cubra el mortero. Con fórmulas estándar se suelen cubrir de 2 a 3 anillos, pero depende del fabricante obtener resultados homogéneos para la mezcla que necesite.

La consistencia de la mezcla puede afectar a las propiedades de rociado y, por tanto, las presiones que se deben utilizar para su pulverización.

Si se mantiene un asentamiento constante, la capacidad de pulverización de la mezcla también será constante. Esto facilitará el rociado y hará más eficiente la compactación.



La consistencia y la calidad de la mezcla pueden verse afectadas por:

La antigüedad y tipo del cemento:	Cemento frío: baja resistencia Cemento caliente: fraguado falso
Clasificación de arena:	Utilizar arena limpia y seca del grado correcto (la arena sucia o húmeda puede afectar la docilidad y la resistencia. Un alto contenido de gránulos finos aumenta la demanda de agua, al igual de las partículas de arcilla).
Temperatura del agua:	Demasiado fría: puede retrasar el fraguado Demasiado caliente: puede causar fraguado instantáneo
Superplastificantes	Combinar los superplastificantes adecuados con el cemento para obtener los mejores valores ampliados de asentamiento.
Polímero:	Almacenar en las condiciones recomendadas por el proveedor.
Tiempo de mezclado:	Conectando un amperímetro a la hormigonera, la potencia necesaria para mezclar la fórmula puede supervisarse atentamente para poder producir mezclas de viscosidad homogénea.

Se deberá notificar inmediatamente a la dirección todo cambio en la consistencia durante el rociado, y se deberán comprobar la salida y la calidad del mortero.

Nota: Si se produce un falso fraguado en la hormigonera, dejar de mezclar durante 30 segundos y volver a mezclar durante otros 30 segundos.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

"Especificaciones para la fabricación, curado y ensayo de productos de hormigón reforzado con fibras de vidrio (HRFV)" de la GRCA.

"Guía de especificación del hormigón reforzado con fibra de vidrio (HRFV)" de la GRCA.

"Análisis de los resultados de ensayos del HRFV" de la GRCA.

"Reglamento del Registro de Fabricantes Autorizados (AMS)" de la GRCA.

Otras publicaciones de la GRCA. Vaya a www.grca.org.uk para ver una lista actualizada de nuestras publicaciones.

The Concrete Bookshop (Librería del hormigón)

Tel.: 07004 607777 (solo R. Unido) ó +44 (0)1276 607140

C. electrónico: enquiries@concretebookshop.com

Sitio web: www.concretebookshop.com

Además, la Asociación Internacional del Hormigón Reforzado con Fibras de Vidrio (GRCA) cuenta con una base de datos de las actas de los Congresos de la GRCA y muchas otras publicaciones relacionadas con el HRFV, incluidas descargas gratuitas. Sitio web: www.grca.org.uk.

Especificación H40 del NBS, mayo de 2002, Componentes de revestimientos de hormigón reforzado con fibra de vidrio.

Normas europeas

BS EN 1169: 1999: *Productos prefabricados de hormigón: Reglas generales para el control de la producción en fábricas de productos de cemento reforzado con fibras de vidrio.*

BS EN 1170: 1998: *Partes 1 a 8, Productos prefabricados de hormigón: Métodos de ensayo del cemento reforzado con fibras de vidrio.*

Parte 1. Cómo medir la plasticidad del mortero: Método del ensayo de asentamiento.

Parte 2. Cómo medir el contenido de fibras del HRFV fresco: Método de lavado.

Parte 3. Cómo medir el contenido de fibras del HRFV rociado.

Parte 4. Cómo medir la resistencia a la flexión: Método de ensayo de flexión simplificado.

Parte 5. Cómo medir la resistencia a la flexión: Método de ensayo de flexión completo.

Parte 6. Cómo determinar la absorción de agua por inmersión y la densidad seca.

Parte 7. Cómo medir extremos de variaciones dimensionales debidas al contenido de humedad.

Parte 8. Ensayo cíclico de envejecimiento a la intemperie

BS EN 14649: 2005 *Productos prefabricados de hormigón: Método de ensayo para la determinación de la resistencia remanente de las fibras de vidrio en el cemento y el hormigón (ENSAYO SIC).*

BS EN 15422: 2008 *Productos prefabricados de hormigón: Especificaciones de fibras de vidrio para el refuerzo de morteros y hormigones.*

BS EN 1169: 1999. *Productos prefabricados de hormigón: Reglas generales para el control de la producción en fábricas de cemento reforzado con fibras de vidrio.*