

Ficha Técnica FS02

REFUERZO ESTRUCTURAL

Sistema de refuerzo antisísmico de paredes con revoques estructurales y mallas de fibra FRCM



* DESCRIPCIÓN *

El uso de refuerzos bajo la forma de revoques estructurales es una tecnología de mejoramiento estático, apropiada particularmente para el sector de la construcción, bienes culturales y viviendas históricas-artísticas. Estos refuerzos están formados por aglutinantes (cementicios o hidráulicos en cal y puzolana) armados con mallas (de fibra de carbono **C-NET**, vidrio AR **G-NET**, basalto **B-NET**)

Esta técnica propuesta en el mercado internacional en los últimos años hace posible obtener una mejora general de las características mecánicas de la mampostería, especialmente si está deteriorada y sujeta a acciones sísmicas, a través de un refuerzo de matriz inorgánica reversible y respirable, proyectado y dimensionado según las acciones solicitantes sobre la mampostería, en particular los modos de flexión, corte y confinamiento.

El sistema puede ser adoptado para muros, fachadas, pilares en mampostería, bóvedas que han manifestado un grado importante de deterioro, y donde se tiene la intención de restablecer la seguridad con una tecnología poco invasiva y compatible con las características generales de la construcción histórica.

Se han realizado, y se encuentran actualmente en curso, estudios y experimentos en el ámbito internacional que prueban la validez de este sistema en el campo de aplicación para el que están destinados.

Nuestra empresa también desarrolla un importante servicio de consultoría en ingeniería y asistencia técnica.



* APLICACIÓN *

Los principales usos del sistema de refuerzo para mampostería son:

- Incremento de la resistencia de muros portantes, pilares en mampostería, arcos, bóvedas.
- Aseguramiento de muros de fachada y portantes ante acciones sísmicas.
- Mejoramiento al corte de la mampostería.
- Mejoramiento ante acciones externas ortogonales al plano del muro.
- Vinculación de elementos colaborantes ante acciones externas.

* VENTAJAS *

Buenas características mecánicas y desempeño en el ámbito estático y sísmico.

Óptima resistencia química al pH, a la atmosfera húmeda, industrial y marina, a la carbonatación.

Reducido espesor del mortero armado con mallas de carbono, vidrio AR, basalto, con respecto a sistemas tradicionales con mallas electro soldadas y morteros o gunitados/shotcrete.

Aplicable en ambientes húmedos.

Aplicable sobre superficies irregulares con reducidos costos de nivelación.

Permeabilidad al vapor del sistema de refuerzo.

Resistencia al fuego del sistema (REI 60 con un solo cm de mortero aplicado con malla de refuerzo).

Compatibilidad y reversibilidad del sistema en el ámbito de los bienes culturales.

Mayor facilidad de manejo y aplicación en la obra.



Fig. 1

*** DATOS TÉCNICOS ***

Mallas de carbono C-NET UNI-BIDIRECCIONAL

Resistencia a la tracción filamento >4700 MPa – Módulo elástico 240 GPa – Alargamiento > 1,8%

Clasificación	UNI/BI direccionales malla (mm)	Peso (g/m ²)	Resistencia a la tracción para direcciones a la deformación 0,75% (kN/m)
C-NET 170 BL	BI 17X20	170	89
C-NET 170 BS*	BI 20X20	170	84
C-NET 200 U *	UNI 17X34	200	210 UNIDIRECCIONALES
C-NET 220 BL	BI 17X20	220	115

*Mallas aprestadas

Las mallas **C-NET 170 BL** y **220 BL** están disponibles en rollos de 100 cm de ancho y 50 m de largo. Las mallas **C-NET 170 BS** y **200 U** están disponibles en rollos de 195 cm de ancho y 50 m de largo. Algunos materiales están disponibles por encargo.

Mallas de vidrio G-NET E-AR BIDIRRECCIONALES

Vidrio E

Resistencia a la tracción filamento >3000 MPa - Módulo elástico 73 GPa – Alargamiento > 4%

Clasificación	Malla (mm)	Peso (g/m ²)	Resistencia a la tracción deformación/parcela (kN/m)
G-NET 120 B*	10X10	120	36/42
G-NET 220 B*	8,5X9,5	220	64/64
G-NET 350 B*	16,5*16,5	350	70/70

*Mallas aprestadas

Vidrio AR

Resistencia a la tracción filamento >2000 MPa - Módulo elástico 70 GPa – Alargamiento > 3%

Clasificación	Malla (mm)	Peso (g/m ²)	Resistencia a la tracción deformación/parcela (kN/m)
G-NET 221 B	12X12	220	70/70
G-NET 321 B	12X12	320	90/90
G-NET 251 BA*	25X25	250	46/50
G-NET 301 BA*	18X18	300	54/54

*Mallas aprestadas

Mallas de basalto B-NET BIDIRECCIONALES

Resistencia a la tracción filamento >3200 MPa - Módulo elástico 90 GPa – Alargamiento > 3%

Clasificación	UNI/BI direccionales malla (mm)	Peso (g/m ²)	Resistencia a la tracción para direcciones a la deformación 1% (kN/m)
B-NET 250 B	10X10	250	38
B-NET 350 B	10X10	350	70
B-NET 350 BA*	25X25	350	62

*Mallas aprestadas

Los materiales están disponibles en rollos de 100 cm de ancho y 50 m de largo. Consultar con la oficina comercial de la empresa para otra tipología y disponibilidad. Algunos materiales están disponibles por encargo.

MATRICES INORGÁNICAS PARA REVOQUES ESTRUCTURALES

Los principales morteros a utilizarse como revoque estructural, para conformar refuerzo de mampostería, son:

- CONCRETE ROCK V:** mortero monocomponente con retracción controlada, clase R4.
- CONCRETE ROCK V2:** mortero bicomponente de bajo módulo, con elevado poder adhesivo, clase R4.
- CONCRETE ROCK S:** mortero monocomponente aditivado puzolánico, clase R2.
- CONCRETE ROCK W:** mortero aditivado con retracción controlada, bajo espesor, clase R4.
- LIMECRETE:** mortero en cal y puzolana para mampostería de construcciones históricas, conforme UNI EN 998-2.

Todos los productos están disponibles en bolsas. Para las características técnicas consultar las respectivas fichas técnicas.

* EXPERIMENTACIÓN *

Se han realizado varios experimentos en laboratorios y universidades extranjeras, a fin de determinar algunos parámetros técnicos fundamentales de las características tecnológicas del sistema, para un correcto uso de la tecnología y para la conformidad de los datos a fines de la modelización estructural.

Es importante conocer (según guías DT 200/2004 y siguientes) cuáles son las deformaciones ultimas de las mallas de refuerzo de carbono y vidrio AR válidas a fines de cálculo y que podamos identificar en forma general en la deformación por delaminación o por otro sistema de colapso. Parámetros que de todos modos están fuertemente influenciados por el estado del soporte, de las condiciones reales de la interfaz, del tipo de refuerzo y de la matriz utilizada.

Se realizaron ensayos para determinar la longitud de anclaje de un mortero estructural de espesor aprox. 0,7 cm reforzado con malla **C-NET 200 U**, y de un mortero de aprox. 1,5 cm de espesor reforzado con malla **C-NET 200 U**, ambos con tres tipos de anclajes, de 10/30/70 cm (Fig. 1). La resistencia a tracción de la fibra **C-NET 200 U** utilizada al 1% de deformación es de aprox. 235 kN/m. Por otro lado, se ha utilizado para comparar, un mortero especial mineral aditivado **CONCRETE ROCK W** capaz de mejorar la adherencia y el anclaje de la fibra al soporte (Fig. 2). El grafico 1 - fuerza de tracción y longitud de anclaje – muestra los resultados obtenidos.

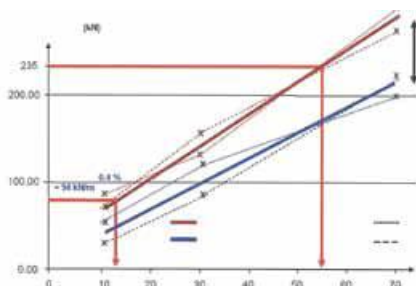


Gráfico 1



Fig. 2 - Fibra inmersa en matriz cementicia aditivada

Se puede notar como al crecer el anclaje crece la capacidad del sistema de absorber cargas crecientes y que la doble malla permite alcanzar, por sí sola, solicitaciones superiores. Por otra parte, también el tipo de mortero utilizado influencia los datos finales, con el mortero aditivado es capaz de dar un 30 % más de resistencia.

También al llegar al valor límite de deformación (1%) igual a 235 kN/m se obtiene con una longitud de anclaje de aprox. 75 cm con mortero estándar y de 55 cm con mortero reactivo.

Se ha procedido entonces a testear posibles sistemas de anclajes terminales por medio de conectores de fibra y placas metálicas, con el fin de mejorar la capacidad portante del sistema. Los resultados se muestran en el gráfico 2, en el cual figuran los resultados del ensayo a flexión sobre placas de hormigón reforzado con mortero y mallas **C-NET 200 U**, con y sin elementos de anclaje terminales (Fig. 3-4). Los resultados del gráfico 2 están expresados en energía de deformación (J) vs flecha. Se puede notar como la energía de deformación es en promedio un 82% superior en las muestras con elementos de anclaje.

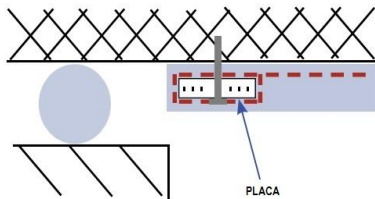
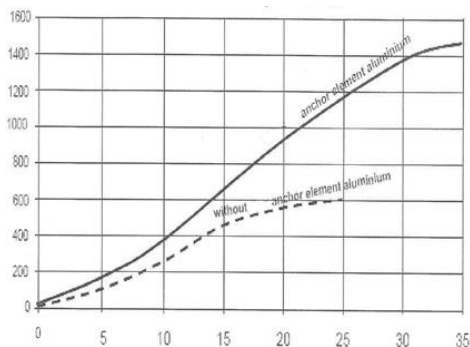


Gráfico 2

Fig.3

Fig.4 - Placa de anclaje

En la universidad de Friburgo se realizaron ensayos a flexión sobre los elementos de hormigón armado de 6 m de longitud (Fig. 5-6-7) reforzados con mortero aditivado y mallas **C-NET 200 U** de capas simples y dobles. La prueba estuvo destinada a comparar las muestras con estructuras iguales a las empleadas en el 2002 y 2003 en la Universidad de Missouri en Rolla – USA y en Friburgo para ensayar la implementación del FRP SYSTEM, tanto fibras como láminas CFK (también pretensadas), sobre estructuras en hormigón armado.

Los resultados del ensayo a flexión se muestran en los gráficos 3 y 4.



Fig.5



Fig. 6

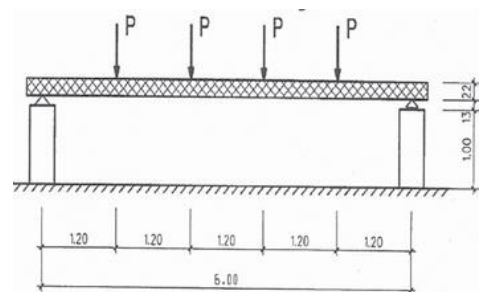


Fig. 7

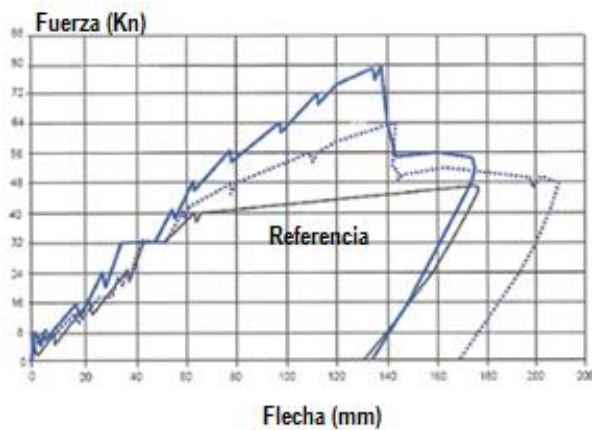


Gráfico 3

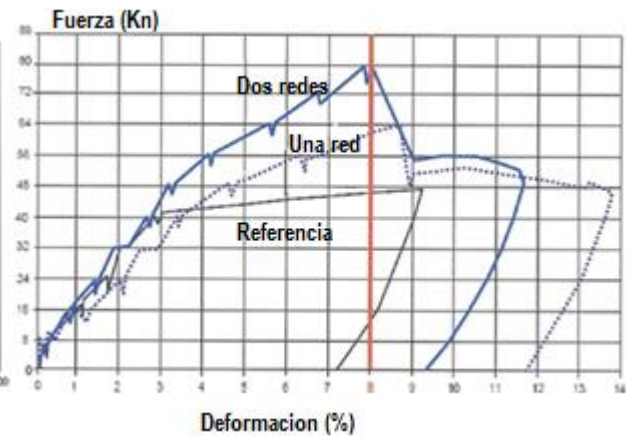


Gráfico 4

De los test efectuados se evidencia que el límite último de deformación de la malla **C-NET 200 U** se espera al 0,8% para flexión y al 4% para carga axial. Resultados esperados también bajo la base de otras experimentaciones internacionales.

Tales parámetros, entre otros, han permitido realizar, sobre la base de las guías europeas, una modelización para el cálculo y la verificación de las estructuras con la implementación de mallas de carbono y vidrio AR.

Se han obtenido resultados comparables en la Universidad de Friburgo sobre muros de mampostería reforzados, tanto de un lado solo como de ambos, con sistemas especiales de morteros para mampostería y mallas **C-NET 200 U** ancladas en los extremos; se compararon con los resultados de experimentos ya realizados con sistema FRP SYSTEM en los años precedentes.

Los paneles bajo carga axial luego fueron solicitados por acciones horizontales crecientes (Fig. 8-9-10-11).



Fig. 8

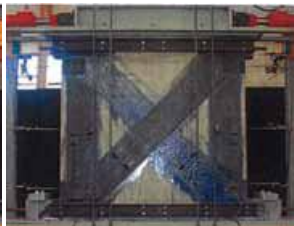


Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

De los resultados surgidos en algunos casos se verifica una mayor capacidad de desplazamiento horizontal de la estructura en los muros tratados con mortero y mallas de carbono respecto a aquellos reforzados con FRP SYSTEM, mientras que los resultados de resistencia eran comparables, sin evidenciar diferencias sustanciales en los muros reforzados por ambos lados respecto a aquellos reforzados por uno solo.

Seguir los esquemas de anclaje utilizando conectores en fibra y placas (Fig. 12).



Fig.12

Se han realizado posteriores experimentaciones en la Universidad de Padova sobre muestras de hormigón armado en escala real y reforzadas con: láminas CFK de carbono, mallas de carbono y tejidos en acero UHTSS con matrices inorgánicas. Los resultados han dado una equivalencia sustancial de la deformación última de delaminación del refuerzo. El reporte completo de la experimentación está disponible si se lo requiere. Se recuerda, por otro lado, que se están desarrollando guías europeas del FRCM-SRG.

Como comentario de lo anterior, hay que poner en evidencia que para obtener la eficacia estructural del sistema de refuerzo, además de la calidad y las características de los materiales utilizados y de una correcta colocación, es de fundamental importancia tener la superficie de adherencia sana y resistente, y que antes de proceder con la verificación estructural y las intervenciones es determinante conocer las condiciones de la interfaz a través de pruebas de pull off in situ, a fin de poder conocer la capacidad resistente efectiva incremental del sistema con el refuerzo previsto. También deben preverse adecuadamente los sistemas de anclaje terminales por medio de sistemas en fibra tipo conectores **AFIX**, **BFIX**, **CFIX**, **GFIX**, **SFIX**, barras **CFK** de carbono, **BFK** de basalto, **GFK** de vidrio, elementos especiales y placas metálicas.

*** MÉTODO DE EMPLEO ***

El ciclo aplicativo de refuerzo estructural por medio de morteros y mallas de carbono, vidrio AR y basalto requiere una precisa preparación previa del soporte. El revoque preexistente debe ser demolido, remover eventuales pinturas, barnizados, aceites, grasas por medio de lijado, hidrolavado o sistemas de remoción superficial idóneos y aprobados. La superficie debe ser restaurada donde haya volúmenes faltantes (grandes irregularidades, lesiones importantes, cavidades), con un mortero adecuado. Embeber adecuadamente la superficie hasta la saturación. Esta operación consiste en reducir la cesión de agua por parte del mortero, evitando la formación de fisuras y de una escasa adhesión a la superficie. Si es necesario, extender un refuerzo de buena adherencia antes de aplicar el revoque estructural. Para espesores importantes en el ámbito de estructuras abovedadas y en hormigón puede ser aplicado una capa de gunitado.

Extender el mortero más adecuado, según el tipo de intervención a realizar, para el espesor requerido por medio de fratacho, llana, revocadora. Medianamente desde los 0,7 a 1,5 cm de espesor. Espesores diversos pueden ser obtenidos con morteros específicos. Consultar la oficina técnica de la empresa. Agregar la malla **C-NET**, **G-NET**, **B-NET** sobre el mortero fresco. Luego aplicar una segunda capa de mortero cubriendo totalmente la malla, teniendo el cuidado de no esperar el completo endurecimiento de la capa anterior. Para la aplicación de una segunda malla del tipo bidireccional, dispuesta preferiblemente a 45 ° respecto a la precedente 0° - 90°, y según las indicaciones del proyecto, se procede fresco sobre fresco como en el ciclo precedente. Para las superposiciones seguir las indicaciones de proyecto, con un mínimo de 10 cm. En algunos casos es posible fijar en seco las mallas al soporte existente por medio de tirantes o conectores.

En presencia de sistemas de anclaje como conectores, barras **CFK** o **BFK**, placas y elementos metálicos u otros, el pegado de la malla debe ser efectuado con adecuados sistemas adhesivos de pegado o mecánicos. Consultar la oficina técnica de la empresa.

La temperatura de aplicación debe ser preferiblemente entre los +5°C y +35°C. Evitar la aplicación en las estaciones cálidas y en presencia de fuertes vientos o superficies congeladas. Proteger la maduración del mortero con una idónea protección y sistemas de curing en presencia de fuerte irradiación, viento y lluvia.

Normas generales a las cuales atenerse en la fase applicativa

El desempeño del refuerzo estructural está estrechamente ligado a una correcta proyección, a la conformidad técnica de los materiales, al cuidado con el que se siguen las fases de aplicación y a la calidad de la puesta en obra. En particular deberá ponerse atención a los siguientes aspectos:

- Seguir atentamente los tiempos de aplicación, las temperaturas y las prescripciones del proyecto.
- Realizar una correcta preparación y regularización del soporte.
- Controlar visualmente la perfecta impregnación de la malla en el mortero.
- Evitar afloramientos de la malla que pueden iniciar acciones de peeling locales.
- Alisar ángulos o asperezas persistentes.
- Controlar la correcta ejecución de los anclajes realizados.

*** CONSUMO ***

Están estrechamente relacionados a las prescripciones del proyecto, a las condiciones del soporte y al tipo de mortero implementado. Le recomendamos realizar eventuales test a pie de obra.

*** PRESENTACIÓN ***

Mallas **C-NET**, **G-NET**, **B-NET** en rollos de 50 m, ancho variable.
Morteros monocomponentes en sacos de 25 kg.
Morteros bicomponentes en sacos y tanques de 30 kg.

Conectores en cajas de 10 m.
Barras en elementos 1-6 m.

PRECAUCIONES

Evitar la aplicación del sistema al sol directo, en periodos de calor y con fuertes vientos.
Proteger con sistemas idóneos la maduración del mortero en ambientes con fuerte ventilación y radiación. Proteger del agua de lluvia y del hielo.
Para más información consulte la ficha técnica del mortero y la ficha de seguridad correspondiente.

ALMACENAMIENTO

Las mallas **C-NET**, **G-NET**, **B-NET** se conservan de manera indefinida en un lugar protegido.
Los morteros se conservan en sus envases originales y sellados, en un lugar seco y al resguardo por al menos 12 meses. Proteger del congelamiento.

ESPECIFICACIÓN

Tipo de intervención

Refuerzo de mampostería mediante la aplicación de revoques estructurales armados con mallas de vidrio AR y matrices de mortero estructural de cal y puzolana.

Especificación técnica

Suministro y colocación de mortero estructural de cal y puzolana tipo **LIMECRETE** armado con capas simples o dobles de malla de fibra de vidrio AR tipo **G-NET 251 BA** bidireccional, para la materialización de refuerzos estructurales de muros, pilares, bóvedas en mampostería, resolviéndolos reduciendo los espesores, sobrecargas de la estructura y los costos de construcción.

Deben compensarse aparte la preparación del soporte, la eliminación del eventual revoque, el pelado de la superficie de aplicación del refuerzo, la reconstrucción de las partes faltantes con morteros idóneos, la adecuada limpieza con sistemas adecuados y aprobados, la eventual aplicación de una capa áspera.

Se incluye: la limpieza de polvo de la superficie mediante cepillo y/o aspiradora, el baño a saturación de la superficie.

Elaboración del mortero tipo **LIMECRETE** aplicado con fratacho metálico para el espesor requerido. Embeber la malla en el mortero fresco. Extender una sucesiva pasada de mortero para cubrir completamente la malla.

En el caso de aplicación de doble malla repetir el proceso arriba mencionado, teniendo precaución de extender las sucesivas pasadas sobre el mortero no endurecido por completo. Si la doble malla es del tipo bidireccional, aplicar la segunda rotada 45° respecto a las direcciones 0°-90° de la primera y según las indicaciones proyectuales.

Deberá prestarse particular atención a las superposiciones basadas en la disposición proyectual, con un valor mínimo de 10 cm, y al sistema de anclaje por medio de conectores **GFIX** u otros sistemas cuando sean necesarios.

Datos técnicos de la malla en vidrio AR aprestada tipo **G-NET 251 BA**: malla 25x25 mm, resistencia a la tracción >2000 N/mm², módulo elástico 70GPa, alargamiento >3%.

El mortero tipo **LIMECRETE** debe estar conforme a la UNI EN 998-2.

Incluye y cubre en el precio todo lo necesario para darle a la red una perfecta colocación.

Suministro y colocación por metro cuadrado de malla de vidrio AR tipo **G-NET 251 BA** con matriz inorgánica de cal y puzolana tipo **LIMECRETE**... €/m²

PHOENIX S.A.

Entre Ríos 2157 - Rosario - Prov. de Santa Fe - República Argentina

Teléfonos / FAX 54 (341) 4850849 - 4851191

E-Mail: Información General tecnoprod@typphoenix.com.ar

Comercialización ventas@typphoenix.com.ar

Sitio Web www.typphoenix.com.ar

PHOENIX S.A. - Copyright 2003. Todos los derechos reservados. Las indicaciones contenidas en el presente prospecto técnico responden en modo real y verdadero a nuestro mejor y actual conocimiento. En función del esmero con que deben ejecutarse las diversas fases de la aplicación sobre la cual no se tiene responsabilidad, pueden verificarse variaciones. Nuestra garantía se limita por lo tanto a la calidad y constancia del producto provisto de acuerdo a las mencionadas indicaciones.