

FRP TRAINING COURSE

MODULO 8: INFORMACION BASICA SOBRE LOS MATERIALES

Ing. Giorgio Giacomini G&P Intech - Italy

PhD. Jaime Gonzalez University of Padua – Italy

Ing. Carlo Perinelli G&P Intech – Italy

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)



CONTENIDO

MODULO 1 INTRODUCCIÓN

- Necesidad de reforzamiento
- Qué son los materiales FRP?
- Propiedades mecánicas
- Introducción a la normativa

05/02/2018

MODULO 2 ADHERENCIA Y FLEXIÓN

- Modos de falla
- Adherencia al substrato
- Reforzamiento a flexión
- Resultados de pruebas experimentales

05/02/2018

MODULO 3 CORTANTE

- Configuraciones de reforzamiento
- Modos de falla
- Diseño a cortante
- Resultados de pruebas experimentales

05/02/2018

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)



CONTENIDO

MODULO 4 CONFINAMIENTO Y REFORZAMIENTO SÍSMICO

- Confinamiento
- Resultados de pruebas experimentales
- Daños típicos en caso de sismo
- FRP en zonas sísmicas

06/02/2018

MODULO 5 REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

- Aplicaciones del FRP en mampostería
- Consideraciones de diseño
- Adherencia
- Diseño

06/02/2018

MODULO 6 NUEVAS TECNOLOGÍAS (FRCM)

- Què son los materiales FRCM?
- Adherencia
- Diseño a flexión
- Diseño a cortante
- Confinamiento

06/02/2018

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)



CONTENIDO

MODULO 7 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

- Preparación de la superficie/sustrato
- Procedimiento de aplicación
- Control y monitoreo

07/02/2018

MODULO 8 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LOS MATERIALES

- Información técnica sobre los materiales FRP y FRCM disponibles en G&P INTECH

07/02/2018

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)



LOS MATERIALES COMPUESTOS FRP-FRCM-SRP-SRG

FRP-SRP : son materiales compuestos hechos de un tejido de fibra larga o acero UHTSS en una matriz adhesiva orgánica.

FRCM-TRM : son materiales compuestos que consisten en una malla de fibra (red) inmersa en una matriz inorgánica, en cemento o en cal estructural.

SRG:son materiales compuestos hechos de un tejido de acero UHTSS unidireccional en una matriz inorgánica.

FRP SYSTEM

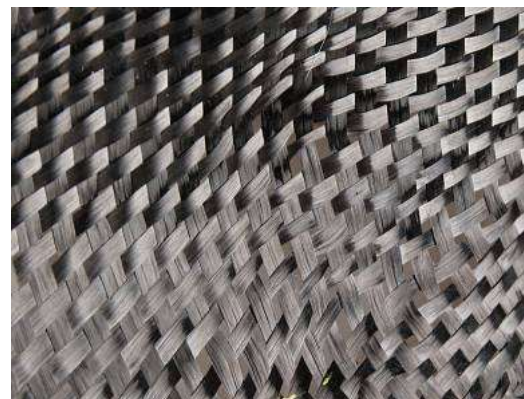


FIBRAS Y TEJIDOS

Carbono y acero

C-SHEET –CTB- Q

Unid.-Bid.-Quad.



LAMINAS CFK



BARRAS BFK-CFK





CONECTORES AFIX-CFIX-SFIX

BARRAS Y NAPAS AFIX BC



CFRP PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DISPONIBLES EN EL MERCADO

CFRP TIPO DE FIBRA	TIPOLOGIA	FORMATO
CARBONO (negro)	 Tejidos C-SHEET, CTB, Q	230-300-400-600 g/m2
	 Laminas CFK es. 1.2-1.4 mm	Ancho 50-100 mm

Fibra de carbono de alto rendimiento C-SHEET, CTB, Q

Adhesivos: Resin Primer, Resin 75, Resin 90



TIPOLOGIA FRP SYSTEM		PESO	E-MODULE	RESISTENCIA MEDIA A LA TRACCIÓN	ϵ
C-SHEET uni	240/230	230 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
	240/300	300 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
	240/400	400 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
	240/600	600 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
CTB bi	240/220	220 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
CTB bi	240/320 -360	320-360 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%
C-Sheet Q	240/380	380 g/m ²	240 GPa	3800 MPa	> 1,8%

LAMINAS CFK de fibra de carbono

Adhesivos: Resin Primer, Resin 90

TIPOLOGIA FRP SYSTEM		ESPESOR ANCHO	E-MODULE	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ
LAMINA CFK	150/2000	1,2 – 1,4 mm	> 150 GPa	2500 MPa	> 1,5%
		50-100 mm			



STEEL NET UHTSS UNIDIRECCIONAL LATONADO

Adhesivos: Resin Primer, Resin 90

SRP TIPO DE TEJIDO		PESO	E MODULUS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ
STEEL NET					
	310	3056 g/m ²	190 GPa	3345 MPa	> 2,2%



MATERIALES PARA REFUERZOS FRP – ADHESIVOS RESIN

Las resinas y los adhesivos RESIN certificados CE (EN 1504-4) utilizados para regularizar las superficies y pegar / impregnar el refuerzo de FRP son por la mayoría de dos componentes, y se dividen en imprimadores, adhesivos en pasta y fluidos tixotrópicos: RESIN PRIMER RESIN 75 RESIN 90. Por lo tanto, es esencial mezclar los componentes A y B de acuerdo con las proporciones de catálisis correctas indicadas por el fabricante.
¡La impregnación del tejido también debe garantizarse para todo el espesor!



ANCLAJES

ANCLAJES

- Bandas finales
- Conectores AFIX en aramide, CFIX carbono, GFIX vidrio, SFIX e G acero, BFIX basalto
- Conectores acoplados a barras en carbono o basalto



EJEMPLOS DE ANCLAJES

BANDAS FINALES Y INTERMEDIAS



Son necesarios para evitar el fenómeno de **DELAMINACIÓN**, que es el desprendimiento prematuro del refuerzo del soporte.

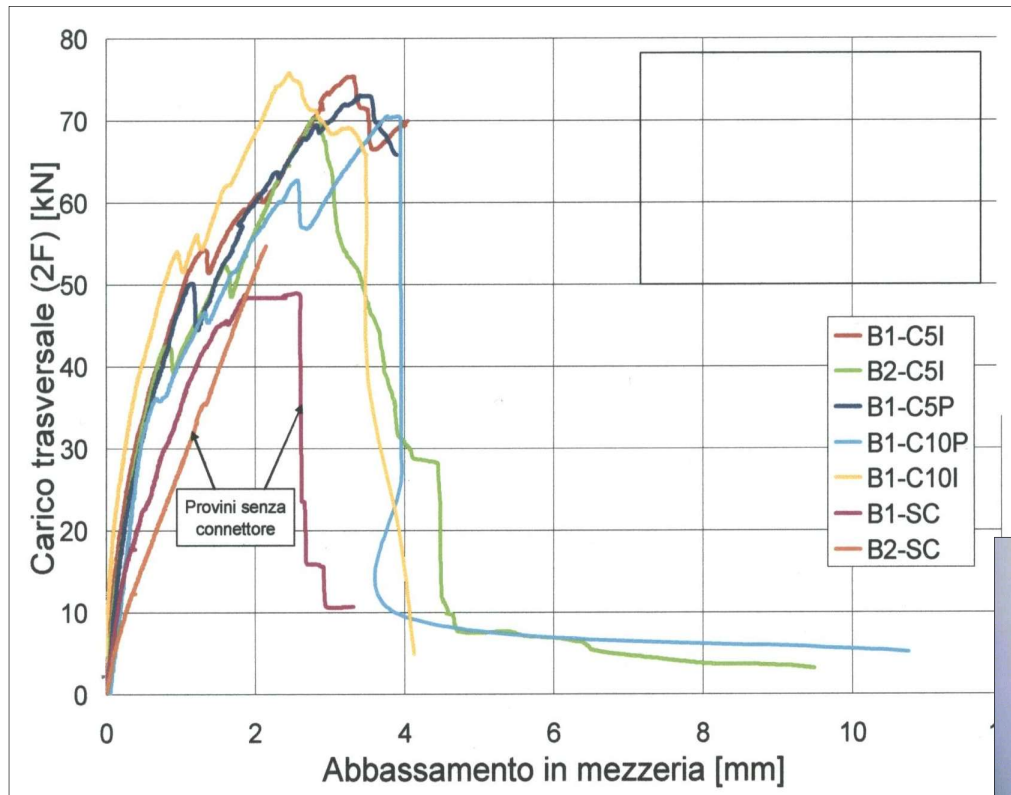
Anclaje por conectores AFIX 10



Anclaje por conectores AFIX 10



CONETORES AFIX: PRUEBAS EXPERIMENTALES IUAV VENEZIA



Pruebas experimentales de conectores AFIX

APLICACIONES

HOTEL DE LA VILLE - FIRENZE

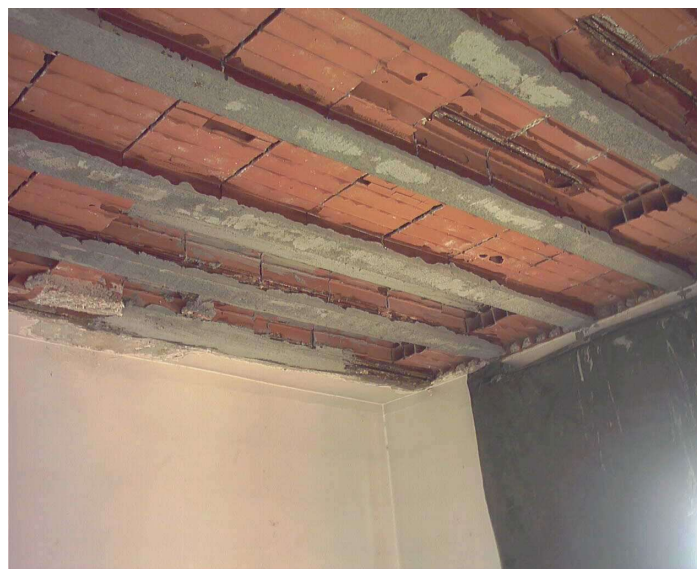


**Refuerzo necesario para la
consolidación del piso de
hormigón como resultado
de una situación de
deterioro**



HOTEL DE LA VILLE - FIRENZE

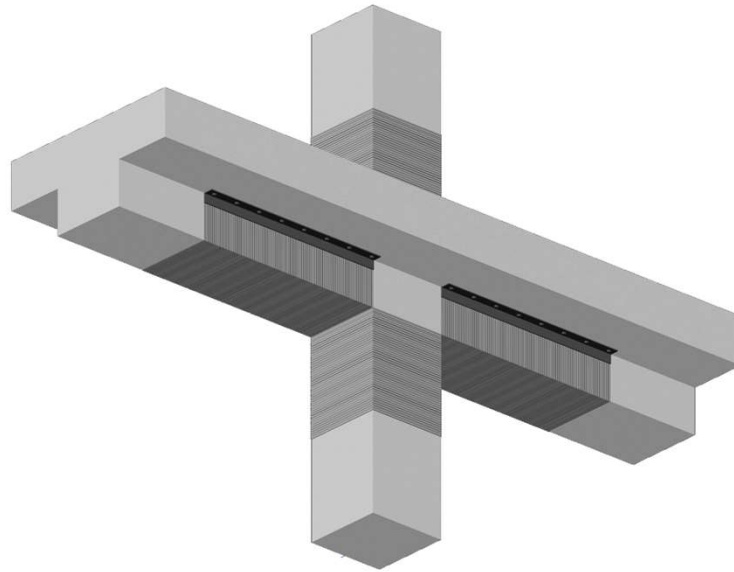
**Refuerzo de las vigas con fibra
de carbono unidireccional C-
Sheet 240/300**



REFUERZO DE NUDOS EN CONDOMINIOS EN L'AQUILA

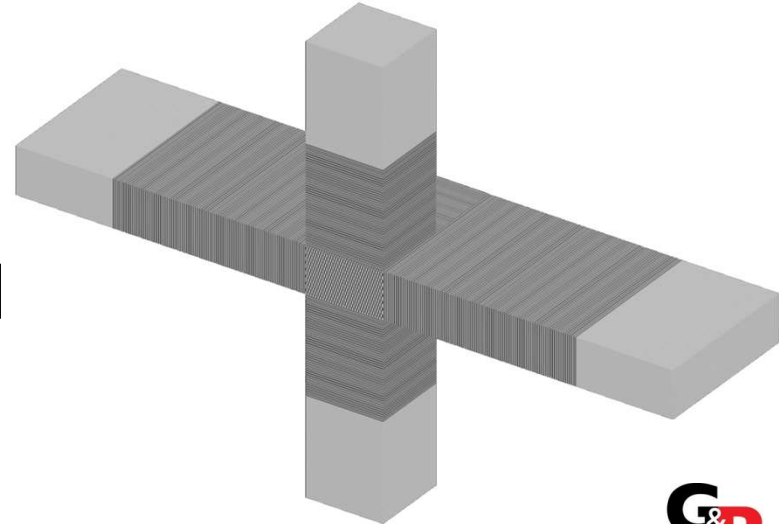


REFUERZO NUDOS VIGA-PILAR

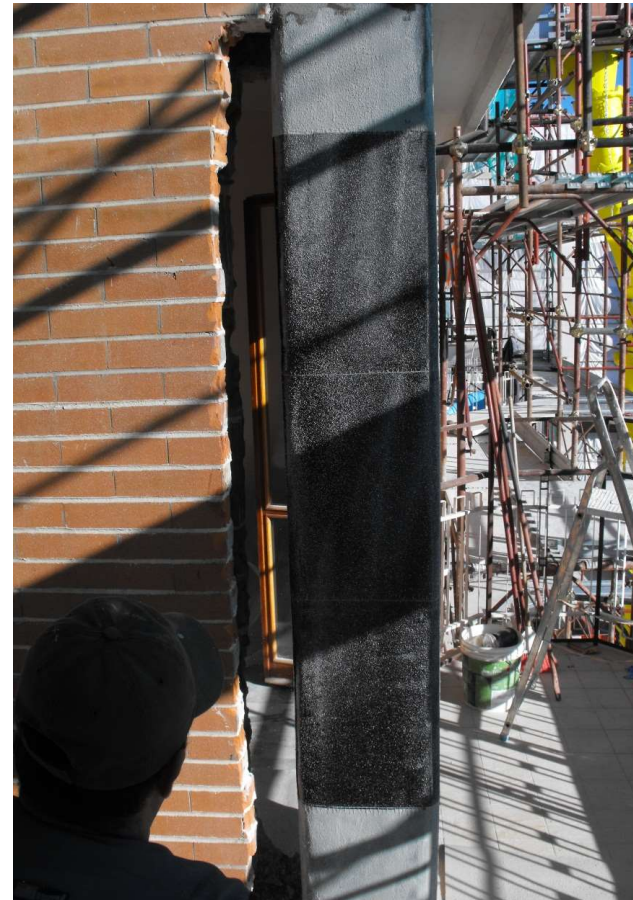


VENDAJE NUDO VIGA-PILAR CON ANCLAJE A LA VIGA

VENDAJE NUDO VIGA-PILAR INTEGRAL



REFUERZO DE NUDOS EN CONDOMINIOS EN L'AQUILA



REFUERZO DE NUDOS EN CONDOMINIOS EN L'AQUILA



CERMIGNANO (TE) Y CASTEL DI IERI (AQ)



**REFUERZO BOVEDA DE LADRILLOS CON
FIBRA DE CARBONO C-SHEET Y
CONECTORES GFIX DE FIBRA DE VIDRIO**



CIVITA DI BAGNO (AQ) Y MONTICCHIO (AQ)



**REFUERZO ARCOS DE LADRILLOS CON
FIBRA DE CARBONO C-SHEET Y
CONECTORES GFIX DE VIDRIO Y SFIX EN
ACERO**



**REFUERZO NUDOS CON FIBRA DI
CARBONO C-SHEET**

GIGNANO (AQ)



**REFUERZO PILARES Y NUDOS DE HORMIGON
CON FIBRA DE CARBONO QUADRIAXIAL C-SHEET**

CONDOMINIOS L'AQUILA



**REFUERZO PILARES Y NUDOS DE
HORMIGON CON FIBRA DE CARBONO
BIDIRECCIONAL CTB Y QUADRIAXIAL C-
SHEET**

UNIVERSIDAD DE TRENTO



**REFUERZO ANTISÍSMICO DE LOS PILARES
EN 5 PLANTAS CON DESCARGA PARCIAL
DE LOS MISMOS (60% aprox.)**



UNIVERSIDAD DE TRENTO



UNIVERSIDAD DE TRENTO



CONDOMINIO – PORTO S. MARGHERITA (VE)

Refuerzo estructural de columnas



**Aplicación de resina
epoxi transpirante
Resin 77**



**Aplicación de tejido
unidireccional C-Sheet
para confinamiento**

Hospital Piemonte de Messina Refuerzo estructuras en hormigon



Hospital Piemonte de Messina

Refuerzo estructuras en hormigon



Hospital Piemonte de Messina Refuerzo estructuras en hormigon



Refuerzo del extradós de un balcón



GIMNASIO ESCOLAR DE CHIAMPO (VI)



Vista de las vigas de
cobertura



Intervención en las vigas de
cobertura del gimnasio con
laminas CFK

CASA PARA MAYORES DE MEANO - BELLUNO



**AJUSTE
ANTISISMICO DE LA
ESTRUCTURA
MURARIA**



CASA PARA MAYORES DE MEANO - BELLUNO



VISTA FINAL DEL EDIFICIO

REFUERZO DE LOS ARCOS EN
MAMPOSTERIA DEL PORTICO



EDIFICIO RESIDENCIAL – MESTRE (VE)



**REFUERZO ESTRUCTURAL DE
EDIFICIO DE 5 PISOS DE VIGAS,
PISOS, PILARES CON LAMINAS CFK
Y TEJIDO DE CARBONO**



Depòsito del acueducto AMAG - Mirandola (MO)



**REFUERZO DE ALGUNOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA EN HORMIGON
CONFINAMIENTO DEL DEPOSITO SUPERIOR CON BANDAS DE C-SHEET EN
CARBONO**

Colegio San Lazzaro di Savena (BO)



REFUERZO C-SHEET DE LA ESTRUCTURA EN HORMIGON

Fábrica Twin Set - Carpi (MO)



Confinamiento pilares con C-Sheet y SFIX 10



Villa en Rovereto sulla Secchia (MN)



Rigidización del piso superior con bandas C-Sheet y AFIX 10

ANAS - Viaducto Vernalde S.S.V. ISERNIA-CASTEL DI SANGRO
Refuerzo con tecnología FRP SYSTEM



**AUTOSTRADA PER L'ITALIA - AMPLIACIÓN 3a CORSIA A 14
CATTOLICA-FANO Refuerzo de vigas de 30 viaductos con tecnología
de carbono FRP SYSTEM**



PUENTE SOBRE EL RETRONE – VICENZA REFUERZO DE LOS ARCOS DEL PUENTE



REFUERZO DE MAMPOSTERIA FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO FORLI'

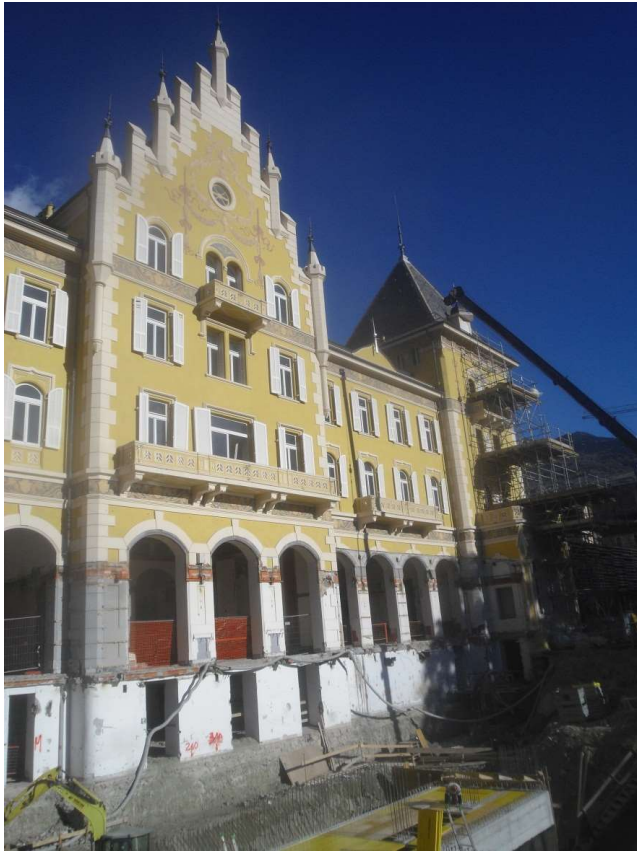


FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO FORLI'



Refuerzo del extradós de las bóvedas de mampostería: fase de aplicación del tejido C-Sheet 240/300

GRAND HOTEL BILLIA - SAINT VINCENT (AO)



**REFUERZO ESTRUCTURAL DE LOS 5
PISOS**

HOTEL BILLIA - SAINT VINCENT



VIGAS REFORZADAS A FLEXION CON LAMINAS DE ALTO MÓDULO (210 GPa) Y AL CORTE CON FIBRA DE CARBONO DE ALTO MODULO (640 GPa)

PALACIO MOZZI-BARDINI FIRENZE

Intervención de refuerzo de bóvedas en mampostería



PALACIO MOZZI-BARDINI FIRENZE

Intervención de refuerzo de bóvedas en mampostería



FRCM SYSTEM

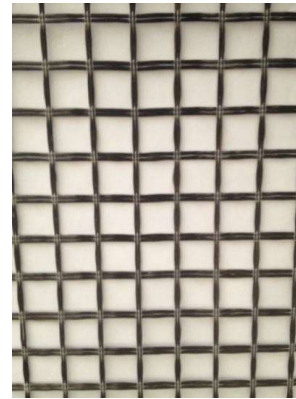
REDES Y TEJIDOS FRM-SRG-TRM



C-NET 170 -220BL



RG NET BA
33x33 66x66



B-NET 350 BA



G-NET 251 BA
G-NET 301 BAL
G-NET 601 BAL



BARRA BFK
BARRA CFK



AFIX 10
SFIX G 12



STEEL NET G

RED DE CARBONO

FRCM SYSTEM		MALLA PESO	MODULO ELASTICO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ	CARGA A $\epsilon_{fd}=0,75\%$
	170 BL	15 x 15 mm 170 g/m ²	200 GPa	4700 MPa	>1,8%	89 kN/m
	220 BL	10 x 10 mm 220 g/m ²	200 GPa	4700 Mpa	>1,8%	115 kN/m



RED DE VIDRIO AR (ZIRCONIA > 16%)

FRCM SYSTEM		MALLA PESO	MODULO ELASTICO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ	CARGA
G-NET AR	251 BA	25x25 mm 250 g/m ²	52 GPa	2000 MPa	> 3%	50 kN/m
	301BAL	40x40 mm 300 g/m ²	52 GPa	2000 MPa	> 3%	60 kN/m
	601BAL	38x38 mm 600g/m ²	52 GPa	2000 MPa	> 3%	125 kN/m



RED DE VIDRIO AR PREFORMADAS Y RIGIDAS

IDENTIFICACION FRCM SYSTEM		MALLA PESO	MODULO ELASTICO NOMINAL	CARGA NOMINAL POR DIRECCION	ϵ BARRA	BARRE/metro
RG NET BA	RG33	33 x 33 mm 760 g/m ²	50 GPa	130 kN/m	1,5%	30
	RG66	66 x 66 mm 380 g/m ²	50 GPa	65 kN/m	1,5%	15
	RG99	99 x 99 mm 250 g/m ²	50 GPa	43 kN/m	1,5%	10



Conectores rigidos

RG FIX 10/12 Dim. 100x200 mm

RG FIX 10/13 Dim. 100x300 mm

RG FIX 10/14 Dim. 100x400 mm

RG FIX 10/15 Dim. 100x500 mm

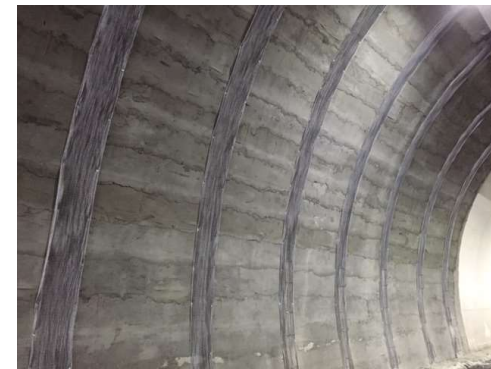
RED DE BASALTO

FRCM SYSTEM	MALLA PESO	MODULO ELASTICO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ	CARGA POR DIRECCION
B-NET 350 BA	25x25 mm 350 g/m ²	75 GPa	3200 MPa	> 3%	90 kN/m



TEJIDO DE ACERO UHTSS

TEJIDO DE ACERO UNIDIRECCIONAL SRG		PESO	MODULO ELASTICO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ϵ	CARGA DEL TEJIDO
STEEL NET G	80	700 g/m ²	190 GPa	2500 MPa	> 1,6%	215 kN/m
	220	2200 g/m ²	190 GPa	2500 MPa	> 1,6%	680 kN/m
	300	3000 g/m ²	190 GPa	2500 MPa	> 1,6%	943 kN/m



MATRIZ INORGANICA PARA FRCC-SRG

- **PARA HORMIGON**

Concrete Rock S (Class R2) - **V, V2** (Class R4 EN 1504-3 european norm)

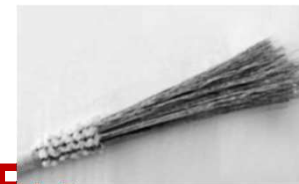
- **PARA MAMPOSTERIA**

Concrete Rock S (pozzolanic) Class R2 EN 1504-3

Limecrete Class M15 EN 998-2 european norm

CONECTORES DE ANCLAJE

CONECTORES	fibra	color
• AFIX 10 mm	aramide	amarillo
• CFIX 10 mm	carbono	negro
• GFIX 10 mm	vidrio	blanco
• SFIX 10 mm	acero	acero
• SFIX G 10 galvanizado	acero	acero
• RG FIX 10 L rigido	vidrio	maron



ADHESIVOS: RESIN 75 para AFIX-CFIX-GFIX
RESIN 90 para SFIX

ANCLAJES Y BARRAS

BARRAS

- | | fibra | color |
|------------------|---------|-------|
| • CFK 8-10-12 mm | carbono | negro |
| • BFK 10-12 mm | basalto | maron |



ADHESIVOS: RESIN 75- RESIN 90-98 – mortero

STEEL ANCHORFIX barra elicoidal inox AISI 316 para anclaje a seco diametro 8-10 mm



APLICACIONES

Sistema C-NET 170 BL , mortero CONCRETE ROCK S



Hotel de la Ville - Firenze
Refuerzos con sistema FRCM redes en vidrio AR G-NET 251
BA y mortero CONCRETE ROCK S



Granja en Quistello (MN)
Refuerzo mamposteria con sistema FRCM redes en vidrio AR G-NET
251 BA y mortero pozzolanico CONCRETE ROCK S.
Conectores en vidrio GFIX 10



Colegio «Ercole Mosti» di Ferrara
Refuerzo mamposteria con sistema FRCM redes en vidrio AR G-NET
251 BA y mortero pozzolanico CONCRETE ROCK S.
Conectores en vidrio GFIX 10



Casa unifamiliar Concordia sulla Secchia (MO)
Refuerzo mamposteria con sistema FRCM redes en vidrio AR G-NET
251 BA y mortero pozzolanico CONCRETE ROCK S.
Conectores en vidrio GFIX 10



Edificio «Brain Onlus» Altavilla Vic.na (VI)
Refuerzo mamposteria con sistema FRM redes en vidrio AR G-NET
251 BA y mortero en cal LIMECRETE.
Conectores en vidrio GFIX 10



Palacio Chiarino (AQ)
Refuerzo de boveda en mamposteria con sistem FRCM red en
fibra di carbono C-NET 170 BL y mortero en cal LIMECRETE.
Conectores en carbono CFIX 12



Edificio di Roio Poggio (AQ)
Refuerzo de boveda en mamposteria con sistema FRCM red
en fibra de vidrio AR G-NET 301 BAL y mortero pozzolanico
CONCRETE ROCK S.
Conectores en vidrio GFIX AR 10



Edificio de Roio al Piano (AQ)
Refuerzo de bóveda en mampostería con sistema FRCM red
en fibra de vidrio AR G-NET 301 BAL y mortero en cal LIMECRETE.
Conectores en vidrio GFIX AR 10



Edificio centro històrico (AQ)
Refuerzo de boveda en mamposteria con sistema SRG tejido
en acero STEEL NET G 220 y mortero en cal LIMECRETE.
Conector mismo tejido G220.



**Refuerzo mamposteria con sistema SRG tejido unidireccional en fibra
de acero galvanizado STEEL NET G 80 y mortero en cal LIMECRETE.
Conectores en acero G80 aplicados con mortero**



Colegio Apostole S. Cuore di Gesù, Avezzano (AQ)
Refuerzo mamposteria y pilares
con fibra de carbono C-NET, conectores en aramide AFIX y en acero
SFIX G y mortero CONCRETE ROCK S.



Edificio Piedipiazza (AQ)
Refuerzo mamposteria con sistema SRG tejido en fibra de acero
STEEL NET 190 y mortero en cal LIMECRETE.



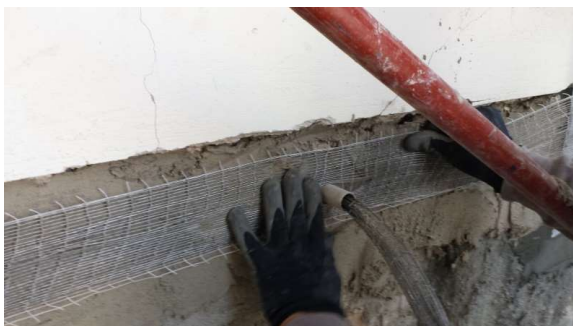
Villa Municipal Liberty di Porta Napoli – L'Aquila
Confinamiento pretenso con tejido STEEL NET I 304 inox
Conectores en acero aplicados con mortero



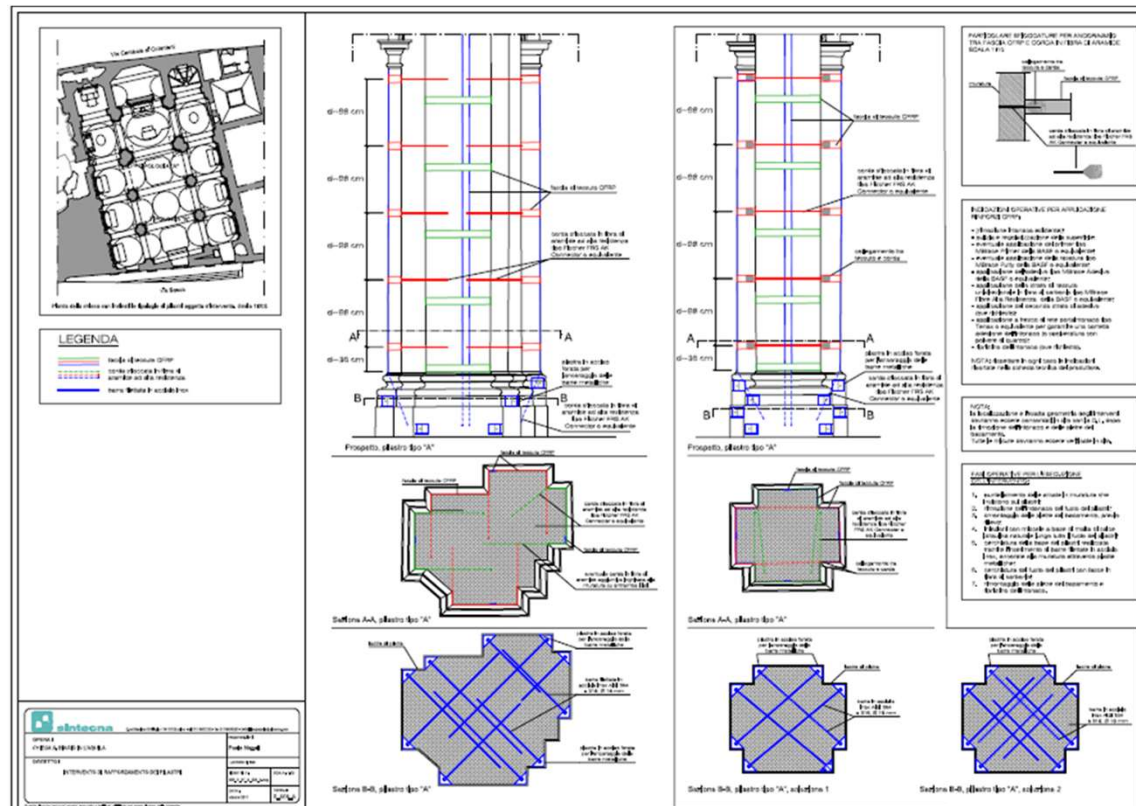
Villa Municipal Liberty di Porta Napoli – L'Aquila
Confinamiento pretenso con tejido STEEL NET I 304 inox
Conectores en acero aplicados con mortero



Pretensionamiento a 10 kN



RESTAURACIÓN PILARES DE LA IGLESIA DE SAN BIAGIO D'AMITERNO - L' AQUILA



**Refuerzo de puente de carretera en Venecia
Refuerzo de la estructura con STEEL NET G 220 vertical y G80
horizontal con mortero CONCRETE ROCK V2
y conectores en acero SFIX G 12.**



**Refuerzo de puente de carretera en Venecia
Refuerzo de la estructura con STEEL NET G 220 vertical y G80
horizontal con mortero CONCRETE ROCK V2
y conectores en acero SFIX G 12.**



FRP TRAINING COURSE

MODULO 8 : INFORMACION BASICA SOBRE LOS MATERIALES

Copyright 2018- Este curso de capacitación en formato electrónico con textos, fotos y dibujos es propiedad de la compañía italiana G & P intech y está protegida por derechos de autor y copyright 2018. Está prohibido imprimir, copiar, reproducir, incluso parcialmente, para difundir el documento por correo electrónico, internet sin el permiso expreso por escrito de los autores y G & P intech. Cualquier violación de lo anterior será castigada de acuerdo con las regulaciones nacionales e internacionales vigentes en materia de derechos de autor y copyright.

www.gpintech.com

info@gpintech.com

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza-Italia)

