

**FIBRE
NET**

composite engineering



RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE SCHEMA DI SISTEMA

Il **SISTEMA RI-STRUTTURA (C.R.M.)** è dotato di marcatura CE e Accertamento di Equivalenza n. 9946.17-12-2020.

Il **SISTEMA RI-STRUTTURA** è il sistema di rinforzo strutturale di Fibre Net che utilizza reti, connettori e accessori preformati in GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) dotati di marcatura CE, abbinati a malte a base di calce o cementizie, per realizzare degli intonaci armati sottili, collaboranti, reversibili e collegati trasversalmente, che migliorano le resistenze al taglio, alla flessione e alla compressione della muratura.



RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

CAMPO DI APPLICAZIONE

Gli edifici in muratura spesso sono realizzati con materiali dalle scarse caratteristiche meccaniche, si presentano con paramenti multipli che, specialmente se soggetti ad azioni sismiche, subiscono elevate azioni orizzontali nel piano (taglio), fuori dal piano (flessione) e verticali (compressione) che non sempre possono essere sopportate dalla muratura stessa. L'effetto di confinamento dato dal placcaggio della muratura con intonaco armato ne fa uno degli interventi più efficaci, in quanto garantisce adeguati incrementi delle proprietà meccaniche dell'apparecchio murario.

L'intervento con il Sistema **RI-STRUTTURA** prevede la realizzazione su entrambe le facce di uno strato di intonaco sottile (circa 30 mm) con malta premiscelata per applicazioni strutturali compatibile con il sistema, armato con reti ed accessori preformati in GFRP.

Questo intervento permette di ottenere un miglioramento strutturale omogeneo e diffuso, con elevate caratteristiche meccaniche e di duttilità e con un modesto incremento di rigidità della struttura. Il Sistema **RI-STRUTTURA** consente di incrementare la resistenza della parete sia alle azioni gravitazionali e sia a quelle orizzontali come l'azione sismica e quella del vento.

L'utilizzo di reti e componenti preformati in GFRP permette di ottenere un'elevata durabilità ed efficacia del sistema nel tempo, la riduzione dei ponti termici in corrispondenza dei punti di connessione e l'applicazione di ridotti spessori di intonaco ne limita l'incremento delle masse.

COMPONENTI DEL SISTEMA

Rete FBMESH

Rete in GFRP marcata CE prodotta con tecnologia Textrusion™, costituito da barre in fibra di vetro lunghe impregnate con resina termoindurente di tipo epossidico-vinilestere.



Caratteristiche	FBMESH_T96	FBMESH_T192
Dimensioni della maglia	33x33 / 66x66 / 99x99 mm	66x66 / 99x99 mm
Sezione minima della dei trefoli	8,9 mm ²	14,1 mm ²
Dimensioni esterne del rotolo	Ø 50÷70 x 200 cm	Ø 50÷70 x 200 cm
Resistenza a trazione del trefolo (caratteristico) ⁽²⁾	4,3 kN	5,5 kN
Modulo elastico del composito ⁽²⁾	25000 MPa	25500 MPa
Resistenza a strappo del nodo (caratteristico) ⁽²⁾	0,25 kN	0,43 kN
Deformazione a rottura della barra ⁽²⁾	1,45 %	1,50 %
Tensione a trazione del composito (caratteristico) ⁽²⁾	365 MPa	395 MPa
Reazione al fuoco ⁽³⁾	Classe A2-s1, d0, Classe B-s1, d0	Classe B-s1, d0

Angolare FBANG

Elemento in rete in GFRP marcato CE preformato ad angolo retto prodotto con tecnologia Textrusion™, costituito da barre in fibra di vetro lunghe impregnate con resina termoindurente di tipo epossidico-vinilestere.



Caratteristiche	FBANG_T96	FBANG_T192
Dimensioni della maglia	33x33 / 66x66 / 99x99 mm	66x66 / 99x99 mm
Sezione minima del trefolo	8,9 mm ²	14,1 mm ²

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

Caratteristiche	FBANG_T96	FBANG_T192
Dimensioni dell'elemento	33 x 33 x 200 cm	33 x 33 x 200 cm
Adattabilità dell'angolo	90° ± 15°	90° ± 15°
Resistenza a trazione del trefolo (caratteristico) ⁽²⁾	4,3 kN	5,5 kN
Modulo elastico del composito ⁽²⁾	25000 MPa	25500 MPa
Resistenza a strappo del nodo (caratteristico) ⁽²⁾	0,25 kN	0,43 kN
Deformazione a rottura del trefolo ⁽²⁾	1,45 %	1,50 %
Tensione a trazione del composito (caratteristico) ⁽²⁾	365 MPa	395 MPa
Reazione al fuoco ⁽³⁾	Classe A2-s1, d0, Classe B-s1, d0	Classe B-s1, d0

Connettore FBCON_L

Connettore a "L" in GFRP marcato CE per il collegamento della rete FBESH alla muratura, realizzato con fibra di vetro pretensionata e impregnata con resina termoindurente di tipo epossidico-vinilestere.



Caratteristiche	FBCON_L
Dimensione del connettore	lato lungo: da 10 a 100 cm, lato corto 10 cm
Sezione del connettore	10.0 x 7.0 mm ²
Area sezione trasversale	78.9 mm ²
Resistenza a trazione connettore (caratteristico)	380 MPa
Modulo elastico del composito	26500 MPa

Proprietà	Unità di misura	Valore minimo tra le due direzioni		Metodo di prova Norma di riferimento
		Medio	Caratteristico	
Forza di estrazione dei connettori (valore medio), F_{anc} su supporto in laterizio	kN	17.0, 18.0, 21.3 (VINYL15) 17.5, 20.4, 22.5 (FB-RC30/3)		Linea Guida di Qualificazione
Forza di estrazione dei connettori (valore medio), F_{anc} su supporto in tufo	kN	4.9, 6.2, 6.8 (VINYL15) 8.0, 11.2, 12.5 (FB-RC30/3)		Linea Guida di Qualificazione
Forza di estrazione dei connettori (valore medio), F_{anc} su supporto in pietra	kN	19.4, 22.0, 24.2 (VINYL15) 22.3, 24.0, 25.9 (FB-RC30/3)		Linea Guida di Qualificazione
Carico di crisi della giunzione per Sovrapposizione (valore medio), F_c	kN	14.0, 17.9, 22.5 (VINYL15) 21.1, 27.0, 36.6 (FB-RC30/3)		Linea Guida di Qualificazione

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

Fazzoletto FBFAZ33X33T96AR

Elemento in rete in GFRP marcato CE prodotto con tecnologia Textursion™, costituito da barre in fibra di vetro lunghe impregnate con resina termoidurente di tipo epossidico-vinilestere.



Caratteristiche	FBFAZ33X33T96AR
Dimensioni della maglia	33x33 mm
Sezione minima del trefolo	8,9 mm ²
Dimensioni dell'elemento	150 x 150 mm
Resistenza a trazione del trefolo (caratteristico) ⁽²⁾	4,3 kN
Modulo elastico del composito ⁽²⁾	25000 MPa
Resistenza a strappo del nodo (caratteristico) ⁽²⁾	0,25 kN
Deformazione a rottura della barra ⁽²⁾	1,45 %
Tensione a trazione del composito (caratteristico) ⁽²⁾	365 MPa
Reazione al fuoco ⁽³⁾	Classe B-s1, d0

Resina VINYL15

Cartuccia coassiale composta da ancorante chimico bi-componente, vinilestere, per ancoraggio e inghisaggio di barre.



Caratteristiche	VINYL15								
Tensioni di aderenza di progetto secondo EN 1992-1-1 [MPa]	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Da Φ8 a Φ14	1.60	2.00	2.30	2.70	3.00	3.40	3,70	4.00	4.30
Da Φ16 a Φ20	1.60	2.00	2.30	2.70	3.00	3.40	3,70	4.00	4.00
Φ25	1.60	2.00	2.30	2.70	3.00	3.40	3.40	3.40	3.40
Φ28	1.60	2.00	2.30	2.70	3.00	3.40	3.40	3.40	3.40
Φ32	1.60	2.00	2.30	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

Barre PB-D_-G17/ PB-D_-G17AM

Barra preformata in materiale composito fibrorinforzato GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) liscia PB-DØ o ad aderenza migliorata PB-DØAM.



Caratteristiche	PB-D_-G17	PB-D_-G17AM
Diametro della barra (mm)	4 / 6 / 8 / 10 / 12 / 16 / 20 / 26	4 / 6 / 8 / 10 / 12 / 16 / 20 / 26
Sezione della barra (mm ²)	13 / 28 / 50 / 79 / 113 / 201 / 314 / 531	13 / 28 / 50 / 79 / 113 / 201 / 314 / 531
Peso	37 / 56 / 91 / 157 / 214 / 404 / 505 / 656	37 / 56 / 91 / 157 / 214 / 404 / 505 / 656
Finitura della barra	liscia	Aderenza migliorata
Resistenza a trazione composito medio (MPa)	800	800
Resistenza a trazione composito caratteristico (MPa)	560	560
Modulo elastico composito (GPa)	350	350

Malte a base di calce idraulica NHL ed a base di calce e leganti idraulici



Caratteristiche Malte EPOCA	RASO NHL RNHL 105	CALCE NHL 105	CALCE NHL 110	CALCE NHL 115	CALCE NHL THERMIC 800
Tipologia di legante	calce idraulica naturale NHL				
Resistenza a compressione – 28 giorni (MPa)	-	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 8
Modulo elastico (GPa)	-	≤ 7	≤ 8	≤ 10	≤ 5
Classe e tipologia	CS I	CS III - M5	CS IV - M10	CS IV - M15	CS III - M5
Resistenza a flessione – 28 giorni (MPa)	-	≥ 1	≥ 1,5	≥ 4	≥ 2
Adesione al supporto in laterizio (MPa)	-	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Adesione al supporto in cls (MPa)	-	≥ 0,5	≥ 1	≥ 1	≥ 1

Caratteristiche Malte MATERIA	RASO LEGO RL 103	RINFORZA RZ 205	RINFORZA RZ 210	RINFORZA RZ 215	RINFORZA RZ 220
Tipologia di legante	calce e leganti idraulici				
Resistenza a compressione – 28 giorni	-	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20
Modulo elastico (GPa)	-	≥ 6	≤ 8	≤ 10	≤ 15

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

Caratteristiche Malte MATERIA	RASO LEGO RL 103	RINFORZA RZ 205	RINFORZA RZ 210	RINFORZA RZ 215	RINFORZA RZ 220
Classe e tipologia	CS IV	CS III – GP – M5	CS IV - GP - M10	CS IV – GP - M15	CS IV – GP - M20
Resistenza a flessione – 28 giorni	-	≥ 1	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 4
Adesione al supporto in laterizio	-	≥ 0,2	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Adesione al supporto in cls	-	≥ 0,5	≥ 1	≥ 1	≥ 1

CARATTERISTICHE

- Sistema con elevata resistenza meccanica
- Sistema leggero e a basso spessore
- Sistema con garantita resistenza alla corrosione
- Sistema compatibile con malte di diversa tipologia
- Sistema amagnetico, radiotrasparente e privo di conducibilità elettrica

VANTAGGI

- Durabilità ed efficacia dell'intervento
- Miglioramento meccanico diffuso e omogeneo
- Traspirabilità della muratura
- Facilità e velocità di applicazione, sicurezza del cantiere
- Reversibilità
- Riduzione di costi e tempi di movimentazione e posa
- Riduzione dei costi di intervento complessivi
- Riduzione dei ponti termici nei punti di connessione

MODALITA' DI POSA

1. Rimozione dell'intonaco esistente e delle parti ammalorate e scarifica di circa 10±15 mm dei giunti di allettamento per favorire l'aderenza della malta. Lavare i paramenti esterni utilizzando un'idropulitrice di adeguata potenza. Rimuovere completamente la patina di polvere ancora presente sulla superficie della muratura. Eventuale ricostruzione di parti di murature mancanti o particolarmente danneggiate. Qualora vi sia la presenza di fenomeni di carbonatazione ed ossidazione delle armature, sui paramenti in calcestruzzo, risulta necessario effettuare un intervento preliminare di protezione delle armature con idoneo prodotto.
2. Prima della posa dell'intonaco bagnare a rifiuto la muratura, il supporto dovrà risultare saturo ma senza ristagni superficiali di acqua.
3. In certe condizioni può rendersi necessario applicare a completa copertura del supporto uno strato di rinzaffo dello spessore di 5-10 mm. Attendere almeno 24 ore di maturazione del rinzaffo per procedere con le operazioni successive.
4. Segnare sulla parete la posizione dei connettori nella quantità prevista a progetto (4/6 connessioni al m²) ed eseguire i fori passanti del diametro di 12 mm per l'inserimento dei connettori trasversali FBCON_L "lunghi" (è sufficiente che il foro non sia passante laddove si prevede il rinforzo solo su un lato della muratura). Allargare il diametro del foro di circa due volte sull'altra faccia del paramento dove andranno inseriti i connettori trasversali "corti". La lunghezza del secondo foro dovrà garantire nella fase successiva la sovrapposizione di almeno 10 – 15 cm tra i due connettori trasversali. Eseguire i fori con trapano del tipo a rotopercolazione (per murature molto ammalorate procedere con la perforazione mediante semplice rotazione). Pulizia dei fori mediante un getto con aria compressa.
5. Esecuzione di fori per realizzare collegamenti e riprese dell'intonaco armato sui solai tramite barre preformate PB-D_ o PB-D_AM in GFRP nel numero previsto da progetto. Eseguire i fori con trapano del tipo a rotopercolazione. Eseguire un foro del diametro pari a quello della barra aumentato di 2 mm. La perforazione deve garantire una lunghezza di ancoraggio di almeno 50 volte la dimensione massima della sezione del connettore. È consigliato uno spaziamento variabile tra una barra e l'altra da 1 m a 0,67 m (corrispondente a n°1 barra ogni metro oppure n°3 barre ogni 2 m).
6. Messa in opera della rete FBMesh sulla faccia destinata all'inserimento dei connettori "lunghi" e fissaggio provvisorio della rete alla muratura con chiodi da carpenteria per permettere il corretto posizionamento e il taglio della rete in corrispondenza delle aperture. Il taglio della rete viene realizzato per mezzo di cesoie e/o tronchesi da cantiere o con smerigliatrice angolare. Sovrapporre le fasce di rete per circa 15 cm al fine di garantire la continuità meccanica. Non piegare la rete ad angolo vivo per evitare l'eventuale rottura delle fibre. Montaggio degli angolari FBANG in corrispondenza degli spigoli sovrapponendoli alla rete per minimo 15 cm.
7. Iniezione di resina nei fori appena praticati e precedentemente puliti mediante getto di aria compressa. L'iniezione deve garantire l'arrivo della resina nella parte più profonda della perforazione. Inserimento delle barre preformate PB-D_ o PB-D_AM imprimendo una rotazione intorno al proprio asse in modo che avvenga una perfetta distribuzione della resina all'interno del proprio foro. Il corretto riempimento della cavità viene assicurato quando, con l'inserimento del connettore, si ottiene la fuoriuscita di un certo quantitativo di resina in superficie.

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

8. Inserimento dei connettori FBCON_L di lunghezza pari allo spessore della muratura. Se necessario, taglio della parte eccedente del connettore. Ove previsto, l'inserimento del connettore deve esser preceduto dal posizionamento del fazzoletto di ripartizione FBFAZ.
9. Eventuale posa della rete FBMESH e degli angolari FBANG sull'altro lato del paramento murario.
10. Procedere con l'iniezione di resina vinilestere e/o epossidica nella porzione allargata dei fori per solidarizzare i due elementi. Inserimento nel foro del secondo connettore FBCON_L, creando una sovrapposizione di almeno 10 – 15 cm. Ove previsto, l'inserimento del connettore deve esser preceduto dal posizionamento del fazzoletto di ripartizione FBFAZ.
11. A completo indurimento della resina dei connettori procedere con l'applicazione dell'intonaco di malta con le caratteristiche di progetto, di spessore minimo pari a circa 25 mm per lato (spessore definito da progetto). L'intonaco può essere applicato in un unico strato (situazione normale per spessori fino a 30 mm) o in due o più strati successivi.
La rete deve essere posizionata in mezzera dello spessore di malta. Garantire una maturazione umida dell'intonaco evitando insolazione o ventilazione intense e bagnando almeno 2 volte al giorno per 7 giorni, cominciare da 24 - 48 ore dalla posa. Attendere almeno 10 giorni prima di posare eventuali rasanti di finiture. Pitture o rivestimenti colorati potranno essere applicati solo ad avvenuta stagionatura dell'intonaco e comunque non prima di 28 gg dalla posa.

Fare sempre riferimento alle indicazioni progettuali dello specifico intervento.

VOCE DI CAPITOLATO

Il Sistema **RI-STRUTTURA**, CRM Composite Reinforced Mortar – *System for strengthening masonry wall*, è provvisto di marcatura CE e Accertamento di Equivalenza n. 9946.17-12-2020 ed è un intervento che consente di incrementare la resistenza della parete sia alle azioni gravitazionali sia a quelle orizzontali come l'azione sismica e del vento.

Il Sistema **RI-STRUTTURA** consente il rinforzo di pareti di qualsiasi genere, anche ad una testa, mediante tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar) con applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer), marcata CE, a maglia _____ mm, FBMESH_____ di Fibre Net, o equivalente, costituita da fibra di vetro e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, resistenza a trazione caratteristica singola barra \geq _____ kN, sezione minima _____ mm² e avente n° _____ barre/metro/lato, modulo elastico a trazione equivalente N/mm² _____, allungamento a rottura _____, modulo elastico a trazione equivalente E _____ N/mm², resistenza caratteristica a strappo del nodo \geq _____ kN, con decadimento di resistenza a trazione e del modulo elastico per ambienti umidi, alcalini e salini < 15%.

Sono inoltre compresi: la pulitura degli elementi murari già scarificati; l'abbondante lavaggio della superficie muraria; l'esecuzione di perfori in numero di _____/m² e la fornitura ed inserimento di connettori preformati ad "L" in G.F.R.P. FBCON_L di Fibre Net, o equivalente, marcati CE, costituiti da fibra di vetro e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, resistenza a trazione caratteristica \geq 26,6 kN, modulo elastico a trazione equivalente E _____ N/mm², aventi sezioni 10 x 7 mm e lunghezza opportuna in relazione allo spessore murario, applicati alla parete con sovrapposizione tra gli stessi di almeno 10 cm e solidarizzati tramite ancorante chimico vinilestere VINYL15, privo di stirene, completi di fazzoletto di ripartizione del carico FBFAZ33X33T96AR, marcato CE. L'esecuzione di perfori e la fornitura ed inserimento di barre preformate PB_G17 o PB_G17AM di Fibre Net, o equivalente, costituite da fibra di vetro e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, resistenza a trazione caratteristica _____ kN, rigidità assiale media _____ kN, aventi diametro _____ mm e lunghezza pari a _____ e solidarizzati tramite ancorante chimico vinilestere VINYL15, privo di stirene, o boiacca di calce per realizzare collegamenti e riprese dell'intonaco armato conteggiati in numero di _____/m² rispetto alla superficie totale da rinforzare.

Comprensivo dei rinforzi d'angolo FBANG, marcati CE, in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer), a maglia _____ mm, FBANG _____ di Fibre Net, o equivalente, costituita da fibra di vetro e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, resistenza a trazione caratteristica singola barra \geq _____ kN, sezione minima _____ mm² e avente n° _____ barre/metro/lato, modulo elastico a trazione equivalente _____ N/mm² _____, allungamento a rottura _____; resistenza caratteristica a strappo del nodo \geq _____ kN, con decadimento di resistenza a trazione e del modulo elastico per ambienti umidi, alcalini e salini < 15%.e conteggiati in ragione del _____ % circa rispetto alla superficie totale da rinforzare.

Compresa la fornitura ed applicazione di intonaco EPOCA o MATERIA, di Fibre Net o equivalente, premiscelato per applicazioni strutturali di spessore minimo 30 mm, resistenza a compressione _____ MPa, con finitura a frattazzo. Materiali riciclabili in conformità ai protocolli CSI. Da prevedersi a parte la rimozione dell'intonaco esistente. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, conteggiato a misura effettiva sulla parete esterna.

Applicazione su entrambe le facce o solo una faccia della parete e per spessori della parete fino a _____cm.

RI-STRUTTURA RINFORZO DI MURATURE

Nota 1: Laddove applicabile.

Nota 2: I valori delle caratteristiche meccaniche si riferiscono al valore minimo nella direzione della trama (fili piatti trasversali) e dell'ordito (fili ritorti longitudinali).

Nota 3: La valutazione della reazione al fuoco è determinata in base alla norma EN 13501-1:2007 + A1 2009. La risposta minima al fuoco secondo questa classificazione dipende dalla tipologia di rete:

Tipo di rete	Classe di reazione al fuoco
FBMESH33x33T96AR	B-s1, d0
FBMESH66x66T96AR	A2-s1, d0
FBMESH99x99T96AR	A2-s1, d0
FBMESH66x66T192AR	B-s1, d0
FBMESH99x99T192AR	B-s1, d0

L'acquirente è responsabile della verifica d'idoneità dei prodotti descritti nel presente documento per l'uso e gli scopi che si prefigge. Fibre Net SpA non si assume alcuna responsabilità per utilizzo improprio del materiale. Il cliente è tenuto a verificare che la presente scheda e i dati ivi riportati siano validi per la partita di prodotto di suo interesse e non siano superati in quanto sostituiti da edizioni successive e/o nuove formulazioni di prodotto o certificazioni. Si invita il cliente a contattare preventivamente il nostro Ufficio Tecnico. La presente edizione annulla e sostituisce ogni altra precedente.