



SAIE 2021

7 - 9 Ottobre, 2021, Bari, Italia



Ordine degli Architetti,
Pianificatori, Paesaggisti e
Conservatori della Provincia di Bari

Col patrocinio di



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO
L'Università dei due mari



ORDINE
INGEGNERI della PROVINCIA
BARILETTA
ANDRIA
TRANI

In collaborazione con



Media Partner



***Le nuove normative e Linee Guida Ministeriali per i materiali compositi innovativi FRP-FRCM-
CRM Criteri di intervento per un corretto impiego nel rinforzo strutturale ed antisismico.***

Il SuperSismaBonus.

Saie Bari

Centro Congressi - Sala 8

Venerdì 8 ottobre 2021

Ore 09.30-13.00

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto
impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori.
Il SuperSismaBonus per condomini.

Ing. Giorgio Giacomini

Direttore Tecnico Gruppo G&P Intech

08 OTTOBRE 2021 h. 10:45

- **G&P intech** rappresenta, grazie al **proprio know-how** e a **partnership internazionali**, una **importante realtà tecnologica di riferimento nell'ingegneria strutturale e nell'architettura**.
- **Da oltre 30 anni G&P Intech progetta e produce soluzioni innovative per l'edilizia ordinaria e monumentale e per le infrastrutture nell'ambito dell'ingegneria sismica**, fornendo tecnologie di **rinforzo strutturale** ed **isolamento sismico**.
- Offriamo un **servizio completo** dalla **progettazione** al **cantiere** con prodotti e tecnologie certificati, **consulenza** e **assistenza tecnica**, **formazione professionale**.
- Svolgiamo **attività di ricerca e sperimentazione** delle nostre tecnologie presso le principali **Università italiane ed europee** (Cost, Rilem, Endure) ed **internazionali** (PIARC, IABMAS, London, Miami, Buenos Aires, Guangzhou).
- L'azienda produce secondo gli standard di **qualità ISO 9001, CE** e **CVT**.
- Attività all'estero in particolare nelle aree sismiche del **Est Europeo** e in **Centro Sud America**



LE ATTIVITÀ DEL GRUPPO

SOLUZIONI CERTIFICATE E APPROVATE

Sistemi di rinforzo e consolidamento FRP-FRCM-CRM

Aumento della
resistenza



Aumento della
duttilità



Isolamento e dissipazione sismica Div. HIRUN INTERNATIONAL

Riduzioni delle azioni
sismiche



Incremento della
dissipazione



MATERIALI COMPOSITI FRP-FRCM-CRM PER RINFORZO STRUTTURALE DI CALCESTRUZZO E MURATURE DI STRUTTURE ESISTENTI

FRP-SRP: sono sistemi costituiti da un tessuto in fibra lunga in carbonio, basalto, acciaio UHTSS in una **matrice adesiva organica**, tipicamente resina epossidica.

FRCM: sono sistemi costituiti da una maglia (rete) in fibra bidirezionale vetro AR, basalto, carbonio o tessuto in acciaio UHTSS unidirezionale immersi in una **matrice inorganica**, cementizia o in calce strutturale.

CRM: sono reti preformate rigide in matrice polimerica GFRP, non sistemi, per intonaci armati, getti di cls e betoncini.

SCOPO DEI SISTEMI DI RINFORZO FRP-FRCM-CRM

Conseguire un incremento di resistenza nei confronti delle azioni sollecitanti e, quando possibile, un aumento dei valori degli spostamenti esibiti all'atto del collasso.

RESISTENZA + DUTTILITA'

CAPACITA'

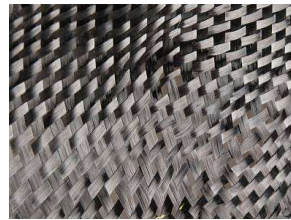
PRINCIPALI IMPIEGHI FRP-FRCM-CRM

I principali impieghi dei **sistemi** FRP - FRCM - CRM si hanno nei seguenti settori:

- **Edilizia civile/ industriale/ monumentale** : ripristino e rinforzo di strutture in c.a., muratura e legno per adeguamento a normative vigenti (aumento dei carichi di esercizio), messa in sicurezza e ripristino di situazioni di degrado;
- **Adeguamento/Miglioramento sismico**: aumento di resistenza e di duttilità di strutture in c.a. e murature , realizzazione di interconnessioni tra maschi murari, cerchiature e controventature degli edifici, nel rispetto delle prescrizioni dell'OPCM 3274, NTC18 e Circ. 2019, Sismabonus;
- **Ponti, viadotti, gallerie**: rinforzo a flessione, taglio e confinamento di travi e impalcati da ponte, pile, volte e piedritti per riqualificazione funzionale e/o adeguamento a nuova categoria.

SISTEMI DI RINFORZO IN MATERIALI COMPOSITI FRP

FRP - SRP: sono materiali **compositi** costituiti da un **tessuto** in **fibra lunga pre-impregnato** o da **impregnare in situ** (carbonio CFRP) o in **acciaio UHTSS** (SRP) in una **matrice** adesiva **organica**.



FIBRE E TESSUTI Carbonio C-SHEET – CTB- Q E BASALTO B-SHEET



CONNETTORI AFIX-CFIX-SFIX



LAMELLE CFK



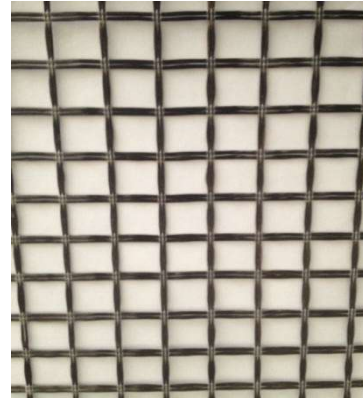
STEEL NET G

SISTEMI FRCM SYSTEM CERTIFICATI E QUALIFICATI

FRCM - SRG: sono sistemi costituiti da una rete in fibra (carbonio, basalto e vetro AR) o da un tessuto in acciaio unidirezionale UHTSS (SRG) immersi in una matrice inorganica, cementizia o in calce idraulica/pozzolonica. Il sistema si compone inoltre di specifici **connettori** qualificati per il sistema. **A differenza degli FRP i sistemi FRCM sono certificati per 4 tipologie di supporti: mattone, tufo, misto, calcestruzzo.**



C-NET 220BL - BAL



B-NET 250 - 450 BA



G-NET 251 - 301 -
401 - 601 BAL



STEEL NET G 80-135-220

RETI PER SISTEMI CRM SYSTEM CERTIFICATE E QUALIFICATE

CRM: il sistema a kit è formato dalla rete rigida preformata in **GFRP**, in fibra di vetro AR e da **angolari e connettori**. Solo il kit è certificato e qualificato con CVT. Le malte, betoncino, calcestruzzo marcati CE o comunque qualificati e impiegati nel sistema CRM non rientrano nel CVT di sistema. **Reti e malte non devono obbligatoriamente essere fornite dallo stesso produttore. La qualifica obbligatoria con CVT vale solo per il kit reti, angolari, connettori.**



RG NET BA
33x33 66x66 99X99



CONNETTORE
RG FIX 10



ANGOLARE
E-CORNER

NORMATIVA PER LA PROGETTAZIONE

- **FRP - SRP:** La normativa tecnica di riferimento principale è la **CNR DT 200 R1 2013**, che è stata approvata dal CSLP. Ulteriori indicazioni, specialmente per il rinforzo dei nodi, sono anche fornite nelle **Linee Guida ReLUIS per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni**.
- **FRCM - SRG:** La normativa tecnica di riferimento principale è la **CNR DT 215-2018**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, utili alla messa in opera dei rinforzi, sono fornite nelle **Linee Guida ReLUIS per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, nodi, tamponature e partizioni**.
- **CRM:** La normativa tecnica di riferimento principale sono le **NTC18**, che al Cap. 8 **prevedono** specificatamente **l'impiego di intonaci armati** per il rinforzo delle murature esistenti. Inoltre, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18, si può sempre fare riferimento a normative tecniche di comprovata validità per una trattazione più esaustiva (**CNR-DT 203/2006**).

NORMATIVA DI QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE CVT

- **FRP - SRP: D.P. C.S.LL.PP. n.293 del 29.05.2019**

- Per sistemi in **carbonio, vetro, aramide dal luglio 2016** è **obbligatoria** la qualifica **CVT** per l'impiego nel mercato nazionale.
- Per **tessuti in acciaio e basalto** l'obbligo di **CVT dal giugno 2021**.

- **FRCM - SRG: DP C.S.LL.PP. n.1 del 08.01.2019**

- Per **tutti i sistemi FRCM** l'obbligo dei **CVT** sarà **dal luglio 2022**.

- **CRM: D.P. C.S.LL.PP. n.293 del 29.05.2019**

- Per **tutte le reti CRM** l'obbligo dei **CVT** sarà **dal luglio 2022**.

DISPOSTO MINISTERIALE NEL PERIODO TRANSITORIO

PROGETTARE CON FRP-SRP

Riguarda le seguenti fibre per G&P Intech: **CARBONIO, BASALTO, ACCIAIO UHTSS.**

La **matrice resina** deve essere **marcata CE**.

Gli **FRP** possono essere applicati fino a 3 strati senza particolari problemi (gruppo A). Nell'ultima versione di norma del 2019 gli strati sono stati portati a 6, ma per poterlo fare è necessario certificare il numero di strati richiesti (gruppo B).

Sormonti minimi in direzione della fibra 20 cm.

I sistemi vanno certificati inclusi i sistemi di ancoraggio (connettori), ecc.

Gli FRP sono definiti per Classi.

Il **CVT** obbliga tutti i partecipanti all'opera di avvalersi di un unico fornitore in possesso del CVT per tutte le componenti del sistema (fibre, resine, connettori, ecc.)

L'obbligo dei CVT è dal luglio 2016 e dal giugno 2021 per acciaio e basalto

PRINCIPALI VANTAGGI FRP-SRP SYSTEM - CERTIFICATI

- **Conferiscono alla struttura importanti incrementi di resistenza e duttilità**
 - **Non apportano nuovi e ulteriori carichi sulla struttura (inerzia)**
 - **Non apportano aumenti di rigidità della struttura**
 - **Sono di veloce applicazione**
- **Possono essere applicati senza l'interruzione delle attività nelle aree sottostanti o sovrastanti l'intervento**
 - **Intervento finito praticamente invisibile , non invasivo**
 - **Alta durabilità**
 - **Scarsa o assente aggredivibilità chimica**
 - **Minori oneri di gestione del cantiere**
 - **Minimo ingombro di stoccaggio materiali in cantiere**

FRP - SRP TESSUTI CLASSI NORMATIVE

Tabella 4 – Classi dei rinforzi FRP realizzati in situ

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
60G/60B	Vetro/Basalto	60	1300
210C	Carbonio	210	2700
350/1750C	Carbonio	350	1750
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000
100A	Arammide	100	2200
180S	Acciaio ad alta resistenza	180	2200 (1)
190S	Acciaio ad alta resistenza	190	2200 (1)

FRP LAMELLE CFK CLASSI NORMATIVE

Tabella 1 - Classi degli FRP preformati

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/B45	Vetro/Basalto	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO

I tessuti in carbonio a disposizione, tutti forniti di CVT sono i seguenti:



Nome prodotto	Tipologia	Classe	Grammatura [g/m ²]	Adesivo
<u>C-Sheet 240/300</u>	Tessuto unidirezionale	210C	300	RESIN 75
<u>C-Sheet 240/400</u>	Tessuto unidirezionale	210C	400	RESIN 75
<u>C-Sheet 240/600</u>	Tessuto unidirezionale	210C	600	RESIN 75
<u>C-Sheet 390/300 HM</u>	Tessuto unidirezionale	350/2800 C	300	RESIN 75
<u>C-Sheet 390/400 HM</u>	Tessuto unidirezionale	350/2800 C	400	RESIN 75
<u>C-Sheet 390/600 HM</u>	Tessuto unidirezionale	350/2800 C	600	RESIN 75
<u>CTB 240/360</u>	Tessuto bidirezionale	210C	360	RESIN 75
<u>C-Sheet 240/380/127Q</u>	Tessuto quadriassiale	210C	380	RESIN 75

LAMELLE PULTRUSE IN FIBRA DI CARBONIO

Le **lamelle pultruse in carbonio** a disposizione, **tutte fornite** di **CVT** sono le seguenti:



Nome prodotto	Tipologia	Classe	Spessore 1,4 mm Larghezza [cm]	Adesivo
<u>CFK 150/2000</u>	Lamella pultrusa	C 150/2300	5-6-8-10-12-15	RESIN 90
<u>CFK 200/2000</u>	Lamella pultrusa	C 200/1800	5-6-8-10-12-15	RESIN 90

TESSUTI IN FIBRA BASALTO



Nome prodotto	Tipologia	Classe	Grammatura [g/m ²]	Adesivo
<u>B-SHEET 90/300 U</u>	Tessuto unidirezionale	60 B	300	RESIN 75
<u>B-SHEET 90/400 B</u>	Tessuto bidirezionale	60 B	400	RESIN 75

TESSUTI IN ACCIAIO AD ALTA RESISTENZA UHTSS

I tessuti in acciaio galvanizzato (G) ad alta resistenza UHTSS (Ultra High Tensile Strength Steel) a disposizione, sono i seguenti:



Nome prodotto	Tipologia	Classe	Grammatura [g/m ²]	Adesivo
STEEL NET G 220	Tessuto in trefoli di acciaio UHTSS	190 S	2200	RESIN 90
STEEL NET G 350	Tessuto in trefoli di acciaio UHTSS	190 S	3500	RESIN 90

MATRICI marcate CE

Le matrici dei sistemi qualificati RESIN hanno la funzione di trasmettere le azioni agenti dalla struttura al rinforzo e garantire la perfetta adesione al supporto senza scorrimenti relativi. Devono essere marcate CE secondo la EN 1504-4. Fibre e matrici devono obbligatoriamente essere fornite dallo stesso produttore dotato del CVT di sistema specifico. Sono inoltre utilizzate **per regolarizzare** le superfici e **incollare/impregnare il rinforzo FRP**; sono per la maggior parte bicomponenti, e si dividono in **primer, adesivi in pasta e fluidi**. **L'impregnazione del tessuto deve inoltre essere garantita per tutto lo spessore**

Nome prodotto	Descrizione
<u>RESIN PRIMER</u>	Primer epossidico per la preparazione del supporto all'incollaggio del tessuto.
<u>RESIN 75</u>	Adesivo epossidico per l'incollaggio e l'impregnazione dei tessuti in carbonio.
<u>RESIN 90</u>	Adesivo epossidico in pasta per l'incollaggio dei tessuti in acciaio e delle lamelle pultruse.



ESEMPIO DI VERIFICHE PROGETTUALI PER CFRP - VALORE LIMITE TENSIONE DI PROGETTO f_{dd2} PER RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVE IN **CLS** CLASSE 30- DT 200 R1 2013

IDENTIFICAZIONE SISTEMA	GRAMMATURA	SPESSORE RINFORZO	f_{dd2}	f_{fk}	Δ
Tessuto in carbonio Unid. Mod. 230 GPa	300 g/m ²	0,167 mm	1731 MPa	3500 MPa	$f_{fk} > f_{dd2}$
Tessuto in acciaio G UHTSS Mod. 190 GPa	2200 g/m ²	0,27 mm	1204 MPa	2500 MPa	$f_{fk} > f_{dd2}$

$$\varepsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{fdd} \right\}$$

$$\Gamma_{Fd} = \frac{k_b \cdot k_g}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}}$$

$$f_{fdd,2} = \frac{k_q}{\gamma_{f,d}} \cdot \sqrt{\frac{E_f}{t_f} \cdot \frac{2 \cdot k_b \cdot k_{G,2}}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}}}$$

FC= 1 $K_q = 1,25$ $\gamma_{fd} = 1,2$ $K_b = 1$ $K_{G2} = 0,1$ mm

ESEMPIO DI VERIFICHE PROGETTUALI PER CFRP- VALORE LIMITE TENSIONE DI

PROGETTO F_{dd2} PER RINFORZO A FLESSIONE DI **MURATURE** DT 200 R1 2103

IDENTIFICAZIONE SISTEMA	GRAMMATURA	SPESSORE RINFORZO PER DIREZIONE	f_{fdd2} $\alpha = 1,5$	f_{fk}	Δ
TESSUTO IN CARBONIO MOD. 230 GPa	300 g/m ²	0,167 mm	1475 MPa	3500 MPa	$f_{fk} > f_{fdd2}$

$$FC = 1 \quad \gamma_{f,d} = 1,2 \quad K_b = 1 \quad K_G = 0,031 \text{ mm}$$

$$F_{dd} = 983 \text{ MPa}$$

$$F_{dd2} = F_{dd} \cdot \alpha \quad 1 < \alpha < 2$$

$$\varepsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{fdd} \right\}$$

$$\Gamma_{Fd} = \frac{k_b \cdot k_g}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}}$$

$$f_{fdd} = \frac{1}{\gamma_{f,d}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{Fd}}{t_f}}$$

PROVE DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE PRODOTTI

I controlli di accettazione in cantiere (con Cokit o altro sistema accettato):

- **sono obbligatori** e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- **devono essere effettuati realizzando campioni (nr. 3 per Lamelle CFK e nr. 6 per tessuti) contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell'elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali;**
- **devono essere eseguiti su campioni del rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbricante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.**

Accettazione:

La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali/caratteristici relativi alla classe di appartenenza.

PROVE DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE PRODOTTI



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

PROVE DI ACCETTAZIONE INTERVENTO (PULL OFF)

Devono essere inoltre effettuate le **prove di pull off** (UNI EN 1542; 1015-12; 1348) **obbligatorie secondo norma** (a certificazione della qualità della posa) ai sensi della CNR DT 200 R1 2013. L'obiettivo è **definire la capacità del substrato di resistere alla delaminazione**.

Ai sensi del CNR DT 200 la **tensione di picco allo strappo su CLS non deve essere inferiore a 0,9 MPa sull'80% delle prove**. Su murature il 10% della resistenza a compressione.



Disco di prova incollato al tessuto



La fase di prova



Il provino a prova completata (rottura del supporto in cls → OK!)

ESEMPIO FRP PREZZIARIO

A95078 Riparazione, rinforzo o adeguamento antisismico di strutture in calcestruzzo mediante posa a secco di tessuto / rete in fibra di carbonio ad alta resistenza, provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (C.V.T.) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. per i sistemi FRP, il sistema deve essere qualificato per il suo funzionamento a una temperatura di utilizzo $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\geq +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e per il numero di strati previsti da progetto, posato mediante le seguenti operazioni su supporto previamente pulito: applicazione a rullo o a pennello di primer epossidico, regolarizzazione della superficie, stesa di resina adesiva epossidica bicomponente, posa delle strisce di tessuto a mano o con l'ausilio di rullo, impregnazione delle stesse con ulteriore stesa di resina adesiva bicomponente, spruzzatura a mano di sabbia quarzifera con aggrappo per successivo strato di intonaco; esclusa la pulizia, preparazione del supporto e l'intonaco finale, valutato a m² di tessuto / rete:

a	unidirezionale del peso di 300 g/m ² qualificato in Classe 210C (primo strato).....	m ²	48	52	274,67
b	unidirezionale del peso di 300 g/m ² qualificato in Classe 210C (strati successivi).....	m ²	35	65	193,81
c	unidirezionale del peso di 400 g/m ² qualificato in Classe 210C (primo strato).....	m ²	46	54	337,39
d	unidirezionale del peso di 400 g/m ² qualificato in Classe 210C (strati successivi).....	m ²	36	64	251,81
e	unidirezionale del peso di 600 g/m ² qualificato in Classe 210C (primo strato).....	m ²	39	61	365,21
f	unidirezionale del peso di 600 g/m ² qualificato in Classe 210C (strati successivi).....	m ²	34	66	292,29
g	unidirezionale del peso di 300 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (primo strato).....	m ²	46	54	452,80
h	unidirezionale del peso di 300 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (strati successivi)...	m ²	47	53	424,37
i	unidirezionale del peso di 400 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (primo strato).....	m ²	46	54	502,81
j	unidirezionale del peso di 400 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (strati successivi)...	m ²	46	54	466,63
k	unidirezionale del peso di 600 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (primo strato).....	m ²	43	57	565,99
l	unidirezionale del peso di 600 g/m ² qualificato in Classe 350C/2800C (strati successivi)...	m ²	44	56	518,87
m	bidirezionale del peso di 200 g/m ² qualificato in Classe 210C (primo strato).....	m ²	49	51	226,38

ASPETTI SALIENTI: FRCM - SRG SYSTEM

Riguarda le seguenti **fibre** per G&P intech : **VETRO AR, CARBONIO, BASALTO, ACCIAIO UHTSS.**

La matrice malta deve avere un contenuto massimo di parte organica del 10% in peso. (L'appretto della fibra non rientra nel calcolo).

La luce netta dei trefoli deve essere al massimo 30 mm e non può essere superiore a 2 volte lo spessore della malta.

A differenza degli FRP tali sistemi devono essere qualificati sia per trazione diretta che per distacco dal tipo di supporto convenzionale.

I supporti convenzionali sono: calcestruzzo, tufo, mattone, muratura mista. Il sistema deve essere certificato per ogni tipo di supporto.

I sistemi vanno certificati anche per lunghezza di ancoraggio, sormonti, se inferiore ai 30 cm di default. CVT indicano i sormonti per le singole reti.

I sistemi vanno certificati inclusi i sistemi di ancoraggio (connettori).

Non ci sono Classi come per gli FRP e CRM.

Il CVT obbliga tutti i partecipanti all'opera di avvalersi di un unico fornitore in possesso del CVT per tutte le componenti del sistema (matrice, reti, connettori)

PRINCIPALI VANTAGGI FRCM-SRG SYSTEM - CERTIFICATI

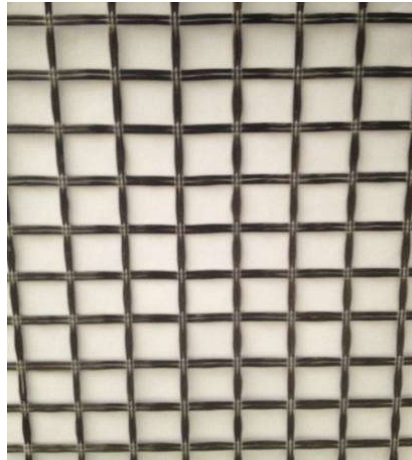
- **Conferiscono alla struttura importanti incrementi di resistenza e duttilità**
 - **Non apportano sostanziali carichi sulla struttura (inerzia)**
 - **Non apportano significativi aumenti di rigidezza della struttura**
 - **Euroclasse A1**
 - **Resistono al fuoco 60-90 min. con 2-3 cm di malta**
 - **Applicabili su fondi umidi**
 - **Applicabili su fondi irregolari con minori oneri**
 - **Sono traspiranti**
 - **Sono reversibili**
 - **Ecosostenibili LCA method ISO 14040 :2006**
- **Hanno migliore accettabilità dalle Soprintendenze per murature storiche**

PRODOTTI PRINCIPALI FRCM SRG

Per il consolidamento delle strutture in muratura e in calcestruzzo, la tecnologia **FRCM System** prevede l'uso di rinforzi sotto forma di **intonaci strutturali armati con materiali compositi sotto forma di reti (non rigide) o tessuti in acciaio.**



C-NET 220BL



B-NET 250 - 450 BA



G-NET 251 - 301 -
401 - 601 BAL



STEEL NET G 80-G135-
G220

RETI SU SUPPORTI IN MURATURA FRCM-SRG

Nome prodotto	Tipologia	Grammatura [g/m²]	Maglia	Sormonto [cm]	Malta
<u>G-NET 251 BA</u>	Rete in vetro AR bidirezionale	250	25 x 25	15	LIMECRETE M15
<u>G-NET 301 BAL</u>	Rete in vetro AR bidirezionale	300	34 x 34	10	LIMECRETE M15
<u>G-NET 401 BAL</u>	Rete in vetro AR bidirezionale	400	26 x 26	15	LIMECRETE M15
<u>G-NET 601 BAL</u>	Rete in vetro AR bidirezionale	600	30 x 30	15	LIMECRETE M15
<u>B-NET 250 BA</u>	Rete in basalto bidirezionale	250	28 x 28	15	LIMECRETE M15
<u>B-NET 450 BA</u>	Rete in basalto bidirezionale	450	25 x 25	10	LIMECRETE M15
<u>C-NET 220 BL</u>	Rete in carbonio bidirezionale	220	15 x 15	15	CONCRETE ROCK S
<u>STEEL-NET G 80</u>	Tessuto in acciaio unirezionale	700	-	15L	LIMECRETE M15
<u>STEEL-NET G 135</u>	Tessuto in acciaio unirezionale	1350	-	15L	LIMECRETE M15

RETI SU SUPPORTI IN CALCESTRUZZO FRCCM SRG

Nome prodotto	Tipologia	Grammatura [g/m²]	Maglia	Sormonto [cm]	Malta
<u>C-NET 220 BL</u>	Rete in carbonio bidirezionale	220	15 x 15	15	CONCRETE ROCK V2
<u>STEEL-NET G 220</u>	Tessuto in acciaio unirezionale	2200	-	15L	CONCRETE ROCK V2

MATRICI marcate CE

Le matrici (malte) dei sistemi qualificati hanno la funzione di trasmettere le azioni agenti dalla struttura al rinforzo e garantire la perfetta adesione al supporto senza scorrimenti relativi. Devono essere marcate CE secondo la EN 1504-3 o EN 998-1,2 . Reti e matrici devono obbligatoriamente essere fornite dallo stesso produttore dotato del CVT di sistema specifico.

Sono inoltre utilizzate **per regolarizzare** le superfici, murature e calcestruzzo prima dell'impiego del sistema. Le principali matrici impiegate sono:



Nome prodotto	Descrizione
<u>LIMECRETE</u>	Malta a base di calce idraulica M15, marcata CE ai sensi della EN 998-1,2, è compatibile con le murature storiche.
<u>CONCRETE ROCK S</u>	Malta classe R2 a reattività pozzolanica, marcata CE ai sensi della EN 1504-3, ideale per murature e CLS.
<u>CONCRETE ROCK V2</u>	Malta cementizia tixotropica bicomponente classe R4, marcata CE ai sensi della EN 1504-3, ideale per CLS.



Legame costitutivo e caratterizzazione

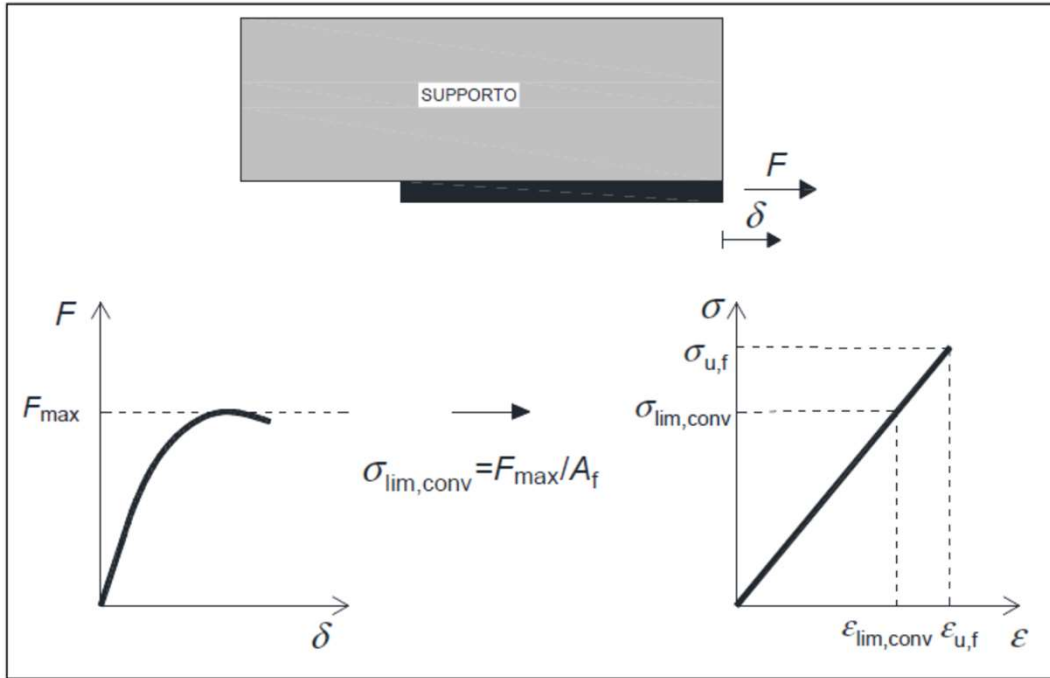


Figura 3- Determinazione della $\sigma_{lim,conv}$ e della $\epsilon_{lim,conv}$.

(la curva tensione-deformazione è relativa al tessuto senza matrice inorganica)

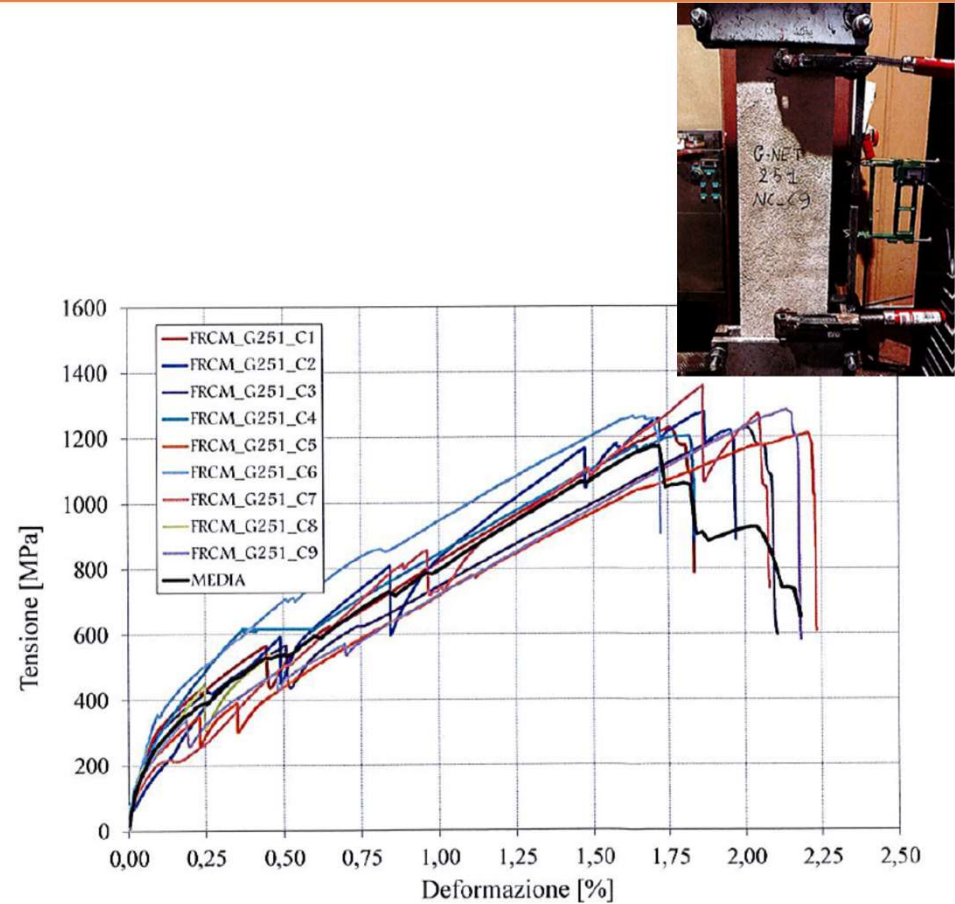


Figura 18 – Grafico Tensione-Deformazione assiale provini FRCM G_251_FRCM

PARAMETRI MECCANICI FONDAMENTALI PER LA PROGETTAZIONE

Resistenza caratteristica Sistema

$$\sigma_{lim,conv} = F_{max}/A_f$$

Resistenza caratteristica ultima della rete

tensione ultima σ_{uf}

Deformazione caratteristica Sistema

$$\varepsilon_{lim,conv} = \sigma_{lim,conv}/E_f$$

Con E_f modulo elastico della rete secca

Resistenza per distacco intermedio

$$\alpha \cdot \sigma_{lim,conv} = F_{max}/A_f$$

Con $\alpha = 1,5$ per distacco intermedio

La matrice malta non entra per nulla nei valori meccanici del sistema con CVT e pertanto non deve essere considerata dal progettista, se non per motivi di compatibilità storica .

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE DEI MATERIALI

I controlli di accettazione in cantiere degli FRCCM:

- **sono obbligatori** e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei lavori;
- devono essere effettuati realizzando campioni contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell'elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali;
- devono essere eseguiti su campioni del rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbricante impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.

I campioni devono essere in numero di 6 per ognuno dei tipi di sistemi di rinforzo da installare.

Accettazione:

1. il valore medio della tensione ultima **σ_u risulta non inferiore all'85% della tensione caratteristica ultima σ_{uc}** come determinata nella fase di qualificazione CVT del sistema FRCCM di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto;

2. il valore medio tensione ultima **σ_u risulta superiore almeno del 15% rispetto alla tensione limite convenzionale $\sigma_{limconv}$** , su supporto analogo, come determinata nella fase di qualificazione CVT, del sistema FRCCM di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto.

DATI CVT SISTEMA G-NET 251 BA + LIMECRETE

Rete G- NET 251 BA trazione diretta

Resistenza caratteristica sola rete	1052,44	N/mm ²
Modulo elastico medio	58570	N/mm ²
Deformazione caratteristica	1,12	%

Sistema FRCM composito

Resistenza caratteristica	1154,41	N/mm ²
Deformazione caratteristica	1,55	%

Sistema FRCM distacco dal supporto mattone

Resistenza caratteristica	823,20	N/mm ²
---------------------------	--------	-------------------

Quindi dati del sistema FRCM in oggetto

Resistenza caratteristica sistema per il calcolo	823,20	N/mm ²
Modulo elastico sistema	58570	N/mm ²
Resistenza caratteristica ultima rete	1052,44	N/mm ²
Deformazione caratteristica del sistema	1,40	%
Deformazione caratteristica ultima rete	1,80	%

Per accettazione: resistenza media provino > $0,85 \times 1154,41 = 981$ N/mm²
 resistenza media provino > $1,15 \times 823,20 = 946$ N/mm²

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

ESEMPIO SPECIFICA PREZZARIO NON CONFORME ALLE LINEE GUIDA

Rinforzo di strutture in muratura mediante sistema FRCM con applicazione di reti termosaldate, eseguito fresco su fresco in continuità, mediante l'applicazione del primo strato di malta strutturale premiscelata a base di calce NHL di spessore minimo 5 mm, applicazione a piena superficie del primo strato di resina bicomponente a base acqua e matrice inorganica microcristallina, con funzione di promotore di adesione ed impregnante, applicazione della rete di rinforzo, dei secondi strati di resina e di malta strutturale (ulteriori 5 mm); reazione al fuoco del sistema classe 1; esclusi l'eventuale demolizione di porzioni di intonaco e delle parti ammalorate ed il loro successivo rifacimento e/o ripristino, la preparazione del supporto e qualsiasi lavorazione e materiale non specificati:

A95119 con rete secca termosaldata bilanciata in fibra di carbonio, ad alta tenacità, bidirezionale 200 g/m², dimensione della maglia 8 x 8 mm:

a primo strato.....	m ²	46	54	162,07
b strati successivi.....	m ²	47	53	141,10

A95120 con rete secca termosaldata e bilanciata in fibra di vetro AR, dimensione della maglia 12 x 12 mm:

a peso 200 g/m ²	m ²	62	38	120,83
b peso 300 g/m ²	m ²	61	39	123,73

RETI RIGIDE PREFORMATE IN FIBRA DI VETRO E CONNETTORI CRM

Il rinforzo con **CRM System** prevede sempre la realizzazione di un rinforzo a trazione con la tecnica dell'intonaco armato, ma si distinguono dai sistemi FRCM **per l'impiego di reti rigide già preformate con fibre di vetro alcali resistenti e malte strutturali.**



RG NET BA
33x33 66x66 99X99



CONNETTORE
RG FIX 10



ANGOLARE
E-CORNER

TIPOLOGIE RETI

Nome prodotto	Tipologia	Grammatura [g/m ²]	Maglia [mm]	Classe	Barre/m
<u>RG33-NET BA</u>	Rete preformata in vetro AR bidirezionale	760	33 x 33	G38/600	30
<u>RG66-NET BA</u>	Rete preformata in vetro AR bidirezionale	380	66 x 66	G38/600	15
<u>RG99-NET BA</u>	Rete preformata in vetro AR bidirezionale	250	99 x 99	G38/600	10

ASPETTI SALIENTI

Riguarda le **reti preformate rigide GFRP** ns. RG NET BA **costituite da barre e nodi di interconnessione con resina termoindurente.**

La **certificazione riguarda solamente il kit reti, connettori, angolari.** Sormonti delle reti 10 cm.

Non c'è obbligo del pacchetto con malta (obbligatorio per gli FRCCM)

Le reti sono definite per Classi (vedi tabella) e valutate ai fini progettuali in kN/m e per valori di resistenza delle barre in kN.

La distanza netta tra i trefoli non può essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non può essere minore di 30 mm.

Le malte, betoncini e cls devono essere marcate CE o qualificate dal CSLP STC ai sensi delle normative vigenti.

CLASSI NORMATIVE - RG NET BA CLASSE G38/600

Tabella 1 - Classi delle reti preformate in FRP

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione medio nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione caratteristica nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/1000 B45/1000	Vetro/Basalto	45	1000
C120/1800	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55/1200	Arammide	55	1200

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE DEI MATERIALI

I **controlli di accettazione** in **cantiere** dei **CRM**:

- **sono obbligatori** e devono essere **eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei lavori**;
- devono essere effettuati con prelievo dal lotto consegnato in cantiere per ogni tipologia del kit (rete, angolari, connettori);
- devono essere eseguiti **2 prove sulla malta marcata CE**.

I campioni devono essere in numero di 3 per ognuno dei tipi di sistemi di rinforzo da installare.

Accettazione:

per ciascun campione **i valori della tensione di rottura a trazione medio e del modulo elastico** devono risultare **non inferiori ai corrispondenti valori nominali/caratteristici della Classe dichiarata del prodotto/CVT**.

ESEMPIO SPECIFICA PREZZARIO NON CONFORME ALLE LINEE GUIDA

Rinforzo o consolidamento di pareti di qualsiasi genere secondo la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar), provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica Europea ETA o Certificato di Valutazione Tecnica CVT, mediante applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer), costituita da barre in fibra di vetro lunghe Alcalino Resistenti impregnate con resina termoindurente, modulo elastico a trazione medio 25.000 N/mm², compresa la pulitura degli elementi murari, il lavaggio della superficie muraria, l'esecuzione di perfori in numero di 4/m² e la fornitura ed inserimento di connettori preformati ad "L" in G.F.R.P. aventi sezioni 10 x 7 mm e lunghezza opportuna in relazione allo spessore murario, completi di fazzoletto di ripartizione del carico, applicati alla parete con inserimento per almeno 2/3 dello spessore murario (per l'intervento su 2 lati, sovrapposizione tra gli stessi di almeno 10 cm) e solidarizzati tramite ancorante chimico vinilestere privo di stirene, l'incidenza dei rinforzi d'angolo in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer), dimensione maglie conforme alla rete di rinforzo, conteggiati in ragione del 20% circa rispetto alla superficie totale da rinforzare); applicazione di intonaco strutturale di spessore 3 cm, resistenza a compressione 8-15 MPa, con finitura a frattazzo; materiali riciclabili in conformità ai protocolli CSI, esclusa la rimozione dell'intonaco esistente, compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, conteggiato a misura effettiva sulla parete esterna, applicazione per spessori della parete fino a 60 cm:

A95057	su una sola faccia della parete, resistenza a trazione caratteristica della singola barra $\geq 4,3$ kN e allungamento a rottura 1,8%, resistenza caratteristica a strappo del nodo $\geq 0,25$ kN, resistenza residua agli ambienti alcalini (1000 ore) $\geq 85\%$:					
a	con maglia 33 x 33 mm, spessore 3 mm, n. 30 barre/metro/lato.....	m ²	31	2	68	109,25
b	con maglia 66 x 66 mm, spessore 3 mm, n. 15 barre/metro/lato.....	m ²	34	2	64	96,85
c	con maglia 99 x 99 mm, spessore 3 mm, n. 10 barre/metro/lato.....	m ²	36	2	62	91,55
A95058	su entrambe le facce della parete, resistenza a trazione caratteristica della singola barra $\geq 4,3$ kN e allungamento a rottura 1,8%, resistenza caratteristica a strappo del nodo $\geq 0,25$ kN, resistenza residua agli ambienti alcalini (1000 ore) $\geq 85\%$:					
a	con maglia 33 x 33 mm, spessore 3 mm, n. 30 barre/metro/lato.....	m ²	32	1	67	210,15
b	con maglia 66 x 66 mm, spessore 3 mm, n. 15 barre/metro/lato.....	m ²	36	1	63	185,34
c	con maglia 99 x 99 mm, spessore 3 mm, n. 10 barre/metro/lato.....	m ²	38	1	61	174,74

I **connettori** sono **impiegati** per **migliorare l'ancoraggio** dei **rinforzi**. Per la sua resistenza al taglio e all'urto, in presenza di **fibre di carbonio**, è preferibile il **connettore in amamide AFIX a quello in carbonio CFIX**

I principali **connettori** per il **sistema FRCM** sono:

Nome prodotto	Descrizione
<u>AFIX</u>	Connettore a fiocco in amamide (per reti in carbonio)
<u>BFIX</u>	Connettore a fiocco in basalto (per reti in basalto)
<u>CFIX</u>	Connettore a fiocco in carbonio (per reti in carbonio)
<u>GFIX</u>	Connettore a fiocco in vetro (per reti in vetro)
<u>GFIX AR</u>	Connettore a fiocco in vetro AR (per reti in vetro)
<u>SFIX G</u>	Connettore a fiocco in acciaio galvanizzato (per tessuti in acciaio)
<u>RG FIX 10</u>	Connettori rigidi a L in GFRP preformati (per tutte le reti)
<u>I-FIX 40</u>	Connettori ad L in acciaio inox AISI 304 (per tessuti in acciaio)
<u>STEEL ANCHORFIX</u>	Barra elicoidale in INOX, che piegata può essere impiegata come connettore (per tessuti in acciaio)



GENERALITÀ

FRCM Decreto CSLP 001 8/01/19

Sistema obbligatorio FRCM da unico fornitore certificato: rete o tessuto apprettato morbido sagomabile (appretto termoplastico) **costituita da fili raggruppati in yarn, luce max** tra gli yarn **30 mm**, matrici in **calce o cemento** (componente organica <10% in peso) **per adesione al supporto, connettori per ancoraggio in fibra.** Non sono richiesti elementi angolari per gli spigoli (trattandosi di reti sagomabili).

CRM Decreto CSLP 292 29/05/19

Obbligatorio kit da unico fornitore certificato per sole rete, angolari, connettori rigidi: sistema **costituito da barre preformate rigide a matrice polimerica rivestite di resina termoindurente** (contenuto fibra ca. 80% in peso e ca. 65% in volume) **distanziate regolarmente a formare la rete** secondo determinate **luci con valore minimo 30 mm.** Vanno inoltre **indicati** chiaramente il **diametro e resistenza delle barre e la luce tra le stesse.** Fanno parte del kit obbligatorio gli angolari rigidi per gli spigoli e i connettori preformati.

Non rientra invece nel KIT obbligatorio il tipo di malta, betoncino, calcestruzzo da impiegarsi per usi strutturali, in quanto può essere fornito anche da altro fornitore e non rientra nel CVT di certificazione.

PROVE DI QUALIFICAZIONE

Gli FRCM e i componenti del KIT **sono testati secondo la linea guida FRCM** approvata soprarichiamata. **Si testano ai sensi della UNI EN 2561 la rete, il composito (malta + rete), il distacco dai supporti convenzionali, i sormonti minimi delle reti (altrimenti richiesti 30 cm) con un campione di almeno 5 yarn (4 luci tra gli yarn).** E' fondamentale comprendere che il sistema FRCM si regge e si calcola sulle forze di delaminazione secondo il proprio legame costitutivo tipico dove sono importanti anche la matrice inorganica e il mantenimento di uno spessore minimo della stessa. Gli FRCM non hanno una Classe Normativa al pari di altri sistemi strutturali di compositi.

I CRM e i componenti del KIT **sono testati secondo la linea guida CRM** approvata soprarichiamata. **In questo caso si testano ai sensi della ISO 527 le sole barre costituenti la rete e non la rete stessa.** Inoltre le malte sono indipendenti dal KIT. **Per i CRM le forze di delaminazione non interessano il sistema, né il calcolo.** Le reti possono essere sovrapposte in più strati. I CRM devono rispettare una Classe Normativa richiamata nella linea guida di qualificazione.

Es. G38/600

ACCETTAZIONE IN CANTIERE

Per gli **FRCM** le **prove di accettazione in cantiere sono condotte sui compositi FRCM realizzati in situ** (matrici +reti). Inoltre sono obbligatorie le prove di pull off al fine di verificare la qualità dell'adesione al supporto.

Per i **CRM** le **prove di accettazione vengono condotte sulla rete da sola oltre agli altri componenti del KIT e quindi sulle singole barre**. Le malte invece non rientrano nel KIT, ma vengono richiesti test di Lab. Non sono obbligatorie le prove di pull off.

METODOLOGIA DI CALCOLO PER LA PROGETTAZIONE

Gli **FRCM vengono calcolati sulla base del DT 215** e quindi sulla base delle **forze di delaminazione**.

I **CRM vengono calcolati sulla base delle NTC18** Cap. 7/8 **intonaci armati**.

METODOLOGIA DI POSA IN OPERA

Gli FRCM vengono posti in opera ad umido con la malta del sistema certificata inglobando la rete sagomabile sul fresco della prima passata di malta e dopo la posa dei connettori con una ulteriore passata di malta.

I CRM vengono posti in opera posizionando a secco reti preformate rigide, angolari e connettori e poi applicando a spruzzo la malta, spritz beton, betoncino o getto di calcestruzzo.

Rinforzo del calcestruzzo

Interventi per l'incremento della resistenza degli elementi in c.a.



AZIONI E CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO E DELL'ACCIAIO

- Corrosione da carbonatazione (XC)
- Corrosione da cloruri (XD e XS per acqua di mare)
- Azione gelo/disgelo e azione dei sali disgelanti (XF)
- Attacco chimico (XA)

Classi esposizione: UNI 11104

- Azione di dilavamento dell'acqua (smaltimento acque ponti §5.1.2.3 - NTC18)
- Fessurazioni per stati di coazione (variazioni termiche, ritiro, cedimenti...)
- Fessurazioni per stati di sollecitazione maggiori a quelli previsti in sede progettuale

Diventano problematiche per porosità elevata e copriferro insufficiente



1. VALUTAZIONE DELLO STATO DI DETERIORAMENTO



2. PREPARAZIONE E PULIZIA DELLA SUPERFICIE



3. PULIZIA DEI FERRI D'ARMATURA



4. APPLICAZIONE DI PASSIVANTE PER I FERRI D'ARMATURA

- Passivante protettivo bi - componente FERROSAN
- Perfetta adesione alle armature metalliche, al calcestruzzo e alla malta.
- Ottima resistenza ai cloruri, solfati e al passaggio di CO₂



5. CONSOLIDAMENTO CON INIEZIONI DI RESINE

1. Sigillatura delle lesioni (fino a 3 mm circa) con stucco epossidico RESIN 90;
2. Inserimento degli iniettori ogni 50 cm circa;
3. Esecuzione dell'iniezione con resina epossidica fluida tipo RESIN INJECT SF, conforme alla EN 1504-5.



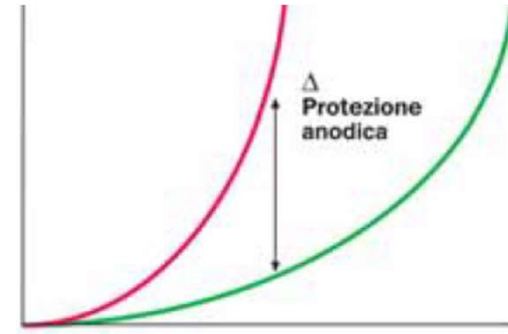
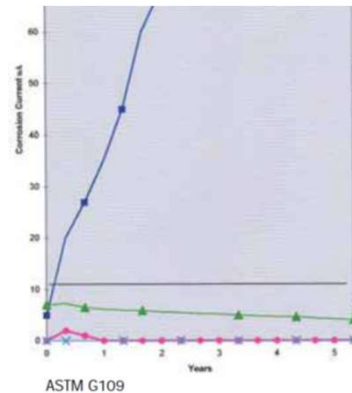
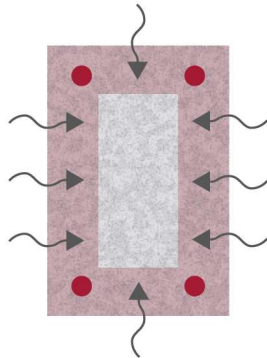
6. RICOSTRUZIONE DELLE PARTI AMMALORATE CON MALTE APPOSITE

- **Eventuale** applicazione di **primer** per migliorare l'adesione: RESIN 78.
- **Malta cementizia** CONCRETE ROCK V, fibrorinforzata, antiriro, tixotropica e a basso modulo. Classe R4 ai sensi della EN 1504-3.
- In alternativa malta cementizia **bi-componente** CONCRETE ROCK V2, sempre classe R4, per una **migliore adesione** al supporto e **miglior duttilità** del ripristino.
- Per spessori fino a circa 6-7 cm possibilità di impiegare **malte colabili** entro cassero, tipo CONCRETE ROCK H, additivabile anche con inerti. La malta presenta resistenza a 28gg > 70 MPa ed è conforme alla EN 1504-3.



7. PROTEZIONE ANTICARBONATANTE DEL CALCESTRUZZO

- Rasatura con **rasante polimerico** bicomponente a basso spessore RASEDIL AS
- **Vernice metacrilica RESINCOLOR**
- In alternativa vernice bicomponente poliuretanic a maggiore elasticità RESINLAST S
- **Protezione catodica - anodica** con inibitore di corrosione ROCK MCS, in grado di penetrare fino alle armature interne grazie alla tensione di vapore delle sue molecole



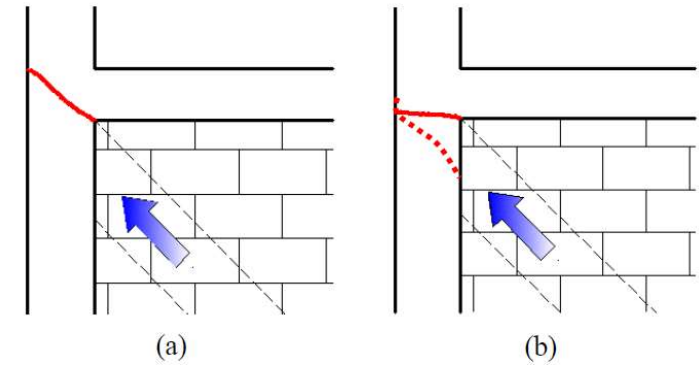
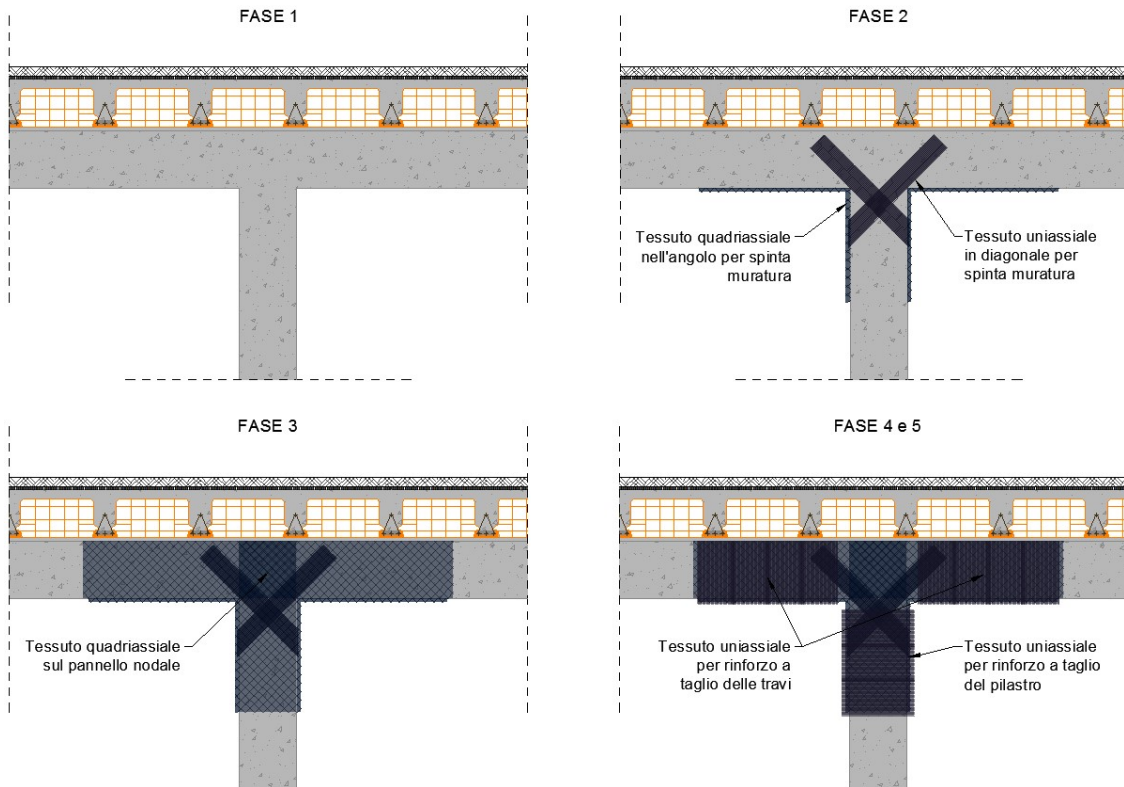
I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

PRINCIPI GENERALI DEL RINFORZO

- Rinforzo dei **meccanismi/elementi fragili** nel rispetto della **gerarchia delle resistenze**: nodi, pilastri (pressoflessione e taglio) e **taglio nelle travi**.
- Rinforzo di **travi e solai** nei confronti dei **carichi verticali** (cambio dest. d'uso).
- Rinforzo **antiribalta** delle pareti di **tamponamento non strutturali** (tipicamente in muratura).
- Rinforzo **antisfondellamento** dei solai in latero - cemento.



FRP - SRP: RINFORZO DEI PANNELLI DI NODO IN C.A.



Lesioni del nodo dovuta all'azione di taglio della tamponatura

Linee guida ReLUIS



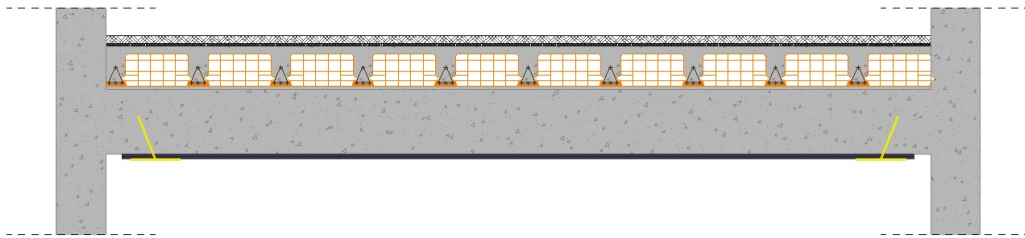
FRP - SRP: RINFORZO DEI PANNELLI DI NODO IN C.A.



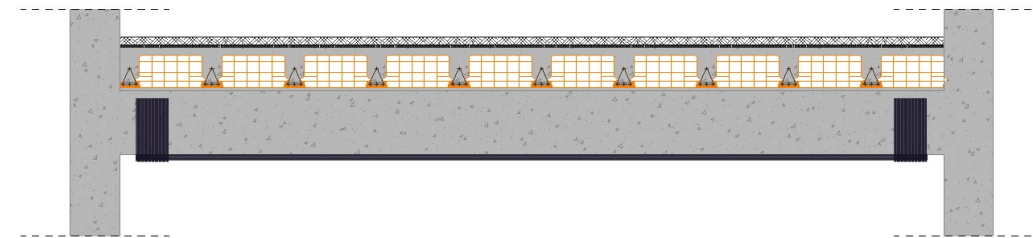
FRP - SRP: RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DI TRAVI IN C.A.

RINFORZO PER SOLA FLESSIONE (soluzioni per l'ancoraggio)

RINFORZO A FLESSIONE CON CONNETTORI



RINFORZO A FLESSIONE CON FASCE D'ANCORAGGIO

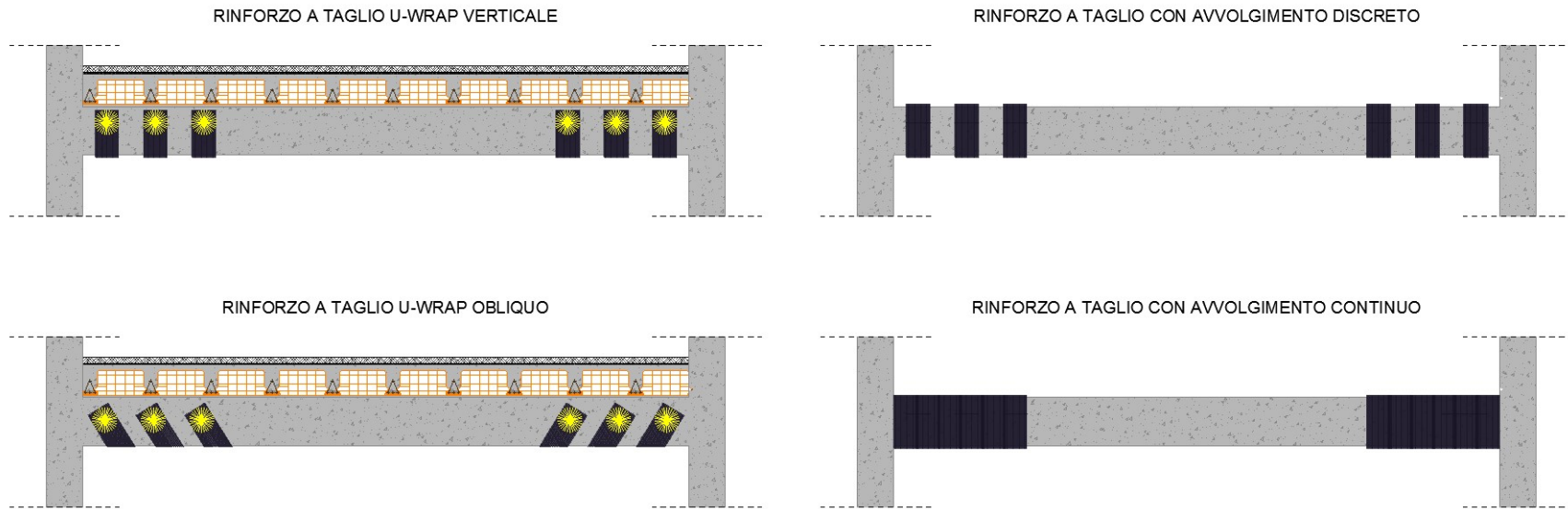


IMPORTANTE

L'ancoraggio è di **fondamentale** importanza soprattutto con l'impiego di **lamelle rigide** e può essere necessario anche in **punti intermedi**, non solo alle estremità.

FRP - SRP: RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DI TRAVI IN C.A.

RINFORZO PER SOLO TAGLIO



IMPORTANTE

L'ancoraggio con connettori è **molto importante** nella configurazione «U-WRAP».

FRP - SRP: RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DI TRAVI IN C.A.



FRP - SRP: RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DI TRAVI IN C.A.



A CHE COSA SERVE? Il software FRP costituisce uno strumento di calcolo per il progettista che intende rinforzare elementi in calcestruzzo armato (c.a.) con compositi FRP. Il nuovo software è aggiornato sulla base delle ultime normative DT200R1/2013 e linee guida di qualificazione

COME FUNZIONA?

L'applicazione presenta un'interfaccia intuitiva e di semplice utilizzo. Fornisce tre diversi pannelli a seconda dei tipi di rinforzo:

•RINFORZO A FLESSIONE

•RINFORZO A TAGLIO

•RINFORZO A CONFINAMENTO

ESEMPI DI RINFORZO FRP A FLESSIONE E TAGLIO SU C.A.

ALLARGAMENTO 3^a CORSIA A14 - CATTOLICA - FANO



Sono stati rinforzati oltre 30 viadotti e sottopassi
Impiegati oltre 15.000 m di lamelle e 1.000 mq di tessuto

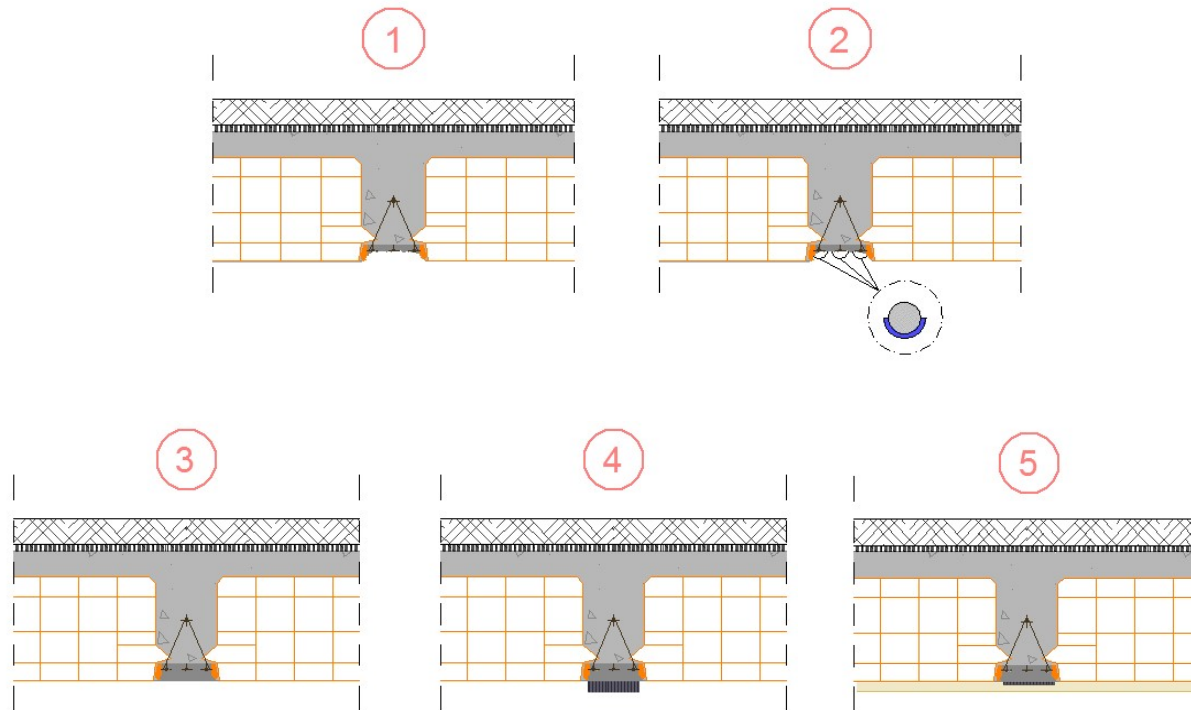


I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE GALLERIE A1 BARBERINO-IMPRUNETA CON SISTEMA SRG STEEL NET G220 + CONCRETE ROCK V2 E CONNETTORI SFIX G12



FRP: RECUPERO E RINFORZO DI SOLAI IN LATERO - CEMENTO



ANTIRIBALTA DEI TAMPONAMENTI: SISTEMA STG (STRONG TIE GLASS) 6-10mm



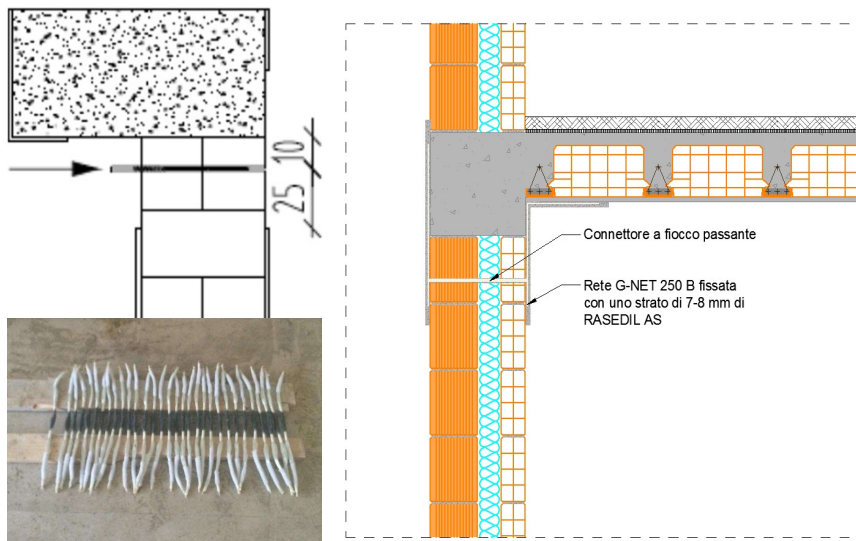
Il Sistema **STG (Strong Tie Glass)** è una soluzione particolarmente idonea per antiribalta a basso spessore nel **rinforzo locale di elementi strutturali secondari e non strutturali quali tramezzature, tamponamenti, collegamenti perimetrali.**

Il sistema consiste in una **malta bicomponente RASEDIL AS a basso spessore, armata con una rete in vetro apprettata alcali resistente G-NET 250 B- G-NET 251 BA - rete in basalto B-NET 250 BA . Il Sistema STG migliora la duttilità del paramento murario e la ripartizione delle sollecitazioni dinamiche.**

Il sistema **NON** è **strutturale** e **non necessita di certificazioni.**

ANTIRIBALTA PERIMETRALE DEI TAMPONAMENTI - SISTEMA STG

DETTAGLI E FUNZIONAMENTO

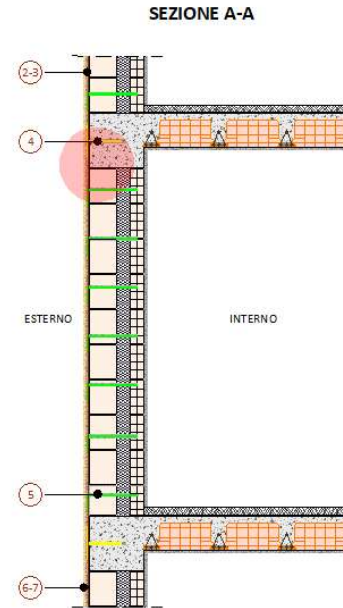
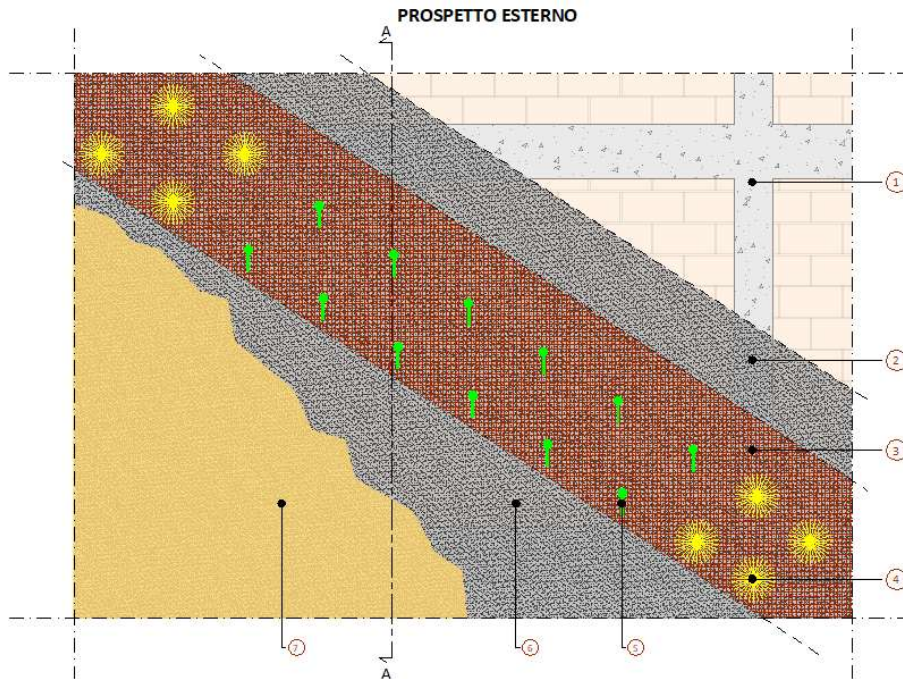


SISMABONUS

Insieme ai rinforzi nodali, l'**antiribalta** è **essenziale** per applicare il **metodo semplificato** del **Sisma bonus** per edifici in c.a.

ANTIRIBALTA DIFFUSO DEI TAMPONAMENTI - SISTEMA STG

DETTAGLI E FUNZIONAMENTO



SISTEMA ANTISFONDELLAMENTO DEI SOLAI



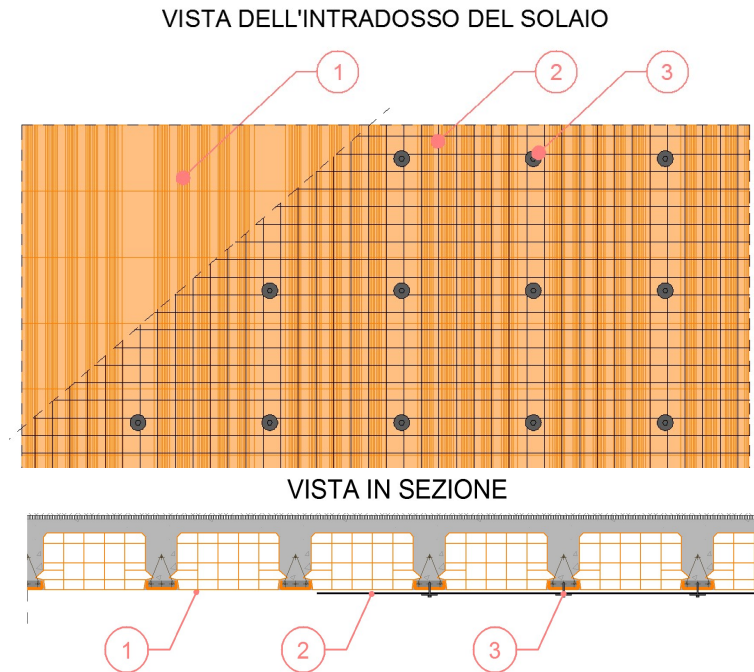
A SECCO

AD UMIDO

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

SISTEMA ANTISFONDELLAMENTO DEI SOLAI - SISTEMA A SECCO

Il Sistema **antisfondellamento dei solai a secco** prevede l'impiego di una **rete rigida preformata RG66 NET BA**, **fissata** ai travetti del solaio **mediante connettori metallici con tasselli tradizionali in nylon** provvisti di rondella.

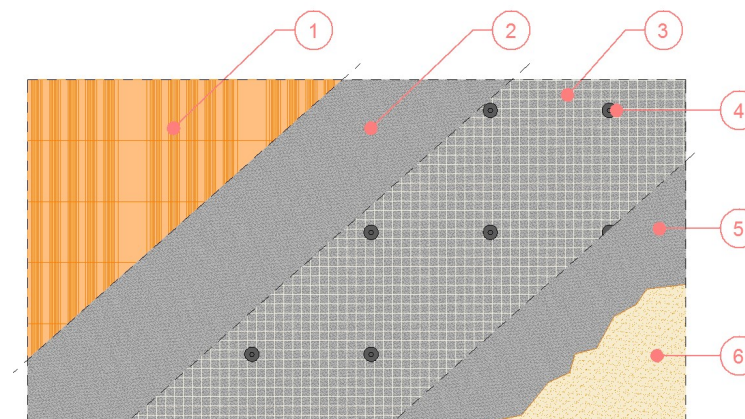


SISTEMA ANTISFONDELLAMENTO DEI SOLAI - SISTEMA A UMIDO

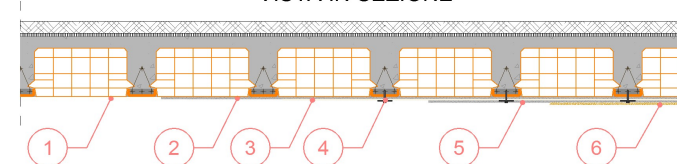
Il Sistema **antisfondellamento dei solai ad umido** prevede l'impiego di un **intonaco armato** con una **rete in vetro AR** apprettata **G-NET 301 BAL**, oppure una **rete rigida preformata**, **fissata** ai travetti del solaio **mediante tasselli tradizionali in nylon** provvisti di rondella e mediante malta.



VISTA DELL'INTRADOSSO DEL SOLAIO



VISTA IN SEZIONE



Rinforzo di strutture in muratura



CROLLI CENTRO ITALIA SISMA 2016



Disgregazione muraria



Azione fuori del piano

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

QUALITÀ MURARIA E INDICE IQM

Nell'ambito della gerarchia delle resistenze e dei meccanismi cinematici in campo sismico per le murature (Giuffrè, Bernardini, Liberatore, Borri, De Maria) è ormai opinione condivisa della comunità scientifica e ripresa marginalmente anche nella Circolare 2019, **che il problema della qualità muraria delle costruzioni esistenti e la loro disgregazione è il primo problema da affrontare da parte del professionista** prima ancora di pensare a interventi locali o globali e relative modellazioni. È ormai chiaro infatti che il **comportamento** meccanico della muratura storica o comunque del tipo presente in molte aree urbane e rurali nazionali in particolare sotto evento sismico (componenti orizzontali e verticali) **non corrisponde affatto a quello atteso** con risposte di tipo meccanico spesso molte volte carenti.

D'altra parte il professionista che progetta il recupero dell'edificio ha necessità di avere parametri tecnici e caratterizzazione materiali di comprovata affidabilità e non sempre è possibile raggiungere un livello LC3 con prove esaustive, spesso invasive ai fini della conservazione, di costo elevato e con tempi lunghi.

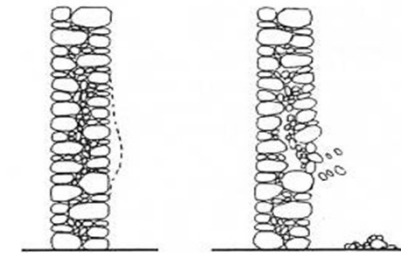
RIPRISTINO E RECUPERO DEGLI EDIFICI IN MURATURA - COME FARE?

- Cuci e scuci
- Sarcitura delle lesioni
- Iniezioni di malte
- Ristilatura dei giunti di malta
- Diatoni e tirantini passivi



COESIONE MURARIA

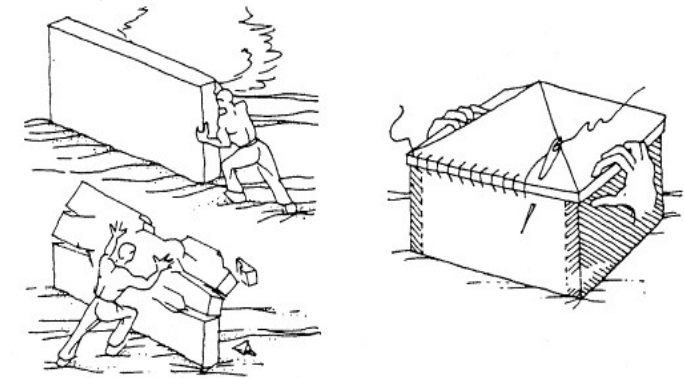
Per il **consolidamento della tessitura** muraria s'impiegano **iniezioni con malte a base calce LIMECRETE IR**



PRINCIPI GENERALI

Nel **rinforzo delle murature** è necessario fare riferimento alla seguente **gerarchia delle resistenze**:

- **Coesione muraria** → **iniezioni** di consolidamento
- **Azioni orizzontali (nel piano)** di **murature, colonne** e degli **elementi a semplice o doppia curvatura.**
- **Eliminazione dei meccanismi di collasso locale** (fuori dal piano), perseguendo un **funzionamento scatolare del fabbricato** →
 - riduzione di **spinte di volte e coperture;**
 - **inserimento di tiranti, cerchiature** esterne;
 - **ammorsatura fra pareti confluenti;**
 - **cordoli in sommità;**
 - **connessione dei solai** alle murature.



Concezione strutturale a "sistema scatolare"

CRISI PER MECCANISMI DI COLLASSO LOCALE

Interessano **principalmente la parte alta delle pareti**, dove la **muratura è meno coesa a causa del limitato livello di compressione**. Inoltre vi è **l'insufficienza dei collegamenti tra pareti e tra pareti e orizzontamenti**, oltre alla presenza di **orizzontamenti di tipo spingente**, che possono portare all'attivazione di meccanismi di collasso anche ai piani intermedi.



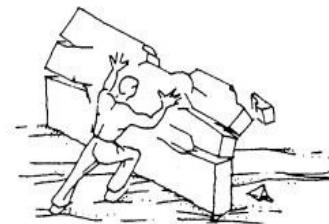
Ribaltamento semplice



Ribaltamento composto



Flessione verticale



Flessione orizzontale

MIGLIORAMENTO DEI COLLEGAMENTI CON CORDOLI

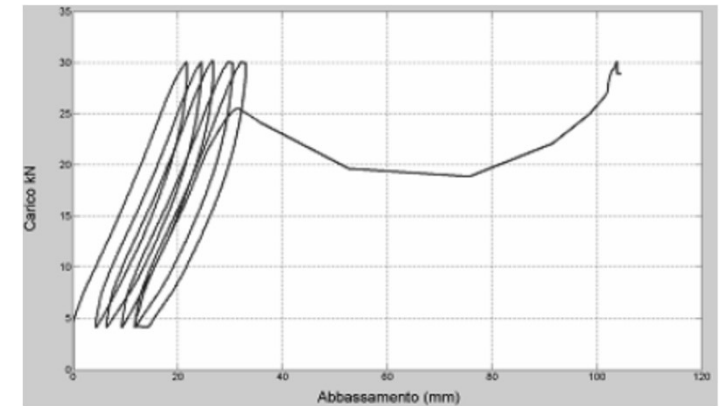
Cordoli in sommità alle pareti per il **miglioramento del collegamento tra pareti e con la copertura:**

- In **calcestruzzo armato**, solo se di altezza limitata, per **evitare eccessivi appesantimenti ed irrigidimenti**.
- In **muratura armata con SRG** con una tecnica volta alla **massima conservazione** delle caratteristiche murarie esistenti e **senza significativi appesantimenti**. In **alternativa rinforzo** con fascia di piano con **tessuto SRG interno-esterno e connettori di collegamento**.
- In **acciaio**, rappresentando una alternativa per la loro **leggerezza e la limitata**



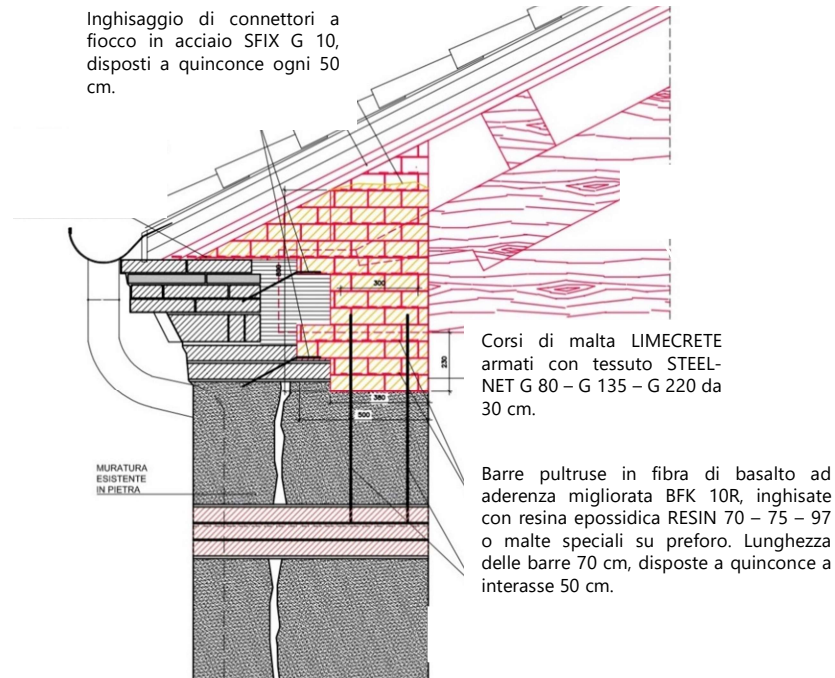
MIGLIORAMENTO DEI COLLEGAMENTI CON CORDOLI SRG

I cordoli sommitali in muratura armata con **tessuto in fibra di acciaio UHTSS galvanizzato risultano essere più leggeri, meno rigidi e più duttili** rispetto ad un normale cordolo in cemento armato, comportandosi, quindi, in modo più consono rispetto alla struttura muraria in cui viene inserito.

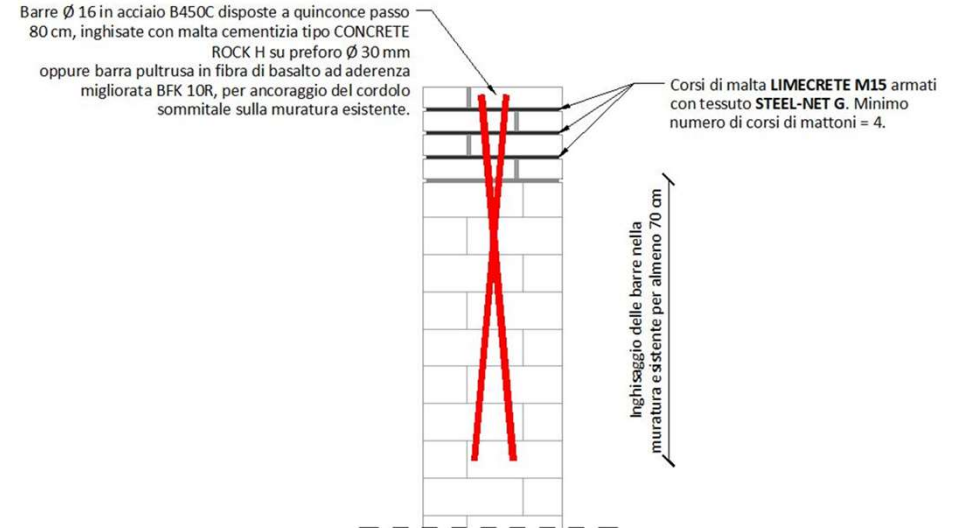


SCHEMA CORDOLO DI SOMMITA' PER MURATURA ARMATA

Cordolo per muratura mista

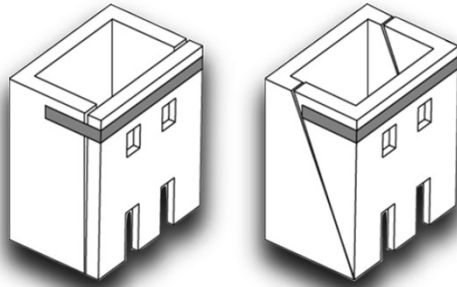


Cordolo per muratura in laterizio regolare

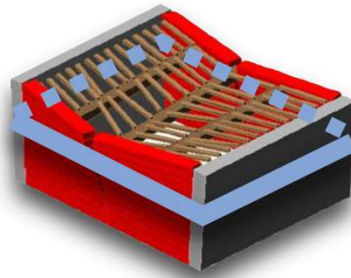


MIGLIORAMENTO DEI COLLEGAMENTI: CERCHIATURA DELLA FASCIA DI PIANO

Può essere realizzata con sistemi FRP, FRCM, SRG



Ribaltamento semplice o composto

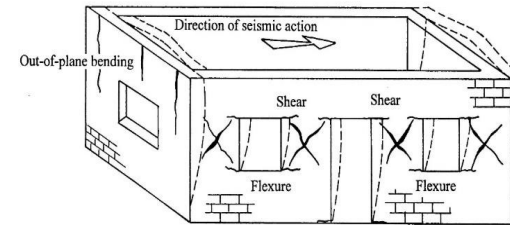
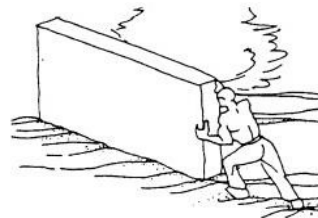


Flessione orizzontale

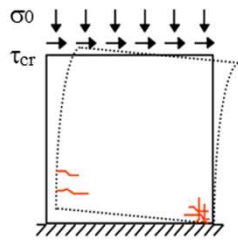


CRISI PER COLLASSO NEL PIANO DELLA MURATURA

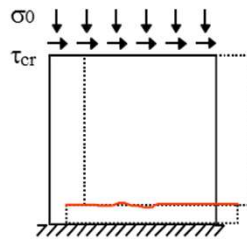
Quando la **struttura** presenta **sufficiente resistenza** nei confronti dei **meccanismi locali**, riesce ad esibire un **comportamento di tipo scatolare**, sono possibili **fenomeni di collasso globali nel piano** della muratura.



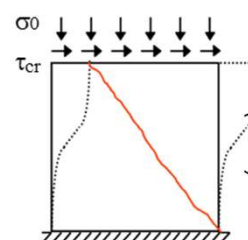
POSSIBILI MODALITÀ DI COLLASSO PER AZIONI NEL PIANO



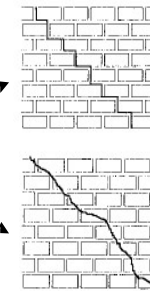
Pressoflessione



Scorrimento



Taglio



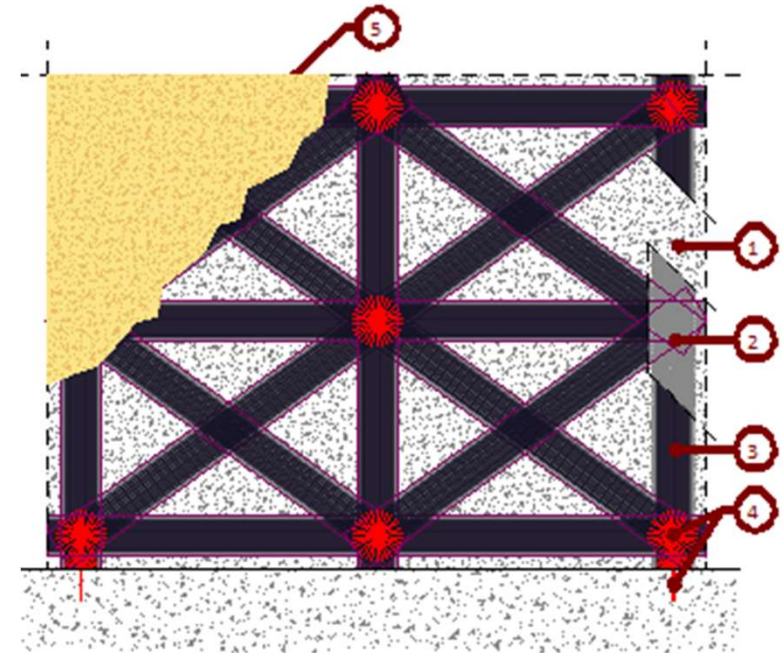
fessurazione diagonale con giunti deboli

fessurazione diagonale con giunti resistenti

RINFORZO DI PARETI IN MURATURA MEDIANTE APPLICAZIONE DI TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO (CFRP)

FASI

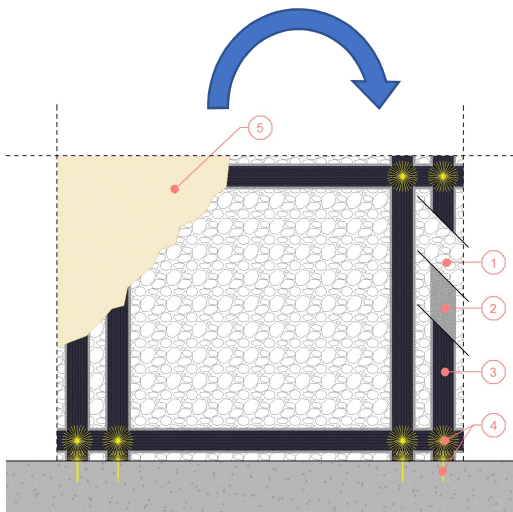
1. Ripristino e consolidamento;
2. Corsie di regolarizzazione con malta LIMECRETE o CONCRETE ROCK S, e/o resina in pasta RESIN 90;
3. Tessuto di carbonio;
4. Connettori;
5. Finiture previo spolvero di quarzo.



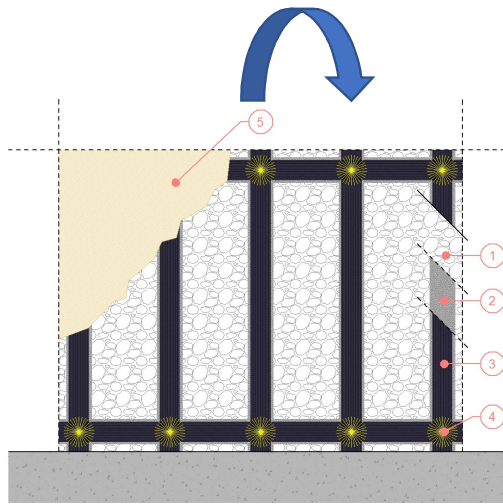
ESECUZIONE DEL RINFORZO FRP SU MURATURA



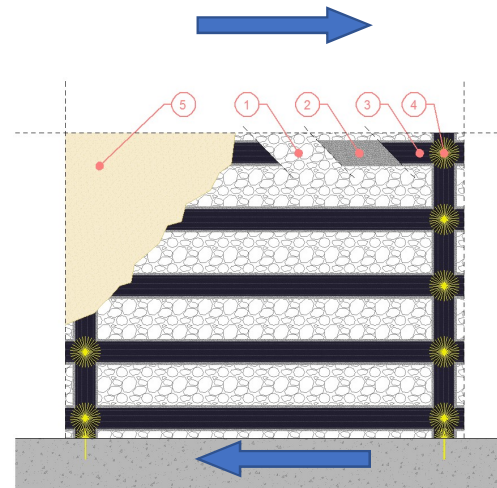
POSSIBILI VARIANTI DEL RINFORZO CFRP SU MURATURA



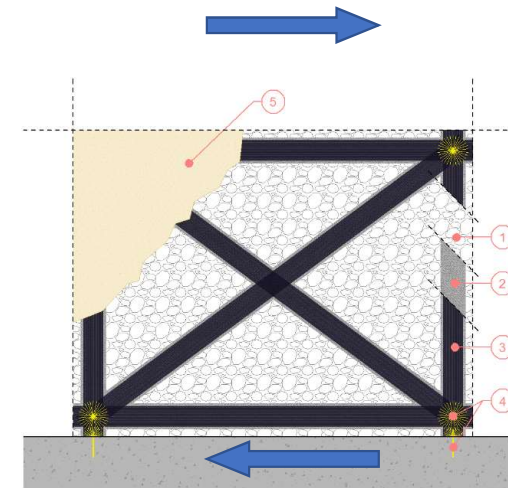
Nel piano della muratura



Fuori piano della muratura

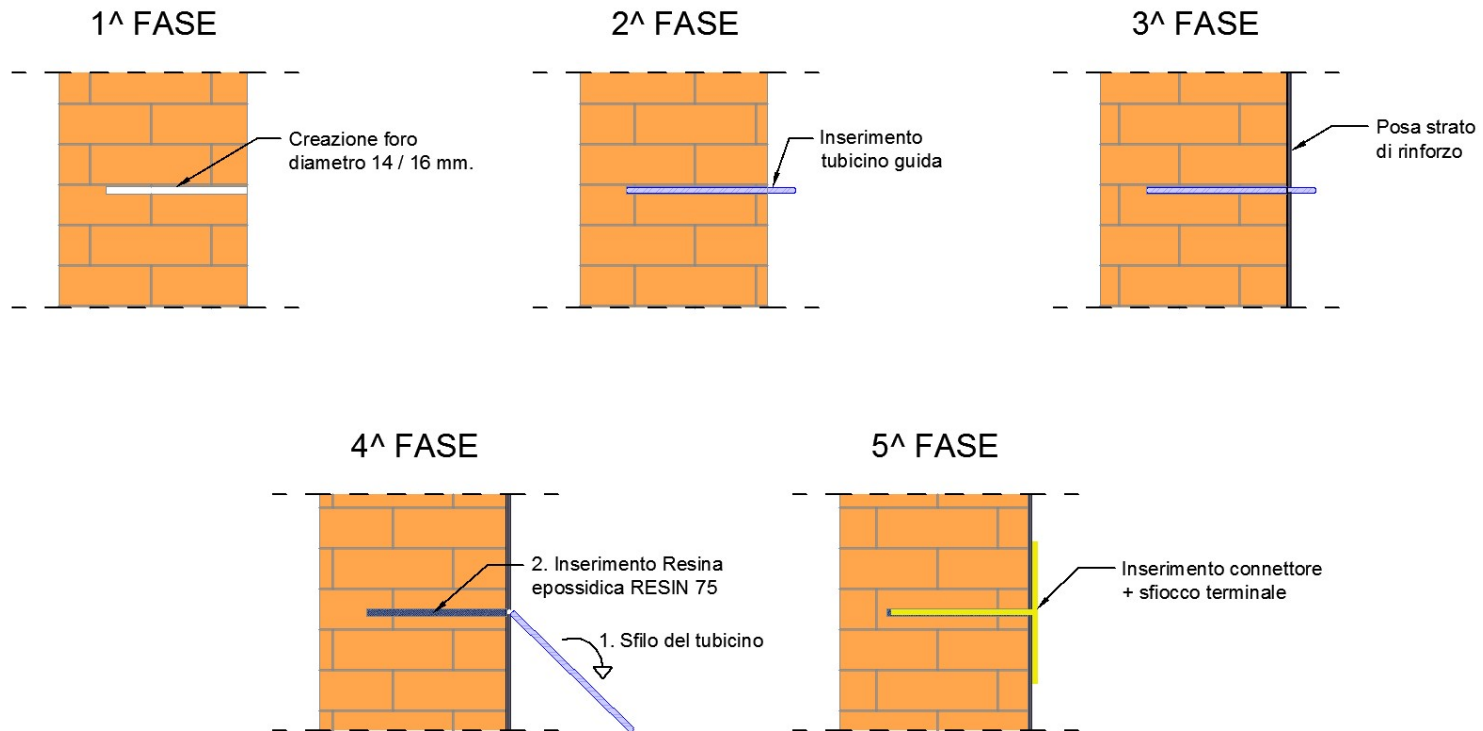


Rinforzo parallelo ai corsi di malta

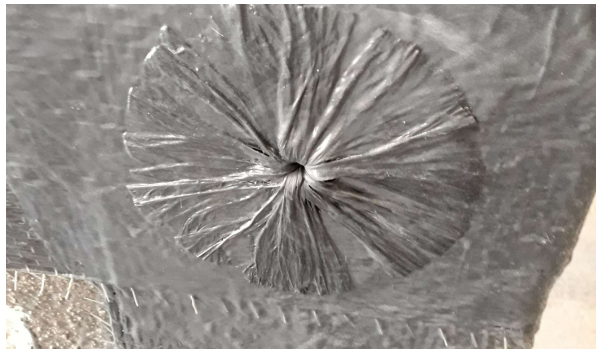


Rinforzo con diagonali

INSTALLAZIONE DEI CONNETTORI



FRP - SRP: RINFORZI DI PARAMENTI E MASCHI MURARI

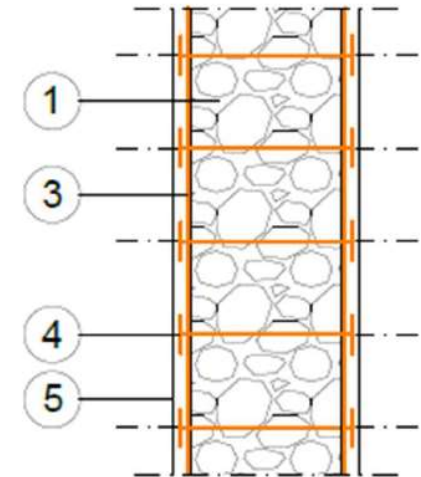
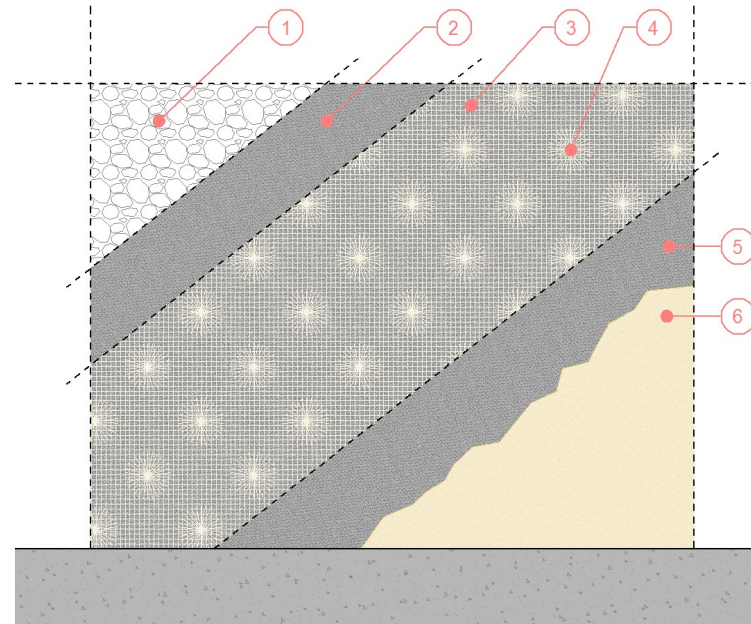


RINFORZO DI PARETI IN MURATURA MEDIANTE APPLICAZIONE DI INTONACO

ARMATO FRCM

FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Primo strato di malta;
3. Rete di rinforzo su malta fresca;
4. Connettori;
5. Secondo strato di malta sul primo ancora fresco;
6. Finiture.



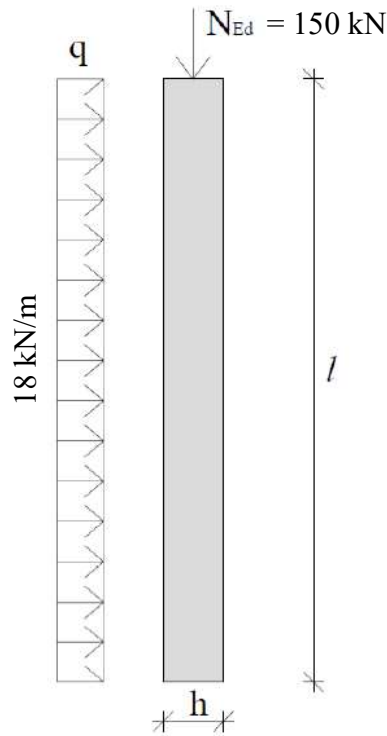
ESECUZIONE DEL RINFORZO FRCM SU MURATURA



FRCM: RINFORZI DI PARAMENTI E MASCHI MURARI



ESEMPIO RINFORZO A FLESSIONE FUORI PIANO DI UN PARAMENTO MURARIO



Geometria Pannello:

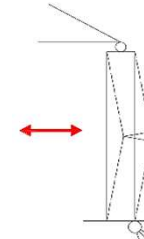
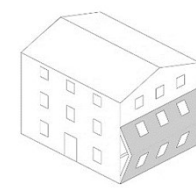
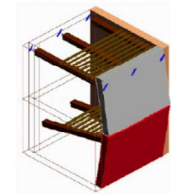
Altezza: 3000mm
Larghezza: 1000mm
Spessore: 300mm

Materiali esistenti

Muratura in mattoni pieni e malta di calce
 $f_{md} = 2,4 \text{ MPa}$
 $f_{vko} = 0,06 \text{ MPa}$

Rinforzo FRCM

Rete in fibra di vetro
AR G-NET 251 BA
Numero di strati: 1



Momento resistente della muratura non rinforzata
 $M_{Rd0} = 17,56 \text{ kNm}$

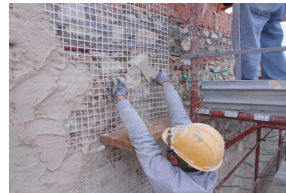
Momento agente
 $M_{Ed} = 20,25 \text{ kNm}$

VERIFICA NON SODDISFATTA ~~X~~
 $M_{Ed} \geq M_{Rd}$

Momento resistente della muratura rinforzata
 $M_{Rd} = 21,48 \text{ kNm}$

Momento agente
 $M_{Ed} = 20,25 \text{ kNm}$

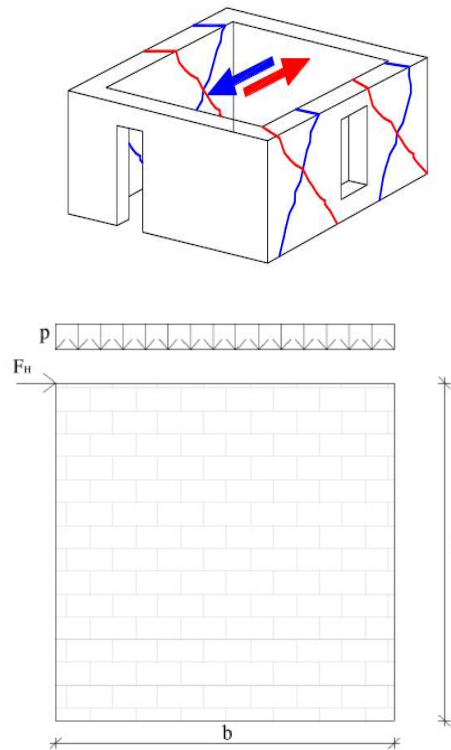
VERIFICA SODDISFATTA



INCREMENTO DI RESISTENZA

$$\frac{M_{Rd}}{M_{Rd0}} = 22,31\%$$

ESEMPIO RINFORZO A TAGLIO DI UN PARAMENTO MURARIO



Geometria Pannello:
 Altezza l: 2000mm
 Larghezza b: 1000mm
 Spessore h: 300mm

Materiali esistenti
 Muratura in mattoni pieni e malta di calce
 $f_{md} = 2,4 \text{ MPa}$
 $f_{vko} = 0,06 \text{ MPa}$



Resistenza a taglio della muratura non rinforzata \leq Forza orizzontale agente

$$V_t = 35,45 \text{ kN} \leq F_H = 45,00 \text{ kN}$$

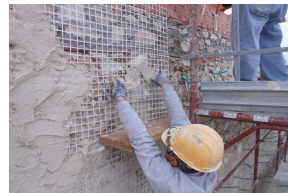
VERIFICA NON SODDISFATTA **X**
 $F_H \geq V_t$

Rinforzo FRCM
 Rete in fibra di basalto
B-NET 450 BA
 Numero di lati rinforzati: 2

Resistenza a taglio della muratura rinforzata \geq Forza orizzontale agente

$$V_{t,R} = 49,00 \text{ kN} \geq F_H = 45,00 \text{ kN}$$

VERIFICA SODDISFATTA



INCREMENTO DI RESISTENZA

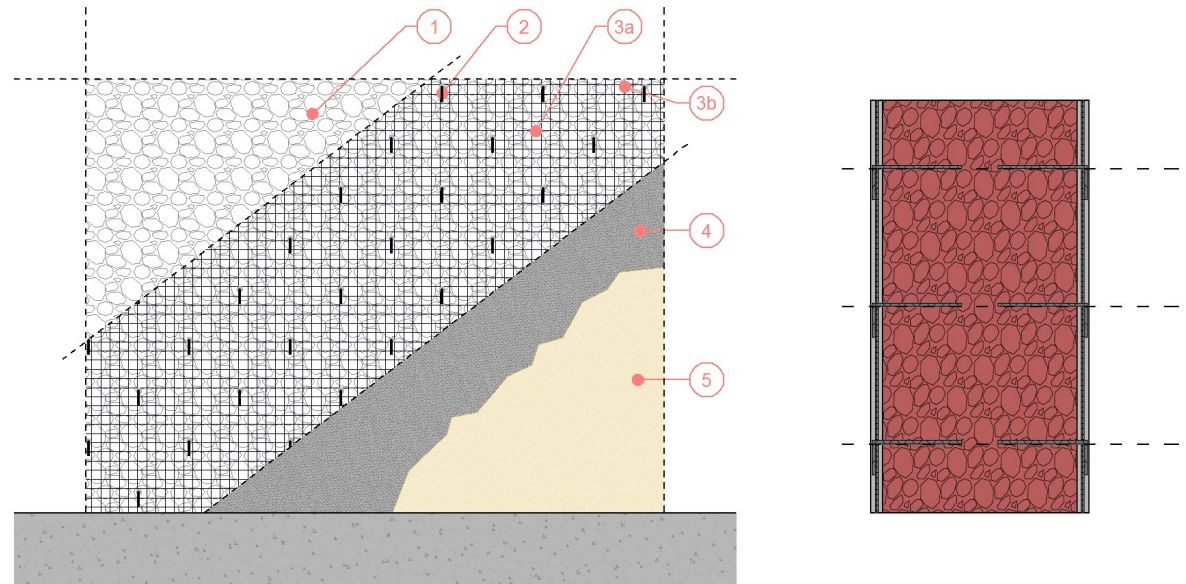
$$\frac{V_{t,R}}{V_t} = 38,21\%$$

RINFORZO DI PARETI IN MURATURA MEDIANTE APPLICAZIONE DI INTONACO

ARMATO CRM

FASI

1. Ripristino e consolidamento;
2. Installazione dei connettori rigidi;
3. Rete di rinforzo rigida (a) + angolari (b);
4. Malta o betoncino > 3 cm;
5. Finiture.



CRM: RINFORZO DI MASCHI MURARI - PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM

(UNIPG)



La **sperimentazione** ha riguardato la **prova diagonale in situ** di murature rinforzate con **CRM**, dell'aggregato Cirillo V nel centro storico di L'Aquila, secondo protocollo **ReLUIS PF 3b.3-UR05-1 - 2009**.

Visto lo stato della tessitura muraria si è proceduto ad un **consolidamento** con iniezione di malta **LIMECRETE IR** e poi si è effettuato il **rinforzo con intonaco armato CRM**

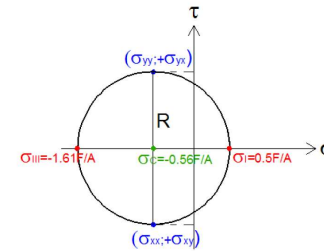
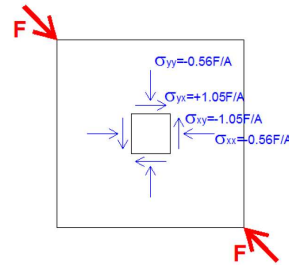
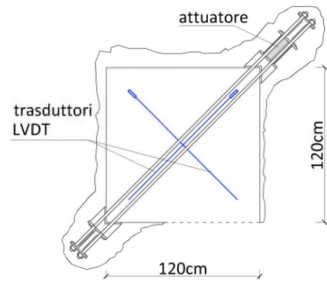


CRM: RINFORZO DI MASCHI MURARI - PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM

(UNIPG)



PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM (UNIPG) - ESECUZIONE DELLE PROVE



CRM: RINFORZO DI MASCHI MURARI - PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM

(UNIPG)

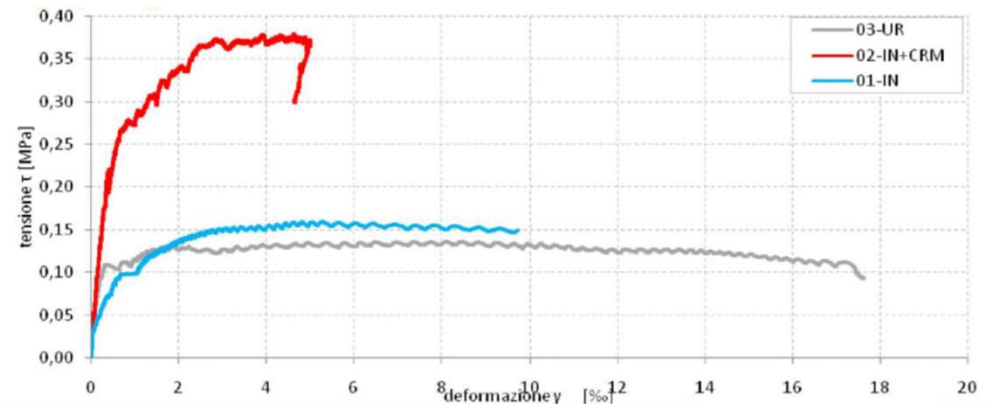


PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM (UNIPG) - **RISULTATI**

Sono stati testati tre provini:

- 01 - IN: muratura con sola malta di iniezione
- 02 - IN + CRM: muratura rinforzata con malta d'iniezione e rete CRM
- 03 - UR: muratura allo stato di fatto, non rinforzata

In (Figura5.) vengono riportate le curve di inviluppo della tensione tangenziale - deformazione angolare ottenute per ognuno dei tre pannelli.



CRM: RINFORZO DI MASCHI MURARI - PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM

(UNIPG)



PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM (UNIPG) - **RISULTATI**

Si riportano in *Tabella 1* i riassunti dei risultati delle prove di compressione diagonale eseguite sui 3 provini, riportando il carico ultimo di fessurazione (F_{max}), la resistenza a trazione per fessurazione diagonale (f_t), la resistenza a taglio (τ_0), il rapporto tra la resistenza a taglio del campione rinforzato e di quello non rinforzato ($\tau_{0,R} / \tau_{0,NR}$) e i valori del modulo di taglio rispettivamente secante e bilineare (G_{sec} e G_{bil}). Di seguito le formule analitiche:

$$f_t = 0.5 \frac{F_{max}}{A}$$

$$\tau_0 = \frac{f_t}{1.5}$$

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{1.05 F}{A \gamma}$$

<i>campione</i>	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Altezza (mm)	F_{max} (kN)	f_t (MPa)	τ_0 (MPa)	$\tau_{0,R} / \tau_{0,NR}$ (%)	G_{bil} (MPa)	G_{sec} (MPa)
01 -IN	1205	722	1220	131.98	0.076	0.051	117%	111	176
02 - IN+CRM	1215	605	1200	265.16	0.180	0.120	279%	285	530
03 - UR	1213	588	1200	92.29	0.065	0.043	-	147	459

Tabella 1

CRM: RINFORZO DI MASCHI MURARI - PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM

(UNIPG)



PROVA DIAGONALE IN SITU SU CRM (UNIPG)-CONFRONTO DEI RISULTATI SPERIMENTALI CON LE NTC18 E CON IL CALCOLO

TABELLA RIASSUNTIVA	NTC18 Circolare Esplicativa	Prove diagonali sperimentali	Calcolo analitico
	$\tau_{0,1}$ [MPa]	$\tau_{0,2}$ [MPa]	$\tau_{0,3}$ [MPa]
Muratura non rinforzata	0,032 Tab. C8.5.I)	0,043	/
Muratura rinforzata con iniezioni di malta LIMECRETE IR	0,064	0,051	/
Muratura rinforzata con solo intonaco armato con rete RG66 NET	0,08	0,10	0,110
Muratura rinforzata con iniezioni di malta LIMECRETE IR + intonaco armato con rete RG66 NET	0,112	0,12	/

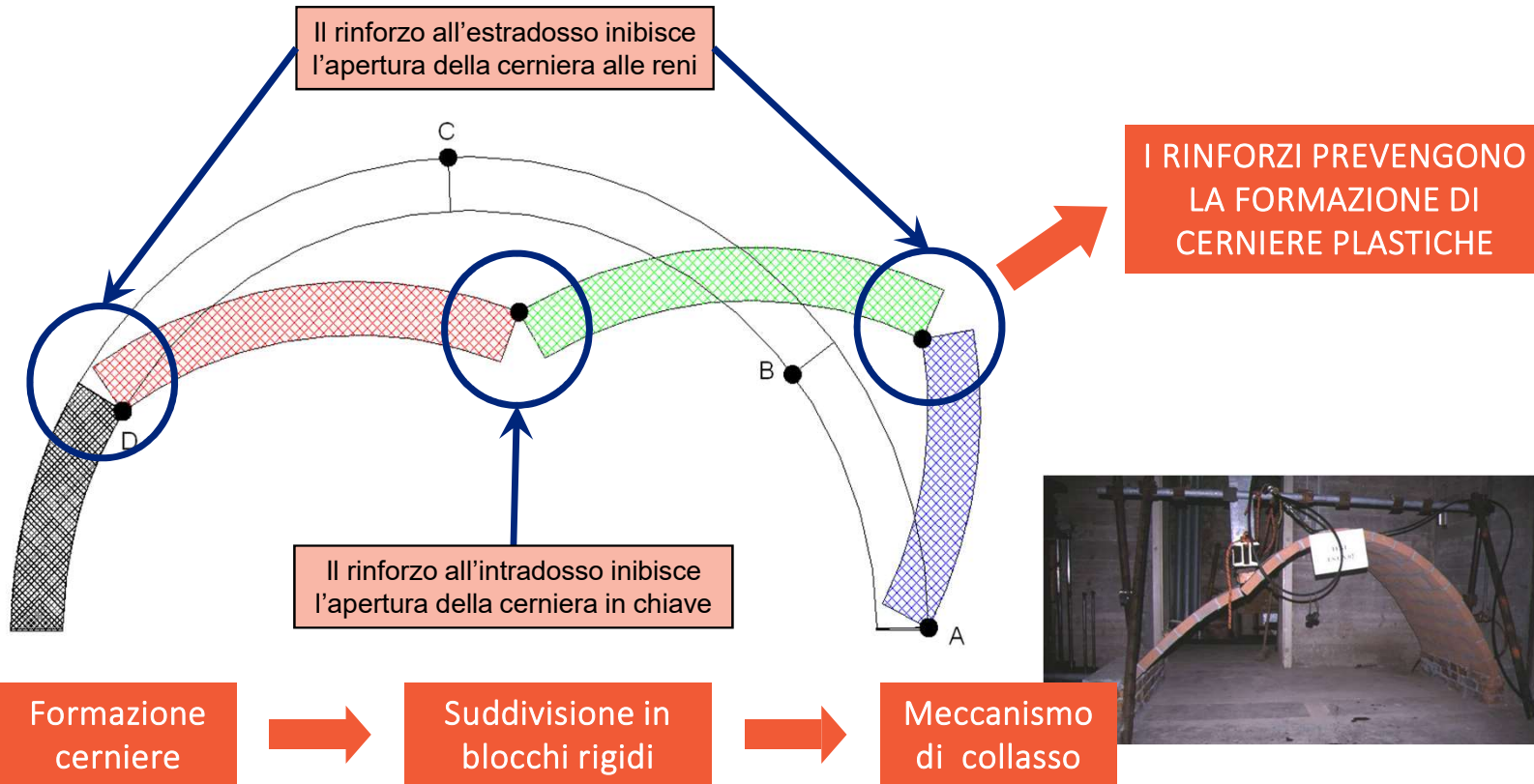
	Malta buona	Ricorsi o lislature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

ESECUZIONE DEL RINFORZO CRM SU MURATURA

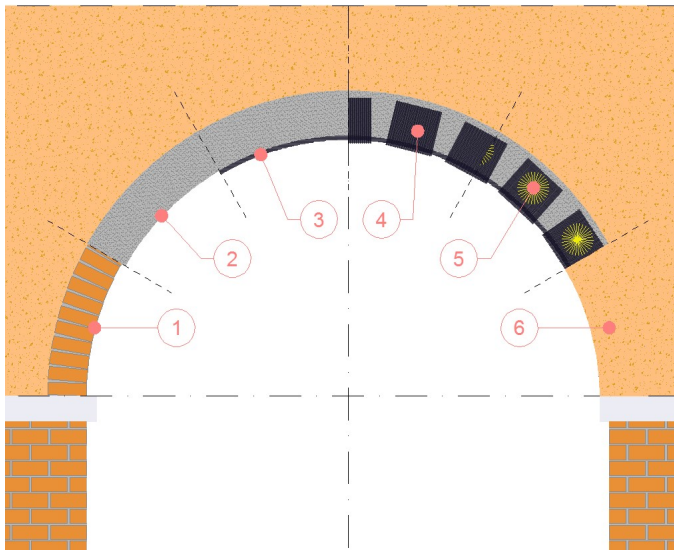


RINFORZO DEL CINEMATISMO DI COLLASSO PER ELEMENTI A CURVATURA



FRP - SRP: RINFORZO DI ARCHI

SCHEMA ED ESEMPI (fasi sostanzialmente analoghe al rinforzo FRP per setti murari)



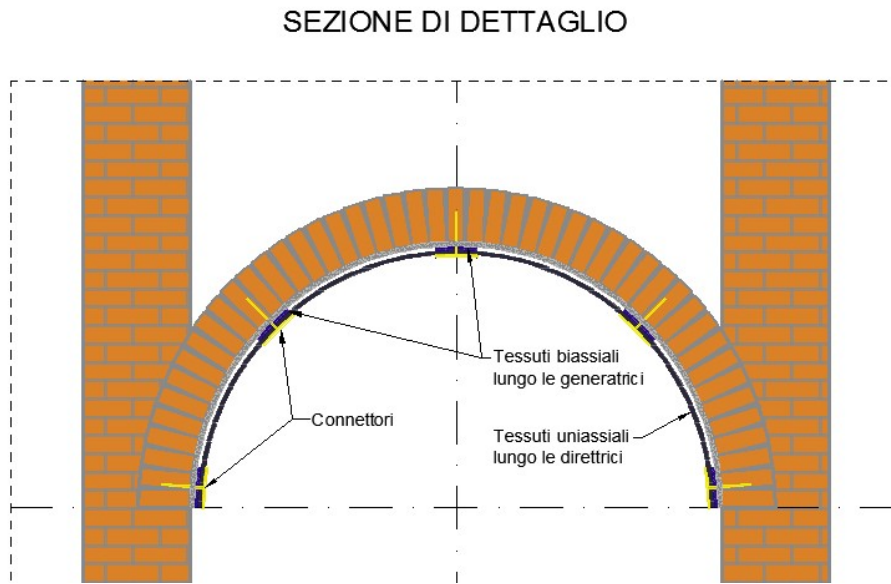
Evitare lamelle rigide (peeling).

Connettori e ancoraggio alle pareti.

Tipicamente il rinforzo avviene all'intradosso.

FRP - SRP: RINFORZO INTRADOSSALE DI VOLTA A BOTTE

SCHEMA ED ESEMPIO



$$p_f \leq 5 \cdot t + b_f \quad b_f \leq 2t$$

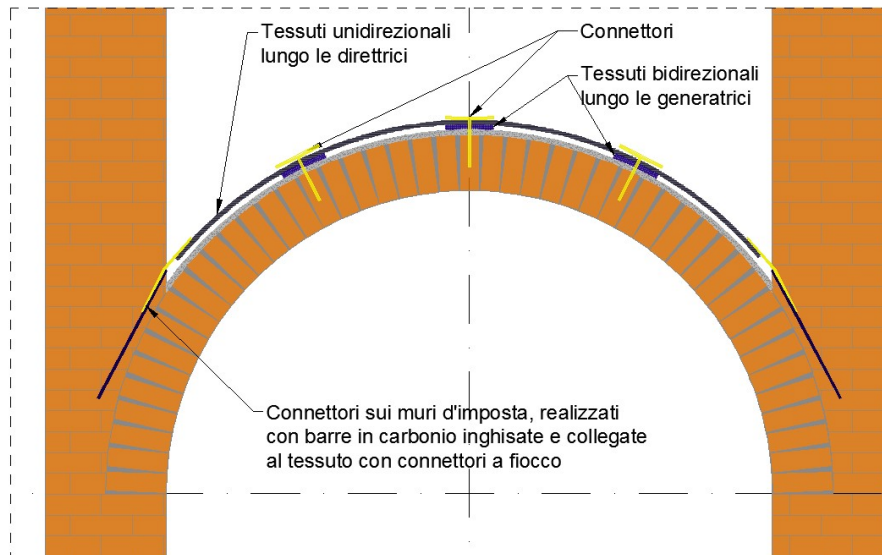
Evitare lamelle rigide (peeling).

Connettori e ancoraggio alle pareti.

FRP - SRP: RINFORZO ESTRADOSSALE DI VOLTA A BOTTE

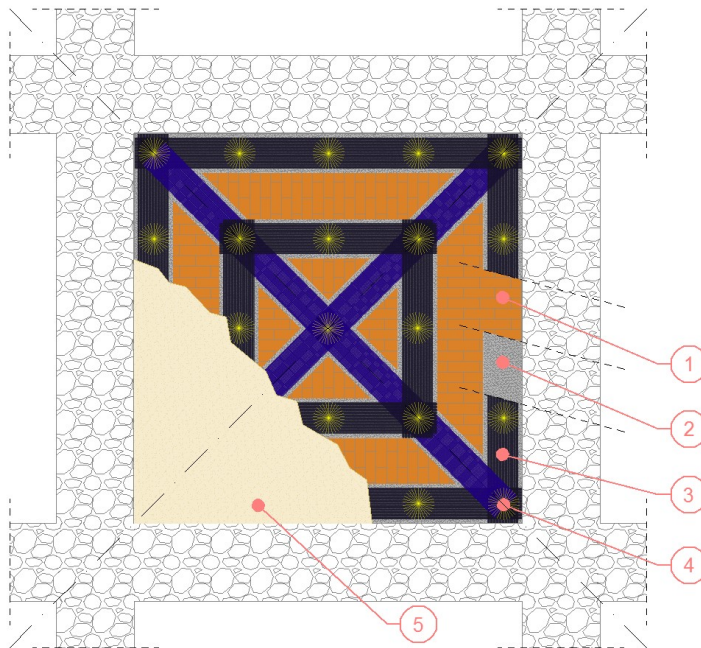
SCHEMA ED ESEMPIO

SEZIONE DI DETTAGLIO



FRP - SRP: RINFORZO ESTRADOSSALE DI VOLTA A CROCIERA

SCHEMA ED ESEMPI (Le fasi sono analoghe al rinforzo FRP per setti murari)



Connettori e ancoraggio alle pareti.

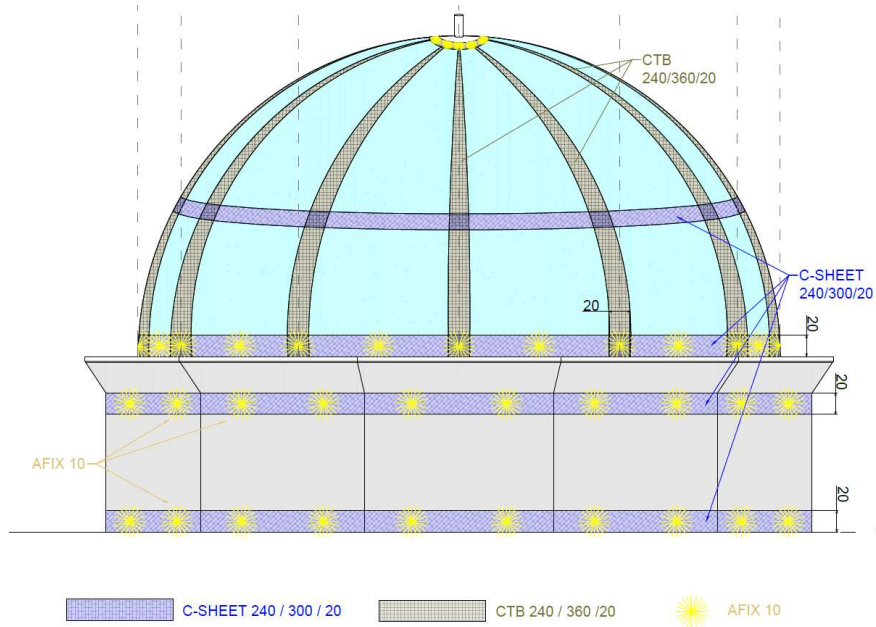
FRCM: RINFORZO ESTRADOSSALE DI VOLTA A CROCIERA E A BOTTE

ESEMPI



FRCM: RINFORZO ESTRADOSSALE DI CUPOLA

ESEMPIO (fasi analoghe al rinforzo murario con FRCM)

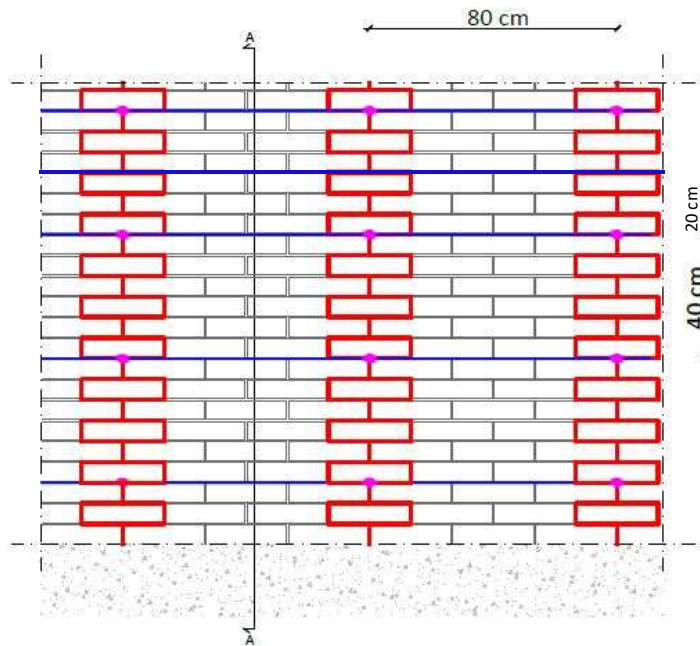


Cupola in Israele

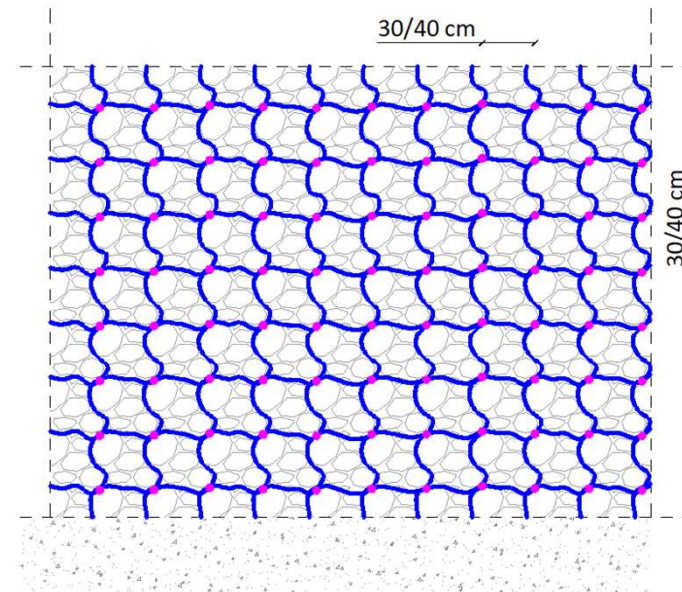
RINFORZO DI PARETI IN MURATURA

MEDIANTE SISTEMA ANCHORSTEEL NET PER FACCIA A VISTA

Schema applicativo per murature **regolari**



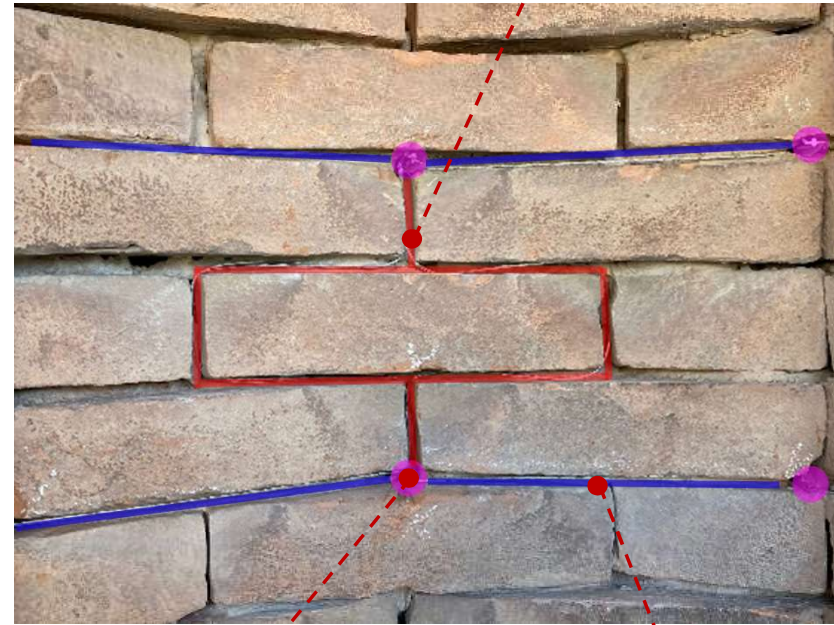
Schema applicativo per murature **irregolari**



ESEMPI DI RINFORZO SU LATERIZIO REGOLARE MAGLIA 80/20 cm



Trefoli verticali in acciaio UHTSS

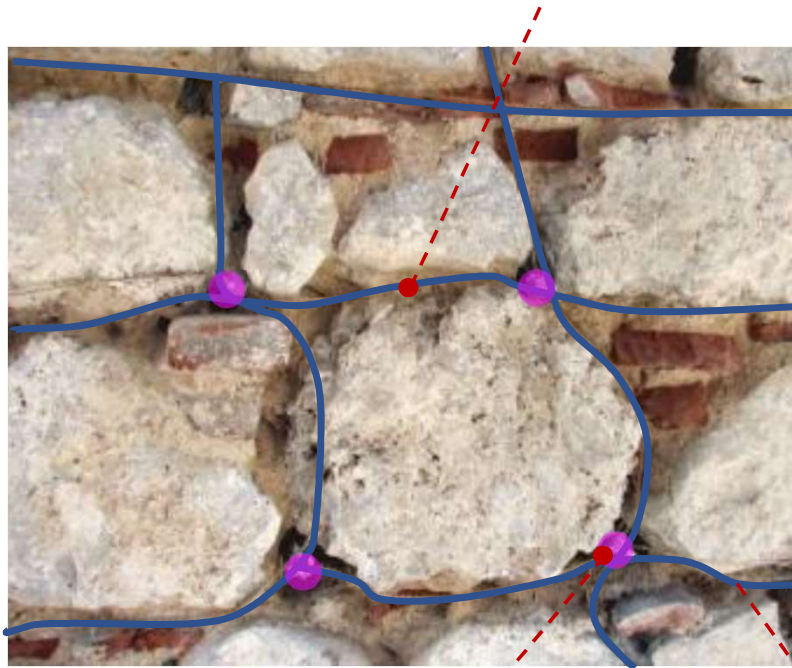


Barre elicoidali **STEEL ANCHORFIX**

Trefoli orizzontali in acciaio UHTSS

ESEMPI DI RINFORZO SU PIETREME SQUADRATO MAGLIA CA. 30-40 cm

Trefoli verticali in acciaio UHTSS



Barre elicoidali STEEL ANCHORFIX

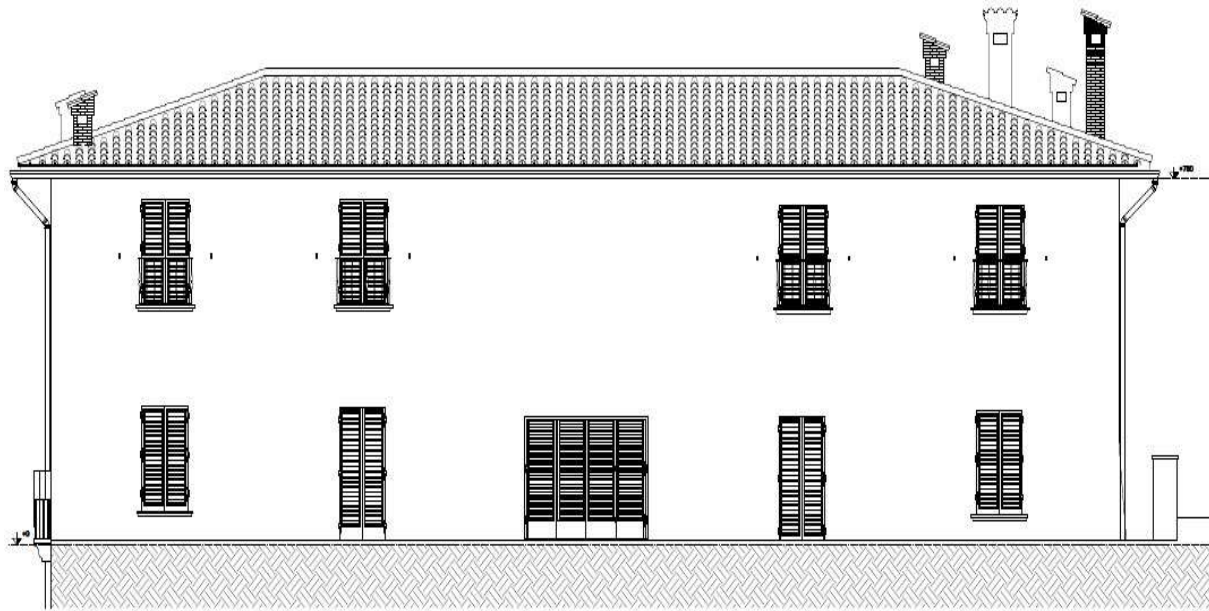
Trefoli orizzontali in acciaio UHTSS

Case History

Esempi di progetti realizzati
e loro concezione



EDIFICIO IN MURATURA MISTA INIZIO '900 DUE PIANI FUORI TERRA 1000 mq



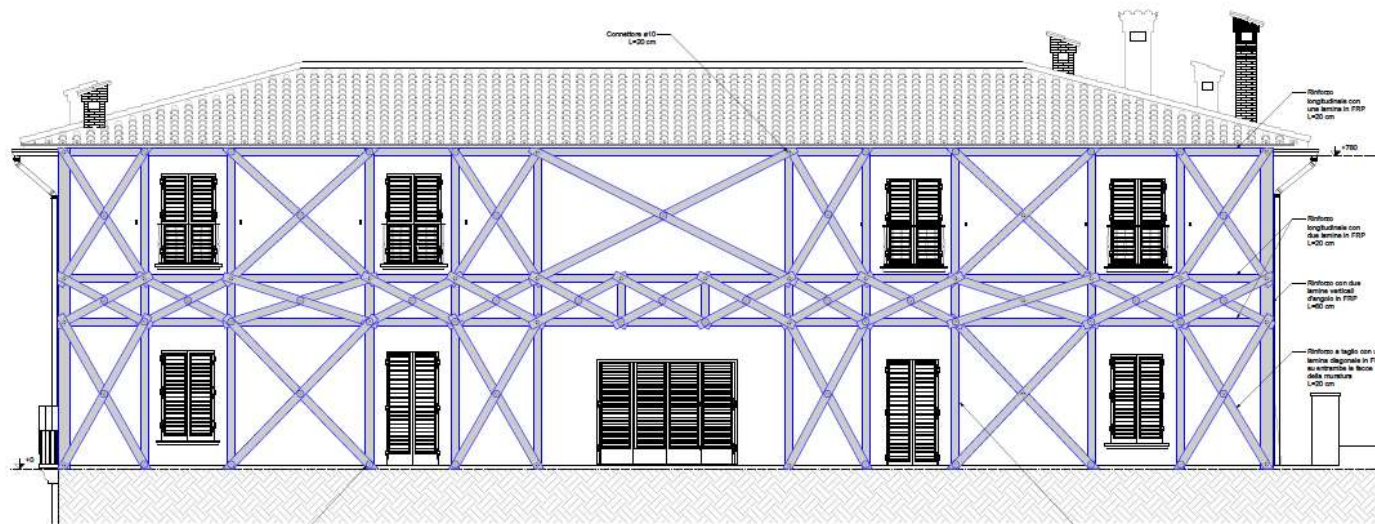
ANALISI DELLO STATO DI FATTO

- Sono state eseguite indagini in-situ esaustive
- Livello di conoscenza LC3
- Fattore di confidenza FC=1
- Analisi dei carichi statici e sismici
- Modellazione e Analisi Non Lineare del Modello
(Domus Wall)
- $V_n = 50$ anni $C = II$ $C_u = 1$ $V_r = 50$
- PGADLC = 0,1341 g
- PGACLC = 0,027 g
- TrC = 10 anni allo SLV
- IS-V,PGA = 0,20 allo SLV
- PAM = 23,31 %
- Classe di Rischio G (D.M. 58 del 28.02.2017)

MIGLIORAMENTO SISMICO DI 3 CLASSI (DM 58 DEL 28/02/17)

Rinforzo con sistema **FRP**

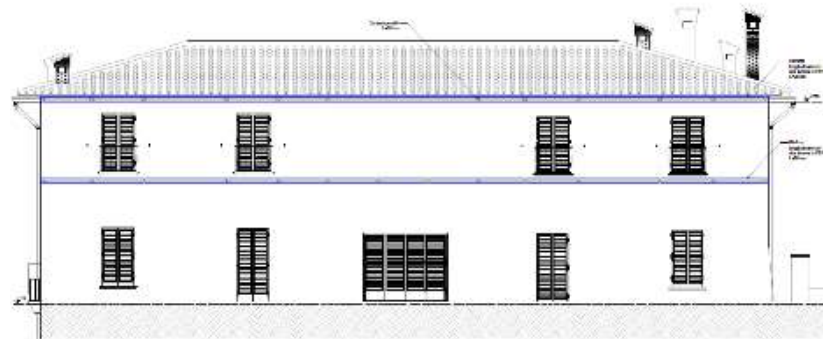
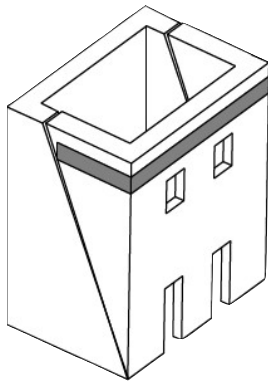
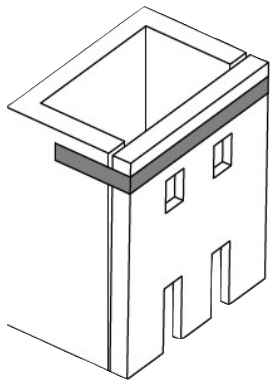
Tessuto in carbonio **C-SHEET 240/300**, Classe 210C



RIBALTAMENTO PER AZIONI FUORI PIANO

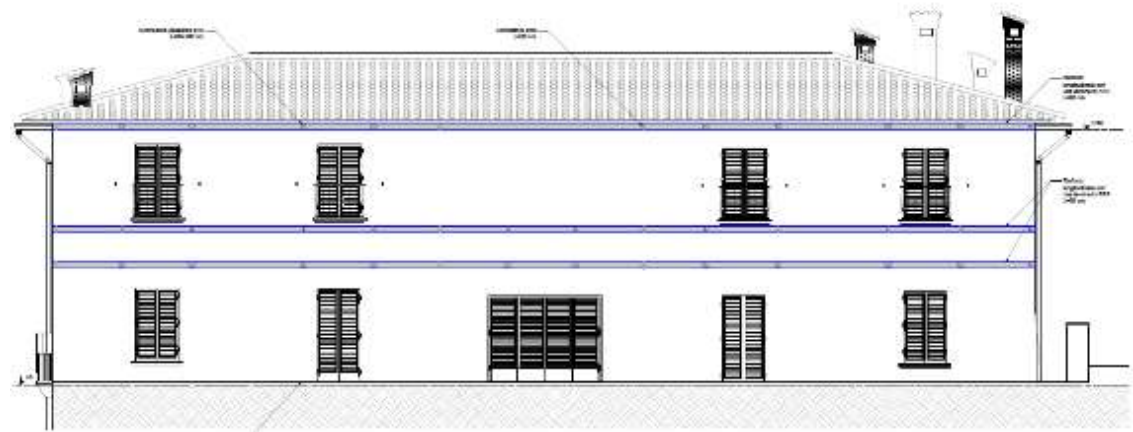
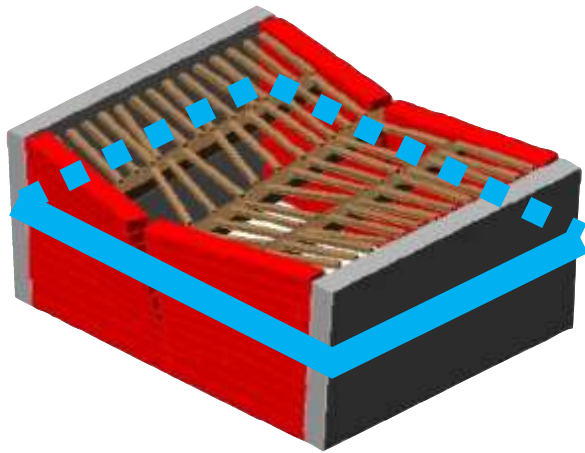
Per **scongiurare** il fenomeno del **ribaltamento**

si è realizzato un **cordolo perimetrale con fasce in fibra di carbonio** $F_d = 39,5 \text{ kN} < F_{rd} = 91 \text{ kN}$



RINFORZO A FLESSIONE DELLA STRISCIA MURARIA ORIZZONTALE

Per ovviare a questo possibile meccanismo di collasso (altezza libera m. 4,5) è stata inserita una seconda fascia orizzontale alla quota degli architravi delle finestre



RINFORZO A FLESSIONE DELLA STRISCIA MURARIA VERTICALE

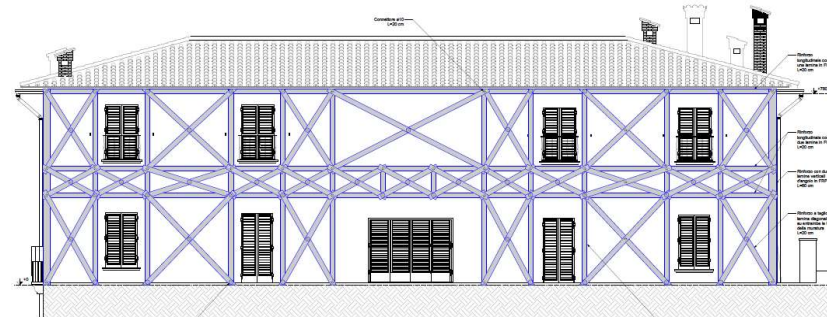
Per ovviare a questo meccanismo di collasso sono state inserite fasce di rinforzo verticale



RINFORZO A TAGLIO

Per il rinforzo a taglio dei pannelli murari perimetrali sono state applicati fasce di rinforzo a Croce di Sant'Andrea su entrambe le facce della parete. **Dati:** $f_m = 1,99 \text{ MPa}$, $\tau_o = 0,0187 \text{ MPa}$

$$V_t = 21 \text{ kN} \quad V_{rd} = 17 \text{ kN} \quad V_{rd} = 38 \text{ kN} \quad V_{rd} / V_t = 1,8$$



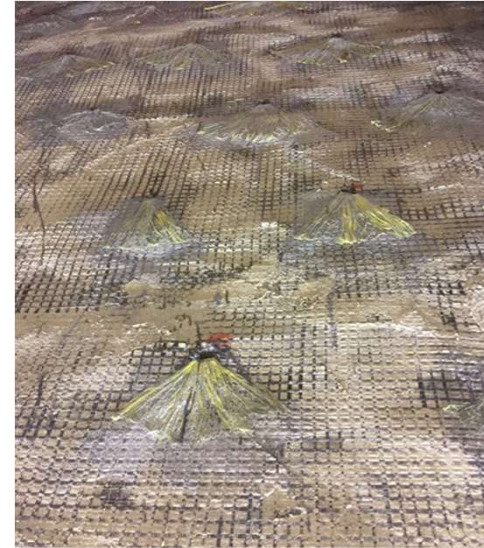
RINFORZO MURATURE INTERNE CON SISTEMA FRCM

Rete di carbonio C-NET 220 BL + malta CONCRETE ROCK S e connettori AFIX 10 in Nr. 6/mq

Dati: $f_m = 1,99 \text{ MPa}$, $\tau_o = 0,0187 \text{ MPa}$; Verifica V_t (sper.) = 25,6 kN

Contributo FRCM: $V_{tf} = 35 \text{ kN}$ Totale $V_{tr} = 60,6 \text{ kN}$

Resistenza limite biella compressa: $V_{tc} = 199 \text{ kN}$; Coeff. Corr. $V_{tr}/V_t = 2,37$ (Circ. C8.5.I-II)

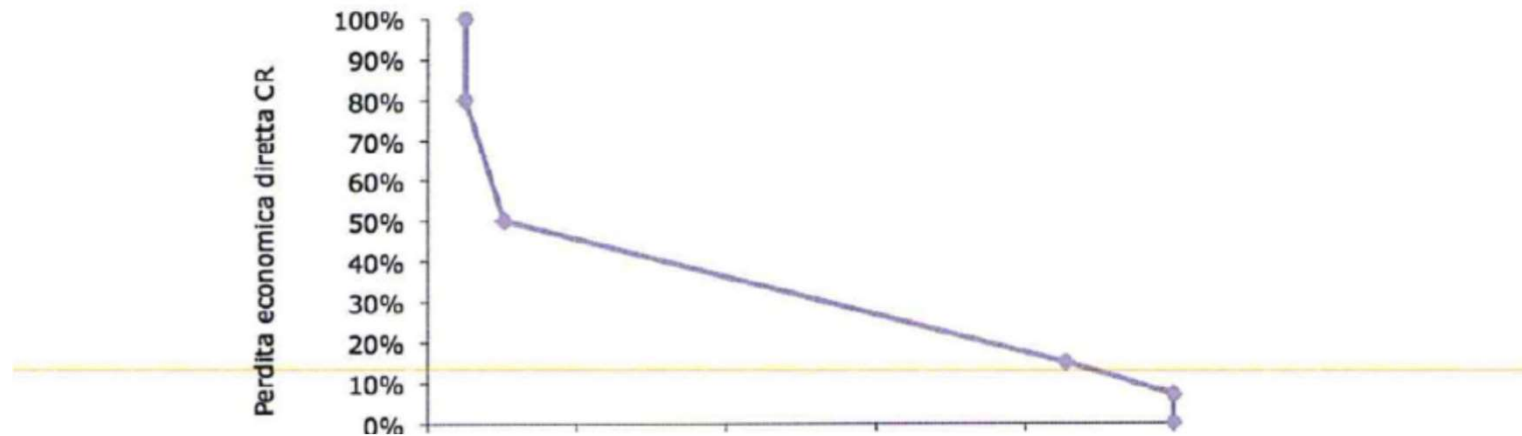


CALCOLO DEL PAM

Calcolo delle accelerazioni al suolo di capacità e dei periodi di ritorno

	PGA_c	PGA_D	T_{rD}	T_{rC}	λ	CR(%)
SLID					0,100	0%
SLO		0,48	30		0,100	7%
SLD	0,320	0,58	50	12	0,085	15%
SLV	0,700	1,34	475	97	0,010	50%
SLC		1,72	975		0,005	80%
SLR					0,005	100%

Andamento della curva che individua il PAM



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

CALCOLO DELLA RESISTENZA COMPLESSIVA DELL'EDIFICIO

Stato di progetto

PGADLC = 0,1341 g

PGACLC = 0,090 g

TrC = 97 anni SLV

IS-V,PGA = 0,67

PAM = 3,27 %

Classe di Rischio D

Stato di fatto

PGADLC = 0,1341 g

PGACLC = 0,027 g

TrC = 10 anni allo SLV

IS-V,PGA = 0,20 allo
SLV

PAM = 23,31 %

Classe di Rischio G

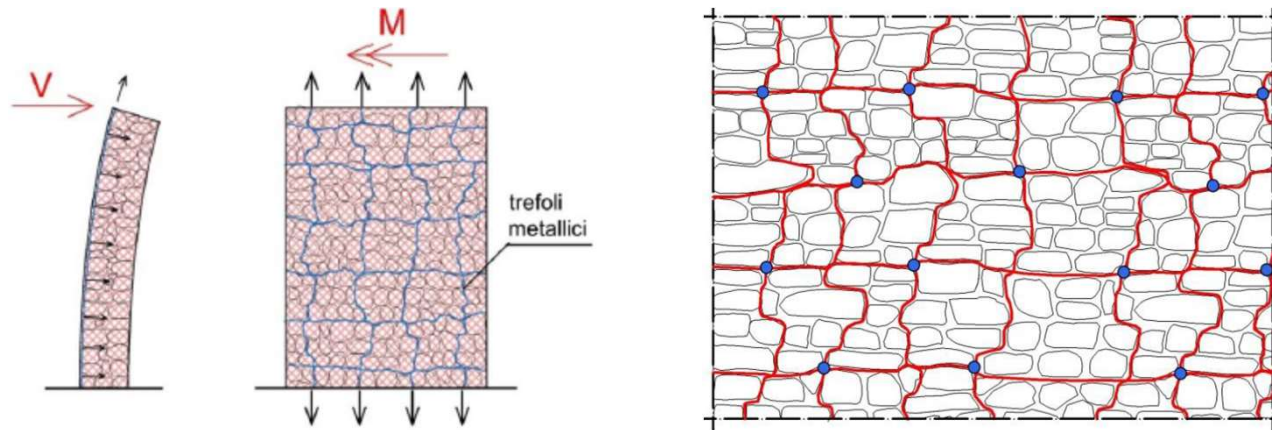
**Miglioramento di 3 classi di rischio
Costo 450 Euro/mq**

I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

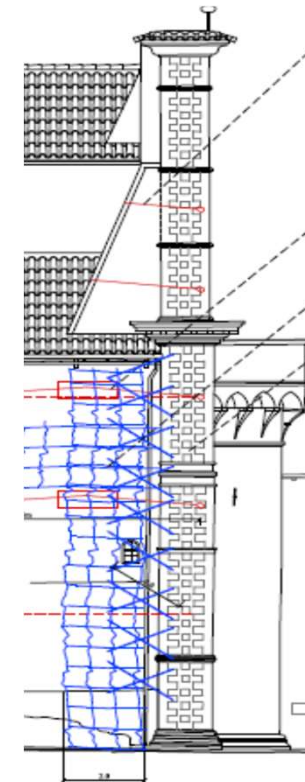
**Il più importante monumento de L'Aquila restaurato con le tecnologie G&P intech insignito del premio
European Heritage Award 2020**



Ristilatura armata con reticolo **ANCHORSTEEL NET** formato da barre elicoidali INOX **STEEL ANCHORFIX Ø 10**, trefolo in acciaio **ANCHORSTEEL** e malta di allettamento **LIMECRETE TA M10**



Rinforzo murature con **reticolo ANCHORSTEEL NET** maglia 45 cm ca.



LINEA GUIDA

Prevenzione e sicurezza sismica

Soluzioni di miglioramento e adeguamento sismico per l'accesso alle agevolazioni fiscali.
Parere tecnico CSLP –CNI – DM 58.2017

- ✓ SUPERBONUS 110%
- ✓ SISMABONUS
- ✓ BONUS FACCIATE

Scaricabile gratuitamente al seguente link

[Linea Guida](#)



SAIE 2021

7 - 9 Ottobre, 2021, Bari, Italia

COSTRUITO ESISTENTE IN ITALIA - ISTAT

13 mio edifici residenziali costruiti

85% degli edifici costruiti ante 1990

30% degli edifici costruiti nel periodo 1945-1970



In particolare i condomini fino al 1974 in pieno boom economico sono stati costruiti in assenza di qualsiasi norma antisismica e peraltro anche di normative in campo energetico, termico ed acustico.

Oggi questi fabbricati sono giunti al termine della loro vita nominale di 50 anni



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

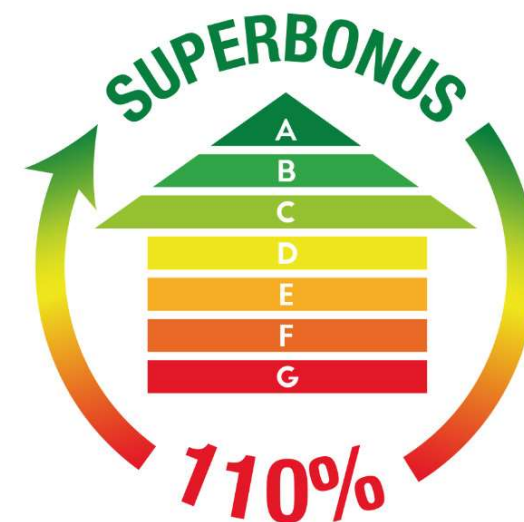


SUPERSISMABONUS

Dati ISTAT 2018 solamente 8 fabbricati hanno richiesto il SISMABONUS a fronte di 330.000 pratiche di ECOBONUS.

Il **SUPERBONUS110** **DL 34/2020** consente quindi di accedere ai benefici fiscali a costo praticamente azzerato per una ristrutturazione integrata del condominio dal punto di vista sismico ed energetico/impiantistico.

Non può essere considerato **SOSTENIBILE** un intervento che non preveda la sicurezza statica della struttura. Non può essere sostenibile un fabbricato in Classe A+ energetica che crolla dopo un sisma.



SUPERSISMABONUS

SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

Il settore delle costruzioni assorbe il 36% di emissioni CO₂ , 50% consumo materie prime, 35% energia, 35% rifiuti.

Sostenibilità significa abbassare questi valori in modo significativo secondo il

Live Cycle Thinking. Quindi utilizzare anche materiali riciclabili, vicini all'opera, nel fine vita con poco materiale alla discarica, ridotte manutenzioni, utilizzo sostenibile, basso impatto in caso di sisma o calamità naturali.

QUINDI RENDERE L'OPERA SICURA!



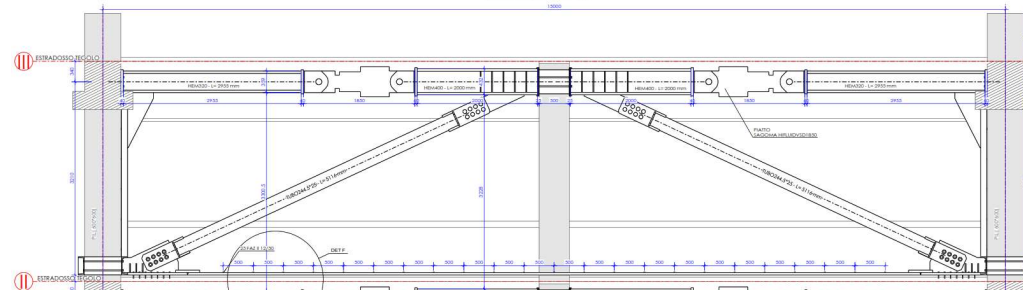
SUPERSISMABONUS

Tra le tecniche di intervento ai fini della sicurezza sismica del fabbricato esistente utilizzabili nell'ambito del SISMABONUS ci sono:

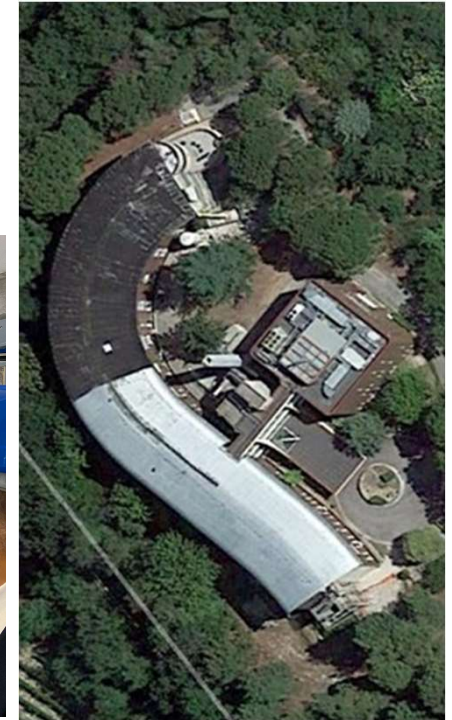
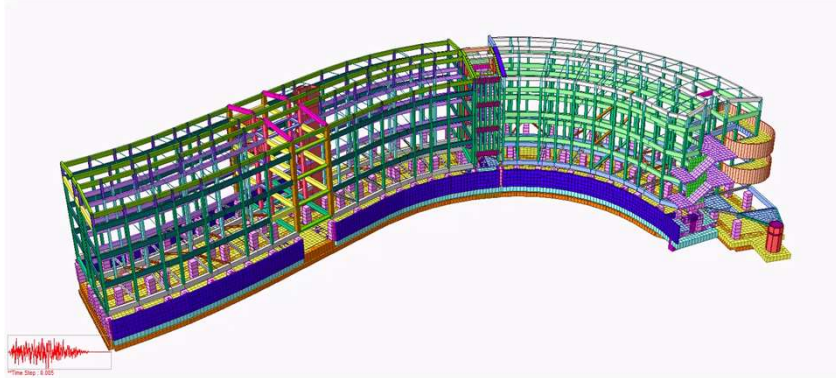
- 1) interventi locali e globali dall'esterno del fabbricato che andremo principalmente ad esporre in questa Linea Guida con bassa invasività , costi limitati, velocità esecutiva
- 2) isolamento alla base della struttura
- 3) controventi dissipativi, torri dissipative
- 4) esoscheletri a guscio sismoresistenti



SUPERSISMABONUS - CONTROVENTI DISSIPATIVI



SUPERSISMABONUS - ISOLAMENTO ALLA BASE





SAIE 2021

7 - 9 Ottobre, 2021, Bari, Italia

SUPERSISMABONUS

Il vantaggio della soluzione per interventi locali o globali dall'esterno nel caso di condomini in c.a. (ordita nelle due direzioni) o muratura portante consente nel rispetto della normativa esistente migliorare sismicamente la struttura di una classe (metodo speditivo) con interventi light dall'esterno, non invasivi e di rapidità esecutiva attraverso l'impiego dei materiali compositi. Si semplifica inoltre considerevolmente l'iter progettuale, pre-progettuale (raccolta dati e diagnostica) e burocratico (autorizzazione sismica) rendendo più veloce l'intero iter progettuale ed esecutivo in linea con le necessità del Superbonus



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.





SAIE 2021

7 - 9 Ottobre, 2021, Bari, Italia

Linea Guida - Prevenzione e sicurezza sismica

PRESENTAZIONE

G&P Intech grazie alla propria trentennale esperienza nell'ambito della ristrutturazione, ricostruzione e prevenzione sismica ha predisposto una **Linea Guida specifica, al fine di fornire degli strumenti tecnici ed operativi utili per le progettazioni relative al Superbonus 110%, Sismabonus e Bonus Facciate.**

Download al seguente link

[Linea Guida SuperSismabonus 110%](#)



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.





SAIE 2021

7 - 9 Ottobre, 2021, Bari, Italia

PERCHÉ PREDISPORRE UNA LINEA GUIDA

Questa **Linea Guida** è stata redatta allo scopo di fornire ai professionisti, studi tecnici, general contractor e imprese un documento di comprovata validità al fine di realizzare, in linea con i Bonus Fiscali, interventi di miglioramento sismico light non invasivi, dall'esterno del fabbricato.



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.



QUALI SONO I VANTAGGI

I vantaggi essenziali della **Linea Guida** sono i seguenti:

- consentire al progettista di lavorare con dei protocolli tecnici ed economici in linea col D.L. 34/2020 e succ. modifiche;
- operare principalmente dall'esterno del fabbricato con bassa invasività e disagio per i condomini;
- rapidità esecutiva;
- impiego di tecnologie ampiamente certificate, affidabili ed efficaci.



RINFORZO NODO D'ANGOLO IN CFRP



ANTIRIBALTA DIFFUSO STG-STG1



FASCIA DI PIANO IN CFRP



Visita di studenti dell'Università di Cassino ai cantieri della ricostruzione di L'Aquila – sisma 2009

Visita di professionisti al cantiere Palazzo della Ragione di Mirandola (MO)- sisma 2012



I materiali compositi a matrice organica ed inorganica. Il loro corretto impiego per progettisti, direttori lavori, collaudatori. Il SuperSismaBonus per condomini.

L'INNOVAZIONE NEL SISTEMA DELLE COSTRUZIONI

Grazie per l'attenzione

Contatti Puglia :

[Nicola Rella cell. 340 0561840](tel:3400561840)

[Ruggero Lanotte 392 9512764](tel:3929512764)

