



WEB ACADEMY

WEBINAR TECNICI

# CALENDARIO

**Mercoledì 22 Aprile 2020 10:00 – 12:00**

1. Ripristino e riqualificazione murature.  
Dalla diagnosi all'intervento.

**Venerdì 24 Aprile 2020 15:00 – 17:00**

2. Ripristino e riqualificazione  
calcestruzzi e c.a.  
Dalla diagnosi all'intervento.

**Martedì 28 Aprile 2020 10:30 – 12:00**

3. Impermeabilizzazioni attive di  
interrati, tunnel, metro, parcheggi.

**Mercoledì 29 Aprile 2020 10:30 – 12:00**

4. Impermeabilizzazioni delle coperture  
pedonabili e carrabili.

**Martedì 5 Maggio 2020 16:00 – 18:00**

5. Isolamento e dissipazione sismica –  
Il Progetto CasA+

**Mercoledì 6 Maggio 2020 16:30 – 18:00**

6. Riqualificazione funzionale strade,  
ponti, viadotti, tunnel.

**Venerdì 8 Maggio 2020 17:00 – 18:00**

7. Le vernici termoceramiche per  
l'efficientamento energetico.



## 2. Ripristino e riqualificazione calcestruzzi e c.a.

Dalla diagnosi  
all'intervento.

Venerdì 24 Aprile 2020

15:00 – 17:00

# Topics



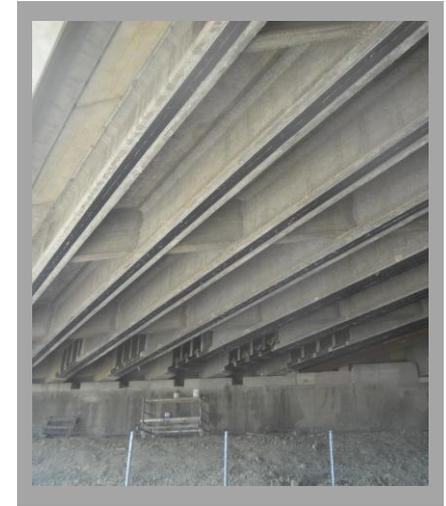
Diagnosi e prove sul  
calcestruzzo



Recupero e ripristino  
del calcestruzzo



Interventi di rinforzo  
del calcestruzzo



Case history

# Diagnosi e prove sul calcestruzzo

Processo conoscitivo del calcestruzzo attraverso prove e indagini e durabilità delle strutture in c.a.



# Valutazione sicurezza edifici esistenti

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi delle costruzioni esistenti devono tenere conto dei seguenti aspetti della costruzione:

- lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- difetti insiti ma non palesi di impostazione e di realizzazione;
- azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- degrado e/o modifiche significative, rispetto alla situazione originaria.

E' pertanto necessario conoscere:

- la geometria e i particolari costruttivi;
- le proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni;
- i carichi permanenti.

# Valutazione sicurezza edifici esistenti

Decisioni da prendere con adeguate verifiche:

- a) l'uso della costruzione possa continuare senza interventi; (quale vita utile ?);
- b) l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso); (Beni Culturali, strutture strategiche);
- c) Aumento della sicurezza strutturale, mediante interventi locali, di miglioramento, di adeguamento.

# Indagini diagnostiche per caratterizzazione materiali c.a.

Si possano effettuare prove sui materiali mediante indagini limitate, estese o esaustive in funzione del livello di conoscenza che si vuole ottenere.

Possono essere impiegate prove PnD se di comprovata affidabilità e tarate sulle prove PD.

- **Indagini limitate:** saggi in situ a campione per completare le informazioni sui materiali e per integrare la documentazione progettuale dell'epoca. LC1 con indagine storico critica.
- **Indagini estese:** prove in situ più ampie in mancanza dei costruttivi originali o per non rispondenza ai test a campione limitati.
- **Indagini esaustive:** per un livello di conoscenza più accurata, in mancanza del progetto originale (certificati di prova) o per non rispondenza ai test a campione limitati e estesi.

Per numero e localizzazione delle prove in situ in base al livello di conoscenza richiesto si dovrà pertanto considerare quanto previsto nelle NTC e cioè la combinazione degli effetti quali l'analisi storico-critica, la documentazione progettuale disponibile e il rilievo geometrico. **Sarà inoltre importante eseguire verifiche preliminari della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica della struttura al fine di identificare ulteriori prove in situ.**

Le prove devono identificare: - per calcestruzzo resistenza e modulo elastico - per acciaio: snervamento, rottura e allungamento.

# Indagini diagnostiche per caratterizzazione materiali c.a.

Una premessa fondamentale a tutto quanto si dirà nel seguito è che **un'errata o non perfetta esecuzione delle prove può influenzare significativamente i risultati dell'indagine al punto da compromettere la validità delle valutazioni sulla sicurezza dell'opera e delle decisioni progettuali**, a partire da quella principale, riguardante la sua conservazione o la demolizione.

Non è superfluo sottolineare che rispetto a quest'ultimo punto, una cattiva esecuzione delle indagini conoscitive dei materiali e della struttura possono condurre a incrementi di spesa ingiustificati e, nel caso in cui tale spesa sia a carico dello Stato, **a un danno erariale**.

In funzione della maggiore o minore invasività, le prove si suddividono in distruttive e non distruttive.

# Indagini diagnostiche per caratterizzazione materiali c.a.

L'esecuzione delle **prove distruttive** induce sugli elementi indagati un danneggiamento e, quindi, necessita di cautela e di personale specializzato sia per la loro realizzazione sia per il conseguente ripristino strutturale. Occorre poi una **particolare attenzione e cura nella pianificazione e interpretazione dei risultati**, per ottimizzare il numero di prove necessarie in relazione al livello di conoscenza da conseguire. Le prove distruttive rappresentano il modo più diretto con cui determinare la resistenza dei materiali e, pertanto, si ritiene che esse garantiscano la certezza dei risultati. Tale assunzione, però, appare fuorviante quando nella fase di prelievo non si adottano le giuste cautele.

Le **prove non distruttive** determinano la resistenza per via indiretta, attraverso la misura di parametri ad essa correlata, **senza arrecare sostanziali disturbi ai materiali e alla struttura**. Essendo un metodo indiretto, quindi, è però importante calibrare i risultati su un adeguato numero di indagini distruttive.

Si evidenzia, comunque, che sia le prove distruttive che quelle non distruttive comportano un inevitabile disturbo negli ambienti in cui si svolgono le indagini, per la necessità di rimuovere le finiture quali l'intonaco e/o i rivestimenti nelle zone oggetto di indagine.

# Prove PnD non distruttive per calcestruzzo

- **Pacometriche:** consentono di determinare posizione e diametri delle armature.
- **Sclerometriche:** consentono di determinare la resistenza del calcestruzzo a mezzo durezza superficiale. È molto influenzata dalla carbonatazione. Sono affidabili se associate a prove ultrasoniche (metodo SonReb).
- **Ultrasoniche:** consentono di determinare la resistenza del calcestruzzo in base alla velocità di propagazione delle onde ultrasoniche in esso. Metodo SonReb.
- **Metodo SonReb:** è la combinazione di prove sclerometriche e ultrasoniche per determinare le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo. Richiedono sempre delle prove limitate su carote per la necessaria calibrazione.

Battute Sclerometriche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media	Media ricalcolata
faccia A	31	32	34	30	32	32	32	34	36	34	32.7	<b>32.7</b>
faccia B	32	31	33	34	33	32	36	33	35	38	33.7	<b>33.7</b>

Media		Media		Media ricalcolata		Media ricalcolata		Media		Media ricalcolata	
faccia "A"		faccia "B"		faccia "A"		faccia "B"		faccia "A+B"		faccia "A+B"	
Dev. Stand.	Coef. Var.	Dev. Stand.	Coef. Var.	Dev. Stand.	Coef. Var.	Dev. Stand.	Coef. Var.	Dev. Stand.	Coef. Var.	Dev. Stand.	Coef. Var.
1.8	5.4%	2.1	6.3%	1.8	5.4%	2.1	6.3%	2.0	5.9%	2.0	5.9%

# Prove PnD non distruttive per calcestruzzo

- **Georadar:** consentono di rappresentare parametri fisici bi-tridimensionali evidenziando particolari caratteristiche dei volumi investigati (presenza di metalli, cavità, tubazioni, ecc.).
- **Prove di carico (NTC):** consentono di determinare il comportamento elastico di solai e scale. Il carico applicato deve indurre le massime sollecitazioni di esercizio “per combinazioni rare”. Il carico deve essere preferibilmente uniformemente distribuito.

Altre prove PnD, meno indicative per il tema in esame, sono quelle tomografiche, di caratterizzazione dinamica e termografiche.

## Prove PD distruttive per calcestruzzo e acciaio

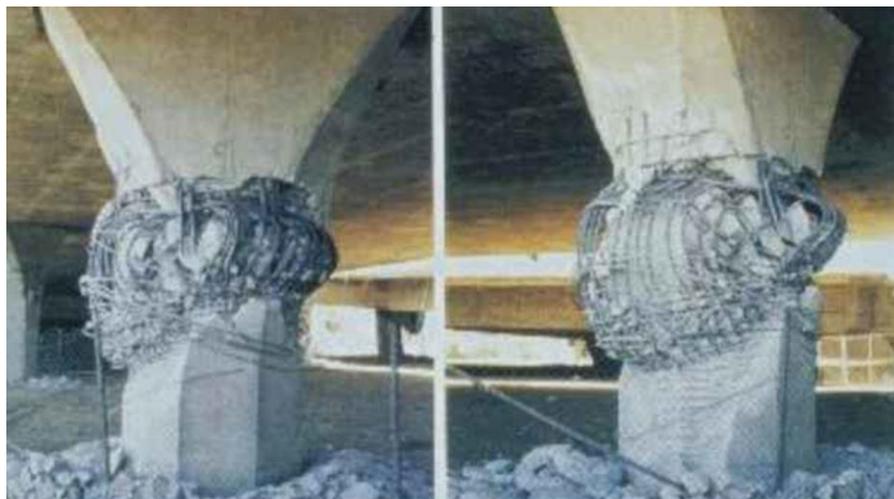
- Prove di pull off per determinare la resistenza a trazione del calcestruzzo e necessaria per l'impiego di FRP ( $> 0,9$  MPa).
- Prove di trazione su barre di armatura d'acciaio estratte dalla struttura (NTC). Lunghezza barra 450 mm. Prelievo da elementi poco sollecitati a trazione.
- Prove di compressione su carote di calcestruzzo (NTC). Misura la resistenza cilindrica del calcestruzzo correlata alla resistenza cubica tramite la formula:

$$R_c = \frac{f_c}{0.83} \quad f_c \text{ con altezza/diametro} = 2$$

# Danni e crolli per sisma in strutture in c.a.



# Danni e crolli per sisma in ponti e viadotti



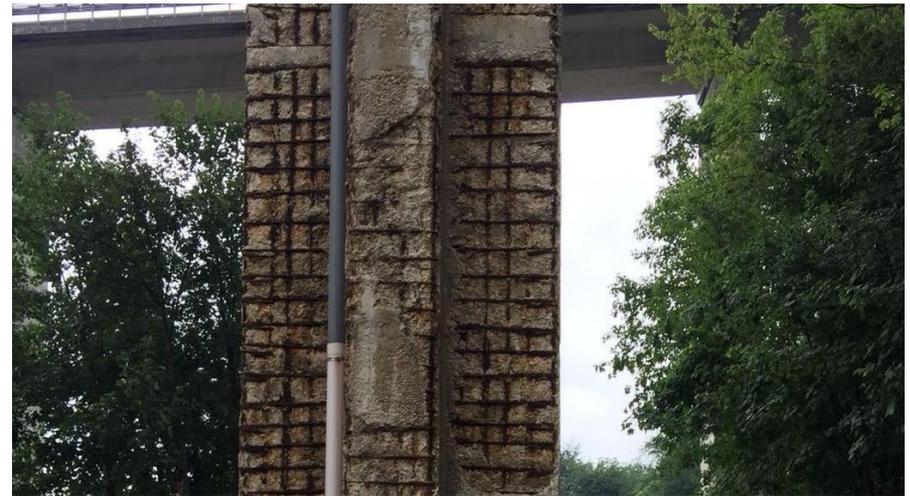
# Danni e crolli per sisma in strutture in c.a. Ecuador sisma 2016



# Danni e crolli per sisma in strutture in c.a. (in basso Albania 2019)



# Danni e crolli di viadotti per mancanza di manutenzione e riqualificazione



# Danni e crolli di viadotti per mancanza di manutenzione e riqualificazione



# Durabilità e manutenzione?

## NTC18 Cap. 2.2.4 Durabilità

Un adeguato livello di durabilità può essere garantito progettando la costruzione, e la specifica manutenzione, in modo tale che il degrado della struttura, che si dovesse verificare durante la sua vita nominale di progetto, non riduca le prestazioni della costruzione al di sotto del livello previsto.

Tale requisito può essere soddisfatto attraverso l'adozione di appropriati provvedimenti stabiliti tenendo conto delle previste condizioni ambientali e di manutenzione ed in base alle peculiarità del singolo progetto, tra cui:

a) **scelta opportuna dei materiali in relazione alle Classi di Esposizione X0, XC,...**

*omissis*

e) **pianificazione di misure di protezione e manutenzione;** oppure, quando queste non siano previste o possibili, progettazione rivolta a garantire che il deterioramento della costruzione o dei materiali che la compongono non ne causi il collasso;

f) **impiego di prodotti e componenti chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche, indispensabili alla valutazione della sicurezza, e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Capitolo 11;**

g) **applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali, soprattutto nei punti non più visibili o difficilmente ispezionabili ad opera completata;**

h) **adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.**

**Le condizioni ambientali** devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità.

# Durabilità e manutenzione ?

## NUOVE COSTRUZIONI

Nelle NTC18 la vita nominale diventa di **progetto** e viene immediatamente associata alla necessaria manutenzione (mentre nelle NTC 2008 si parlava semplicemente di manutenzione ordinaria). Si ribadisce che questi aspetti sono tutt'altro che marginali e vanno a esplicitare e aggiungere determinate responsabilità in capo al progettista.

Inoltre si differenzia il livello prestazionale dell'opera ai fini della durabilità dalla Classe d'uso, essendo quest'ultimo relativo ai coefficienti minimi di sicurezza.

Pertanto il progetto diventa un rapporto tecnico-economico tra progettista e committente.

Quindi sono necessarie:

A) Specifiche prestazionali dei materiali legate alla durabilità attesa (e non alle garanzie prodotto)

B) Programma di manutenzione ordinaria e straordinaria ed eventuali monitoraggi ai fini del mantenimento dei livelli minimi prestazionali richiesti.

# Durabilità e manutenzione ?

## EDIFICI ESISTENTI

I criteri della sicurezza per es. sismica consentono per gli edifici ordinari (Cap. 8 NTC18) e dei Beni Culturali (DPCM 9 febbraio 2011) livelli inferiori ad una vita nominale  $V_n$  di 50 anni.

I piani manutentivi saranno pertanto commisurati a tali livelli anche inferiori di  $V_n$ .

**Strutture ordinarie:** alla fine della vita utile si dovrà valutare se migliorare o demolire

**Infrastrutture:** alla fine della vita utile si dovrà valutare se adeguare o demolire

**Beni Culturali ed opere vincolate:** qui non c'è scelta e pertanto i miglioramenti, necessariamente poco invasivi, potranno richiedere frequenti manutenzioni o delocalizzazione del servizio (es. museale, scuola, ...), oltre al monitoraggio ove possibile.

Anche in questo caso le specifiche prestazionali dovranno pertanto garantire livelli tecnici e di durabilità adeguati alle attese progettuali.

# Recupero e ripristino del calcestruzzo

Interventi per il ripristino e il recupero del calcestruzzo e dei ferri d'armatura



# 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)
- Azione di dilavamento dell'acqua
- Fessurazioni per stati di coazione (variazioni termiche, ritiro, cedimenti...)

Classi esposizione: UNI 11104



Diventano problematiche per porosità elevata e copriferro insufficiente



# Modalità d'intervento – fasi principali

1. **Valutazione dello stato di deterioramento** del calcestruzzo esistente, con determinazione dei fenomeni di corrosione dell'acciaio di rinforzo, profondità di carbonatazione, resistenza di adesione della superficie del calcestruzzo.
2. **Preparazione delle superfici** in funzione delle valutazioni sopra indicate con **rimozione dello strato superficiale** di calcestruzzo carbonatato e/o debolmente adeso, a bassa resistenza, per ottenere una superficie ruvida in grado di supportare uno strato di malta per la riparazione. La demolizione della superficie degradata del calcestruzzo (anche delle malte di ripristino applicate) **può essere effettuata** a mezzo di **idrodemolizione** e/o **idrosabbatura fino a scoprire i ferri d'armatura**. Pulitura della superficie da polvere, sporco, materiali incoerenti, olii, grassi, ecc.. mediante lavaggio con acqua in pressione.
3. **Pulitura** della superficie dei **ferri** mediante spazzolatura a secco e/o sabbatura.
4. **Applicazione di passivanti** sui ferri d'armatura. In presenza di forti riduzioni delle sezioni d'acciaio, valutare la possibilità di **integrare l'armatura esistente**.
5. **Iniezione di resine** per il consolidamento delle fessurazioni.
6. **Ricostruzione delle sezioni e delle parti ammalorate** con malte apposite: tixotropiche fibrorinforzate, a ritiro compensato e resistenti alla carbonatazione.
7. **Applicazione di rasanti e/o vernici anticarbonatanti e protettivi** (dagli agenti chimici, acqua, ecc...).

# 1. Valutazione dello strato 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 CO<sub>2</sub>



## 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.



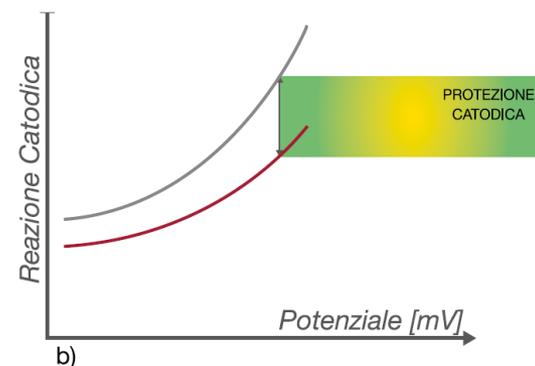
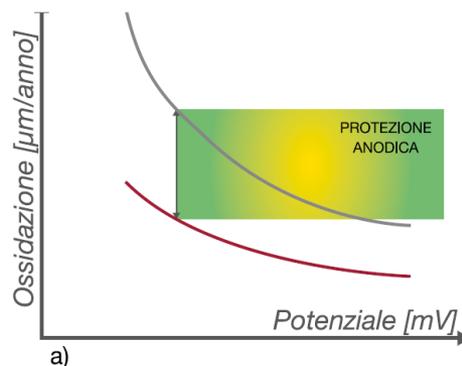
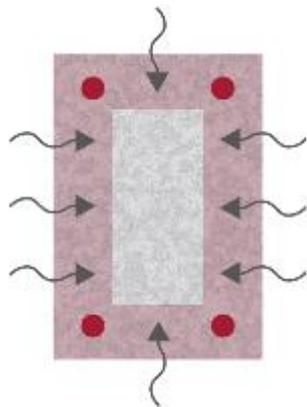
## 6. Ricostruzione delle parti ammalorate con malte apposite

- Eventuale applicazione di **primer** per migliorare l'adesione: RESIN 78
- **Malta cementizia** CONCRETE ROCK V, fibrorinforzata, antiriro e tixotropica
- In alternativa malta cementizia **bi-componente** CONCRETE ROCK V2, per una migliore adesione al supporto
- Per spessori fino a circa 6-7 cm possibilità di impiegare **malte colabili** entro cassero, tipo CONCRETE ROCK H, additate anche con inerti.



## 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



— Calcestruzzo di riferimento

— Calcestruzzo trattato

# Interventi di rinforzo del calcestruzzo

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

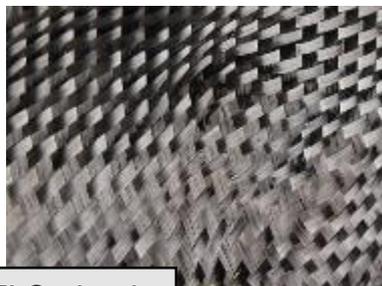


# Rinforzi FRP System

1. 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



LAMELLE CFK



CONNETTORI  
AFIX-CFIX-SFIX



STEEL NET G

## Rinforzi FRCM – CRM System

2. FRCM – SRG: il sistema è formato da un kit di cui fanno parte i materiali compositi costituiti da una rete in fibra di carbonio o da un tessuto in acciaio UHTSS (SRG) immersa in una matrice inorganica cementizia, fissate con specifici connettori omologati.

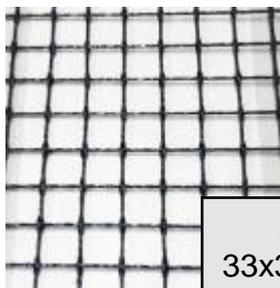


C-NET



STEEL NET G

3. CRM: il sistema è formato dalla rete rigida preformata, in fibra di vetro AR. La malta o betoncino certificato, nel caso del c.a. è di tipo cementizio – polimerico.



RG NET BA  
33x33 66x66 99X99



CONNETTORE  
RG FIX 10

# Normativa per la progettazione

**FRP – SRP:** La normativa tecnica di riferimento principale è la **CNR DT 200 R1 2013**, che è stata recepita come normativa tecnica di comprovata validità, secondo le indicazioni del Cap. 12 delle NTC18. Ulteriori indicazioni, specialmente per il rinforzo dei nodi, sono 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 **bozza della 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 per la qualificazione e l'accettazione

## 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 sarà **da giugno 2020, salvo proroghe**.
- Sono dotati di CLASSE.

## FRCM – SRG: DP C.S.LL.PP. n.1 del 08.01.2019

- Per **tutti i sistemi FRCM** l'obbligo dei CVT sarà **dal gennaio 2021**.

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

- Per **tutte le reti CRM** l'obbligo dei CVT sarà **da giugno 2020, salvo proroghe**.
- Sono dotati di CLASSE.

DISPOSTO MINISTERIALE NEL  
PERIODO TRANSITORIO

## Disposto ministeriale nel periodo transitorio

“Viene previsto un periodo transitorio di 12 mesi o più secondo proroga, entro il quale per quanto concerne l’impiego di compositi a matrice inorganica **FRCM**, i Fabbricanti che abbiano presentato al Servizio Tecnico Centrale istanza di CVT per compositi realizzati con le suddette fibre, nelle more del rilascio o diniego del certificato, possono commercializzare i medesimi prodotti per i quali è stata richiesta la certificazione; in tal caso, tutte le forniture devono essere accompagnate da una apposita dichiarazione – resa sotto la propria responsabilità – che i sistemi in questione sono conformi alle disposizioni della Linea Guida di cui all’art. 1 del decreto 8 gennaio 2019 e succ.

**Analogamente** lo stesso disposto ministeriale viene applicato **per tessuti in acciaio e basalto FRP e per le reti CRM**, essendo le linee guida di qualificazione state emanate il 29 maggio 2019.

# Prove di accettazione FRP – COKIT

La **direzione lavori** deve **effettuare prove di accettazione** obbligatorie dei materiali in cantiere (utilizzo COKIT (Assocompositi - POLIMI) o prove in altro laboratorio autorizzato) ai sensi del decreto CSLPP 29/05/19.

## OBIETTIVI

- Verifica delle caratteristiche del tessuto utilizzato (Peso del tessuto per unità di area);
- Verifica delle caratteristiche meccaniche del laminato composito preparato in cantiere (rigidezza e resistenza del laminato riferite all'area netta delle fibre);
- Verifica della temperatura di transizione vetrosa dell'adesivo strutturale impiegato.



## Prove di accettazione FRP – Pull off

Possono essere inoltre effettuate **prove di pull off** (UNI EN 1542; 1015-12; 1348), 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**.



Disco di prova incollato al tessuto



La fase di prova



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

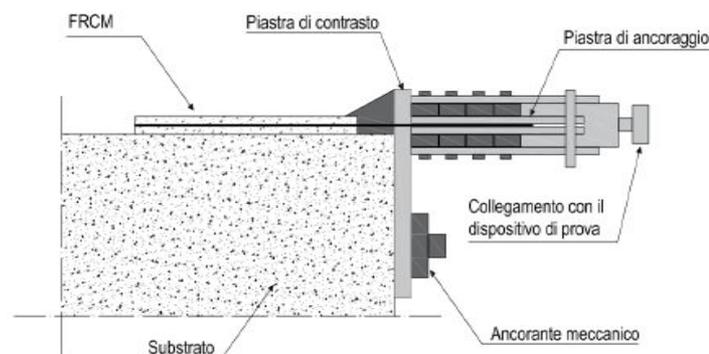
# Prove di accettazione FRCM

La **direzione lavori** deve **effettuare prove di accettazione** obbligatorie dei materiali in cantiere ai sensi del decreto CSLLPP 08/01/19.

## OBIETTIVI

- Verifica delle caratteristiche della rete utilizzata (peso della rete per unità di area);
- Verifica delle caratteristiche meccaniche dell'intonaco armato preparato in cantiere (resistenza ultima del rinforzo FRCM riferite all'area netta delle fibre);

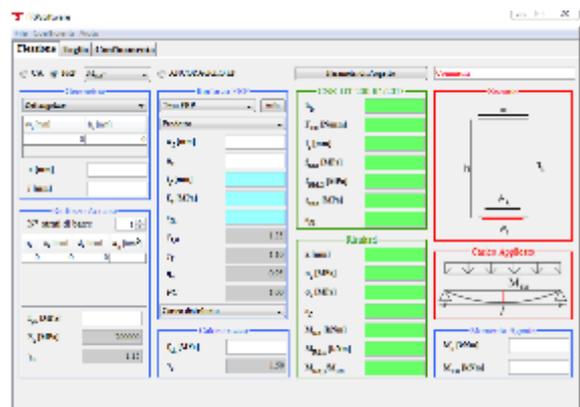
Possono essere inoltre effettuate prove di strappo a taglio, a certificazione della qualità della posa. Ai sensi del CNR DT 215 la tensione di strappo dal supporto non deve essere inferiore all'85% della tensione di distacco di progetto  $\sigma_{lim,conv}$  per specifico supporto, sull'80% delle prove.



# Software G&P intech per c.a.

## FRP<sup>®</sup>sofTware

Software per il calcolo di **rinforzi strutturali per elementi in c.a.** con materiali compositi FRP -SRP



## FRP<sup>®</sup>node

Foglio di calcolo Excel per **rinforzi di nodi Trave - Pilastro** con materiali compositi FRP



# Software G&P intech per c.a.

## GENERALITÀ

FRPsofTware e FRPnode costituiscono uno strumento di aiuto per il progettista che intenda rinforzare **elementi in c.a. e nodi a flessione, taglio e confinamento** con compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP).

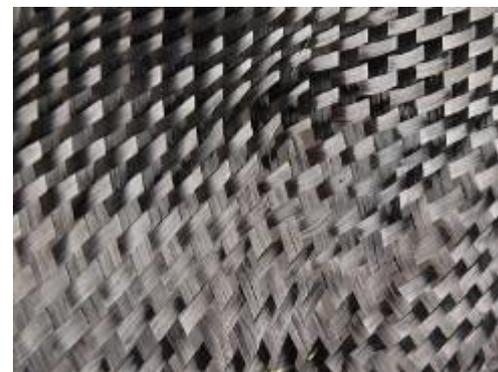
Il software è stato **sviluppato** da **G&P intech** in **collaborazione** con alcuni Dipartimenti Universitari.

FRPsofTware e FRPnode sono **aggiornati** alle ultime normative tecniche e **linee guida DT 200 R1 2013** e alle recenti linee di qualificazione dei materiali compositi (FRP).

I **software** e i relativi **manuali** sono a disposizione **TOTALMENTE GRATUITI** e **SCARICABILI** sul sito:

[www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)

# 1. FRP System: tessuti in fibra di carbonio per calcestruzzo



Nome prodotto	Classe	Direzione	Grammatura
C-SHEET 240/300	210 C (modulo standard)	Uniassiale	300 gr/m <sup>2</sup>
C-SHEET 240/400	210 C (modulo standard)	Uniassiale	400 gr/m <sup>2</sup>
C-SHEET 240/600	210 C (modulo standard)	Uniassiale	600 gr/m <sup>2</sup>
C-SHEET 390/300	350/2800 C (alto modulo)	Uniassiale	300 gr/m <sup>2</sup>
C-SHEET 390/400	350/2800 C (alto modulo)	Uniassiale	400 gr/m <sup>2</sup>
CTB 240/360	210 C (modulo standard)	Biassiale (bilanciato)	360 gr/m <sup>2</sup>
C-SHEET Q 240/380	210 C (modulo standard)	Quadriassiale (bilanciato)	380 gr/m <sup>2</sup>

# 1. FRP System: lamelle pultruse per calcestruzzo

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



Nome prodotto	Classe	Direzione	Spessore
Lamella CFK 150/2000	C 150/2300 (modulo standard)	Uniassiale	1,4 mm
Lamella CFK 200/2000	C 200/1800 (alto modulo)	Uniassiale	1,4 mm

Sono disponibili lamelle con larghezze variabili: 50 – 80 – 100 – 120 – 150 mm.

# 1. FRP System: tessuti in acciaio UHTSS galvanizzato SRP per calcestruzzo

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



Nome prodotto	Classe	Direzione	Grammatura
STEEL-NET G220	190 S	Uniassiale	2200 gr/m <sup>2</sup>
STEEL-NET G350	190 S	Uniassiale	3500 gr/m <sup>2</sup>

# 1. FRP System: resine

Le **resine** e gli adesivi RESIN marcati CE (EN 1504-4) sono utilizzati 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**. È pertanto fondamentale **mescolare** i componenti **A e B** secondo i corretti rapporti di catalisi indicati dal produttore.

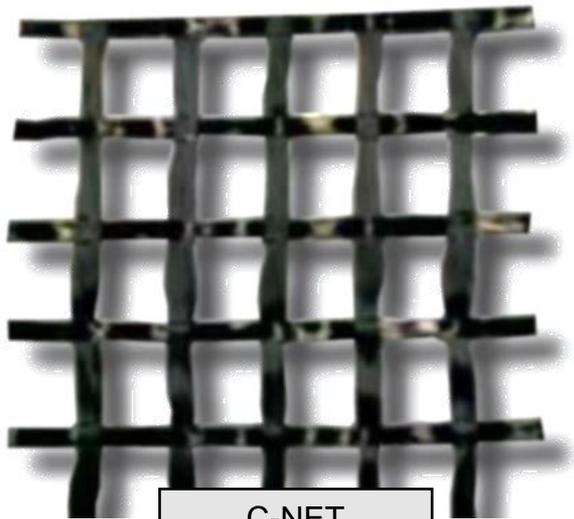
L'**impregnazione del tessuto** deve inoltre **essere garantita per tutto lo spessore**.

Le principali resine sono:

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



## 2. FRCM – SRG System: reti in carbonio e tessuti in acciaio UHTSS galvanizzato per calcestruzzo



C-NET

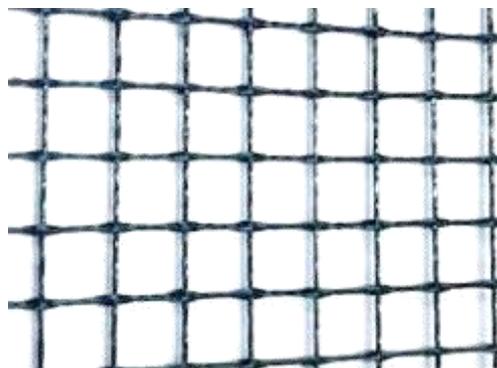


STEEL NET G

### 3. CRM System: reti preformate rigide per calcestruzzo

Le reti in fibra di vetro AR (Alcali Resistente) preformate (GFRP) sono le RG-NET BA insieme ai relativi pezzi speciali ad angolo E-corner RG L25. Come connettori s'impiegano i connettori rigidi ad L RG FIX (con lunghezze da 20 a 50 cm), preformati in GFRP inghisati con resine.

Per il rinforzo di setti murari, cappe armate, rivestimenti in galleria, antisfondellamenti solai. Possono essere impiegate malte cementizie R2, R4, betoncini, calcestruzzo.



Nome prodotto	Direzione	Classe	Carico (per direzione)
RG33 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	168 kN/m
RG66 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	84 kN/m
RG99 NET BA	Bidirezionale (bilanciata)	G38/600	56 kN/m

# Connettori

I connettori sono impiegati per migliorare l'ancoraggio dei rinforzi.

Per la sua resistenza al taglio, in presenza di fibre di carbonio, è preferibile il connettore in aramide AFIX a quello in carbonio CFIX.

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



## Prove sperimentali di rinforzi su c.a.





# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

Studiare il comportamento a **flessione** di travi in c.a. e c.a.p. in **scala reale**, **rinforzate** con **diverse tecniche** di applicazione di **lamelle CFK in CFRP** (Carbon Fiber Reinforced Polymer).

**Confrontare l'incremento delle prestazioni** rispetto ad una trave non rinforzata, in termini di:

1. Momento a fessurazione e rottura;
2. Abbassamento in mezzeria;
3. Rigidezza;
4. Evoluzione del quadro fessurativo.

**Valutare** in che percentuale le **diverse tecniche di applicazione** delle lamelle CFK consentano di **sfruttare le potenzialità del composito** in termini di **deformazione del CFRP a rottura**.



# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

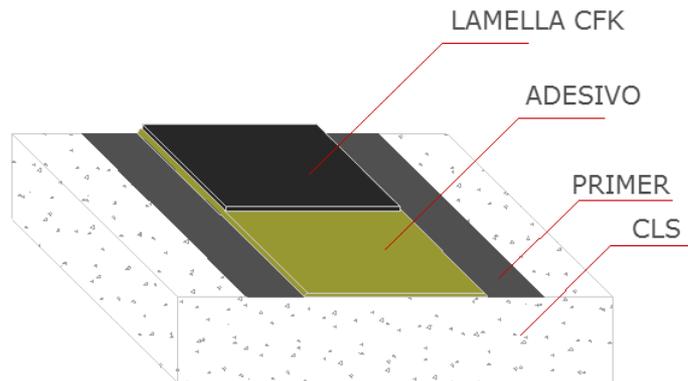
## PROVA A TRAZIONE DEL RINFORZO

Caratteristiche meccaniche rilevate sperimentalmente:

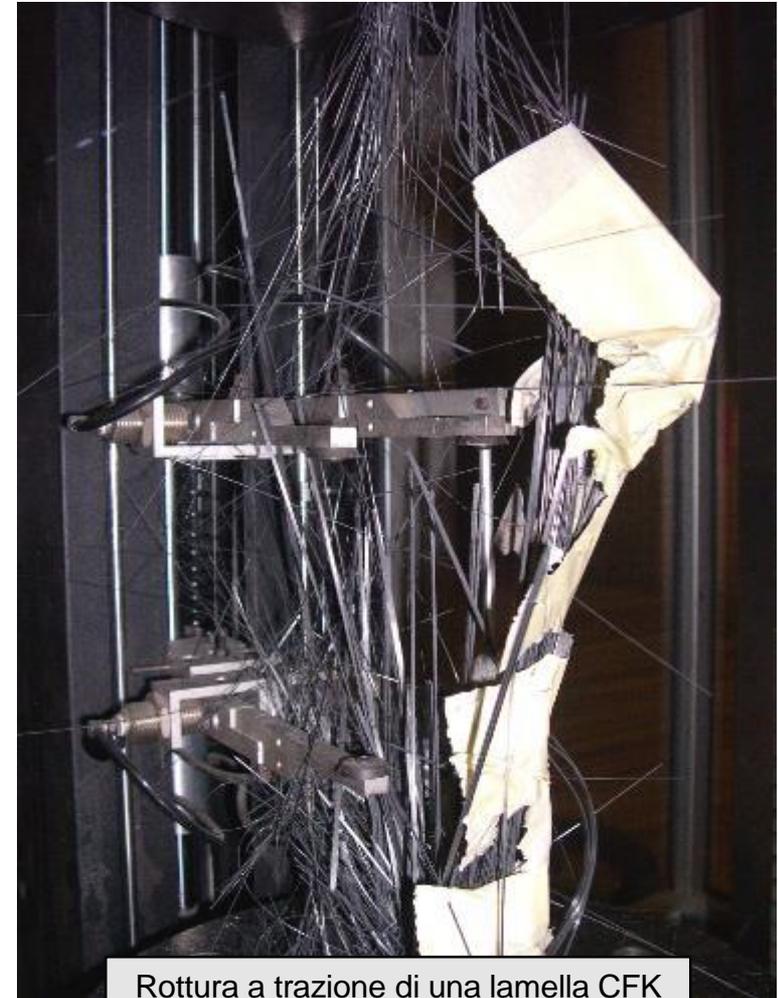
Resistenza a rottura:  $\sigma_{fu} = 2780 \text{ MPa}$

Modulo elastico:  $E_f = 166500 \text{ MPa}$

Def. a rottura:  $\varepsilon_{fu} = 1,8\%$



Modalità di applicazione del rinforzo



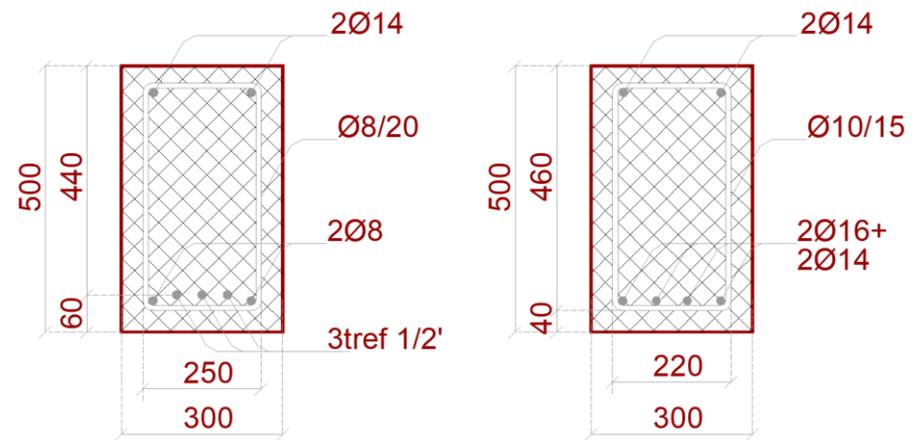
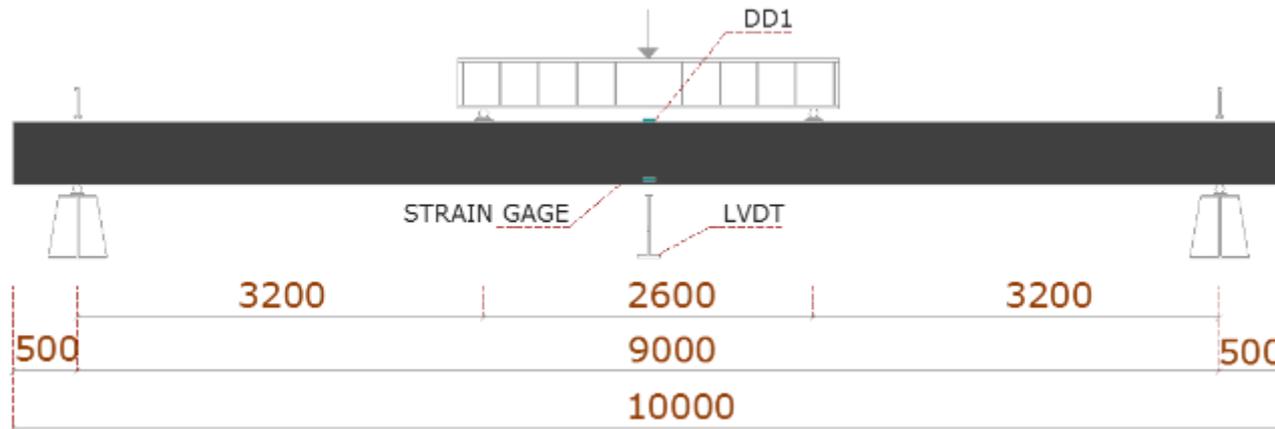


# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

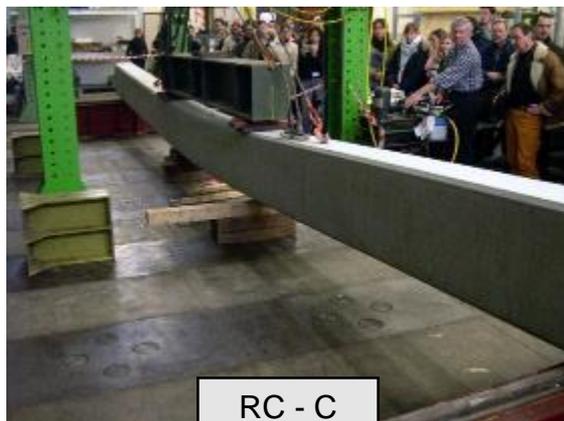


NOME	TIPO	TIPO DI RINFORZO	AREA DI FRP (mm <sup>2</sup> )
n°1 RC-C	C.A.	--	--
n°2 RC-N	C.A.	INCOLLATO	120
n°3 RC-EA	C.A.	INCOLLATO e ANCORATO con piastre	120
n°4 RC-PrEA	C.A.	PRETENSIONATO ANCORATO con piastre	96
n°5 PRC-PrEA	C.A.P.	PRETENSIONATO ANCORATO con piastre	96

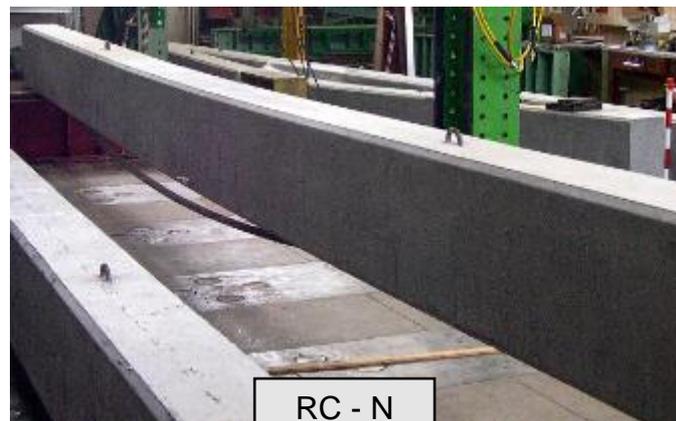
# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)



# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)



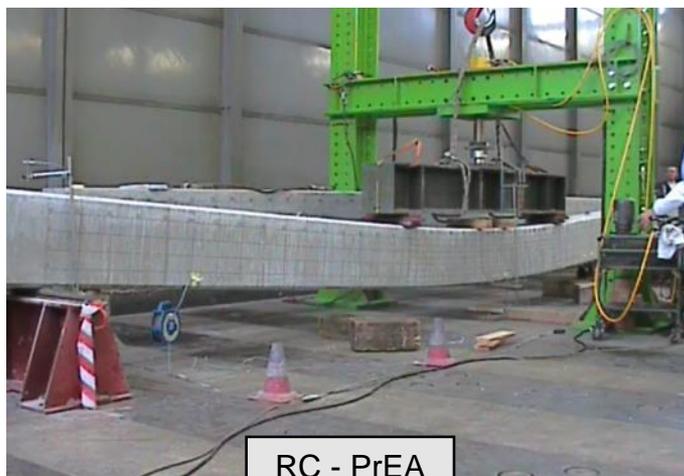
RC - C



RC - N



RC - EA



RC - PrEA



PRC - PrEA

## 2. Ripristino e riqualificazione calcestruzzi e c.a.

*Dalla diagnosi all'intervento.*

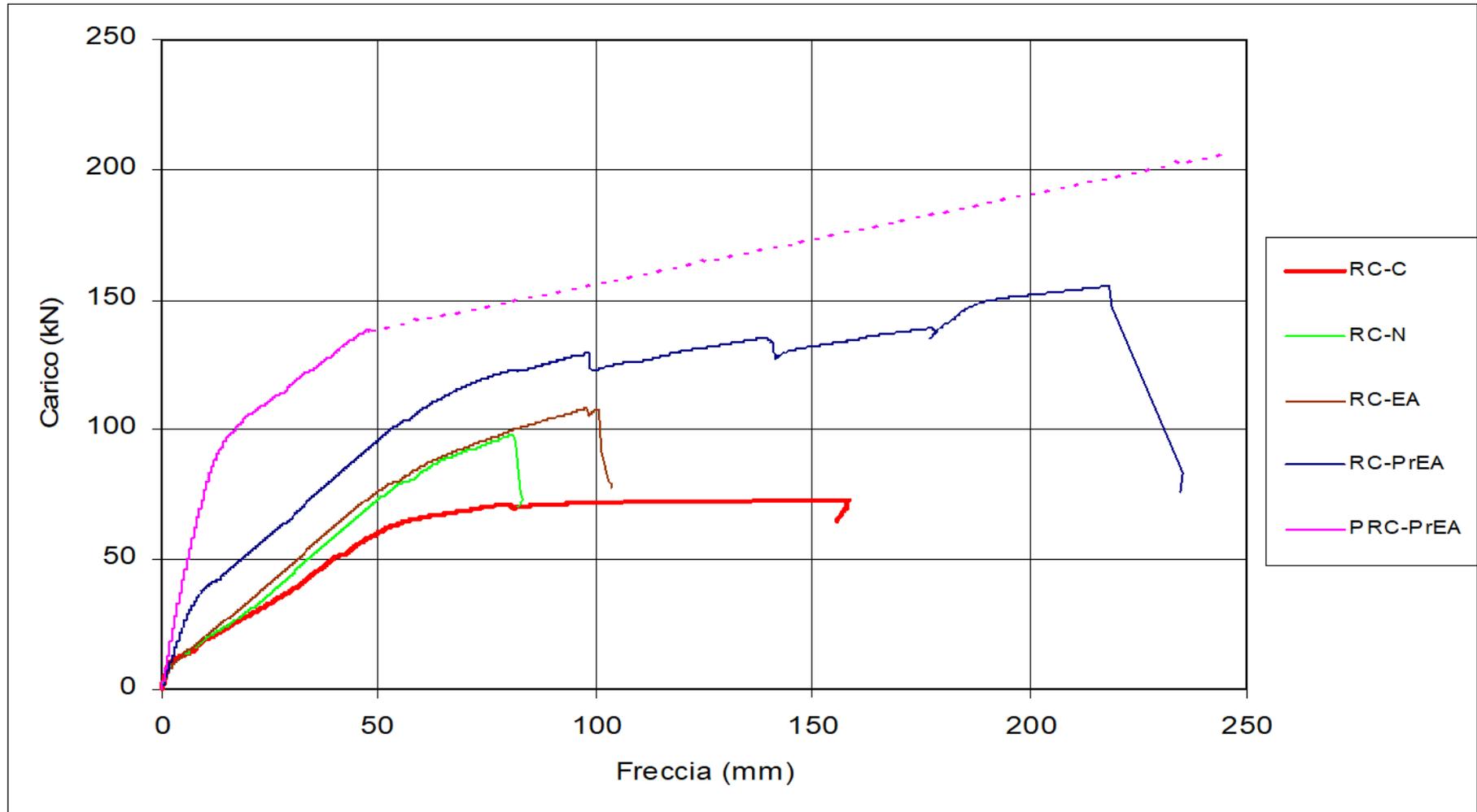
G&P Intech srl

Tel.: +39 0444 522797

E-mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)



# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)





# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

TRAVE	MOMENTO A ROTTURA (kNm)	FRECCIA MASSIMA (mm)	AREA DI FRP (mm <sup>2</sup> )
1. RC-C	161,36	158,20	--
2. RC-N	202,77	81,15	120
3. RC-EA	218,64	100,43	120
4. RC-PrEA	294,54	219,20	96
5. PRC-PrEA	375,81	(245)	96

# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

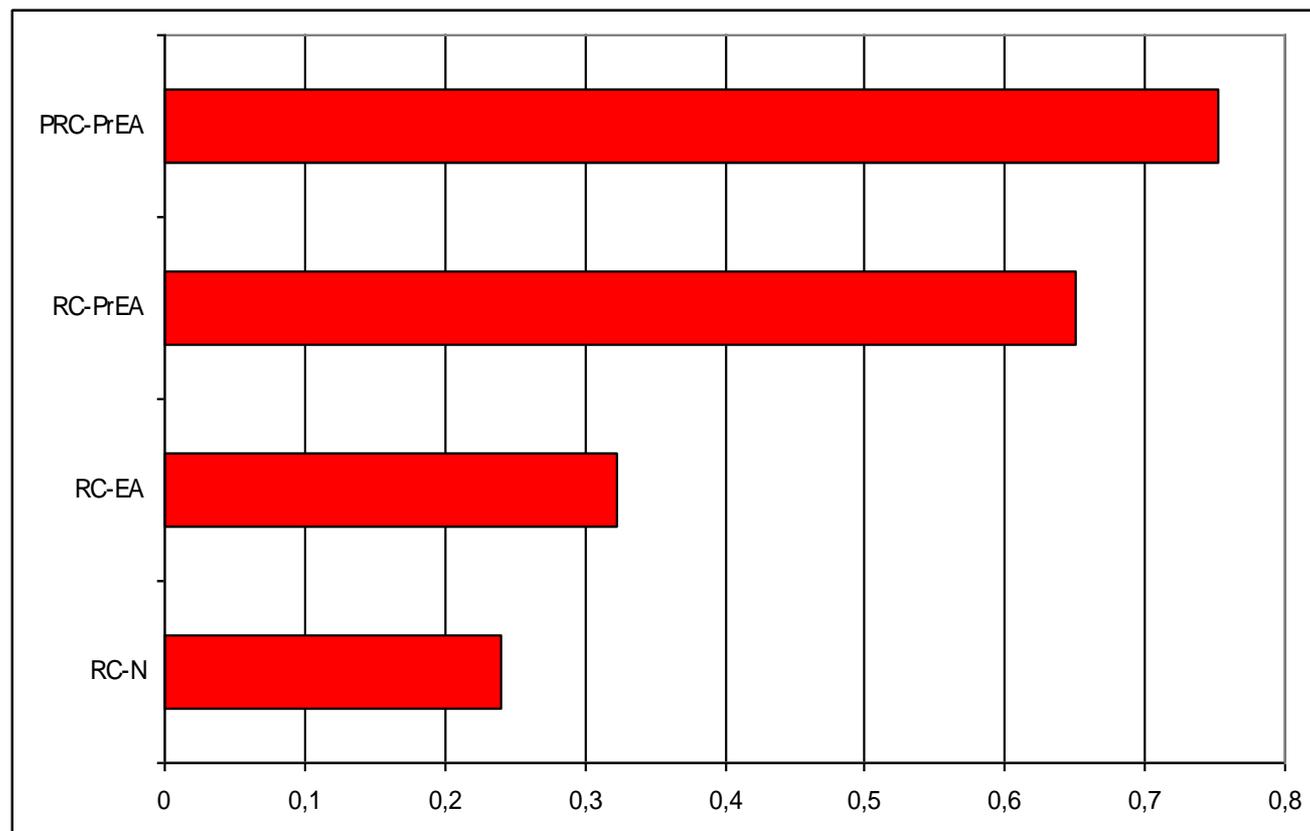


1. PRC-PrEA: + 75%

2. RC-PrEA: + 65%

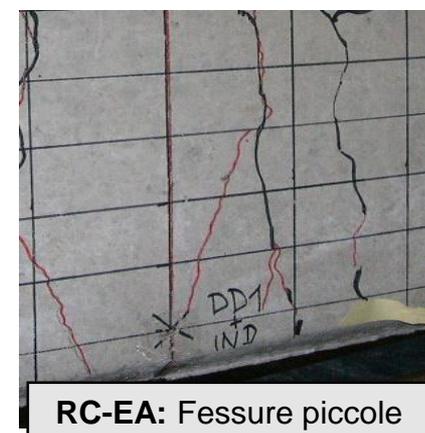
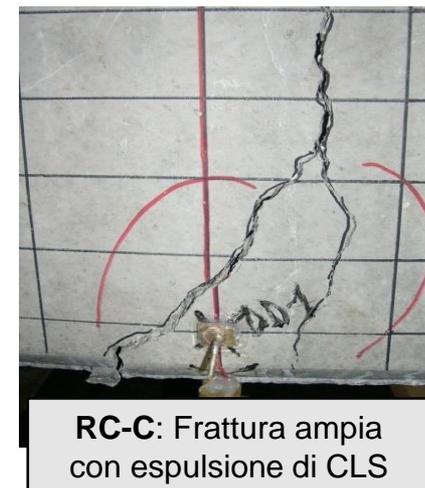
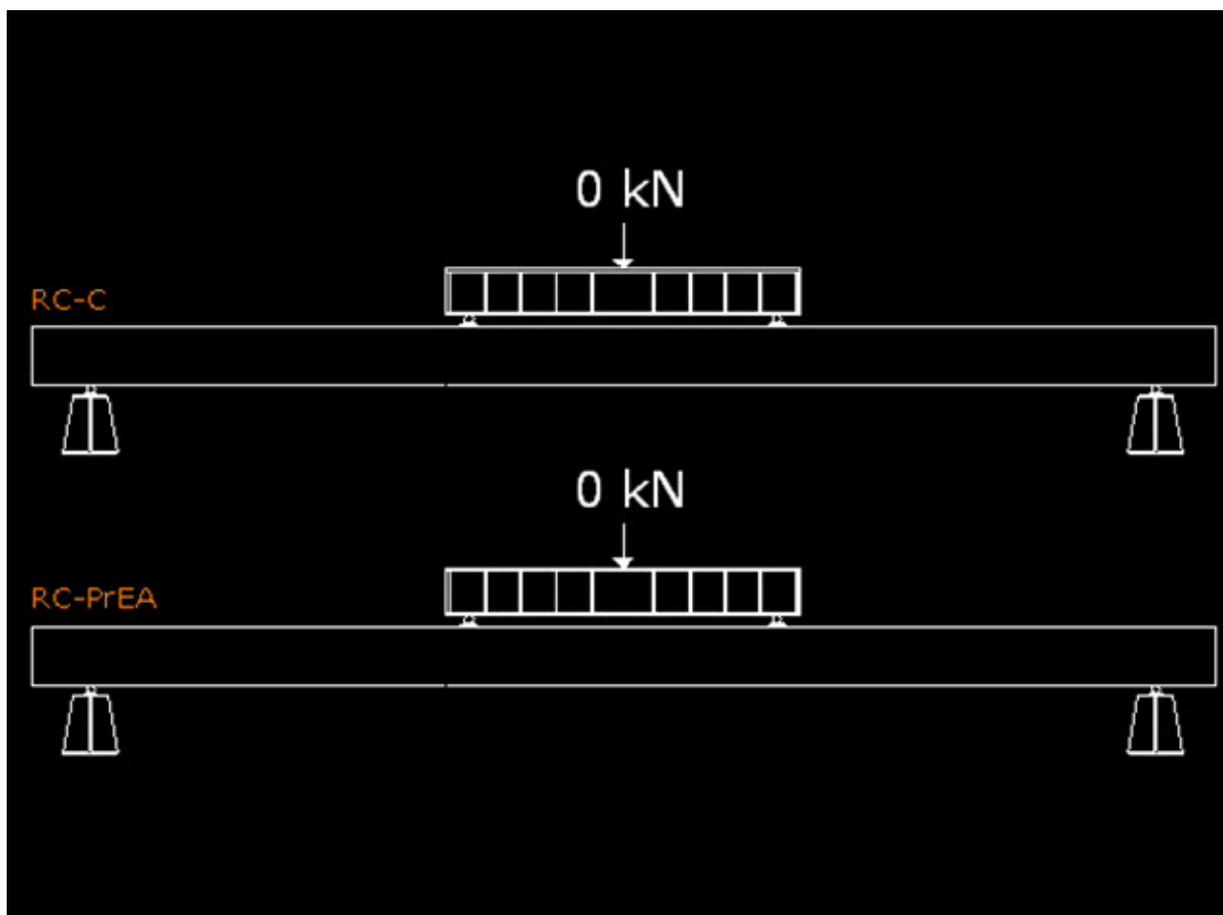
3. RC-EA: + 32%

4. RC-N: + 24%



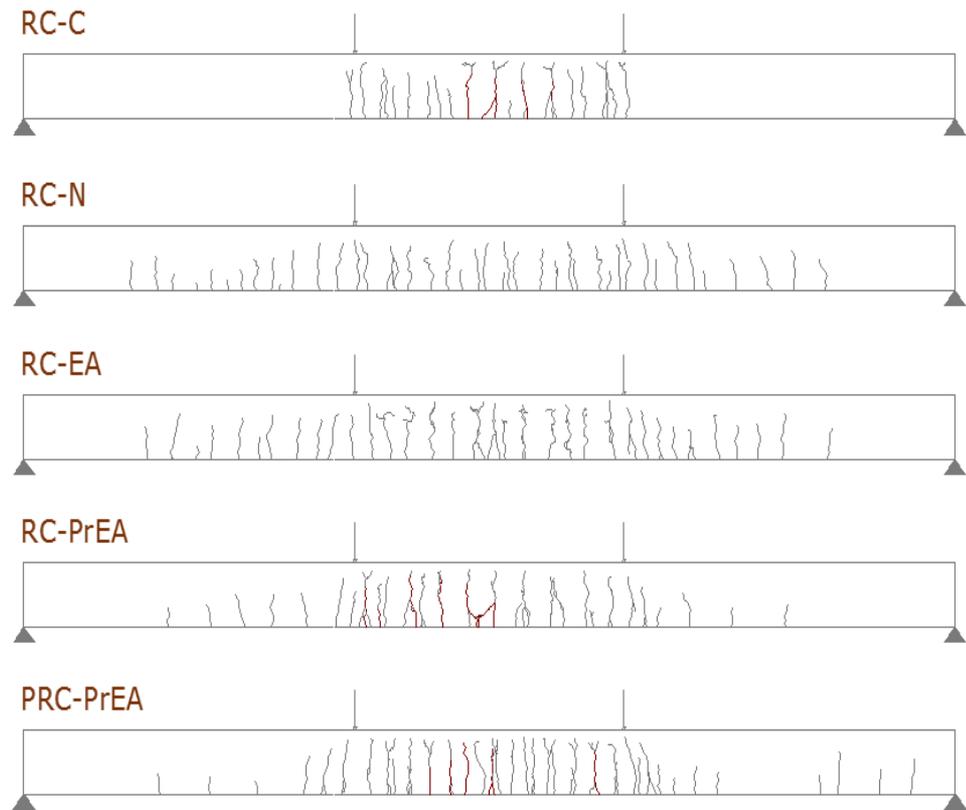
$\varepsilon_{i-esimo} / \varepsilon = 1,8\%$ : rapporto fra il valore di deformazione rilevata nel FRP e deformazione a rottura

# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)



# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

- L'evoluzione del quadro fessurativo nella zona di momento costante evidenzia una **distribuzione più omogenea delle fessure** e una **riduzione della loro ampiezza**.
- In sostanza la lamella tende a **"ricucire"** le fratture del CLS a trazione, ritardandone la **fessurazione**.
- La presenza di **fessure verticali** di tipo flessionale **nelle zone di luce di taglio** dimostra come la lamella crei un meccanismo che consente di **coinvolgere contributi di resistenza dalle zone esterne** a quella di momento costante.





# 1. Rinforzo FRP a flessione di travi in c.a. (UNIPD)

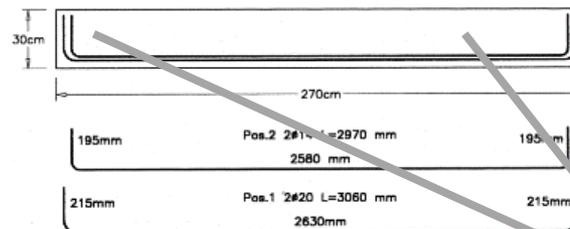
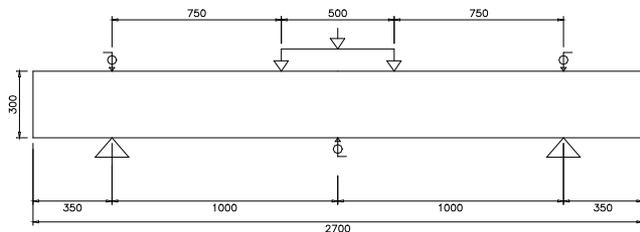
## CONCLUSIONI

- La sperimentazione eseguita sulle cinque travi a scala reale ha mostrato la **grande efficacia del sistema di rinforzo a flessione in lamelle CFK** con:
  1. Incrementi del **momento** a rottura compresi **tra il 36% e 85% (Limite DT 200 50%)**;
  2. **Decrementi della freccia** in mezzeria;
  3. **Aumento della rigidità** della sezione;
- In particolare, le **prestazioni migliori** in termini di incremento sono state registrate nelle **travi in cui la fibra era stata pretensionata** (nonostante in quelle travi fosse presente il 20% in meno di carbonio):
  1. **Notevole incremento del momento di prima fessurazione**, del **52%**;
  2. **Lamella utilizzata fino al 75%** delle sue potenzialità;

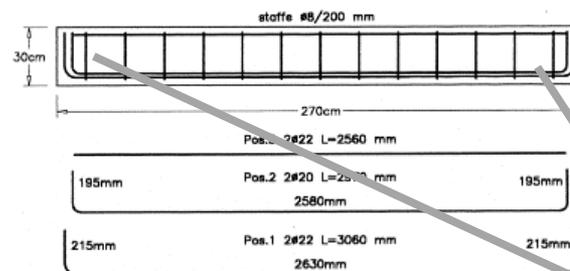
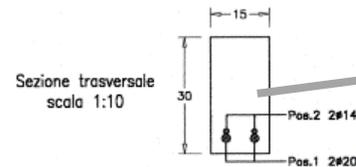
# FRP pretensionato – Viadotto BATTIFERRO – NAVILE A 14 – Tangenziale BO



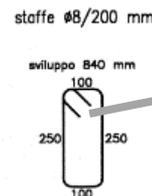
## 2. Rinforzo FRP a taglio di travi in c.a. (UNIPD)



TRAVE SENZA STAFFE

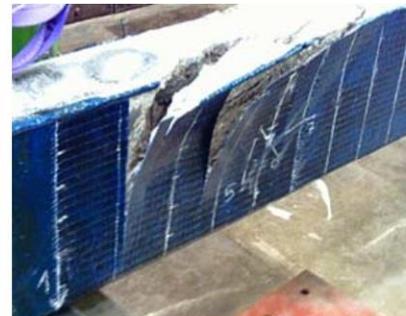
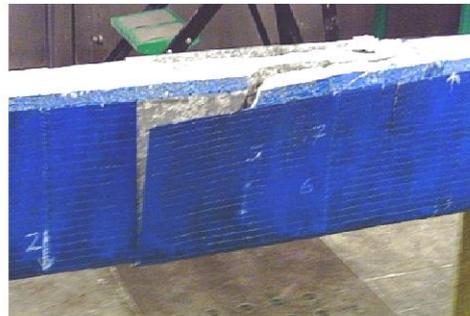
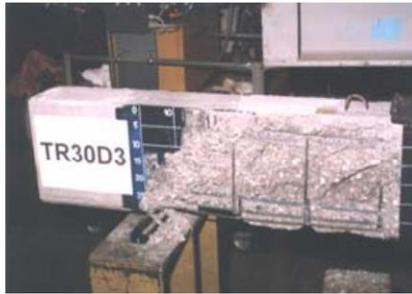


TRAVE CON STAFFE



## 2. Rinforzo FRP a taglio di travi in c.a. (UNIPD)

### RISULTATI



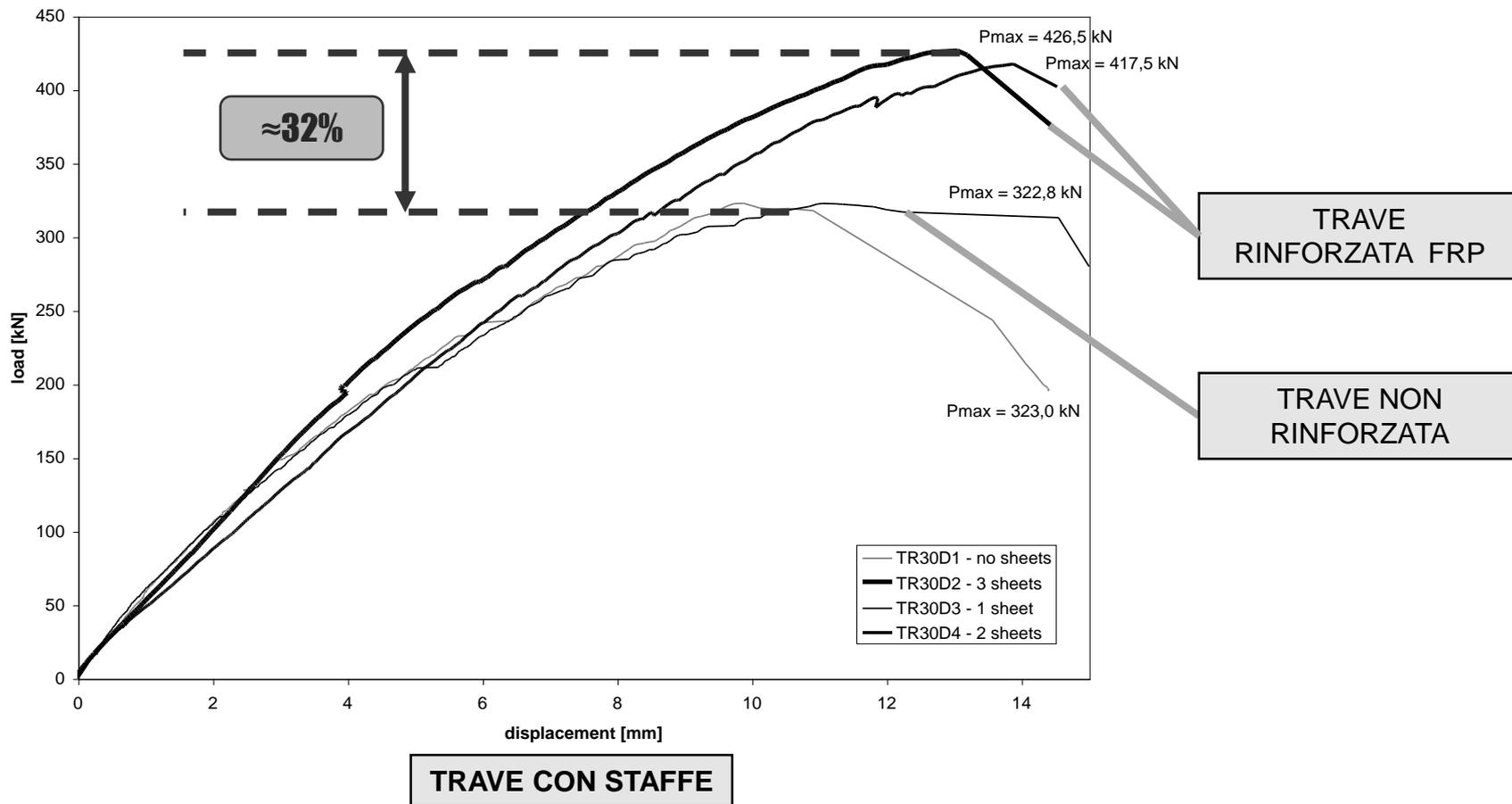
Rottura della trave con staffe  
(side - bonding)

Rottura della trave con staffe  
(«U» - jacketing)

## 2. Rinforzo FRP a taglio di travi in c.a. (UNIPD)

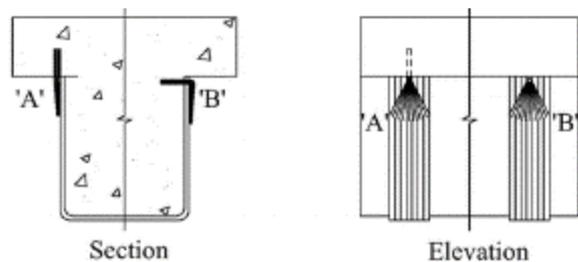


### RISULTATI

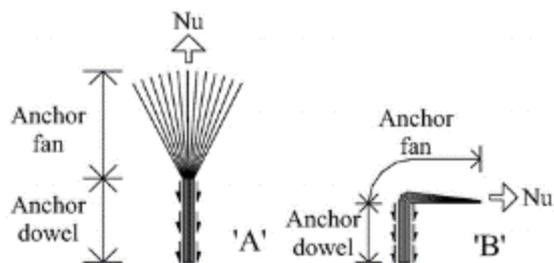


## 2. Rinforzo FRP a taglio di travi in c.a. (UNIPD)

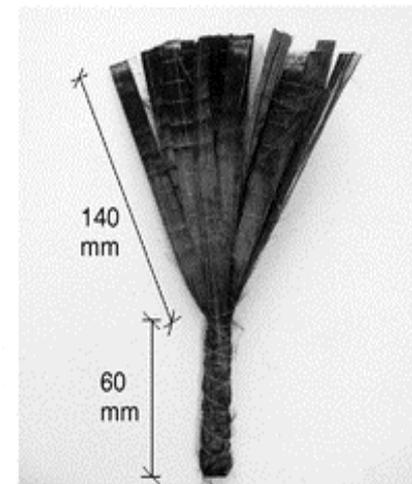
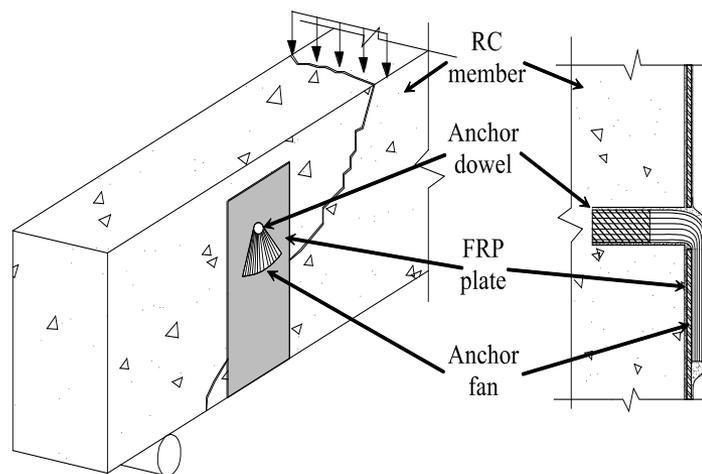
### ANCORAGGI A TAGLIO



(a) FRP anchor types and applications

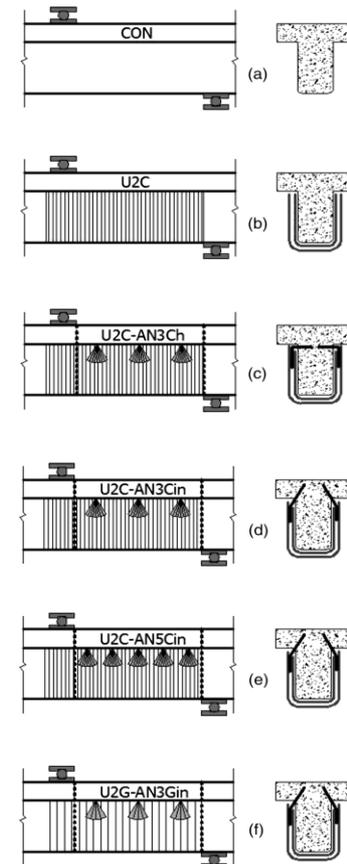
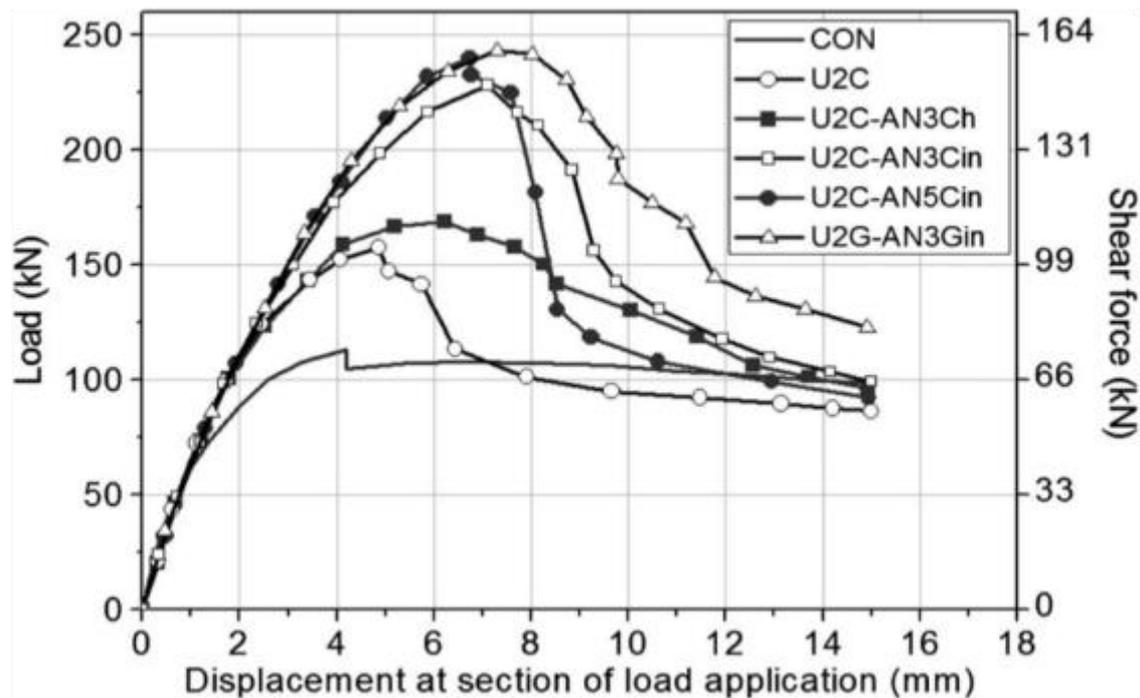


(b) FRP Anchor types and dowel stress distribution



## 2. Rinforzo FRP a taglio di travi in c.a. (UNIPD)

### RISULTATI SPERIMENTALI CON ANCORAGGI



### 3. Test dei connettori a fiocco AFIX (IUAV - Venezia)

#### PROVE DI TRAZIONE DIRETTA

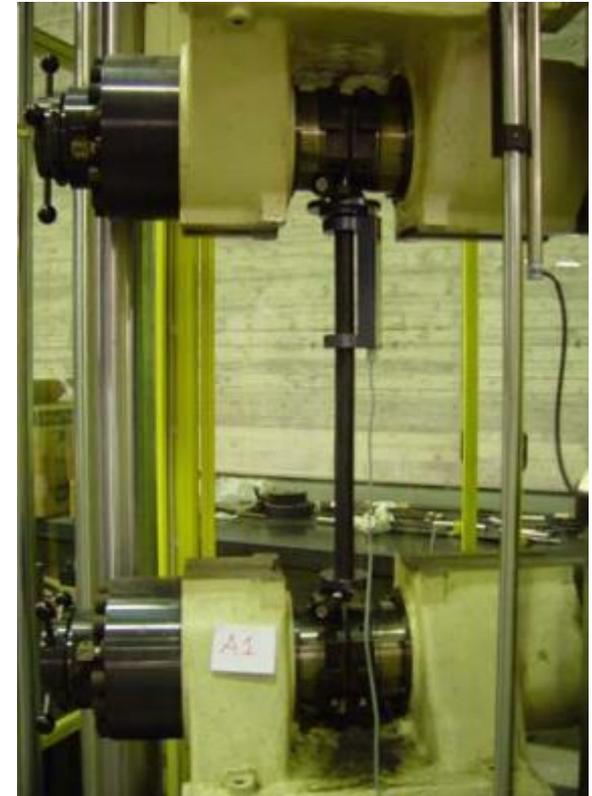
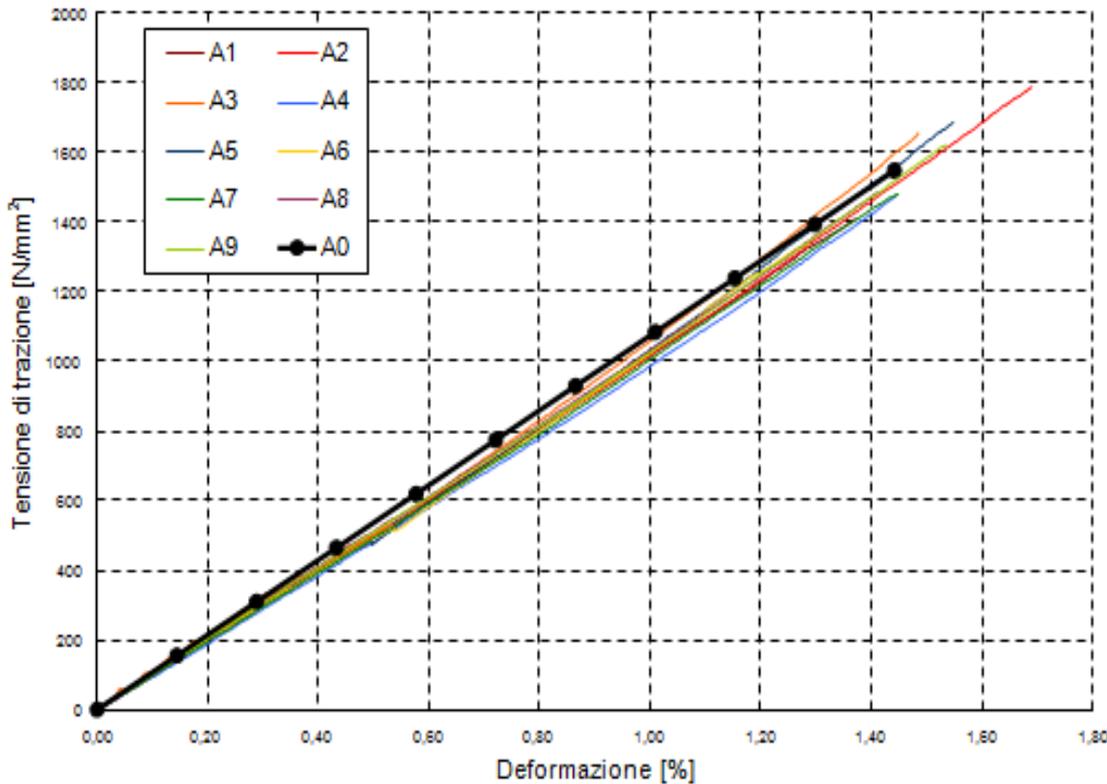
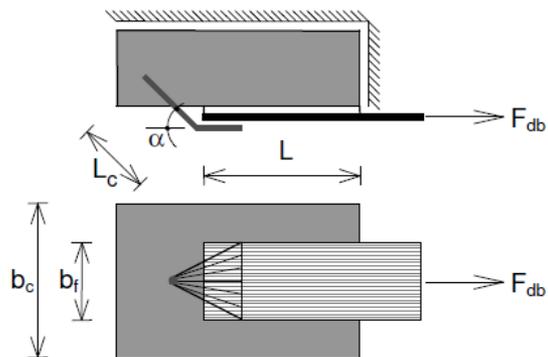
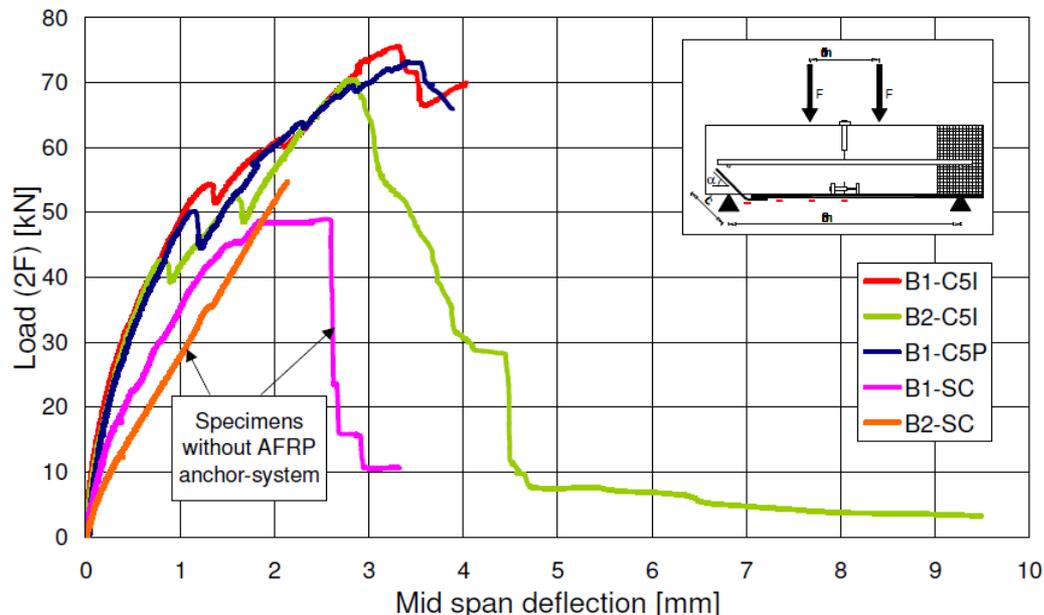


Diagramma  $\sigma$ - $\epsilon$  per connettori in fibra aramidica per 9 campioni

### 3. Test dei connettori a fiocco AFIX (IUAV - Venezia)

#### CONTRIBUTO ALLA DELAMINAZIONE DEL CONNETTORE



**Incremento dell'efficacia del rinforzo di quasi il 50%**

### 3. Test dei connettori a fiocco AFIX (IUAV - Venezia)

#### CALCOLO CONNETTORE AFIX 10

Sezione di calcolo:	33,49	mm <sup>2</sup>
Tensione a rottura:	1547	Mpa
Mod. elastico:	107	GPa



Da normativa tecnica la  $\varepsilon$  limite è data da:  $\varepsilon = \min (\eta * \varepsilon_{fk} / \gamma; \varepsilon_{fd})$

dove  $\eta = 0,85$   $\gamma = 1,2$   $\varepsilon_{fk} = 1,35\%$  (derivante dal valore caratteristico della resistenza)

$\varepsilon_{fd} = 0,6\%$  (minimo tra 0,6% e 0,9% dai tests a shear). Dal DT 200:  $\varepsilon_{fd} = 0,62\%$ , si ottiene:

$$\varepsilon = \min (0,95\%; 0,6\%) = 0,6\%$$

Pertanto la massima forza di calcolo di ancoraggio per connettore è pari a:

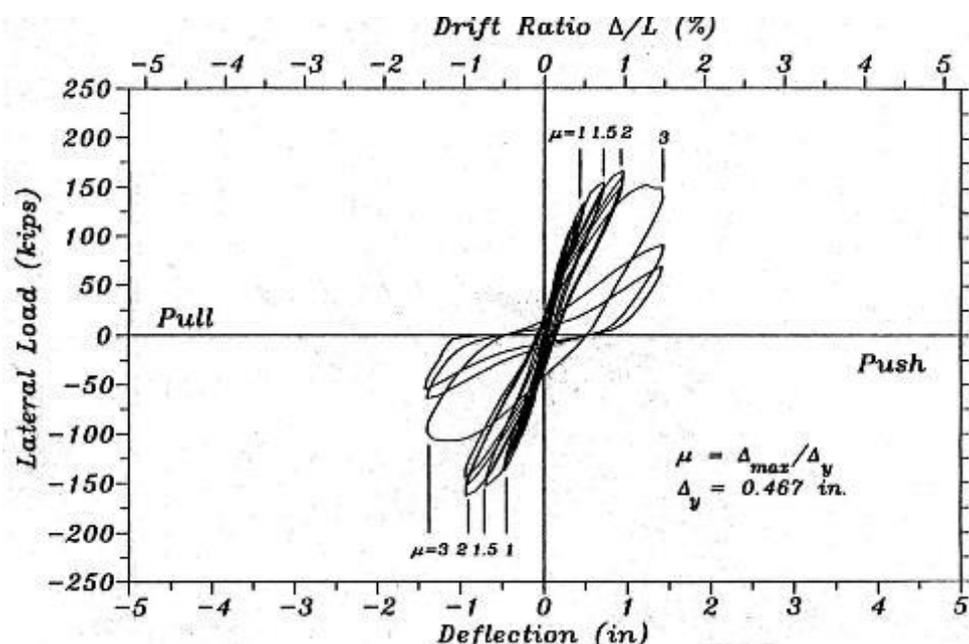
$$F_{\max} = E * A * \varepsilon = 107000 * 33,49 * 0,006 = 21,5 \text{ kN}$$

Va altresì ricordato che la lunghezza di ancoraggio minima è pari a 150 mm.

## 4. Test su confinamento colonne/pile da ponte (California USA)

### TEST SU COLONNA NON RINFORZATA

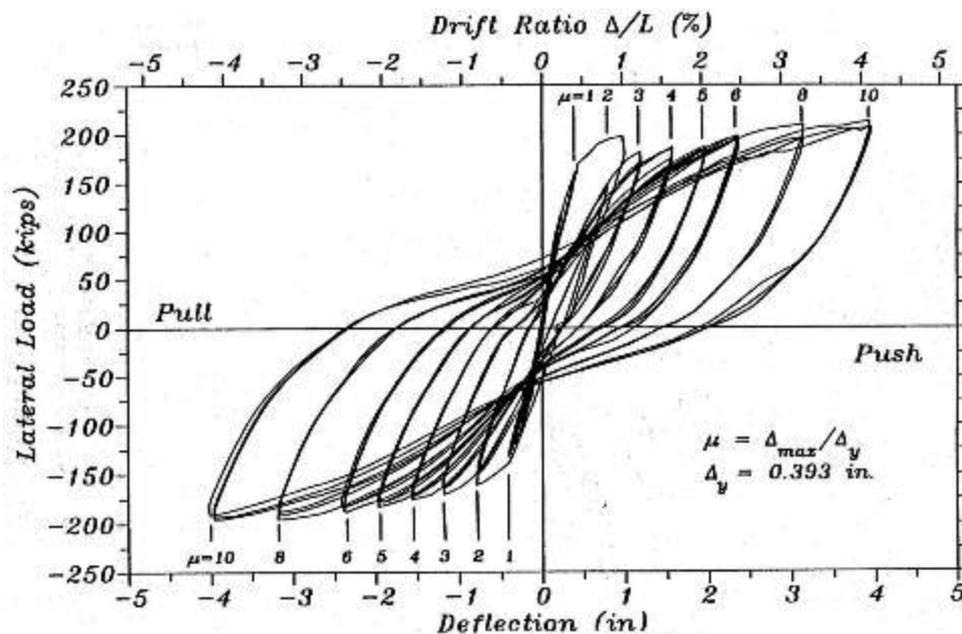
Prove cicliche di rottura a taglio



Duttilità elemento = 3  
Carico massimo = 750 kN      Drift = 35 mm

# 4. Test su confinamento FRP colonne/pile da ponte (California USA)

## TEST SU COLONNA RINFORZATA



Duttilità elemento = 10  
Carico massimo = 900 kN      Drift = 100 mm



⇒ Iniezione delle fessure con resine epossidiche

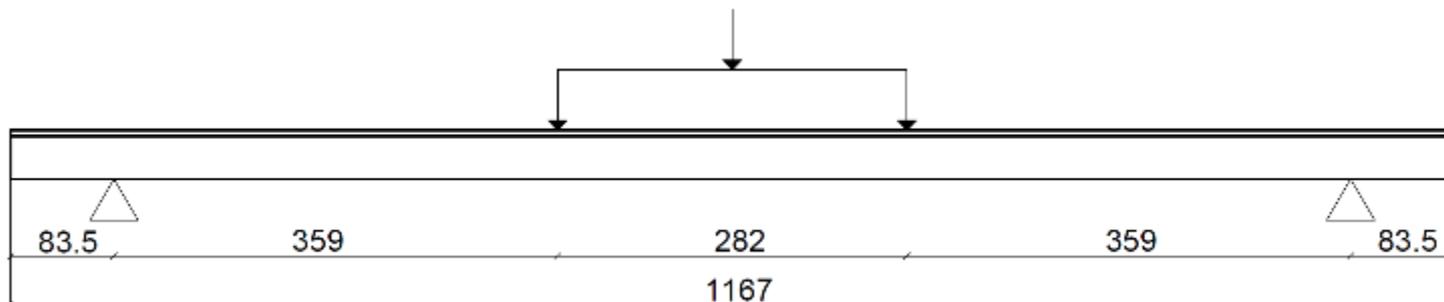
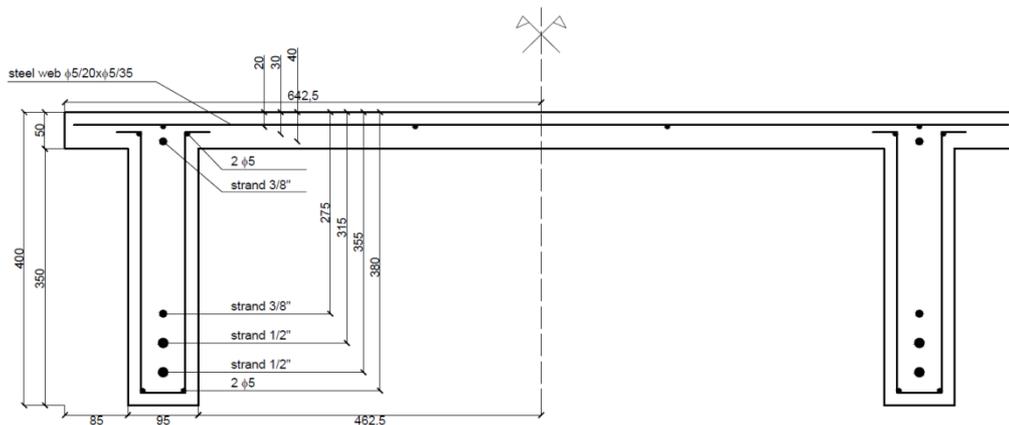
⇒ C-FRP come rinforzo per il confinamento

# 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



## OGGETTO DELLA SPERIMENTAZIONE

Sono state testate 4 travi prefabbricate in c.a.p. con sezione a “pi-greco” ricavate da un edificio industriale risalente alla fine degli anni '90.



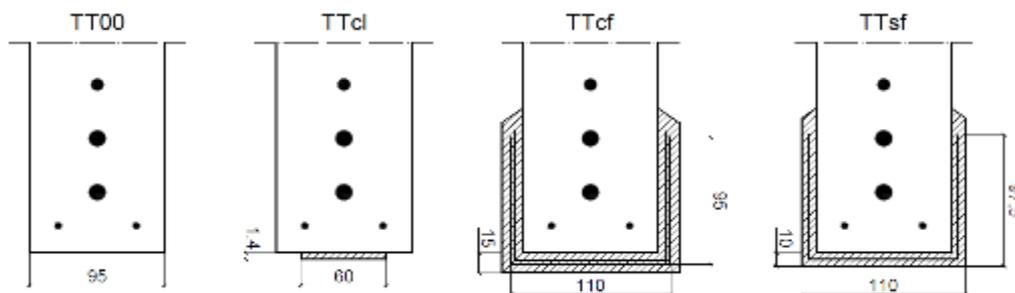
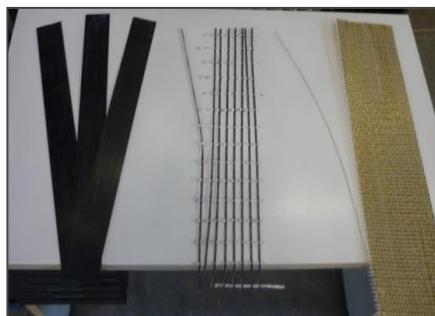
# 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



## RINFORZI TESTATI

Sulla base di calcoli preliminari si sono dimensionati **3 tipi di rinforzo** dai quali ci si aspetta un **contributo paragonabile** in termini di incremento di carico ultimo.

Rif.	Tipologia rinforzo	Spessore rinforzo [mm]
TT01	Trave di controllo non rinforzata	-
TT02	Lamella in carbonio + resina epossidica	1.4
TT03	Fibra di carbonio + malta cementizia	0.122/ply (2 strati)
TT04	Fibra d'acciaio + malta cementizia	0.27/ply



## 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



TT02 - Rinforzo con lamella CFK in carbonio e adesivo RESIN 90



TT04 – Rinforzo con tessuto in acciaio STEEL NET G220 e malta CONCRETE ROCK V2

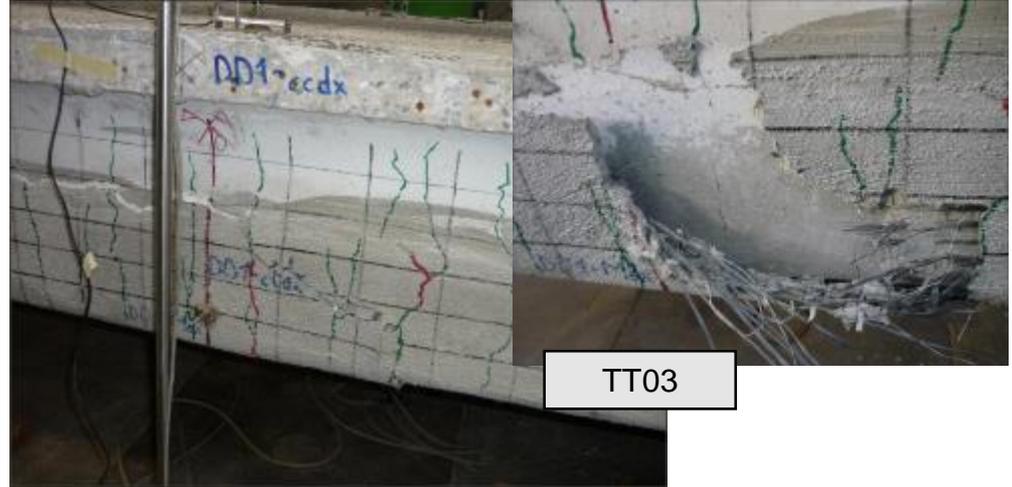


TT03 – Rinforzo con doppia rete in carbonio C-NET 220BL e malta CONCRETE ROCK V2

# 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



TT02



TT03

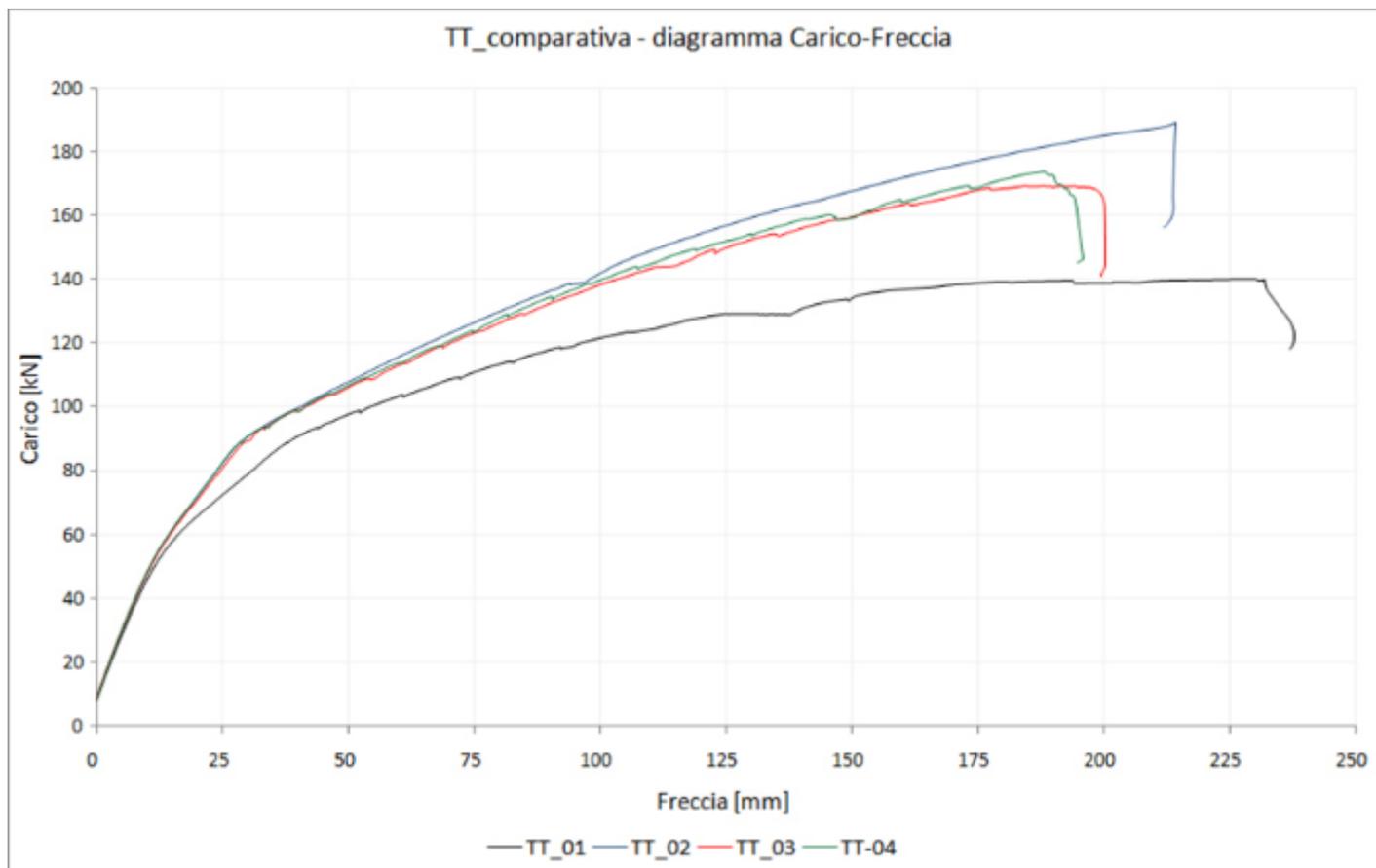


TT04

## 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



### DIAGRAMMA CARICO – FRECCIA (IN MEZZERIA)



## 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



### RISULTATI

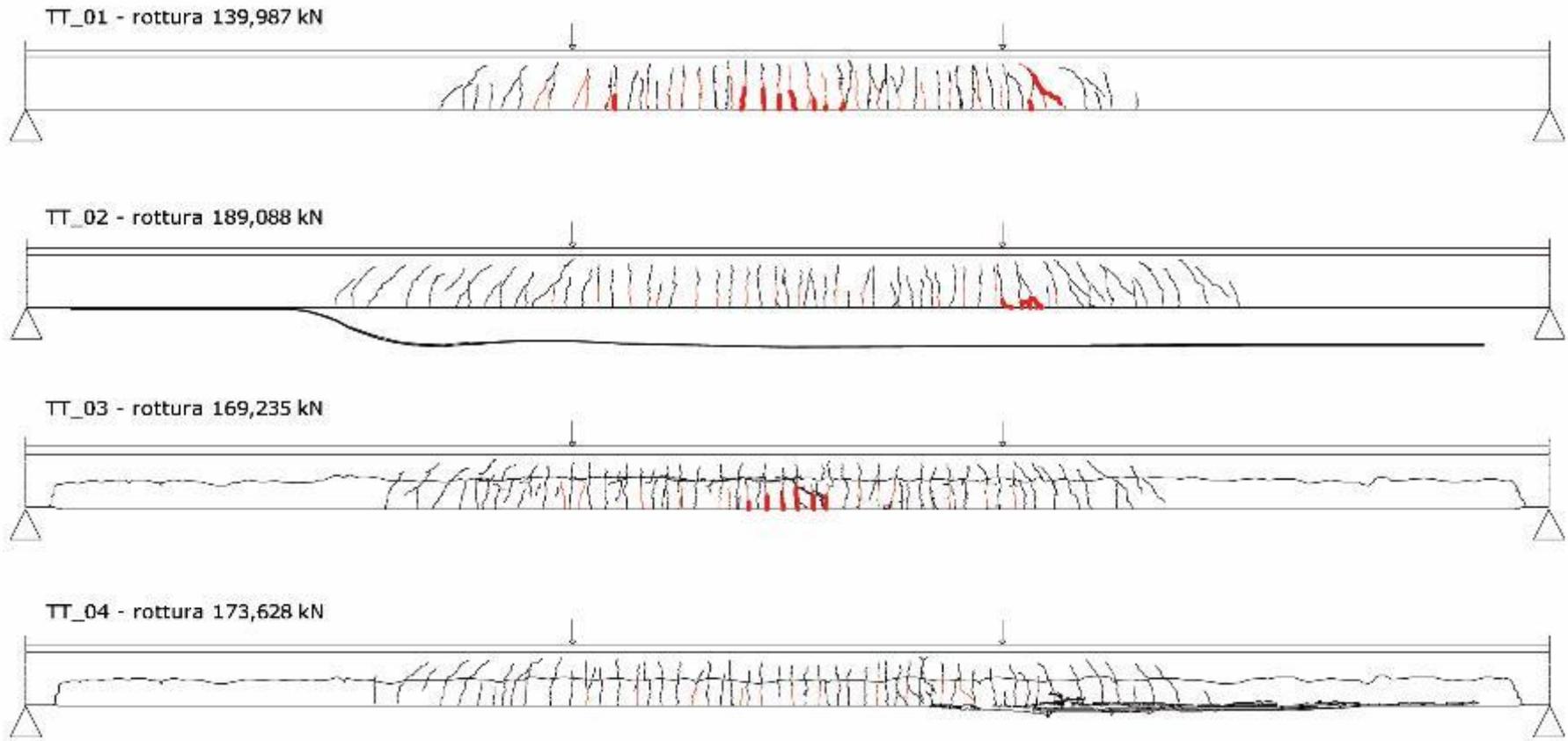
TRAVE	Carico a rottura $C_U$ (kN)	Incremento di $C_U$ (%)	Momento a rottura $M_U$ (kNm)	Incremento di $M_U$ (%)
TT_01	139,987	--	290,857	--
TT_02	189,088	35,08	378,944	30,29
TT_03	169,235	20,89	343,328	18,04
TT_04	173,628	24,03	351,209	20,75

TRAVE	$\varepsilon_c$ (%)	$\varepsilon_f$ (%)	Utilizzo cls (%)	Utilizzo fibre (%)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)
TT_01	-1,859	--	93,0	--	-77,7	--
TT_02	-1,085	8,319	54,3	50,4	-45,4	1397,6
TT_03	-1,030	7,568	51,5	42,8	-43,0	1285,3
TT_04	-0,973	7,081	48,7	42,1	-40,7	1345,4

# 5. Rinforzo FRP/FRCM/SRG flessionale di tegoli c.a.p. (UNIPD)



## CONFRONTO QUADRI FESSURATIVI



## Schemi di rinforzo per strutture in c.a.



# Principi generali di rinforzo delle strutture in c.a.

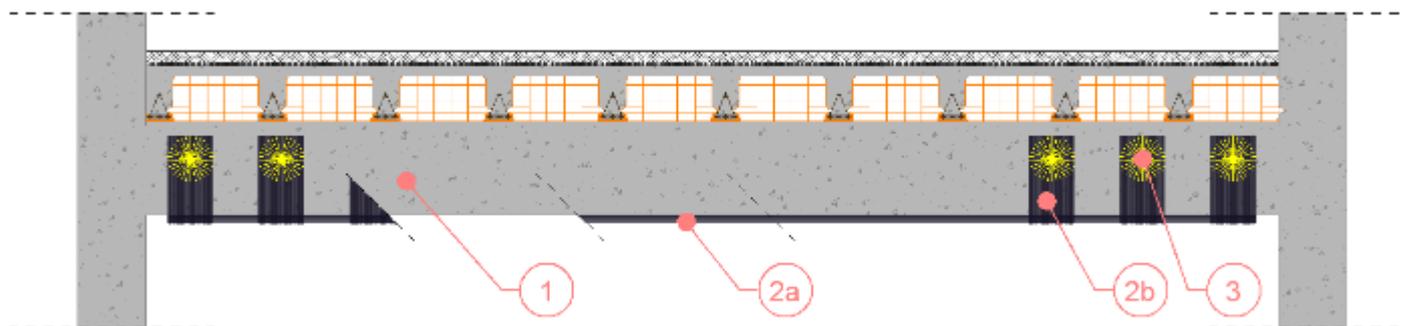
- Rinforzo statico di travi, solai e pilastri nei confronti dei **carichi verticali** (ad es. per cambio dest. d'uso).
- Rinforzo sismico dei meccanismi/elementi **fragili** nel rispetto della **gerarchia delle resistenze**: nodi, pilastri (pressoflessione e taglio – con attenzione al meccanismo di piano soffice) e taglio nelle travi.
- Rinforzo **antiribalta** dei tamponamenti non strutturali (tipicamente in muratura).
- Rinforzo **antifondellamento** dei solai in latero – cemento.



# Rinforzo a flessione e taglio con FRP System di travi in c.a.

## FASI

1. Consolidamento del c.a. e preparazione del supporto con arrotondamento degli spigoli con  $r > 2,5$  cm in presenza di tessuti in avvolgimento o ad «U-wrap»;
2. a. Applicazione del rinforzo a flessione (lamella o tessuto) con RESIN PRIMER, regolarizzazione con RESIN 90 e impregnazione con RESIN 75;  
b. Tessuto per miglioramento dell'ancoraggio e come rinforzo a taglio;
3. Connettori;
4. Finiture previo spolvero di quarzo.



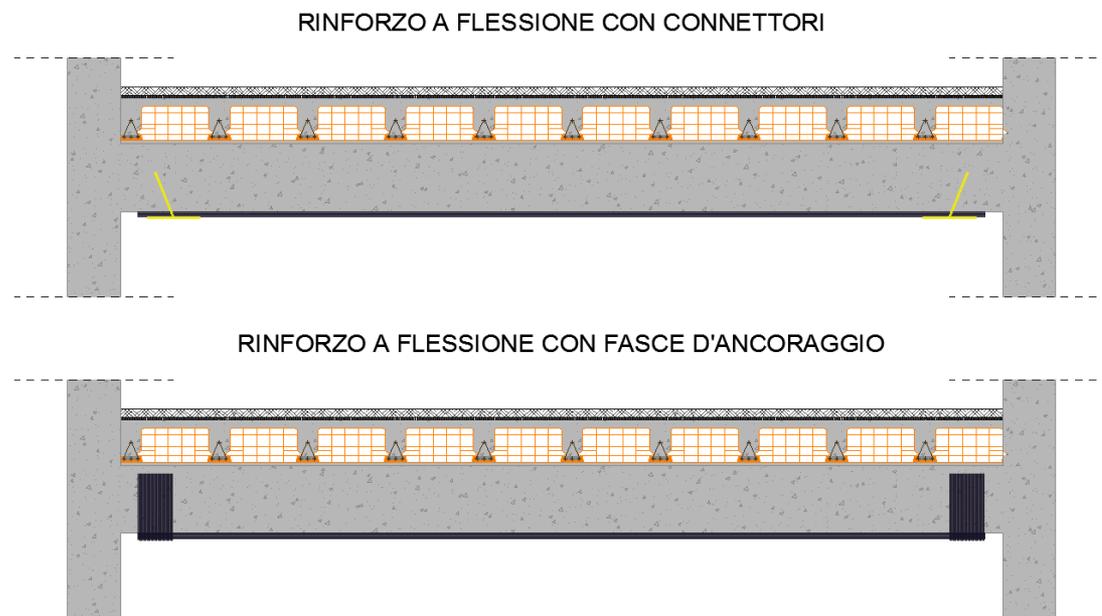
 **FRPsofTware**

# Ciclo applicativo di consolidamento e rinforzo FRP System su c.a.

Lavorazione	Descrizione	Consumo	Applicazione
PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO	Adesivo strutturale a miglioramento dell'adesione RESIN 78 idrodiluibile	0,3-0,5 kg/mq	PENNELLO - RULLO
	Malta fibrorinforzata per rasatura CONCRETE ROCK V-V2 – RASEDIL AS	18-20 kg/mq per cm	SPATOLA – CAZZUOLA
APPLICAZIONE DEL RINFORZO	<b>Primer</b> a base epossidica RESIN PRIMER	0,3 l/mq	PENNELLO – RULLO
	Adesivo per <b>rasatura strutturale RESIN 90</b> e primo strato di <b>collante RESIN 75</b>	2-3 kg/mq RESIN 90 0,5 kg/mq RESIN 75	SPATOLA – CAZZUOLA RULLO -PENNELLO
Da ripetersi in caso di multistrato	<b>Nastro unidirezionale in fibra di carbonio C-SHEET con CVT</b>	Valutato a mq + ev. sfridi per sormonti	MANUALE
Da ripetersi in caso di multistrato	Adesivo per incollaggio e <b> saturazione RESIN 75</b>	0,5 kg/mq	PENNELLO – RULLO
Prima della finitura	In caso di intonaci successivi spolvero con sabbia al quarzo	2 kg/mq	MANUALE
PROTEZIONE	Rivestimento protettivo elastico RESINLAST S	0,4 kg/mq + primer C Per due mani	PENNELLO – RULLO
In alternativa:	Rasante strutturale ad azione anticarbonatante RASEDIL AS	2 kg/mq/mm	SPATOLA – CAZZUOLA
	Rivestimento protettivo decorativo anticarbonatante RESINCOLOR	0.3-0.4 kg/mq Per due mani	PENNELLO, RULLO o SPRUZZO

# Rinforzo a flessione e taglio con FRP System di travi in c.a.

## RINFORZO PER SOLA FLESSIONE (soluzioni per l'ancoraggio)



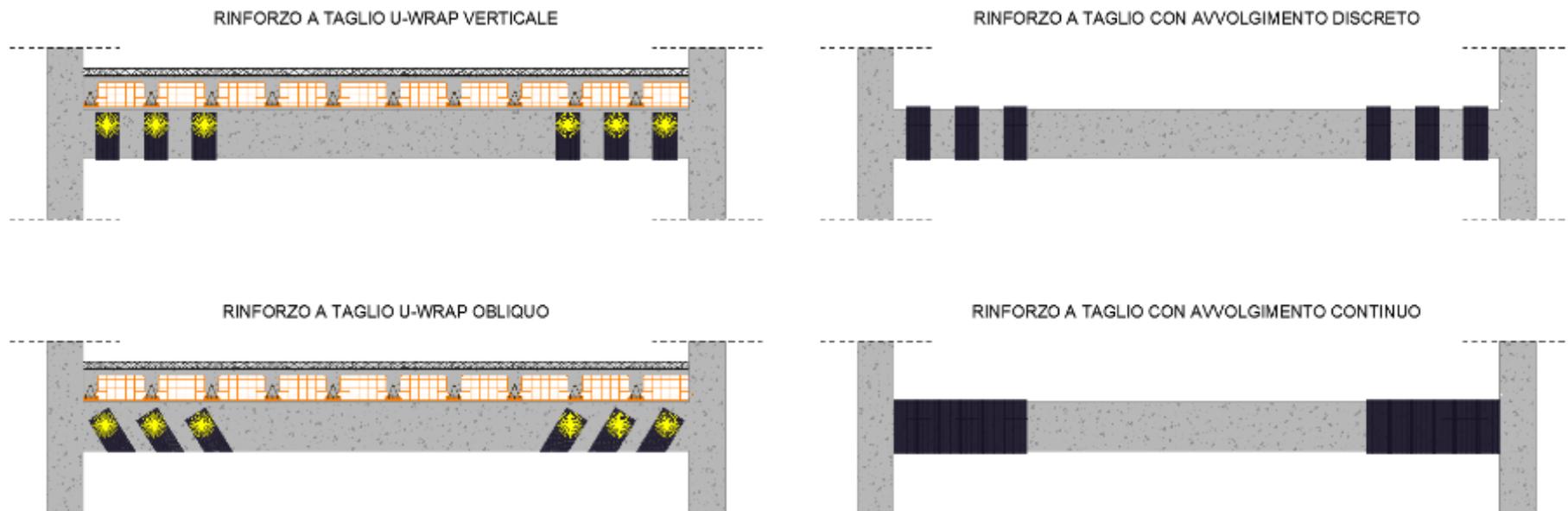
Le fasce possono essere:  
«U-WRAP»  
In avvolgimento

## 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.

# Rinforzo a flessione e taglio con FRP System di travi in c.a.

## RINFORZO PER SOLO TAGLIO



## IMPORTANTE

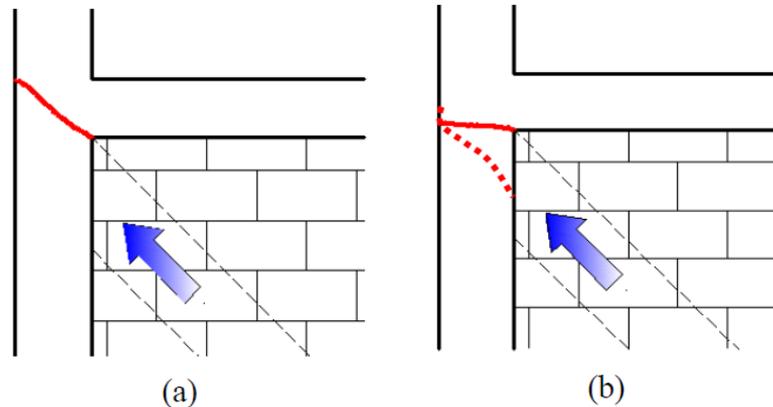
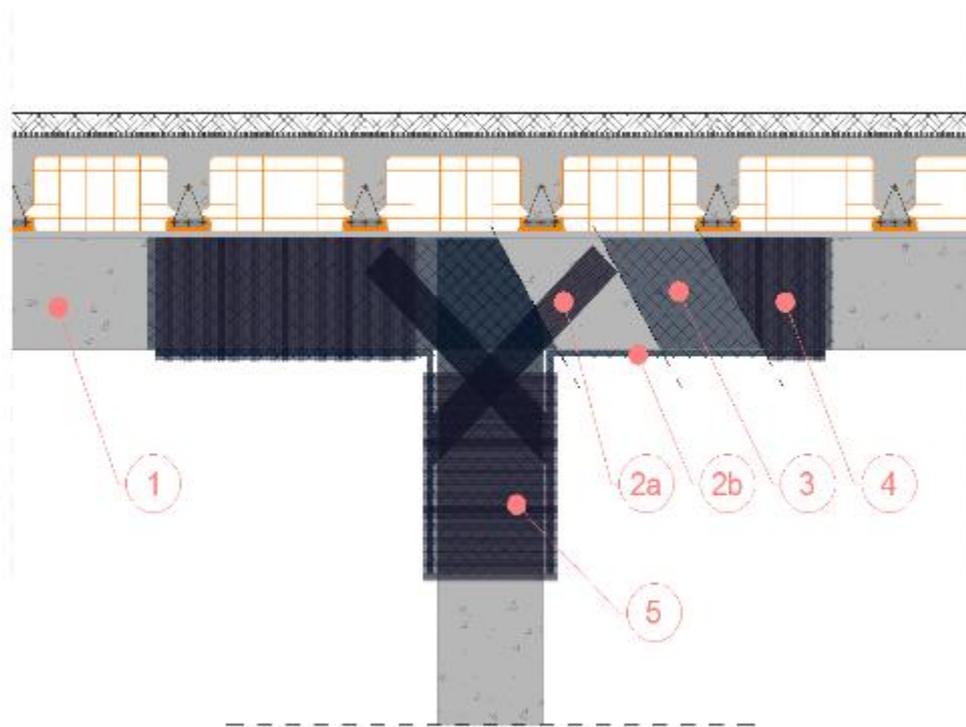
L'ancoraggio con connettori è molto importante nella configurazione «U-WRAP» e ne migliora l'efficacia.

## Esempi di rinforzo FRP a flessione e taglio su c.a.



# Rinforzo FRP dei nodi trave – colonna

## FASI D'INTERVENTO

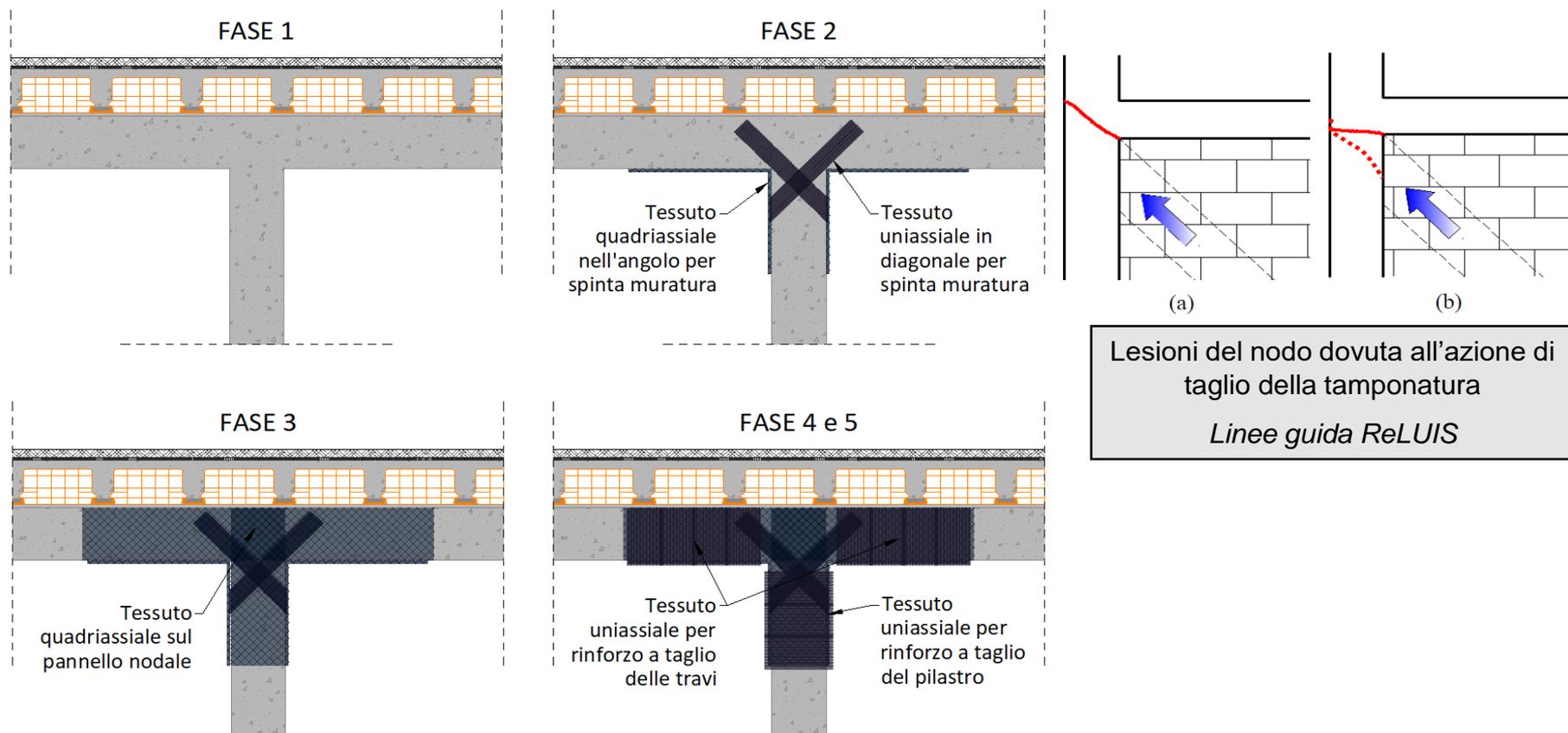


Lesioni del nodo dovuta all'azione di taglio della tamponatura

*Linee guida ReLUIS*

 **FRP**node

# Rinforzo FRP dei nodi trave – colonna



I tessuti su travi e pilastri delle fasi 4 e 5 sono necessari per migliorare l'ancoraggio del tessuto quadriassiale anche in assenza di problematiche di taglio su travi e pilastri.

## Esempi di rinforzo FRP dei nodi trave – colonna



### SISMABONUS

Insieme ai rinforzi **antiribalta**, il **rinforzo nodale** è **essenziale** per applicare il **metodo semplificato** del **Sismabonus** per edifici in c.a.

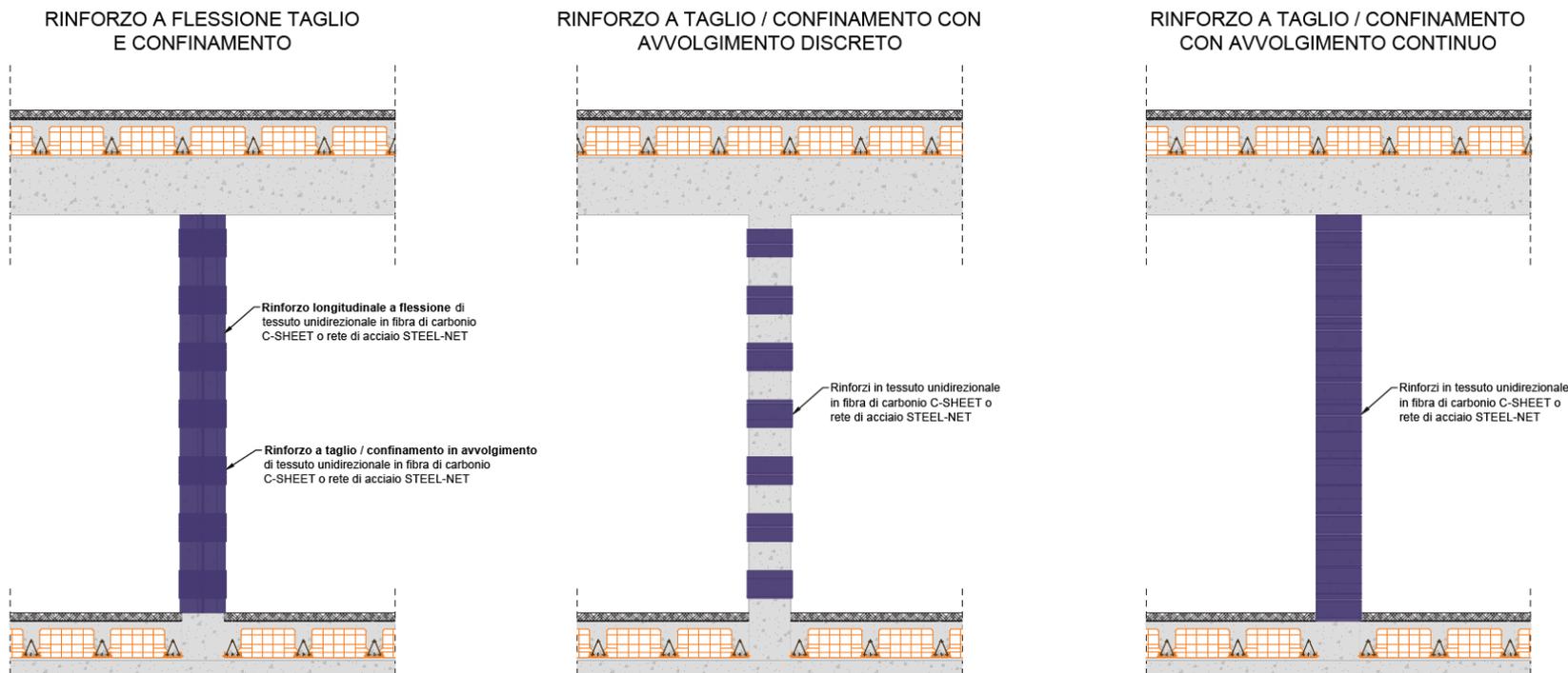
# Esempi di rinforzo FRP dei nodi trave – colonna



# Rinforzo FRP a flessione, taglio e confinamento di pilastri in c.a.

## SCHEMI DI APPLICAZIONE

- Le fasi sono analoghe al caso di rinforzo di travi, con la precauzione di mettere sempre prima il rinforzo longitudinale a flessione e ancorarlo bene alle estremità.
- I rinforzi a taglio fungono anche da confinamento e migliorano l'ancoraggio del rinforzo a flessione.

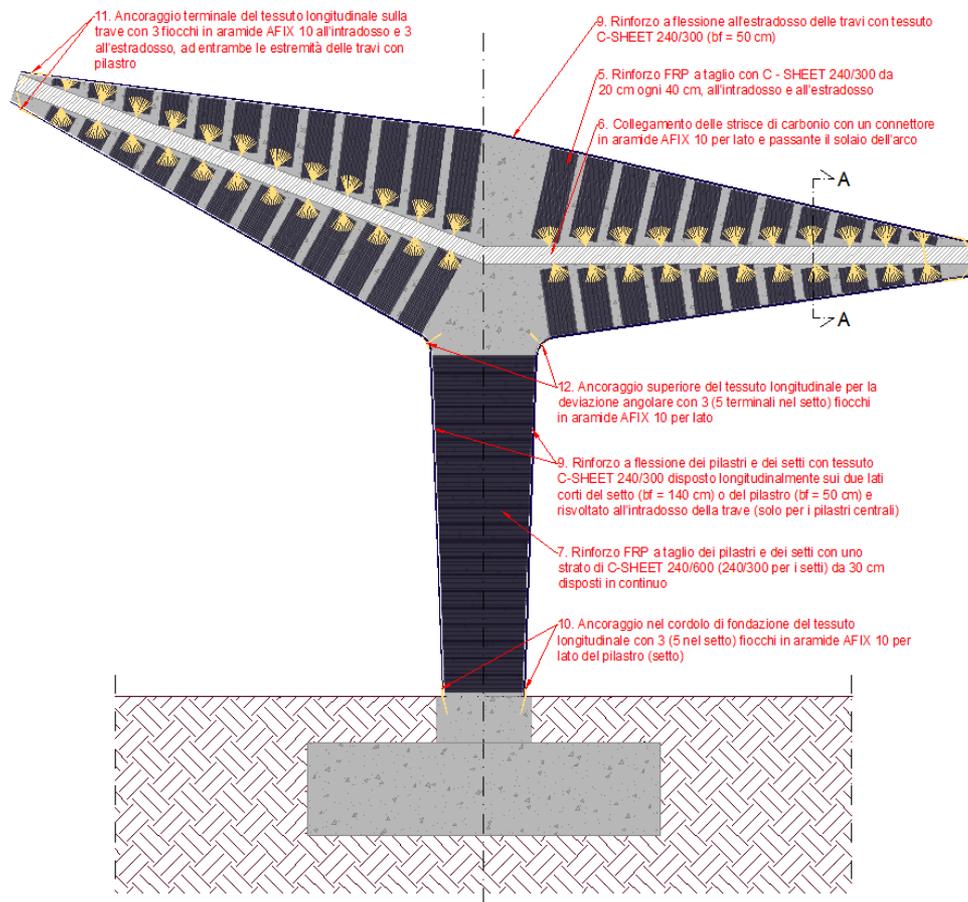


## Esempi di rinforzo FRP di pilastri in c.a.

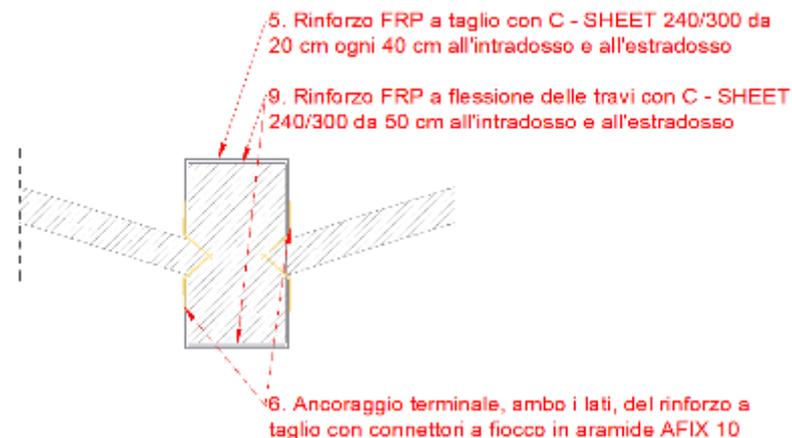


# Esempio di rinforzo FRP di pilastri e travi in c.a.

## RINFORZO DELLE TRAVI A MENSOLA, DEI PILASTRI E DEI SETTI CON TECNOLOGIA FRP



## SEZIONE AA



G&P Intech srl

Tel.: +39 0444 522797

E-mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)

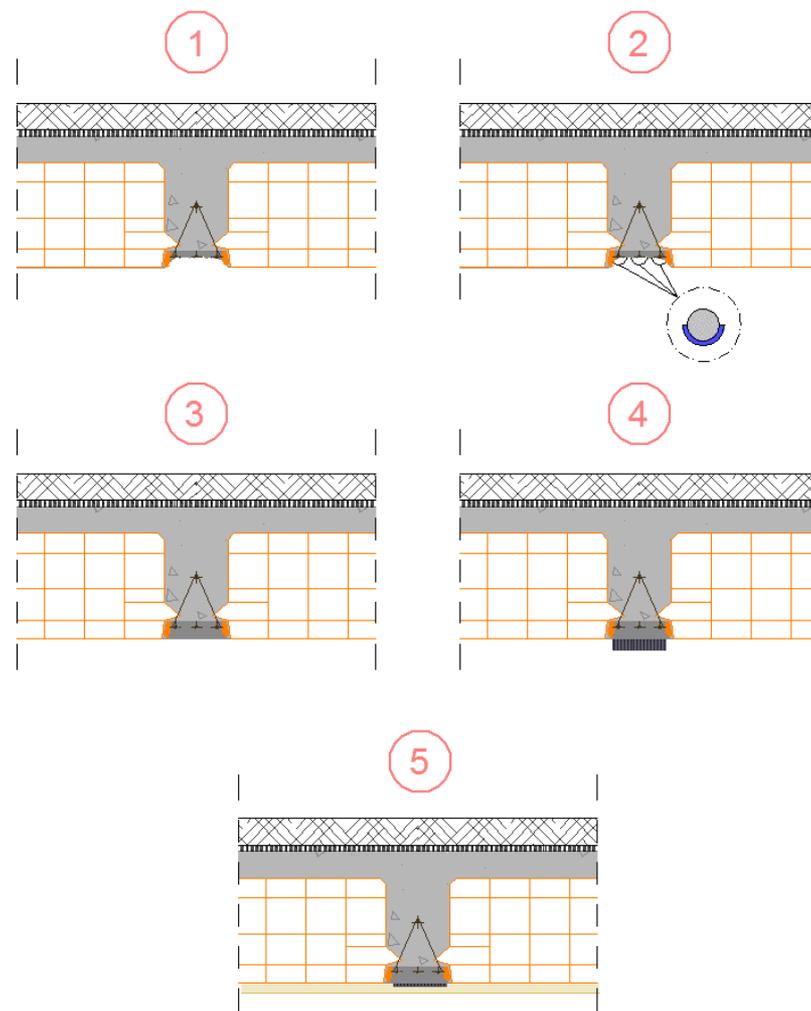
2. Ripristino e riqualificazione calcestruzzi e c.a.

Dalla diagnosi all'intervento.

# Ripristino e rinforzo con FRP System di solai in latero – cemento

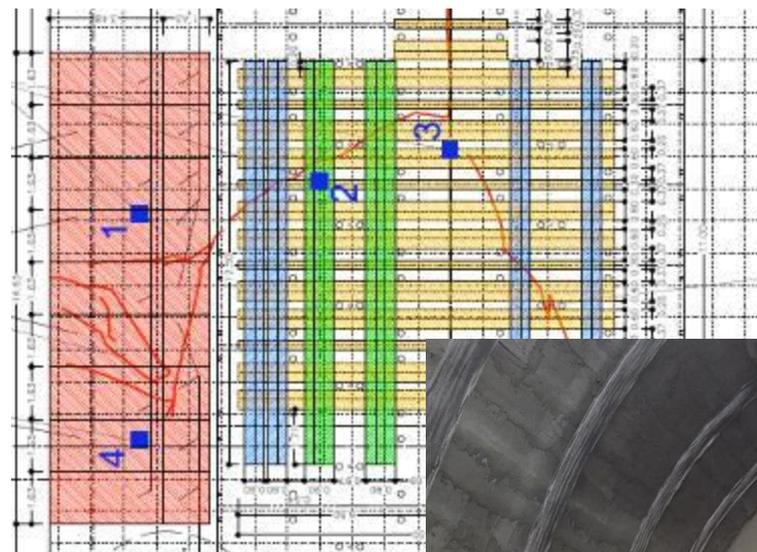
## FASI

1. Rimozione fondello in laterizio;
2. Passivazione dell'armatura Ferrosan, Resin 78;
3. Ricostruzione del fondello con malte per ripristino bicomponenti Concrete Rock V2;
4. Installazione del rinforzo in tessuto o lamelle secondo ciclo FRP;
5. Finiture previo spolvero di quarzo.



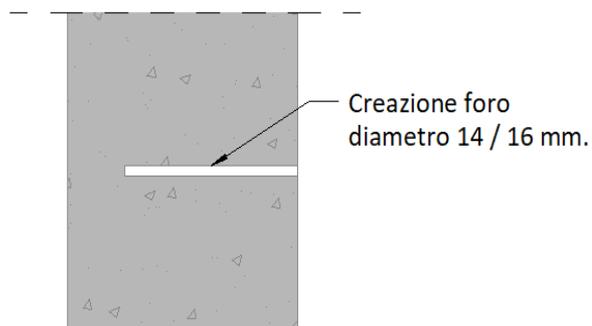
# Esempi di rinforzo SRG di tunnel in c.a.

L'impiego di rinforzi SRG o CRM in galleria consente un buon incremento di resistenza, la presenza di malta con spessore adeguato fornisce inoltre un'ottimale **resistenza al fuoco**.

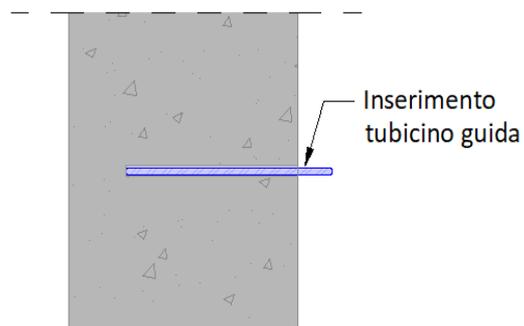


# Installazione dei connettori

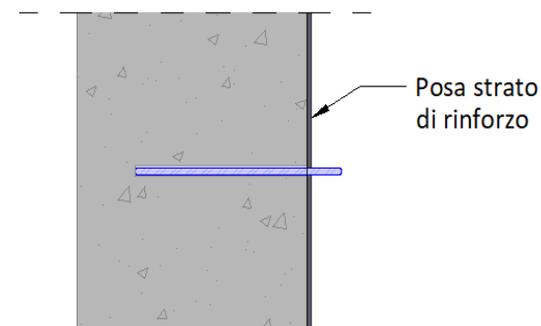
1<sup>^</sup> FASE



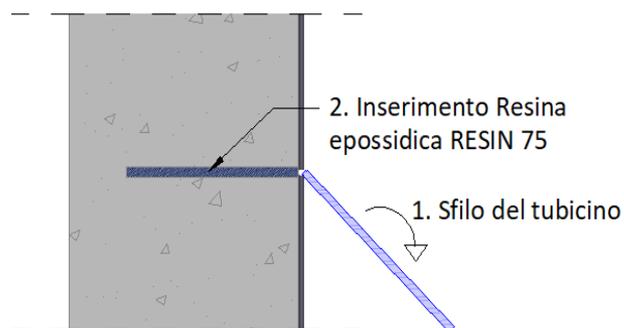
2<sup>^</sup> FASE



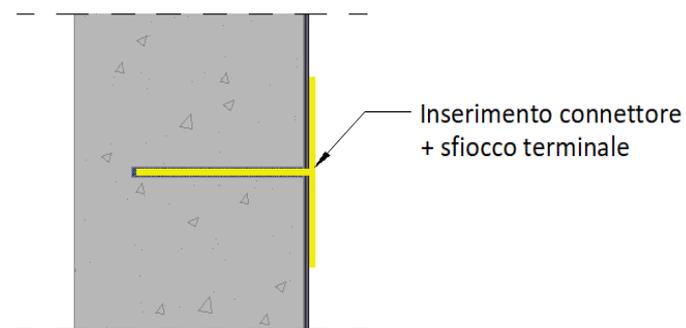
3<sup>^</sup> FASE



4<sup>^</sup> FASE



5<sup>^</sup> FASE



## Antiribalta dei tamponamenti – sistema STG (Strong Tie Glass)



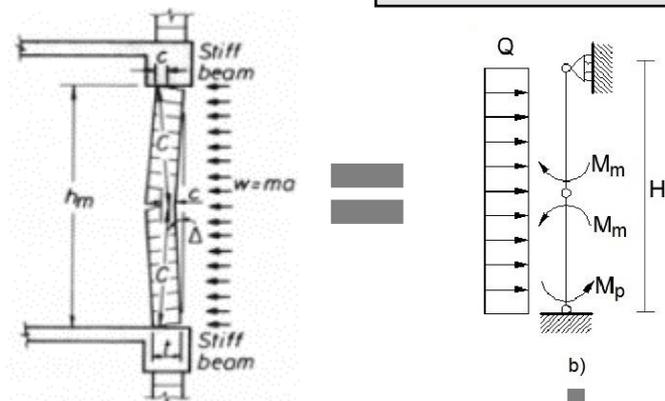
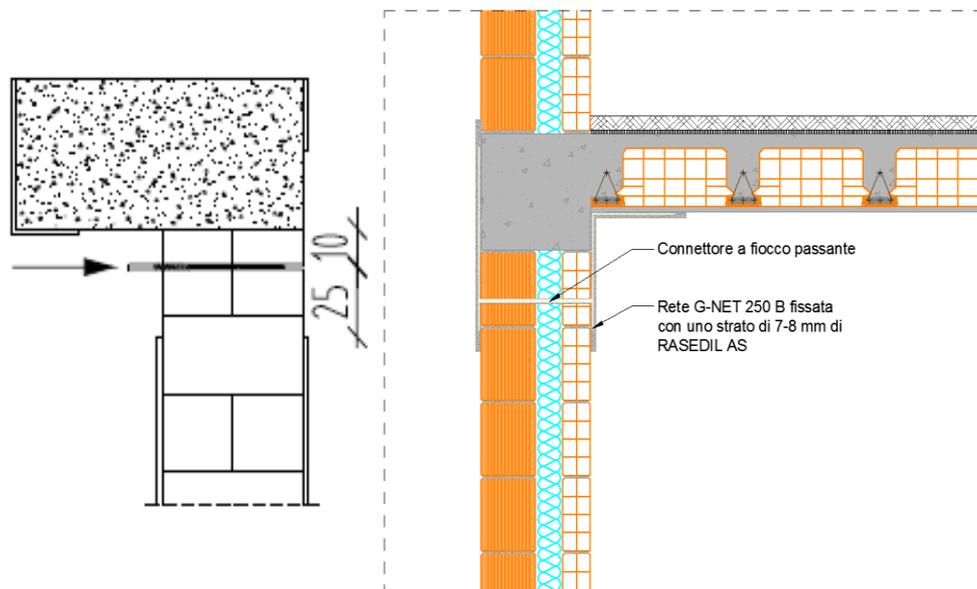
Il Sistema STG (Strong Tie Glass) è una soluzione particolarmente idonea per antiribalta a basso spessore nel rinforzo locale di elementi strutturali secondari e non strutturali quali tramezzature, tamponamenti, collegamenti perimetrali.

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. 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 dei tamponamenti – sistema STG (Strong Tie Glass)

## DETTAGLI E FUNZIONAMENTO



Schema esistente =  
semplice appoggio

Con **antiribalta** lo schema di  
calcolo diventa a **doppio incastro**

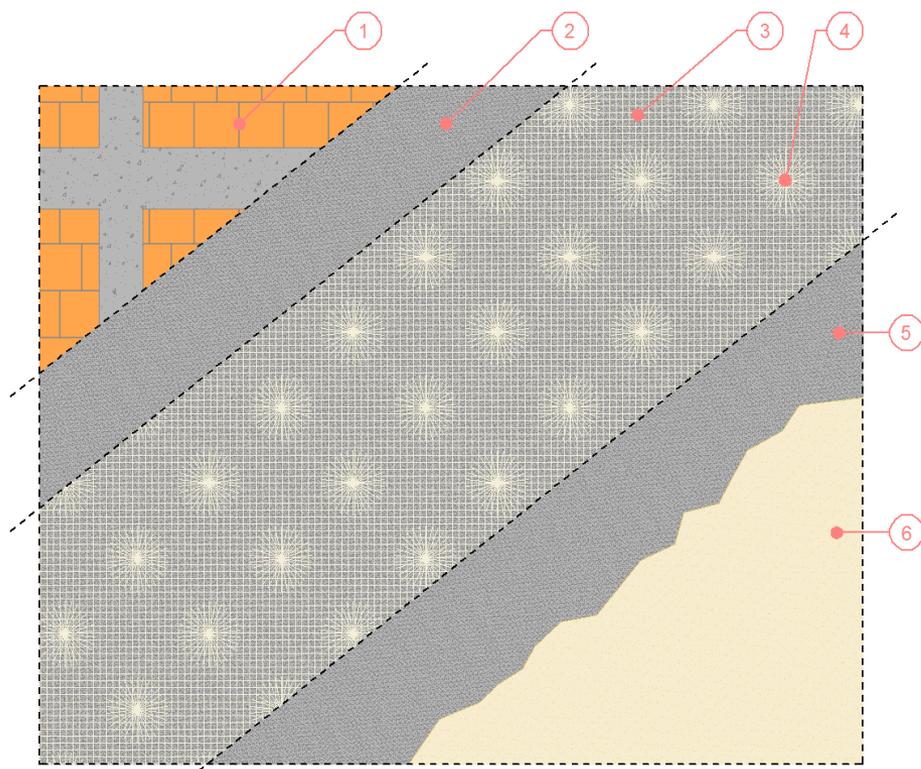
## SISMABONUS

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



# Antiribalta dei tamponamenti – FRCM su tutta la parete

In questo caso rinforzo la parete sia nei confronti dei meccanismi nel piano, sia nei confronti dell'antiribalta. La **resistenza della parete per il ribaltamento fuori piano è ulteriormente incrementata** dalla presenza del rinforzo in mezzeria che consente di incrementarne il momento ultimo.



# Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai



A SECCO

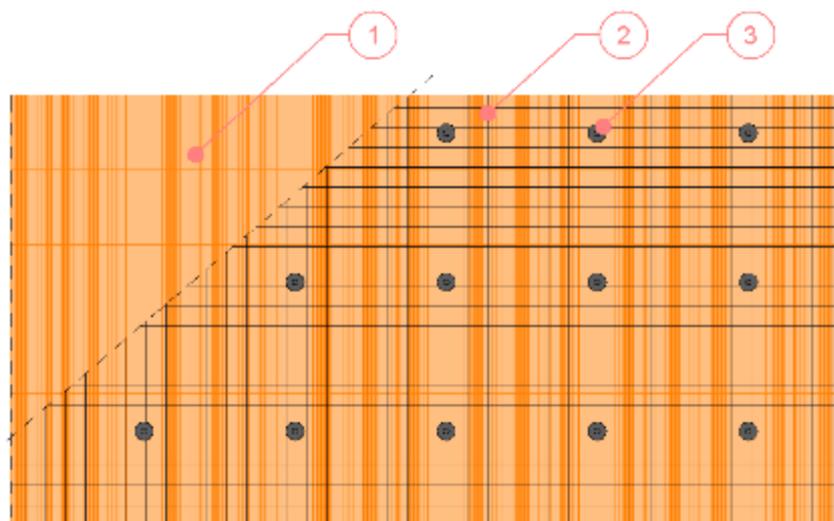
AD UMIDO

# Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai a secco

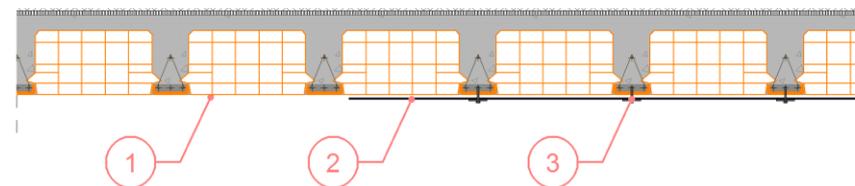
Il sistema antisfondellamento dei solai a secco prevede l'impiego di una rete rigida preformata RG66 NET BA fissata ai travetti del solaio mediante connettori metallici con tasselli tradizionali in nylon provvisti di apposita rondella.



VISTA DELL'INTRADOSSO DEL SOLAIO

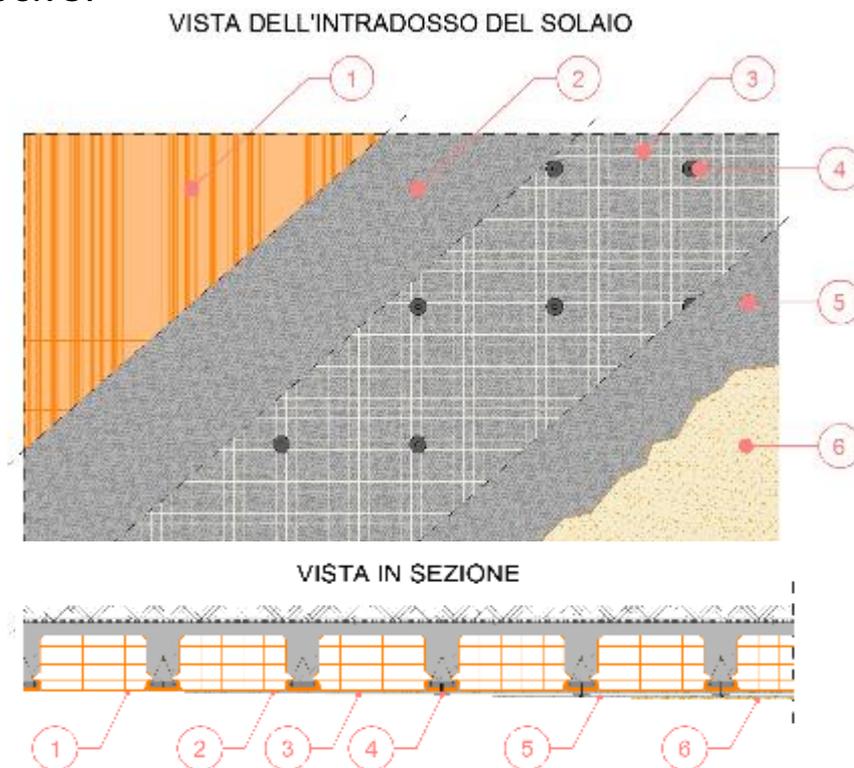


VISTA IN SEZIONE



# Rinforzi non strutturali: antisfondellamento dei solai ad 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 RG66 NET BA, fissata ai travetti del solaio mediante tasselli tradizionali in nylon provvisti di rondella e mediante idonea malta Limecrete, Concrete Rock S.



# Case history

Esempi di progetti realizzati e loro concezione



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto – 1911

## Università di Trento



G&P Intech srl  
Tel.: +39 0444 522797  
E-mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)

*2. Ripristino e riqualificazione calcestruzzi e c.a.*  
*Dalla diagnosi all'intervento.*

# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

Rinforzo a confinamento e taglio con sistema FRP

Confinamento pilastri con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300

Classe 210C e parziale decompressione

**CONSOLIDATI 160 PILASTRI SU 204**



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Indagini preliminari

### ESECUZIONE DI PROVE DISTRUTTIVE-SEMIDISTRUTTIVE:

- 14 CAROTAGGI Ø100 CON ESTRAZIONE DI 27 PROVINI H/D=1



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Indagini preliminari

### ESECUZIONE DI PROVE NON DISTRUTTIVE METODO SONREB:

- 56 PROVE SCLEROMETRICHE
- 56 PROVE ULTRASONICHE



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Indagini preliminari

### INDAGINI SU DETTAGLI COSTRUTTIVI:

RILEVATA DIFFUSA CARENZA DI STAFFATURA NEI PILASTRI  
( STAFFE  $\varnothing 8/70-100\text{cm}$ )



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Indagini preliminari

### INDAGINI SU DETTAGLI COSTRUTTIVI:

CONGLOMERATO CEMENTIZIO LOCALMENTE AFFETTO DA SCARSA COESIONE E PRESENZA DI VESPAI



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Interventi preliminari di ripristino cls

Malta R4 Concrete Rock V

**FASE 1**



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Interventi preliminari di pulizia del cls

### FASE 2



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Fase di decompressione dei pilastri

### FASE 3



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Intervento di rinforzo FRP

### FASE 4



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Controllo temperatura



**CONTROLLO TEMPI DI  
RETICOLAZIONE > 10°C**

AMBIENTE A TEMPERATURA COSTANTE  
PARI A 20°C - PUNTELLI ALLA MEDESIMA  
TEMPERATURA PRIMA DELL'APPLICAZIONE  
DELL'AZIONE DI DECOMPRESSIONE A  
MEZZO MARTINETTI

# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Controlli in corso d'opera

### PROVE DI PULL-OFF

**ESECUZIONE DI N.31 PROVE DI PULL-OFF SU SUPERFICI RINFORZATE  
RISULTATI DELLE PROVE > 0,9 MPa per oltre 80% DEI CAMPIONI**



# Ex Manifatture Tabacchi – Rovereto

## Controlli in corso d'opera

### CONTROLLI DI ACCETTAZIONE TRAMITE COKIT POLIMI



**PRELIEVO CAMPIONE DI TESSUTO SECCO PER PESATURA E PER LA REALIZZAZIONE DEL PACCHETTO DI LAMINATO SU TAVOLETTA DI LAMINAZIONE**

**REALIZZAZIONE DI LAMINATO SU TAVOLETTA DI LAMINAZIONE**



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a confinamento con tessuto unidirezionale in carbonio C-SHEET 240/300 Classe 210C

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in fibra di carbonio tipo C-SHEET per intervento di rinforzo strutturale a confinamento di calcestruzzo, c.a. quali pile, pilastri, etc.

Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, il recupero del calcestruzzo con malte idonee tipo CONCRETE ROCK V-V2 Classe R4.

E' inclusa: la pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; l'applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; la stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.

Temperatura minima d'applicazione  $+10^{\circ}\text{C}$ . .....*omissis*. La eventuale sovrapposizione in direzione fibra sarà di almeno 20 cm, quella trasversale di almeno 2 cm, o quanto stabilito in progetto.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti. ....*omissis*

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 primo strato	€/m <sup>2</sup>	271,00
strati successivi	€/m <sup>2</sup>	177,00

# Grand Hotel Billia – Saint Vincent (AO) – 1905



G&P Intech srl  
Tel.: +39 0444 522797  
E-mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)

*2. Ripristino e riqualificazione calcestruzzi e c.a.  
Dalla diagnosi all'intervento.*

# Grand Hotel Billia – Saint Vincent (AO)

Rinforzo travi intradossate con sistema FRP

Rinforzo a taglio con tessuto in carbonio HM C-SHEET 390/300

Rinforzo a flessione con lamelle in carbonio HM CFK 200/2000



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a taglio con tessuto unidirezionale in carbonio HM C-SHEET 390/300 Classe C350/2800 e connettori in AFIX 10

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in fibra di carbonio tipo C-SHEET per intervento di rinforzo strutturale a taglio di travi, solai, capriate, colonne, impalcati in calcestruzzo e c.a.p.

Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, il recupero del calcestruzzo con malte idonee tipo CONCRETE ROCK V-V2 Classe R4.

E' inclusa: la pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; l'applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale alto modulo tipo C-SHEET 390/300 Classe C350/2800; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; la stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.

Temperatura minima d'applicazione  $+10^{\circ}\text{C}$ . .....*omissis*. La eventuale sovrapposizione in direzione fibra sarà di almeno 20 cm, quella trasversale di almeno 2 cm, o quanto stabilito in progetto.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti. ....*omissis*

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale C-SHEET 390/300 primo strato	€/m <sup>2</sup>	311,00
strati successivi	€/m <sup>2</sup>	194,00

Fornitura e posa per metro lineare di connettore tipo AFIX10, CFIX10	€/m	65,00
----------------------------------------------------------------------	-----	-------

# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a flessione con lamelle in carbonio alto modulo

**CFK 200/2000**

**Classe C200/1800**

Fornitura e posa in opera di lamelle in fibra di carbonio pultruse tipo CFK 200/2000, Classe C200/1800.....*omissis*, di spessore 1,4 mm e larghezze 50-80-100-120 mm, per il rinforzo a flessione di travi e solai in c.a. e c.a.p.

L'adesivo strutturale epossidico approvato tipo RESIN 90 marcato CE viene applicato su tutta la lunghezza della lamella maggiorata del 20 % in larghezza.

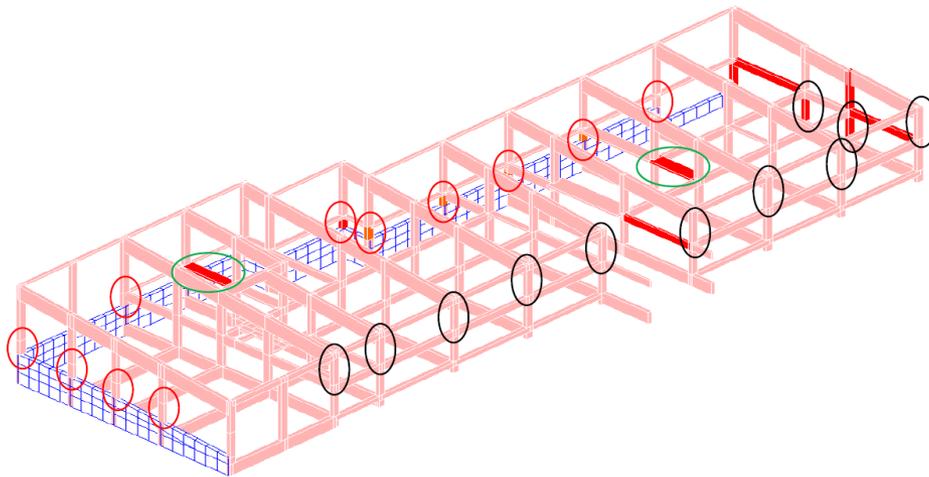
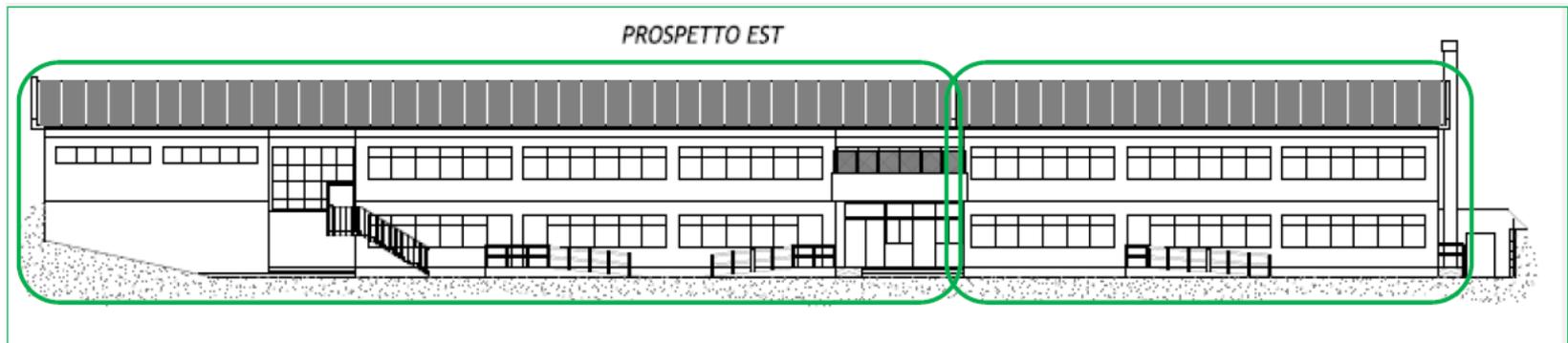
L'applicazione dovrà avvenire con temperatura esterna non inferiore a +10° C. Potranno essere richiesti idonei sistemi per il preriscaldamento del sistema di adesione. Inserimento di idonei sistemi di ancoraggio in particolare per garantire la precoce delaminazione terminale delle Lamelle CFK come previsti in progetto tipo connettori a fiocco AFIX10, CFIX10, fasce di carbonio ad U, piastre in acciaio tassellate o altri documentati.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti.....*omissis*

Fornitura e posa di lamelle in fibra di carbonio pultruse alto modulo tipo CFK 200/2000, Classe C200/1800:

larghezza mm 50	<b>€/m 98,00</b>
larghezza mm 80	<b>€/m 130,00</b>
larghezza mm 100	<b>€/m 140,00</b>
larghezza mm 120	<b>€/m 155,00</b>

# Scuola di Folignano (AP) Comune di Folignano



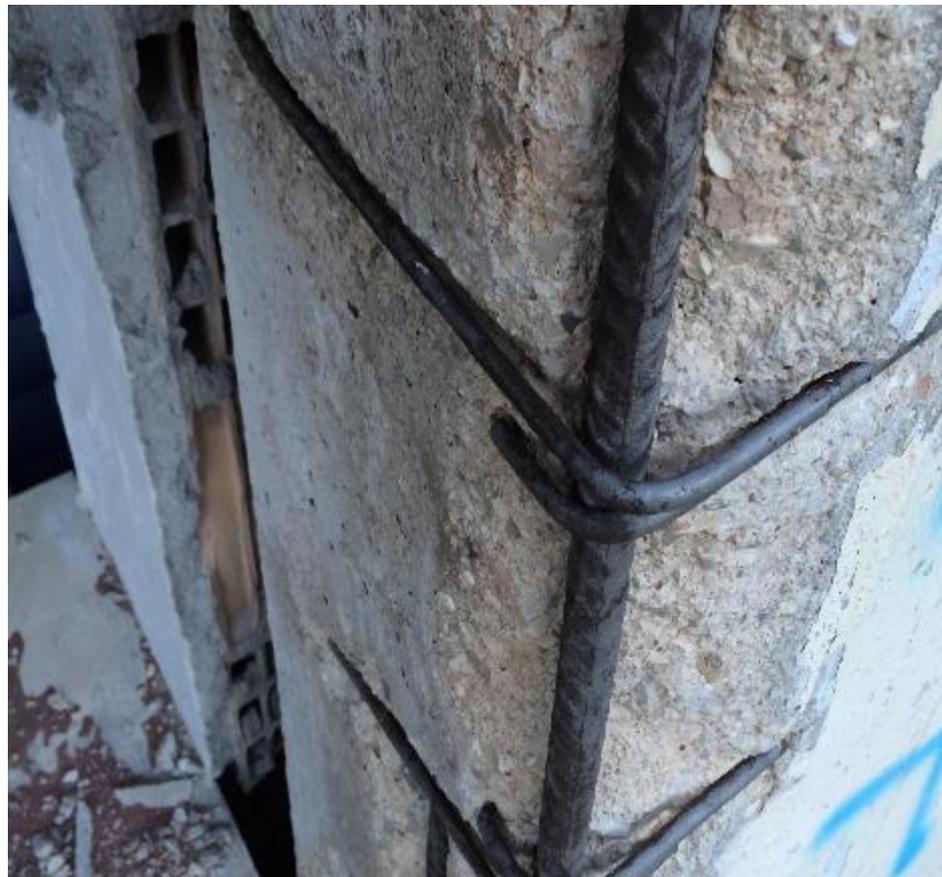
## Interventi realizzati 2015-2016

tutte le rotture fragili a taglio dei pilastri  
alcune rotture duttili a flessione delle travi piatte  
alcune rotture duttili a flessione di alcuni pilastri  
confinando i nodi

# Scuola di Folignano (AP)

## Rinforzo con sistema FRP

**Rinforzo nodi trave-pilastro con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300  
e tessuto quadriassiale C-SHEET 240/380/127/Q Classe 210C**



# Scuola di Folignano (AP)

## Rinforzo con sistema FRP

Rinforzo nodi trave-pilastro con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300  
e tessuto quadriassiale C-SHEET 240/380/127/Q Classe 210C



# Scuola di Folignano (AP)

## Rinforzo pilastri tozzi con piastre in acciaio



# Scuola di Folignano (AP)

## Rinforzo antiribalta STG



# Scuola di Folignano (AP)

## Rinforzo con sistema FRP

### Prove di pull-off



# Scuola di Folignano (AP)

## Prove di pull-off

### MISURAZIONE DELL'ADERENZA PER TRAZIONE DIRETTA - PROVA DI STRAPPO NORMALE -

#### Identificazione del campione

- Descrizione: **Rinforzo strutturale in fibra di carbonio unidirezionale**
- Modalità di applicazione: A cura del committente
- Metodo di prova:** Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP  
UNI EN 1542
- Attrezzatura di prova:** Apparecchiatura CONTROLS s/n 04031621 con fondo scala da 5 kN minima divisione 0,05 kN.
- Data di prova:** 13 e 21 maggio 2015

#### RISULTATI DELLE PROVE

Prova	Posiz. in opera	Diametro piastrina (mm)	Forza di distacco (kN)	Tensione di aderenza (MPa)	Tipo di frattura
1	P.T. Pilastro 7 fusto lato interno	50	2,70	1,4	Distacco tra il composito ed il supporto
2	P.T. Pilastro 10 base lato interno	50	2,85	1,5	Rottura del supporto in cls
3	P.T. Pilastro 9 base lato interno	50	5,00	2,5	Rottura del supporto in cls
A	P.T. Pilastro 6 base lato interno	50	3,80	1,9	Distacco tra piastrina metallica e composito
B	P.T. Pilastro 9 base lato interno	50	2,40	1,2	Distacco tra piastrina metallica e composito
C	P.T. Pilastro 8 base lato interno	50	1,80	0,8	Rottura del supporto in cls

Le prove 1-2-3 sono state eseguite in data 13-05-2015

Le prove A-B-C sono state eseguite in data 21-05-2015

# Scuola di Folignano (AP)

Si ricorda che a seguito all'evento sismico dell'aprile 2009 de L'Aquila il corpo fabbrica aveva subito alcune lesioni.

Successivamente agli ultimi accadimenti sismici che hanno interessato il Centro Italia nell'agosto 2016 , e a seguito di sopralluoghi effettuati da Vigili del Fuoco e Protezione Civile , l'edificio non ha presentato nessun tipo di danno.

# Hotel de la Ville - Firenze



# Hotel de la Ville - Firenze

## Rinforzo con sistema FRP

Recupero e rinforzo a flessione di solaio in laterocemento con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300 Classe 210C



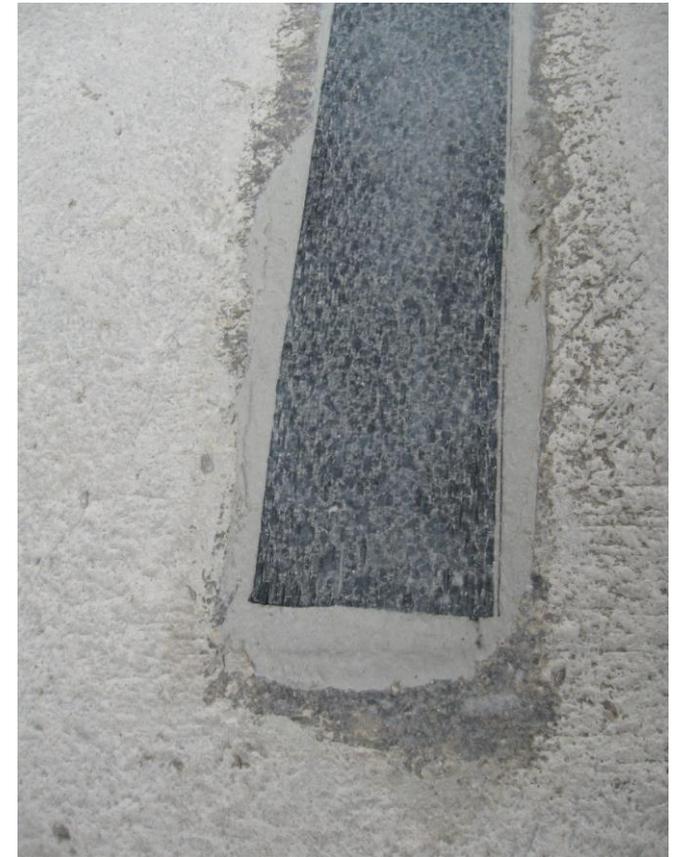
# Palazzo Agorà – Mestre (VE)



# Palazzo Agorà – Mestre (VE)

## Rinforzo estradossale con sistema FRP

Rinforzo a flessione a negativo all'estradosso di solaio in laterocemento con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300 Classe 210C



# Palazzo Agorà – Mestre (VE)

## Rinforzo intradossale travi con sistema FRP

### Rinforzo a flessione con lamelle in carbonio CFK 150/2000



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a flessione con tessuto unidirezionale in carbonio

### C-SHEET 240/300 Classe 210C

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in fibra di carbonio tipo C-SHEET per intervento di rinforzo strutturale a flessione di travi, solai, capriate, colonne, impalcati in calcestruzzo e c.a.p. .

Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, il recupero del calcestruzzo con malte idonee tipo CONCRETE ROCK V-V2 Classe R4.

E' inclusa: la pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; l'applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; la stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.

Temperatura minima d'applicazione  $+10^{\circ}\text{C}$ . .....*omissis*. La eventuale sovrapposizione in direzione fibra sarà di almeno 20 cm, quella trasversale di almeno 2 cm, o quanto stabilito in progetto.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti. ....*omissis*

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 primo strato	€/m <sup>2</sup>	271,00
strati successivi	€/m <sup>2</sup>	177,00

# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a flessione con lamelle in carbonio CFK 150/2000

### Classe C150/2300

Fornitura e posa in opera di lamelle in fibra di carbonio pultruse tipo CFK 150/2000, Classe C150/2300.....*omissis*, di spessore 1,4 mm e larghezze 50-80-100-120 mm, per il rinforzo a flessione di travi e solai in c.a. e c.a.p.

L'adesivo strutturale epossidico approvato tipo RESIN 90 marcato CE viene applicato su tutta la lunghezza della lamella maggiorata del 20 % in larghezza.

L'applicazione dovrà avvenire con temperatura esterna non inferiore a +10° C. Potranno essere richiesti idonei sistemi per il preriscaldamento del sistema di adesione. Inserimento di idonei sistemi di ancoraggio in particolare per garantire la precoce delaminazione terminale delle Lamelle CFK come previsti in progetto tipo connettori a fiocco AFIX10, CFIX10, fasce di carbonio ad U, piastre in acciaio tassellate o altri documentati.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti.....*omissis*

Fornitura e posa di lamelle in fibra di carbonio pultruse tipo CFK 150/2000, Classe C150/2300:

larghezza mm 50	<b>€/m 80,00</b>
larghezza mm 80	<b>€/m 110,00</b>
larghezza mm 100	<b>€/m 115,00</b>
larghezza mm 120	<b>€/m 130,00</b>

# Scuola "C. Collodi" – Comune di Caldogno (VI)



# Scuola "C. Collodi" – Caldogno (VI)

## Rinforzo con sistema FRP

Rinforzo a flessione e taglio pilastri con tessuto in carbonio C-SHEET  
240/600 Classe 210C



# Scuola "C. Collodi" – Caldogno (VI)

Sistema antiribalta STG

Rete in fibra di vetro G-Net 250 B, malta bicomponente RASEDIL AS  
e connettori in vetro GFIX 10



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo a flessione e taglio con tessuto unidirezionale in carbonio C-SHEET 240/600 Classe 210C

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in fibra di carbonio tipo C-SHEET per intervento di rinforzo strutturale a flessione e taglio di travi, solai, capriate, colonne, impalcati in calcestruzzo e c.a.p. .

Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, il recupero del calcestruzzo con malte idonee tipo CONCRETE ROCK V-V2 Classe R4.

E' inclusa: la pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con adesivo epossidico approvato tipo RESIN 90 e RESIN 75 marcati CE; l'applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C; la stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75 marcato CE; la stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo RESIN 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.

Temperatura minima d'applicazione  $+10^{\circ}\text{C}$ . .....*omissis*. La eventuale sovrapposizione in direzione fibra sarà di almeno 20 cm, quella trasversale di almeno 2 cm, o quanto stabilito in progetto.

I materiali dovranno essere corredati da appositi certificati CVT rilasciati dal Cons. Sup. LLPP e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti. ....*omissis*

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/600 primo strato	€/m <sup>2</sup>	<b>357,00</b>
strati successivi	€/m <sup>2</sup>	<b>249,00</b>

# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Sistema antiribalta STG

Fornitura e posa in opera di rasante bicomponente tipo RASEDIL AS armato con rete in fibra di vetro alcali resistenti apprettata tipo G-NET 250 B Sistema STG Strong Tie Glass per intervento di antiribalta a basso spessore di tramezzature, tamponamenti e collegamenti perimetrali. ....*omissis*

Stesura di idoneo rasante bicomponente tipo Rasedil AS per lo spessore richiesto. Annegare nella malta fresca la rete in vetro alcali resistente tipo G-NET 250 B. Posizionamento dei connettori tipo GFIX 10 con passo 40/50 cm per l'ancoraggio ai telai di piano o secondo gli elaborati progettuali. Stendere la successiva passata di rasante a ricoprire completamente la rete. Spessore minimo 6 mm. Sormonto minimo della rete 10 cm o quanto previsto negli elaborati progettuali.

Temperatura di applicazione +5 ÷ +35 C°.

I connettori tipo GFIX di diametro 10 mm dovranno essere posti entro fori di 14-16 mm per una profondità di almeno 10 cm o quanto indicato negli elaborati progettuali, sigillati con adesivo tipo RESIN 75 e sfioccati per almeno 15 cm e collegati alla rete in vetro con adesivo idoneo tipo Resin 75. Prima della stesura finale del rasante applicare uno spolvero di quarzo in corrispondenza della sovrapposizione rete- connettore.

Le suddette caratteristiche tecniche devono essere documentate da certificati di conformità tecnica dei materiali, la cui documentazione dovrà essere messa a disposizione della D.L. ....*omissis*

Fornitura e posa in opera per metro quadro di parete di rete in vetro alcali resistente apprettata tipo G-NET 250 B con rasante bicomponente a basso spessore tipo RASEDIL AS, connettori ed opere preparatorie escluse

€/m<sup>2</sup> **50,00**

Fornitura e posa in opera per metro lineare di connettore in GFRP tipo GFIX 10 installato, sigillato con tipo RESIN 75 e ancorato con adesivo tipo RESIN 75, foro diametro 14-16 mm incluso

€/m **51,00**

# Condomini a L'Aquila – Sisma 2009

## Rinforzo con sistema FRP

### Rinforzo nodi trave-pilastro con tessuto in carbonio

### C-SHEET 240/300 Classe 210C



# Condomini a L'Aquila – Sisma 2009

## Rinforzo con sistema FRP

**Rinforzo nodi trave-pilastro con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300  
e tessuto quadriassiale C-SHEET 240/380/127/Q Classe 210C**



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo di nodi trave-pilastro con tessuti in carbonio unidirezionale C-SHEET 240/300 e quadriassiale C-SHEET 240/380/127/Q Classe 210C

Fornitura e posa armatura di rinforzo in tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 e quadriassiale tipo C-SHEET 240/380/127 Q, per intervento di rinforzo strutturale antisismico e di incremento della duttilità nodo trave-pilastro di telai in c.a. Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi.

Sono inclusi: pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo RESIN PRIMER; l'eventuale applicazione della rasatura con adesivo epossidico approvato tipo Resin 90; stesura di un primo strato di adesivo epossidico approvato tipo RESIN 75; applicazione del tessuto in fibra di carbonio quadriassiale nel pannello di nodo tipo C-SHEET 240/380/127Q; successiva applicazione del tessuto in fibra di carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 Classe 210C; stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo RESIN 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale. Temperatura minima d'applicazione  $+10^{\circ}\text{C}$

Il materiale dovrà essere munito del relativo Certificato di Idoneità Tecnica CVT emanato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e di conformità ai sensi del D.T. 200 R1 2013 attestanti i requisiti tecnici minimi richiesti.

Fornitura e posa di nastri in carbonio unidirezionale tipo C-SHEET 240/300 primo strato	€/m <sup>2</sup>	<b>271,00</b>
strati successivi	€/m <sup>2</sup>	<b>177,00</b>

Fornitura e posa di nastri in carbonio quadriassiale tipo C-SHEET 240/380/127Q primo strato	€/m <sup>2</sup>	<b>295,00</b>
strati successivo	€/m <sup>2</sup>	<b>195,00</b>

# Viadotti Autostrada A14 tratto Cattolica – Fano

## Autostrade per l'Italia



# Viadotti Autostrada A14 tratto Cattolica - Fano

## Rinforzo travi con sistema FRP

Rinforzo a flessione con lamelle in carbonio CFK 150/2000, rinforzo a taglio con tessuto in carbonio C-SHEET 390/300 e connettori in AFIX 10



# Spalla Ponte di S. Giuliano – Venezia

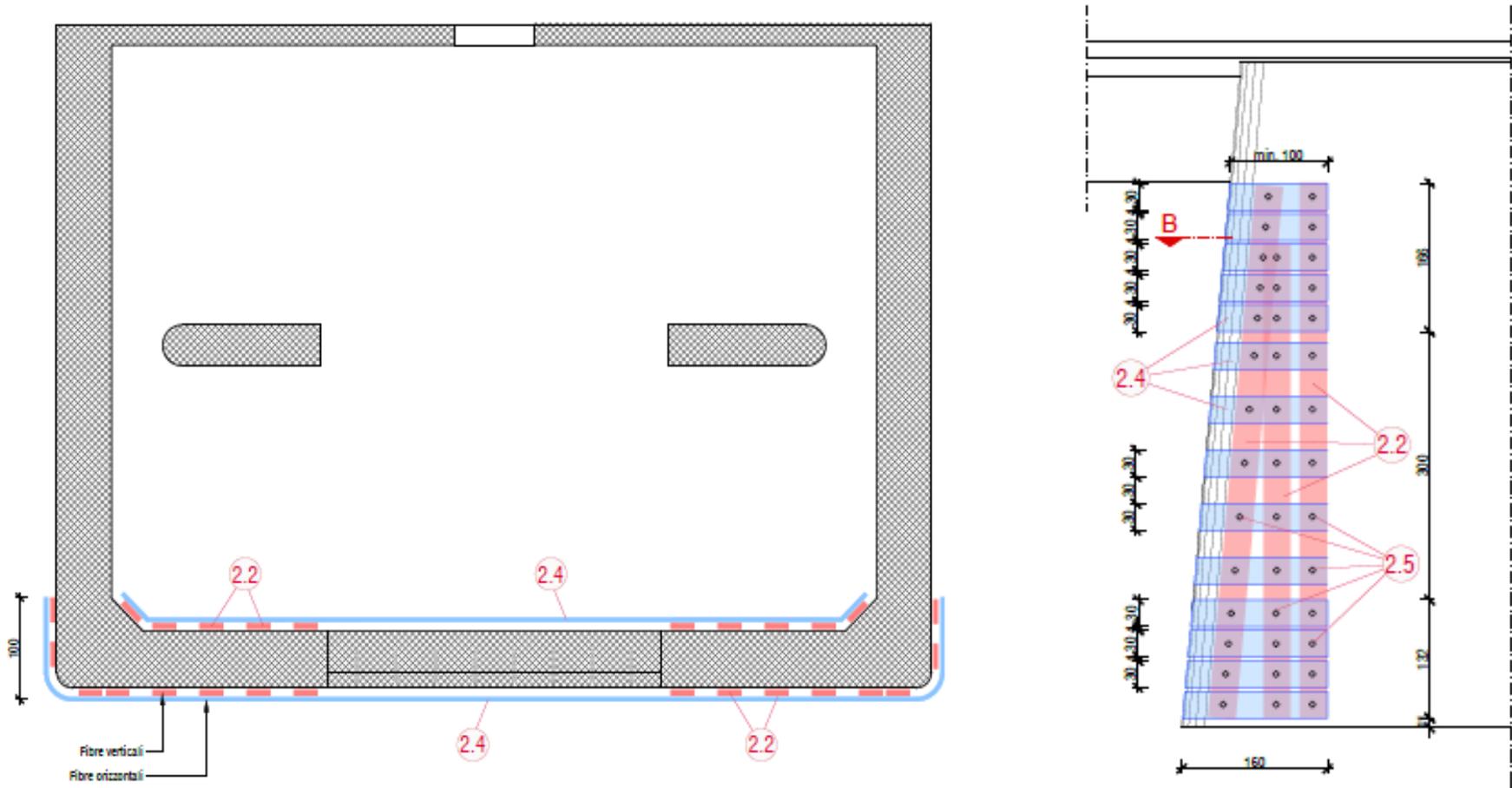
## Veneto Strade



# Spalla Ponte di S. Giuliano – Venezia

## Rinforzo con sistema FRCCM-SRG

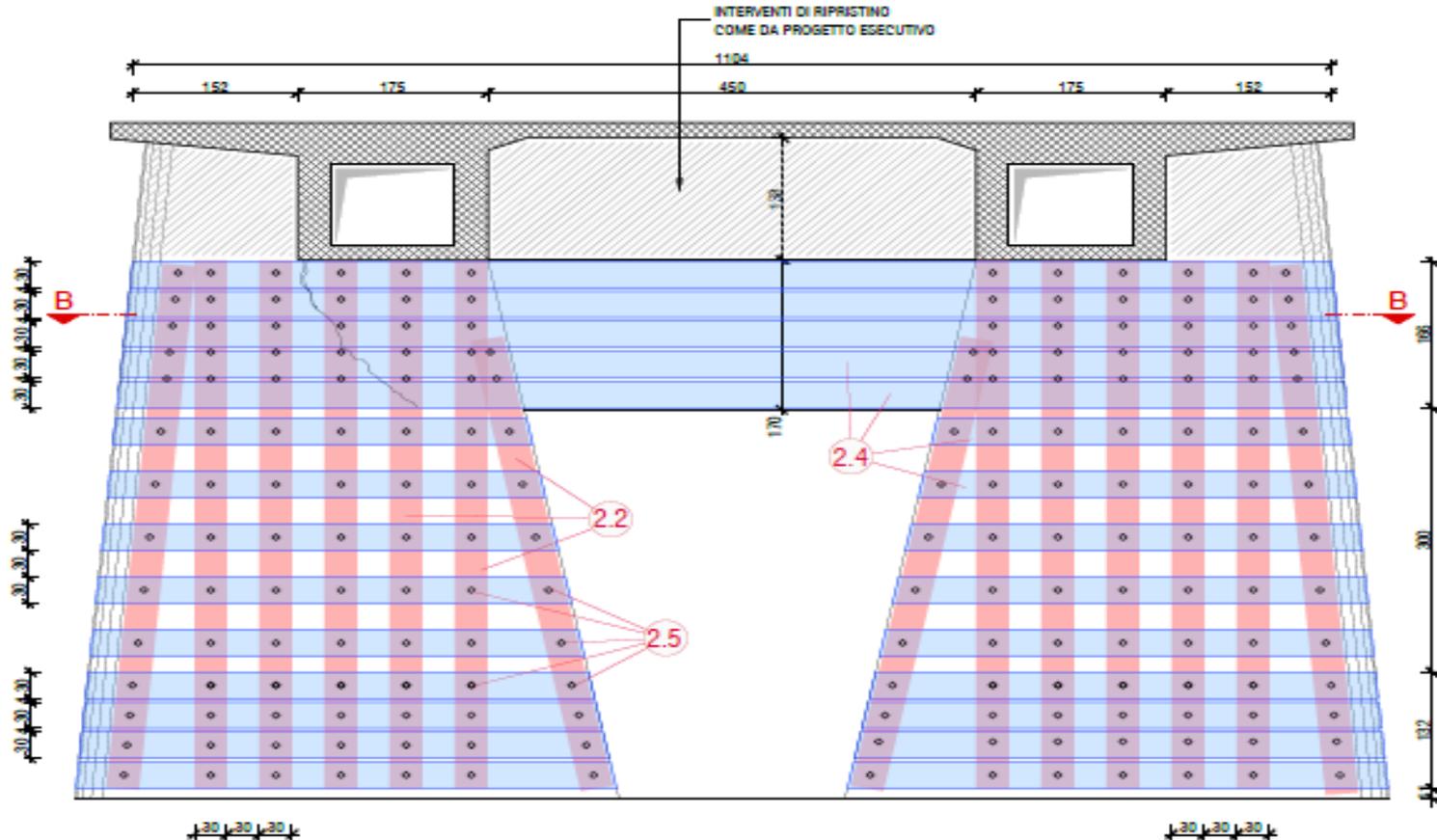
Rinforzo con tessuti in acciaio STEEL NET G 220 e STEEL NET G 80, applicati con malta CONCRETE ROCK V2 e connettori SFIX G10



# Spalla Ponte di S. Giuliano – Venezia

## Rinforzo con sistema FRCM-SRG

Rinforzo con tessuti in acciaio STEEL NET G 220 e STEEL NET G 80, applicati con malta CONCRETE ROCK V2 e connettori SFIX G10



# Spalla Ponte di S. Giuliano – Venezia

## Rinforzo con sistema FRM-SRG

Rinforzo con tessuti in acciaio STEEL NET G 220 e STEEL NET G 80, applicati con malta CONCRETE ROCK V2 e connettori SFIX G10



# Viadotto della Scafa Roma- Fiumicino

## Committente Astral – Roma



# Viadotto della Scafa Roma- Fiumicino

Rinforzo con sistema FRP

Confinamento pilastri con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300

Classe 210C



# Viadotto della Scafa - Roma

## Rinforzo con sistema FRP

Confinamento pilastri con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300

Classe 210C e preriscaldamento area d'intervento





# Galleria di base Variante di Valico Autostrada A1 BO-FI

## Schema di intervento sulla volta lesionata

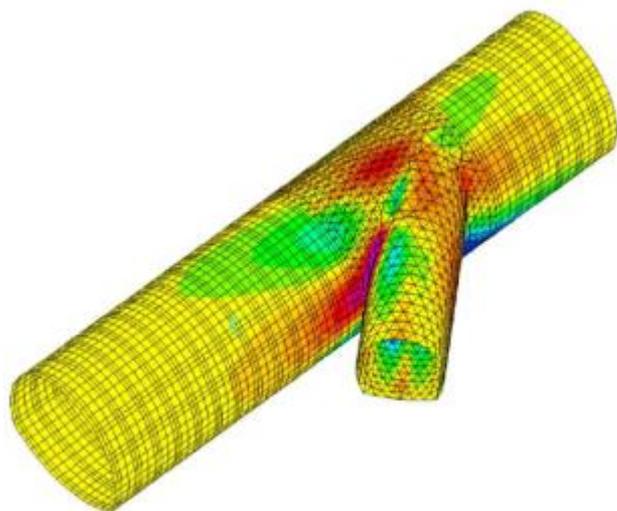
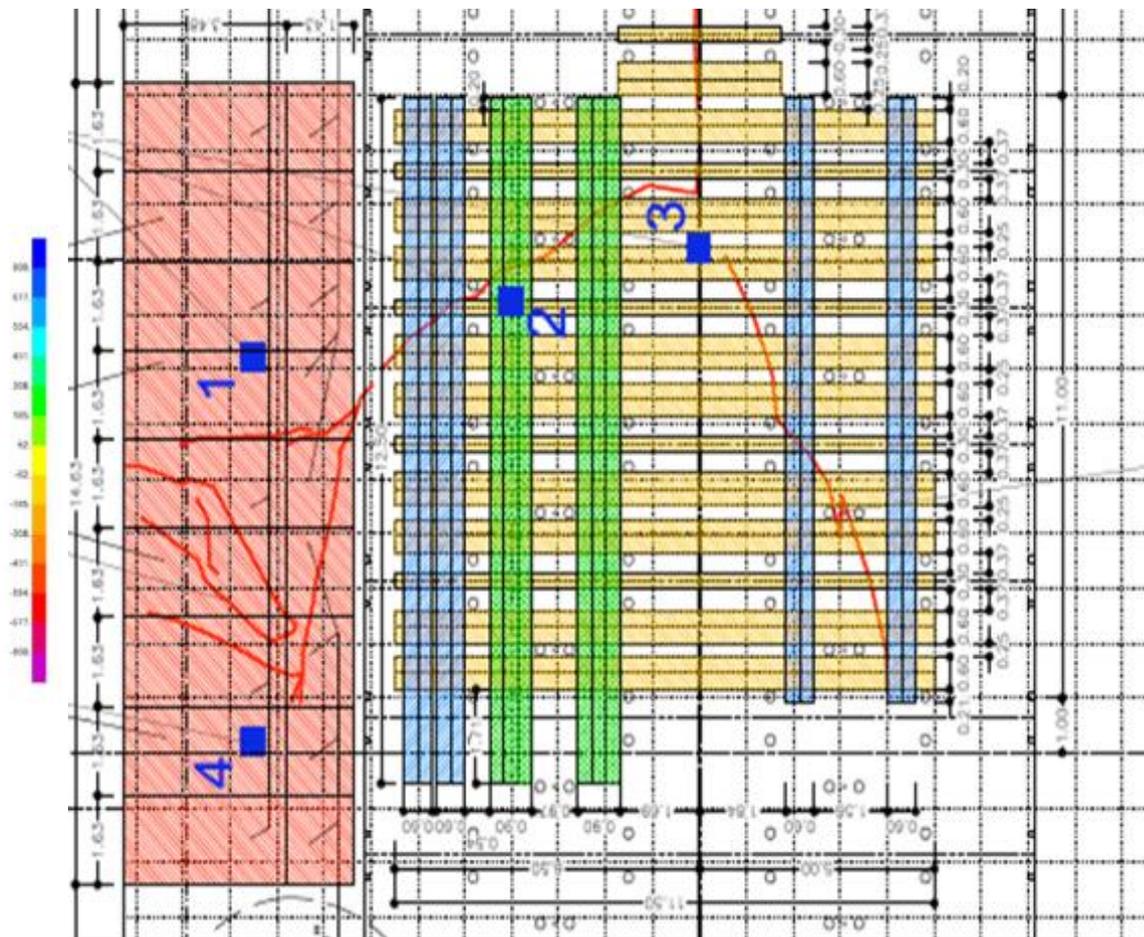


Figura 20 – Modello SAP 3D – Resultant forces F11 [kN/m] – Comb. 1



# Galleria di base Variante di Valico Autostrada A1 BO-FI

## Rinforzo con sistema FRCM-SRG

### Tessuto in acciaio STEEL NET G 220 con malta CONCRETE ROCK V2 e connettori SFIX G12



# Galleria del Colle Autostrada A1 – Impruneta (FI)



# Galleria del Colle autostrada A1 – Impruneta (FI)

## Rinforzo con sistema FRCM

Tessuto STEEL NET G 220 malta CONCRETE ROCK V2 e connettori SFIX G 12



# DA PREZZIARIO 2020 DISPONIBILE PER IL PROFESSIONISTA

## Rinforzo di strutture in c.a. e c.a.p. (travi, impalcati, gallerie) mediante sistema SRG con tessuto in acciaio UHTSS galvanizzato STEEL NET G220

Fornitura e posa di malta ad elevata resistenza ed adesione tipo CONCRETE ROCK V2 bicomponente reattiva a basso modulo elastico a base di leganti idraulici, armata con tessuto unidirezionale in acciaio UHTSS galvanizzato tipo STEEL NET G 220 in doppio strato per rinforzo strutturale di calcestruzzi, c.a. e c.a.p. di travi, impalcati, paramenti murari, pilastri, gallerie con ridotti spessori.....*omissis*

Stesura della malta cementizia manualmente o a spruzzo per lo spessore richiesto. Annegare nella malta ancora umida il tessuto in acciaio avendo cura di impregnare completamente il tessuto ed evitare la presenza di bolle d'aria. Stendere una successiva passata di malta a ricoprire completamente il tessuto di rinforzo. Nell'applicazione del secondo strato ripetere le fasi di intervento di cui sopra avendo cura di stendere il tessuto sulla malta ancora umida. Spessore minimo consigliato 25 mm. Particolare attenzione dovrà essere posta ai sormonti sulla base delle disposizioni progettuali, con un valore minimo di 20 cm in direzione longitudinale e ai sistemi di ancoraggio a mezzo connettori tipo SFIX G12 o altri sistemi ove previsti in progetto. Temperatura di applicazione +5°C +35°C. ....*omissis*.

Le caratteristiche tecniche devono essere documentate da certificati di conformità tecnica dei materiali ai sensi del DT 215/2018 e Linea guida di qualificazione FRM MIT STC 2019, la cui documentazione dovrà essere messa a disposizione della D.L. ....*omissis*.

Fornitura e posa di tessuto in acciaio galvanizzato UHTSS in doppio strato tipo STEEL NET G 220 in matrice inorganica bicomponente reattiva a basso modulo tipo CONCRETE ROCK V2, spessore minimo 25 mm, escluse opere preparatorie del sottofondo: doppio strato    **€/m<sup>2</sup>**    **330,00**

Fornitura e posa per metro lineare (focchi inclusi) di connettore in acciaio tipo SFIX G12 installato, sigillato con RESIN 75 e ancorato meccanicamente con adesivo tipo RESIN 90, foro incluso **€/m**    **75,00**

# Torre piezometrica acquedotto AMAG - Mirandola (MO)

Sisma 2012 - Rinforzo con sistema FRP

Rinforzo vasca con tessuto in carbonio C-SHEET 240/300 Classe 210C





**G&P intech** offre a Enti e Società Pubbliche e Private, Studi di Progettazione, Imprese Generali di Costruzioni e Ditte di Applicazioni Specialistiche, formazione, consulenza tecnica ed ingegneria di servizio, fornitura materiali e tecnologie certificate di elevata affidabilità e durabilità, assistenza tecnica nei cantieri.

**G&P intech** è presente nel territorio nazionale ed internazionale con le proprie agenzie commerciali, consulenti tecnici ed installatori specializzati.

Head Office: Via Retrone, 39 - 36077 – Altavilla Vicentina (VI)

Tel.: +39 0444 522797 – Fax: +39 0444 349110

E-mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com) Sito web: [www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)