

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

Workshop

Progetto DPC_ReLUIS 2019-2021

Roma 5 luglio 2022

*WP: Contributi normativi relativi a Materiali
Innovativi per Interventi su Costruzioni Esistenti*

Coordinatori: Maria Antonietta Aiello, Luciano Feo

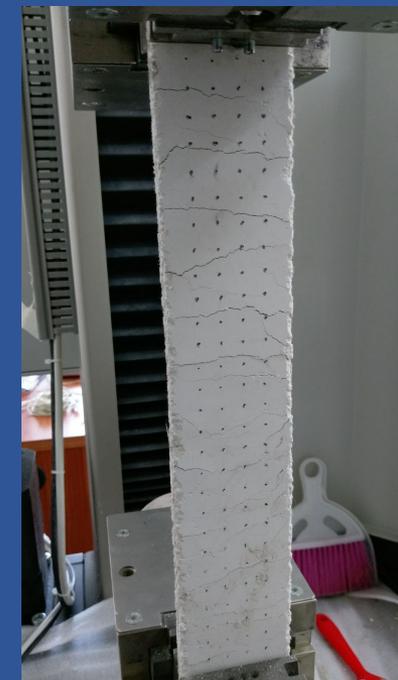
Unità partecipanti :

Università del Salento, Università della Calabria, Università di Napoli Federico II, Università di Perugia, Università di Bologna, Università di Napoli Parthenope, Università degli Studi Roma Tre, Politecnico di Milano, Università Telematica E-CAMPUS, Università degli Studi di Palermo, Università di Bologna, Università di Brescia, Università di Salerno, Università degli Studi di Roma Tor Vergata.

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

OBIETTIVI DEL WP

Implementazione di relazioni e raccomandazioni progettuali, utili all'aggiornamento o alla formulazione delle future normative tecniche relativamente agli interventi su costruzioni esistenti mediante l'utilizzo di compositi a matrice polimerica (**FRP**), compositi a matrice cementizia (**FRCM**), intonaci armati con reti preformate in materiale composito (**CRM**), calcestruzzi fibrorinforzati per rinforzo strutturale (**HPFRC**).



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

UNITA' PARTECIPANTI AL WP



UR	UNIVERSITA'	DIP.	TASK 1	TASK 2	TASK 3
1	UNISALENTO	DII	X	X	
2	UNICAL	DINCI		X	
3	UNINA	Di.St.		X	
4	UNIPG	DING			X
5	UNIBO	DICAM		X	
6	UNIPARTHENOPE	D.I.	X		
7	UNIROMA3	ING		X	
8	POLIMI	D.I.C.A.		X	X
9	UNIECAMPUS			X	
10	UNIPA	DICAM		X	
11	UNIBO	DICAM		X	
12	UNICAL	DINCI	X	X	
13	UNIBS	D.I.C.A.T.A.M.		X	X
14	POLIMI	ABC		X	
15	UNINA	Di.St.	X	X	X
16	UNISA	DICIV	X	X	
17	UNINA	Di.St.		X	
18	UNIROMA2	DICII			X
19	UNISA	DICIV			X
20	UNIROMA2	DICII	X		
21	UNINA	Di.St.		X	

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

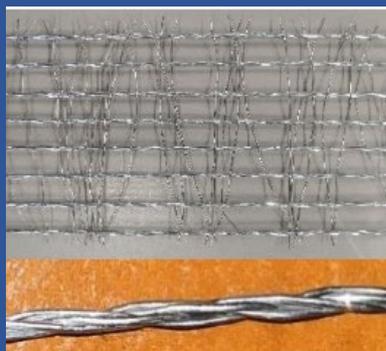
ATTIVITA' SVOLTE

Task 1: COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA (FRP)

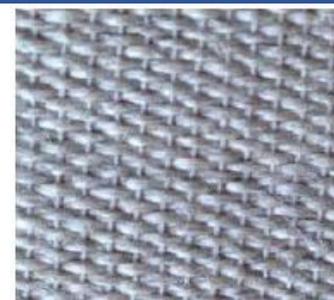
Task 1.1 - Interventi con nuove tipologie di Materiali FRP

Revisione/estensione di formule progettuali esistenti, o anche di nuova implementazione, relativamente all'impiego di materiali FRP di più recente generazione per gli interventi su costruzioni esistenti, in particolare materiali compositi di tipo SFRP e BFRP.

Indicazioni normative preliminari per l'uso di compositi realizzati con fibre naturali (lino, canapa).



Tessuto in fibra di canapa



Tessuto in fibra di lino

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

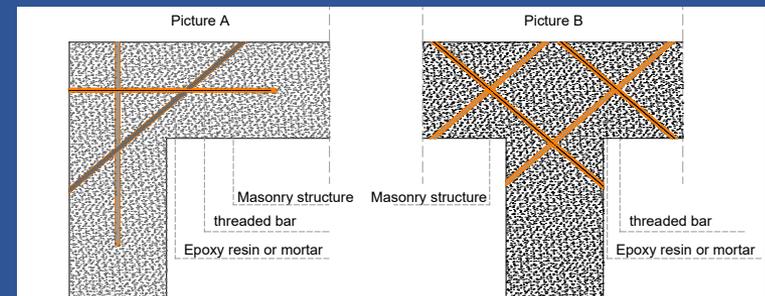
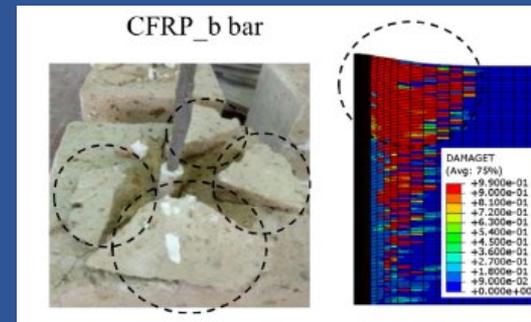
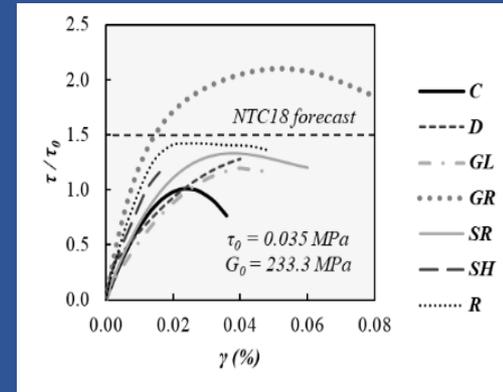
ATTIVITA' SVOLTE

Task 1: COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA (FRP)

Task 1.2 - Sistemi di ancoraggio e di connessione

Calibrazione di formule predittive per la valutazione dell'efficacia di diversi sistemi di ancoraggio di materiali FRP ai substrati esistenti, in presenza di sollecitazioni di flessione e taglio e con riferimento a configurazioni piane e curve degli elementi strutturali.

Contributi progettuali concernenti l'uso di connettori in FRP, finalizzato a scongiurare meccanismi di collasso locali nelle strutture in muratura, ad esempio per il collegamento fra pannelli murari o fra paramenti multipli costituenti i pannelli medesimi.



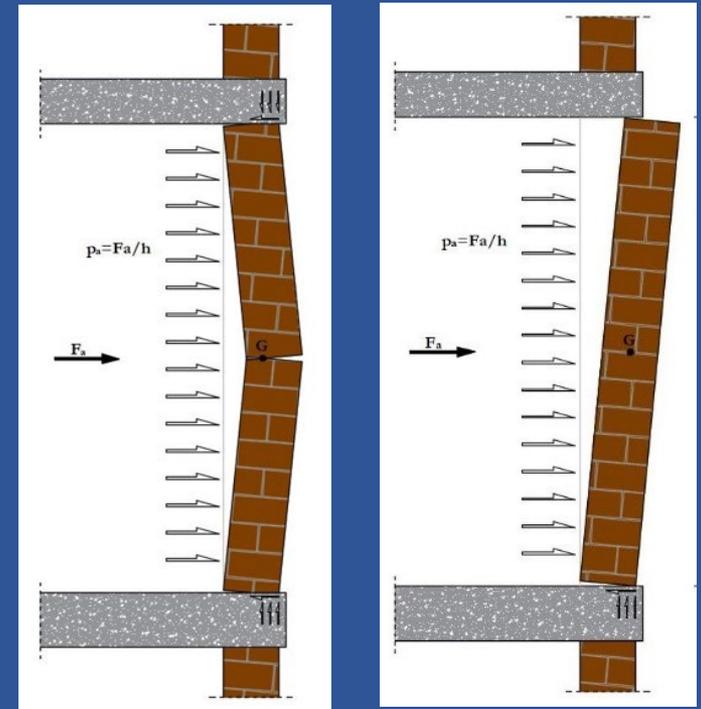
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 1: COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA (FRP)

Task 1.3 - Sistemi di rinforzo per elementi non strutturali

Contributi normativi finalizzati a prevedere l'efficacia di sistemi antiribaltamento in FRP da utilizzare per elementi non strutturali (tompagni e tramezzi) in edifici in calcestruzzo armato, al fine di evitare meccanismi fuori piano sotto azioni sismiche.



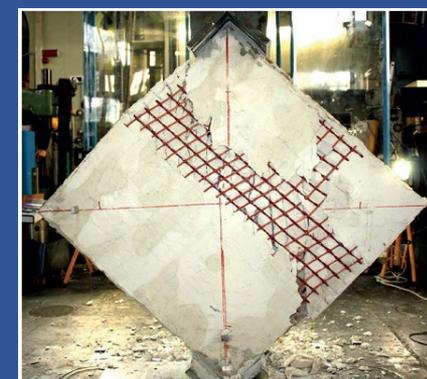
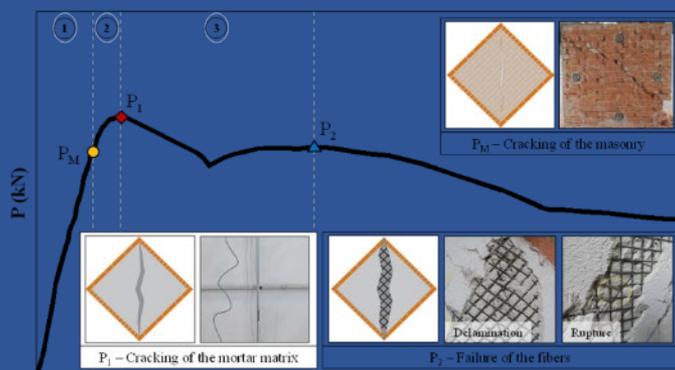
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 2: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA (FRCM) ED INTONACI ARMATI (CRM)

Task 2.1 - Interventi su costruzioni in muratura: pannelli, elementi strutturali curvi, pilastri

Contributi normativi per il dimensionamento e la verifica di interventi di rinforzo su maschi murari sollecitati nel piano e fuori piano, per il confinamento di elementi soggetti a compressione dominante, per il rinforzo di elementi strutturali curvi.



7 (-)

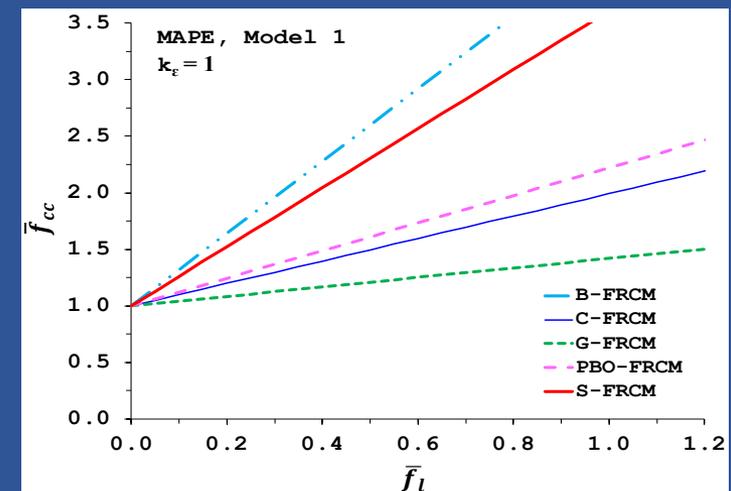
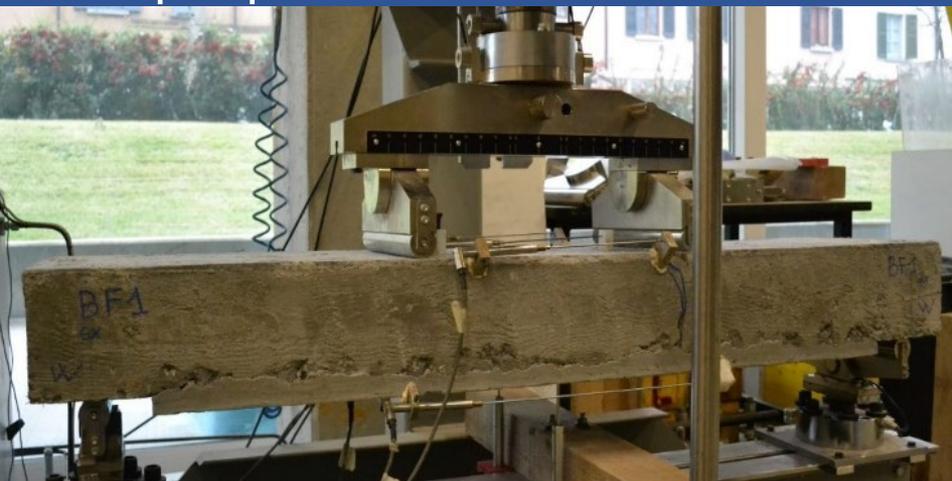
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 2: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA (FRCM) ED INTONACI ARMATI (CRM)

Task 2.2 - Interventi su costruzioni in calcestruzzo armato

Messa a punto di formulazioni progettuali per la definizione di istruzioni utili alla progettazione di interventi con materiali FRCM su elementi strutturali in calcestruzzo armato soggetti a flessione e taglio e su elementi soggetti a prevalente compressione, mettendo anche in conto i possibili fenomeni di crisi per perdita di aderenza.



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

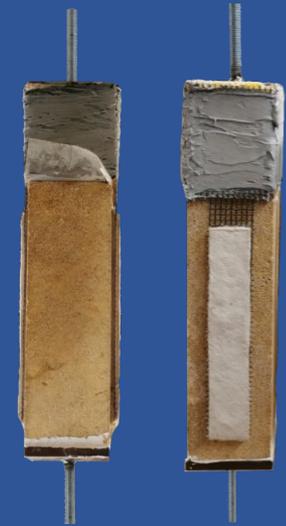
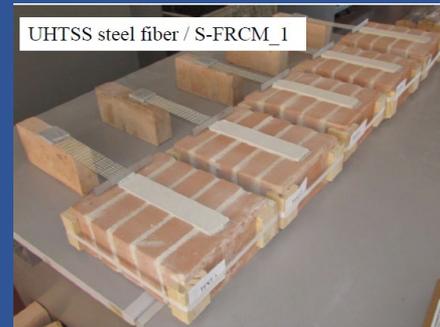
ATTIVITA' SVOLTE

Task 2: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA (FRCM) ED INTONACI ARMATI (CRM)

Task 2.3 – Aderenza, connessioni e dettagli costruttivi

Contributi normativi in relazione alla messa a punto di formule predittive per la determinazione della lunghezza efficace di ancoraggio nell'applicazione dei materiali FRCM a substrati esistenti in muratura e calcestruzzo armato.

Indicazioni normative relative all'impiego di connessioni realizzate mediante sistemi FRCM finalizzato a favorire un comportamento globale della fabbrica muraria.



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 2: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA (FRCM) ED INTONACI ARMATI (CRM)

Task 2.4 – Comportamento a lungo termine dei materiali FRCM

Contributi normativi mirati a calibrare coefficienti che mettano in conto il possibile decadimento meccanico dei materiali FRCM a lungo termine, sulla base degli studi ad oggi disponibili. In particolare, sono fornite indicazioni in merito alla riduzione di resistenza e rigidità in presenza di umidità, temperatura elevata, ambienti salini ed alcalini, cicli di gelo e disgelo.



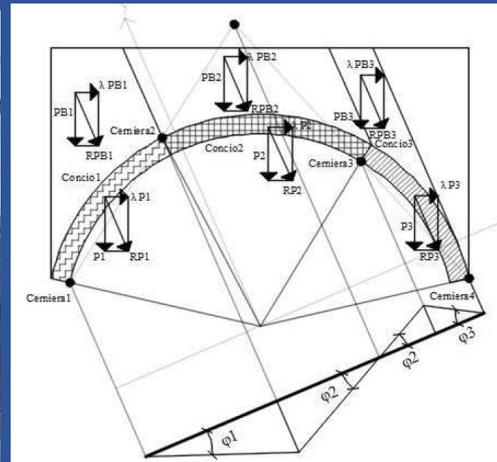
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 2: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA (FRCM) ED INTONACI ARMATI (CRM)

Task 2.5 – Interventi mediante intonaco armato (CRM)

Contributi normativi per il dimensionamento e la verifica di interventi di rinforzo mediante intonaci armati, con particolare riferimento a pannelli murari ed elementi a semplice e doppia curvatura.



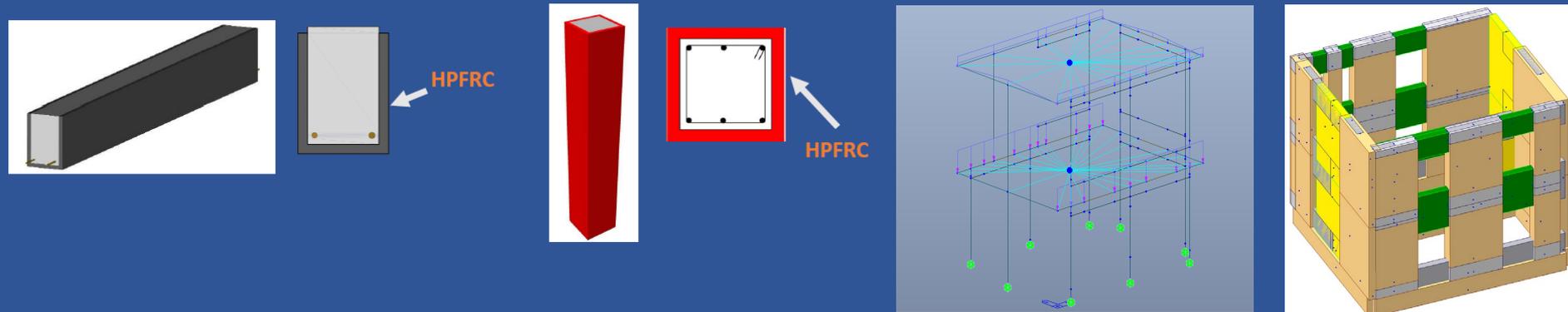
Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 3: CALCESTRUZZI/MALTE FIBRORINFORZATI (HPFRC)

Task 3.1 - Interventi su strutture in calcestruzzo armato

Messa a punto, di indicazioni progettuali per il dimensionamento degli interventi di rinforzo di strutture esistenti in calcestruzzo armato (travi, pilastri, nodi trave-pilastro, pareti), con relativa verifica degli incrementi di resistenza e duttilità raggiungibili nei diversi ambiti di applicazione.



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

ATTIVITA' SVOLTE

Task 3: CALCESTRUZZI/MALTE FIBRORINFORZATI (HPFRC)

Task 3.2 - Utilizzo di sistemi HPFRC su strutture in muratura

Contributi normativi per il dimensionamento e la verifica di interventi di rinforzo mediante l'impiego di materiali HPFRC di strutture in muratura, di pareti murarie.



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

OBIETTIVI RAGGIUNTI nel triennio 2019-2021

- ✓ **Contributi normativi per compositi a matrice polimerica (FRP) – Coord. Francesca Ceroni**
- ✓ **Contributi normativi per compositi a matrice inorganica (FRCM) ed intonaci armati (CRM) – Coord. Antonio Bilotta**
- ✓ **Contributi normativi per calcestruzzi fibrorinforzati (HPFRC) – Coord. Luca Facconi**
- ✓ **Contributi normativi per indagini sperimentali (FRP, FRCM, CRM, HPFRC) – Coord. Stefano De Santis**
- ✓ **Round Robin Test sul Confinamento di Colonne in Muratura (8 Laboratori)**
- ✓ **Round Robin Test sull'aderenza di sistemi FRCM su substrati murari (12 Laboratori)**

PRODOTTI 2019-2021: CONTRIBUTI NORMATIVI



Progetto Esecutivo Reluis-DPC 2019-2021

WP 14 Contributi normativi per Materiali Innovativi per Interventi su Costruzioni Esistenti

Proposte di modifiche e integrazioni alle Linee Guida esistenti per le prove sperimentali su materiali compositi FRP, FRCM e CRM

Dati generali	
Unità di Ricerca	Ateneo e Dipartimento
Responsabile/Referente	Persona di riferimento per le proposte di modifica
Contatti e-mail e telefono	
Proposte di modifica	
Proposta 1	
Linea Guida	Riferimento completo della LG per la quale si propone la modifica.
Prova di cui si propone la modifica	La LG potrebbe descrivere più prove sperimentali. Indicare qui nello specifico quale è la prova o la procedura di cui si suggerisce la modifica.
Descrizione delle modalità di prova o delle procedure sperimentali di cui si propone la modifica o l'integrazione	Breve descrizione della prova (o del suo aspetto specifico) così come è attualmente prevista nelle LG esistenti.
Modifica o integrazione proposta e giustificazione della variazione suggerita	Descrizione motivata della modifica proposta.
Riferimenti normativi e bibliografici	
Eventuali schemi o grafici a supporto	
Proposta 2	
Linea Guida	Riferimento completo della LG per la quale si propone la modifica.
Prova di cui si propone la modifica	La LG potrebbe descrivere più prove sperimentali. Indicare qui nello specifico quale è la prova o la procedura di cui si suggerisce la modifica.
Descrizione delle modalità di prova o delle procedure sperimentali di cui si propone la modifica o l'integrazione	Breve descrizione della prova (o del suo aspetto specifico) così come è attualmente prevista nelle LG esistenti.
Modifica o integrazione proposta e giustificazione della variazione suggerita	Descrizione motivata della modifica proposta.
Riferimenti normativi e bibliografici	Articoli, report, atti di conferenza, scritti dai membri della UR proponente le modifiche oppure disponibili in letteratura.
Eventuali schemi o grafici a supporto	
Proposta 3	
Linea Guida	
Prova di cui si propone la modifica	
Descrizione delle modalità di prova o delle procedure sperimentali di cui si propone la modifica o l'integrazione	
Modifica o integrazione proposta e giustificazione della variazione suggerita	
Riferimenti normativi e bibliografici	
Eventuali schemi o grafici a supporto	

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

CONTRIBUTI NORMATIVI: COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA (FRP)

Esempio di proposta di modifica per Istruzioni CNR DT200/R1

4 RINFORZO DI STRUTTURE DI C.A. E DI C.A.P. 4.1 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA NEI CONFRONTI DEL DISTACCO DAL SUPPORTO

4.1.2 Verifiche di sicurezza nei confronti del distacco dal supporto Pagina 29

$$l_{a,d} = \min \left\{ \frac{1}{\gamma_{sa} \cdot f_{st}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot t_f \cdot F_{st}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad (4.1)$$

dove:

- E_f e t_f sono, rispettivamente, il modulo di elasticità normale nella direzione della forza e lo spessore del composito fibrorinforzato;
- F_{st} è il valore di progetto dell'energia specifica di frattura;
- $f_{st} = \frac{2 \cdot F_{st}}{s_a}$, con $s_a = 0.25$ mm valore ultimo dello scorrimento tra FRP e supporto (vedere Appendice C);
- $\gamma_{sa} = 1.25$ è un coefficiente correttivo.

Il valore di progetto dell'energia specifica di frattura è fornito dalla seguente relazione:

$$F_{st} = \frac{k_0 \cdot k_2}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{cm}} \quad (4.2)$$

I simboli in essa introdotti hanno il significato di seguito specificato:

- f_{cm} e f_{cm} sono, rispettivamente, i valori medi delle resistenze a compressione ed a trazione del calcestruzzo valutate *in situ*; in mancanza di dati sperimentali, la resistenza media a trazione del calcestruzzo può essere dedotta dalla f_{cm} in accordo con quanto indicato nella Normativa vigente;
- FC è un opportuno fattore di confidenza;
- k_0 è un coefficiente correttivo di tipo geometrico ed ammette la seguente espressione in funzione del rapporto h/b tra la larghezza del rinforzo e quella dell'elemento rinforzato:

$$k_0 = \sqrt{\frac{2 - h/b}{1 + h/b}} \geq 1 \quad (4.3)$$

sempreché risulti $h/b \geq 0.25$ (per $h/b < 0.25$ al coefficiente k_0 viene attribuito il valore 1.18, corrispondente a $h/b = 0.25$);

- k_2 è un ulteriore coefficiente correttivo tarato sulla base di risultati di prove sperimentali, da assumersi pari 0.023 mm per i compositi preformati ed a 0.037 mm per i compositi impregnati *in situ*.

Modifica della formula di progetto per lunghezza ottimale di ancoraggio

Per compositi impregnati in situ:

$$l_{a,d} = 1.2 \cdot \frac{E_f \cdot t_f}{\sqrt{f_{cm} f_{ctm}} / FC} \quad (4.1a)$$

Per compositi preformati:

$$l_{a,d} = 1.5 \cdot \frac{E_f \cdot t_f}{\sqrt{f_{cm} f_{ctm}} / FC} \quad (4.1b)$$

Modifica della formula di progetto dell'energia di frattura

Cancellare la descrizione di k_2 e spostarla dopo quando si introduce la tensione di distacco. Rinumerare le equazioni seguenti fino alla 4.6.

$$F_{st} = \frac{k_G}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}} \quad (4.2)$$

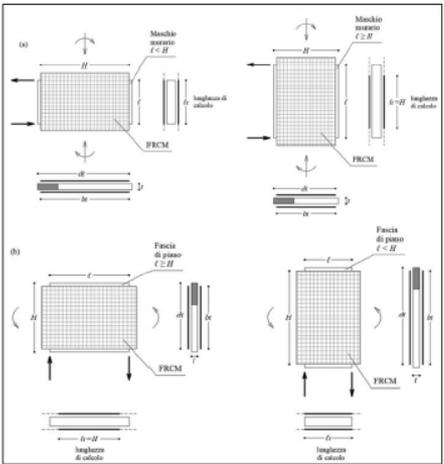
- k_G è un ulteriore coefficiente correttivo tarato sulla base di risultati di prove sperimentali, da assumersi pari a 0.021 mm per i compositi preformati e 0.035 per i sistemi compositi FRP e SRP impregnati *in situ*. Per i sistemi impregnati in situ, il valore di k_G è stato calibrato sulla base di prove sperimentali di aderenza su tessuti in fibra di carbonio, vetro, basalto, e SRP, mentre, per i sistemi preformati, k_G è stato tarato sulla base di prove sperimentali su laminati in fibra di carbonio.

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

CONTRIBUTI NORMATIVI: COMPOSITI A MATRICE INORGANICA

Proposte di aggiornamento delle "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica"(CNR-DT 215)

Testo della Linea Guida	Modifiche proposte
<p style="text-align: center; font-size: small;">CNR-DT 215/2018</p> <ul style="list-style-type: none"> - n_f è il numero totale degli strati di rinforzo disposti sulle facce della parete; - t_{eq} è lo spessore equivalente di uno strato di rete con fibre disposte in direzione parallela alla forza di taglio; - l_f è la dimensione di calcolo del rinforzo misurata ortogonalmente alla forza di taglio, ed in ogni caso non può essere assunta superiore alla dimensione H della parete (Figura 4.1).  <p style="font-size: x-small;">Figura 4.1 - Rinforzo con FRCM di pannelli sollecitati nel piano: (a) rinforzo di un massiccio murario; (b) rinforzo di una fascia di piano.</p> <p style="font-size: x-small;">Il prodotto $n_f \cdot t_{eq} \cdot l_f$ rappresenta l'area della sezione equivalente del rinforzo efficace a taglio, disposto in direzione parallela alla forza di taglio, che interseca una lesione a taglio inclinata di 45°. Di qui la limitazione $l_f \leq H$.</p>	<p>Paragrafo 4.1.1. – Capacità a taglio Aggiungere il seguente testo a fine paragrafo: <i>"Infine, si può utilizzare una formulazione di raccordo tra il calcolo semplificato della capacità della muratura rinforzata condotto mediante il coefficiente moltiplicativo α della tabella 4.1, ed il calcolo mediante l'utilizzo della (4.1a) per il calcolo del contributo a taglio del rinforzo, $V_{r,f}$,</i></p> $V_{r,f} = V_t \left(\sqrt{\frac{\alpha \beta + \nu}{\alpha \beta + \nu} - 1} \right) \quad (4.1c)$ <p>definendo</p> $\beta = \frac{3\tau_{od}}{2f_d} \quad (4.1c)$ $\nu = \frac{d_o}{f_d} \quad (4.1d)$ <p><i>in accordo alla normativa vigente, le proprietà adimensionali della muratura non rinforzata per la crisi da taglio trazione (CS.7.1.16).</i></p>

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

CONTRIBUTI NORMATIVI: HPFRC

Si propongono le seguenti modifiche al documento CNR-DT 204/2006 al fine di includere l'impiego di calcestruzzi/maltefibrorinforzate ad elevate prestazioni (HPFRC) per il rinforzo delle strutture esistenti

INDICE

6	ESECUZIONE	37
6.1	COMPOSIZIONE DELLA MISCELA.....	37
6.2	POSA DELLE ARMATURE.....	37
6.3	DIMENSIONI MINIME	37
6.3.1	Spessore minimo relativo	37
6.3.2	Spaziatura di armatura e copriferro minimi.....	38
6.4	ESECUZIONE DEI GETTI.....	38
7	RESISTENZA AL FUOCO	39
8	COLLAUDO E CONTROLLI DI PRODUZIONE	41
8.1	COLLAUDO	41
8.2	CONTROLLI DI PRODUZIONE PER APPLICAZIONI TIPO A	41
8.3	CONTROLLI DI PRODUZIONE PER APPLICAZIONI TIPO B	41



9. CALCESTRUZZI/MALTE FIBRORINFORZATE PER IL RINFORZO STRUTTURALE

9.1 INTRODUZIONE

9.2 CALCESTRUZZI/MALTE FIBRORINFORZATE PER IL RINFORZO STRUTTURALE

9.2.1 Applicazioni su strutture in C.A. (Prof. Feo - UniSalerno, Prof. Rinaldi – UniRoma2)

9.2.2 Applicazioni su strutture in muratura (Prof. Plizzari - Unibs)

9.3 PROPRIETA' MECCANICHE DEL RINFORZO

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

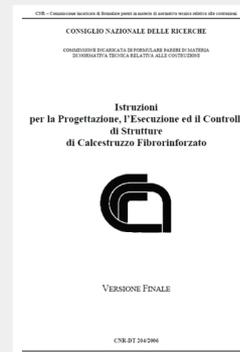
CONTRIBUTI NORMATIVI: HPFRC

9.4 RINFORZO DI STRUTTURE MURARIE (Contributi Prof. Plizzari)

9.4.1 Rinforzo di pannelli murari nel piano

9.4.2 Rinforzo di pannelli murari fuori dal piano

10	APPENDICE B (SUL CONTROLLO E SUI CRITERI DI CONFORMITÀ).....	48
10.1	PROVE DI FLESSIONE SU MATERIALE CLASSIFICATO DEGRADANTE	48
11	APPENDICE C (SULLE PROVE DI CARATTERIZZAZIONE MECCANICA PER MATERIALI INCRUDENTI).....	50
11.1	PROVA DI TRAZIONE	50
11.1.1	Preparazione del provino	50
11.1.2	Apparecchiatura di prova.....	50
11.1.3	Procedura di carico	51
11.2	PROVA DI FLESSIONE.....	51
12	APPENDICE D (SULLA RESISTENZA DEI MATERIALI: CALCOLO DEI VALORI CARATTERISTICI PER LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE).....	52
13	APPENDICE E (SULLA DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DEI COEFFICIENTI DI DEGRADO).....	55



14. APPENDICE (SUL CALCOLO DELLA RESISTENZA NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DI PANNELLI MURARI RINFORZATI) (Prof. Plizzari - Unibs)

14.1 RINFORZO A TAGLIO E A FLESSIONE DI PANNELLI MURARI

14.1.1 Esempio 1

14.1.2 Esempio 1

14.2 RINFORZO DI PANNELLI SOGGETTI A FLESSIONE FUORI PIANO

14.2.1 Esempio 1

14.2.2 Esempio 2

14.2 PROGETTAZIONE DEL RINFORZO SISMICO DI EDIFICI ESISTENTI: ESEMPI APPLICATIVI

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

CONTRIBUTI NORMATIVI:

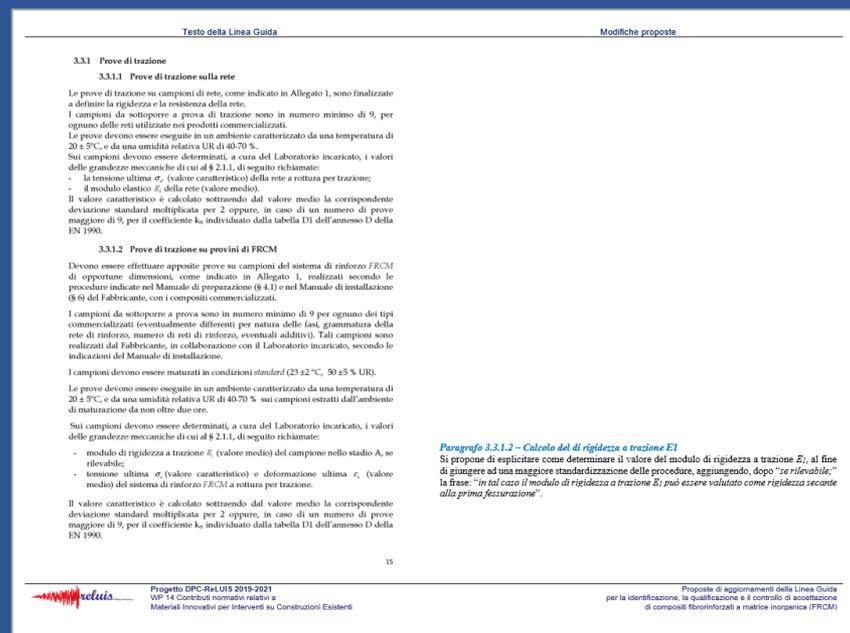
Proposte di aggiornamento della “Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti” (CSLLPP, 2018)

Le modifiche proposte sono relative a:

- Prove di resistenza in presenza di sovrapposizione delle reti
- Prove sui tessuti in acciaio in presenza di piegatura
- Processi di condizionamento artificiale in ambiente alcalino e per esposizione a stress termo-igrometrici (gelo-disgelo e umidità)
- Qualificazione dei connettori
- Prove in temperatura
- Geometria dei provini e calcolo proprietà meccaniche (precisazioni)

Il documento include:

- Una prima sezione organizzata su due colonne, con il testo originale della LG e, a fronte, le proposte di modifica
- Una seconda sezione con i commenti ed i riferimenti bibliografici corrispondenti alle proposte di modifica



Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

PRODOTTI 2019-2021

Construction and Building Materials 298 (2021) 123816



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat



Masonry columns confined with fabric reinforced cementitious matrix (FRCM) systems: A round robin test



M.A. Aiello^{a,*}, F. Bencardino^b, A. Cascardi^c, T. D'Antino^d, M. Fagone^e, I. Frana^j, L. La Mendola^g, G.P. Lignola^h, C. Mazzotti^f, F. Micelli^a, G. Minafò^g, A. Napoliⁱ, L. Ombres^b, M.C. Odio^g, C. Poggi^d, A. Prota^h, G. Ramaglia^h, G. Ranocchiaro^e, R. Realfonzoⁱ, S. Verre^b

Construction and Building Materials 308 (2021) 124964

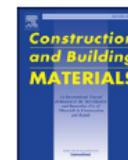


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat



Influence of different set-up parameters on the bond behavior of FRCM composites



Alessandro Bellini^{a,*}, Maria Antonietta Aiello^b, Francesco Bencardino^c, Claudia Brito de Carvalho Bello^d, Giulio Castori^e, Antonella Cecchi^d, Francesca Ceroni^f, Marco Corradi^{e,g}, Tommaso D'Antino^h, Stefano De Santisⁱ, Mario Fagone^j, Gianmarco de Feliceⁱ, Marianovella Leone^b, Gian Piero Lignola^k, Annalisa Napoli^l, Mattia Nisticò^c, Carlo Poggi^h, Andrea Prota^k, Giovanna Ranocchiaro^j, Roberto Realfonzo^l, Elio Sacco^k, Claudio Mazzotti^m

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

thank
you