



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno ReLUIS



Kick off del Progetto DPC_ReLUIS 2024-2026

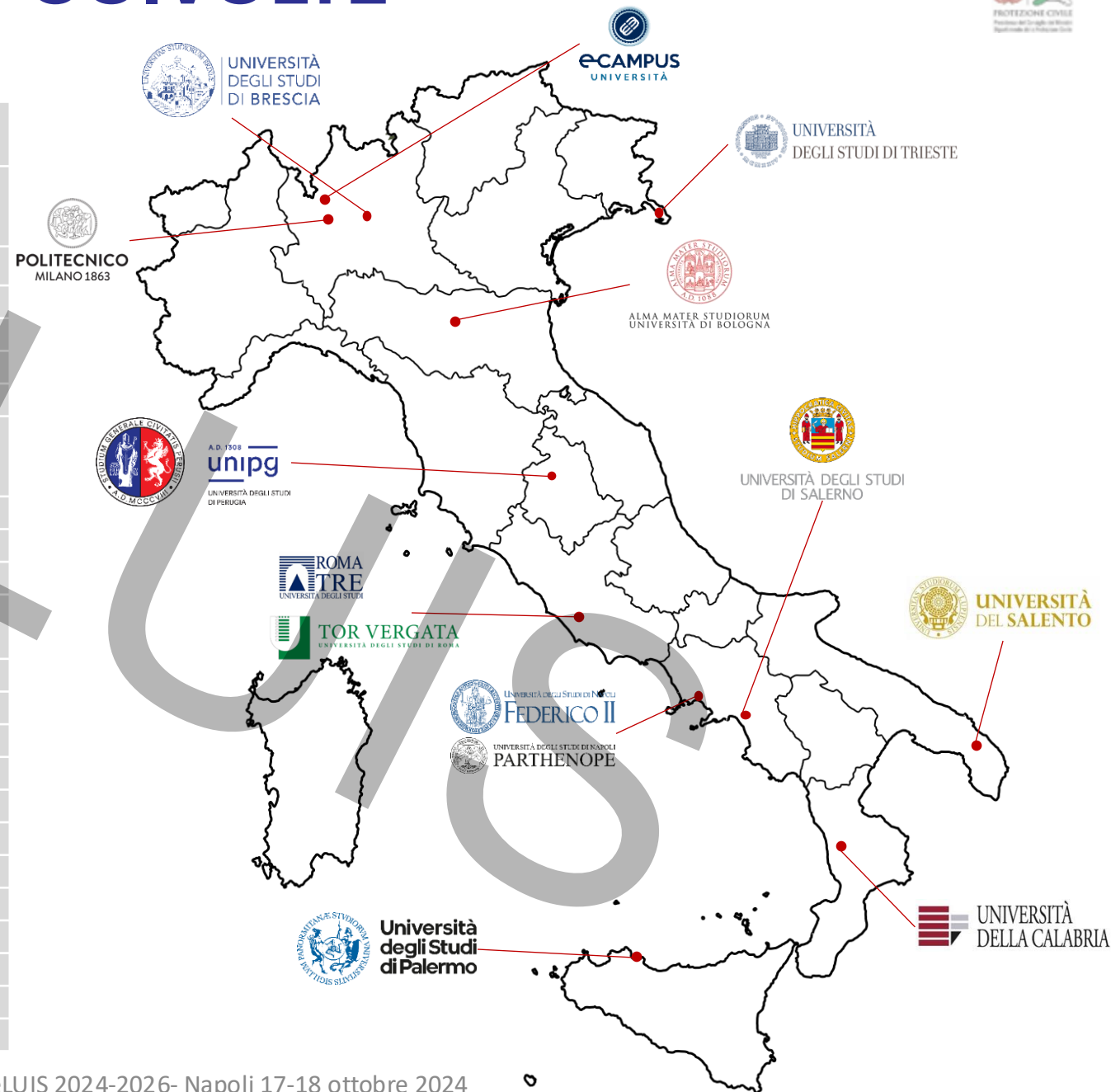
Napoli, 17-18 ottobre 2024

**WP 14 - Materiali Strutturali Innovativi per la Sostenibilità delle
Costruzioni**

COORDINATORI: Maria Antonietta AIELLO –Luciano Feo

UNITA' COIVOLTE

RESPONSABILE SCIENTIFICO	UNITA'
Aiello Maria Antonietta Marianovella Leone	Università del Salento
Bencardino Francesco	Università della Calabria
Bilotta Antonio	Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Emanuela Speranzini	Università degli Studi di Perugia
Buratti Nicola	Università degli Studi di Bologna
Ceroni Francesca	Università degli Studi di Napoli "Parthenope"
De Felice Gianmarco De Santis Stefano	Università degli Studi Roma Tre
Di Prisco Marco	Politecnico di Milano
Focacci Francesco	Università Telematica E-CAMPUS
Lidia La Mendola	Università degli Studi di Palermo
Mazzotti Claudio Francesca Ferretti	Università degli Studi di Bologna
Ombres Luciano	Università della Calabria
Plizzari Giovanni	Università degli Studi di Brescia
Poggi Carlo	Politecnico di Milano
Prota Andrea	Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Realfonzo Roberto	Università degli Studi di Salerno
Federico Guarracino	Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Rinaldi Zila	Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Feo Luciano	Università degli Studi di Salerno
Vairo Giuseppe	Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Corbi Ileana	Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Natalino Gattesco	Università degli Studi di Trieste
Marco Di Ludovico	Università degli Studi di Napoli "Federico II"



RELUIS 2022-2024

TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

14.1.1: Interventi mediante compositi di tipo FRCCM

14.1.2: Interventi mediante sistemi CRM

14.1.3: Interventi mediante compositi di tipo HPFRC

14.1.4: Interventi mediante compositi a matrice inorganica (FRCCM, CRM, HPFRC) per il rinforzo strutturale e l'efficiamento energetico

Task 14.2: IMPIEGO DI ARMATURE NON METALLICHE NELLE STRUTTURE IN C.A.

TASK 14.3: CALCESTRUZZI GREEN E AD ELEVATA DURABILITA'

Task 14.3.1: Impiego di materiali da riciclo nelle strutture in c.a.

Task 14.3.2: Calcestruzzi realizzati con leganti a basso impatto ambientale

Task 14.3.3: Calcestruzzi durevoli ottenuti mediante l'aggiunta di nanomateriali

RELUIS 2024-2026

TASK 14.1 MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCCM

14.1.2 - Interventi mediante sistemi CRM

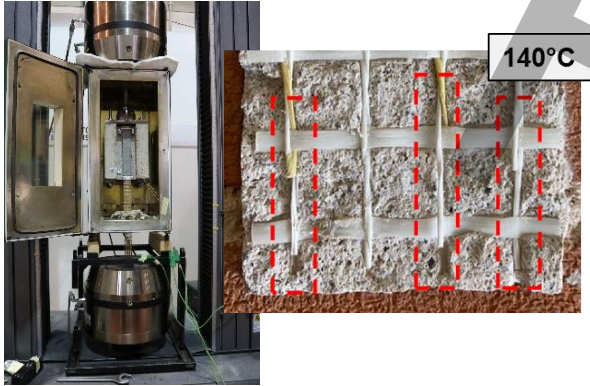
14.1.3 - Interventi mediante calcestruzzi (FRC) o malte (FRM) fibrorinforzati

TASK 14.2 IMPIEGO DI ARMATURE NON METALLICHE NELLE STRUTTURE IN C.A.

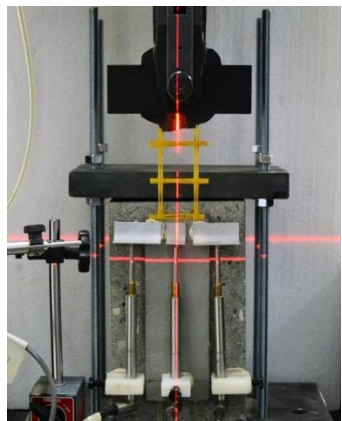
TASK 14.3 CALCESTRUZZI/MALTE GREEN E/O AD ELEVATA DURABILITÀ

TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

Effetti della temperatura sul comportamento meccanico dei materiali e sull'aderenza FRCM-substrato



Effetti della finitura superficiale sull'aderenza FRCM-calcestruzzo



Progetto DPC-ReLuis 2022-2024: Report WP14 Task 14.1.1

reLuis

Progetto DPC-ReLuis 2022-2024

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

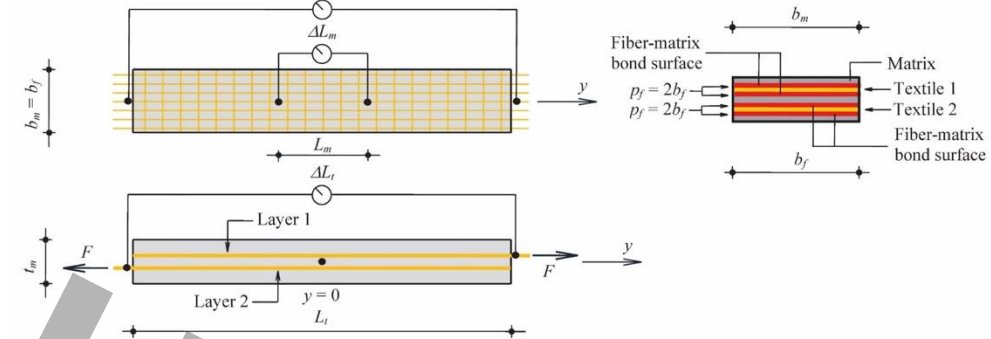
Coordinatori:
 Prof.ssa Maria Antonietta Aiello, Università del Salento
 Prof. Luciano Feo, Università di Salerno

Report Task 14.1.1: Materiali compositi a matrice inorganica (FRCM) per interventi su costruzioni esistenti

Referente di Task:
 Prof. Antonio Bilotta, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

14.1.1: Interventi mediante compositi di tipo FRCM

Modello analitico per il calcolo della lunghezza di sovrapposizione



Proposte analitiche per la valutazione della resistenza di elementi in muratura confinati

Comportamento nel piano e fuori dal piano di pannelli murari rinforzati



TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

Proposta revisione Prove di Durabilità

14.1.1: Interventi mediante compositi di tipo FRCM

Prove di Durabilità in ambiente alcalino



Simulazione malta di calce

0.16% $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Simulazione cemento Portland

0.16% $\text{Ca}(\text{OH})_2$; 1% NaOH ; 1,4% KOH

Invecchiamento artificiale in umidità +
prove cicliche di gelo-disgelo

Resistenza ai cicli ambientali
(stress termo-igrometrici)



reluis
Progetto DPC-ReLUIIS 2022-2024

WP 14
Contributi normativi relativi a Materiali Strutturali
Innovativi per la Sostenibilità delle Costruzioni

Coordinatori Maria Antonietta Aiello, *Università del Salento*
Luciano Feo, *Università di Salerno*

Task 14.1.1
Interventi mediante compositi di tipo FRCM
Coordinatore del documento Stefano De Santis, *Università degli Studi Roma Tre*

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”
Prima Versione: Dicembre 2018 – Prima Revisione: Febbraio 2022

Gruppo di coordinamento Antonio Bilotta, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
Francesca Ceroni, *Università degli Studi di Napoli Parthenope*
Stefano De Santis, *Università degli Studi Roma Tre*
Luca Facconi, *Università degli Studi di Brescia*

Autori di contributi Alessandro Bellini, *Università di Bologna*
Tommaso D'Antino, *Politecnico di Milano*
Gianmarco de Felice, *Università degli Studi Roma Tre*
Gian Piero Lignola, *Università degli Studi di Napoli Federico II*
Claudio Mazzotti, *Università di Bologna*
Francesco Micelli, *Università del Salento*
Carlo Poggi, *Politecnico di Milano*

Marzo 2024

Proposta revisione prova
di trazione in presenza di
sovrapposizione

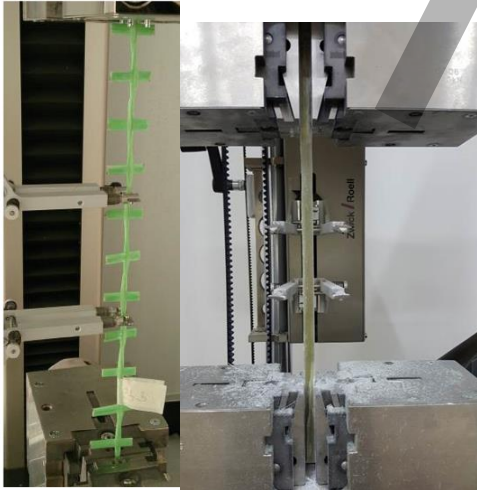


$$\sigma_u \geq \sigma_{lim,conv}$$

TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

Proposta revisione Prove di Durabilità

Prove di Durabilità in ambiente alcalino



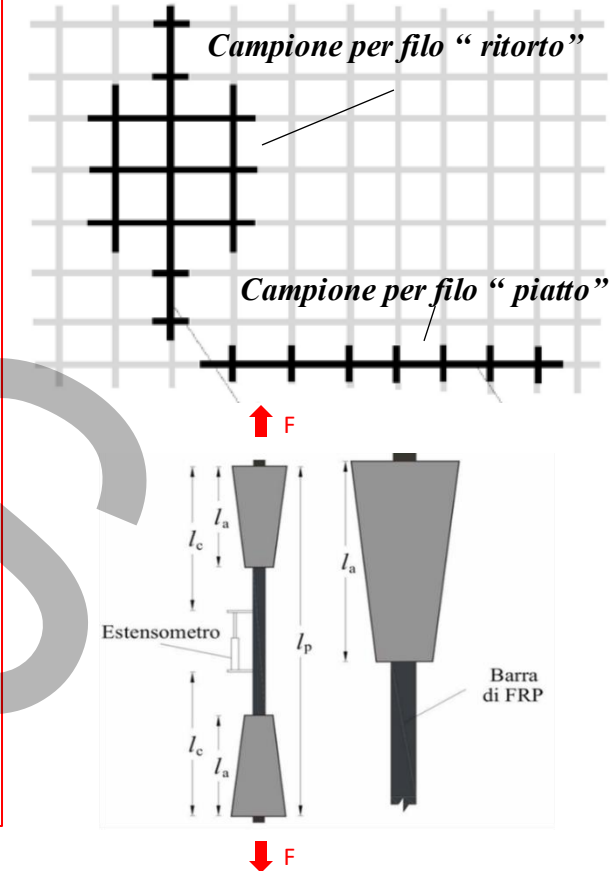
Simulazione malta di calce
0.16% Ca(OH)_2
Simulazione cemento Portland
0.16% Ca(OH)_2 ; 1% NaOH ; 1,4% KOH

Invecchiamento artificiale in umidità +
prove cicliche di gelo-disgelo

Resistenza ai cicli ambientali
(stress termo-igrometrici)

14.1.2: Interventi mediante sistemi CRM

Proposta revisione Prove di Accettazione in cantiere



$$E \geq 85\% E_{nom}$$



Progetto DPC-ReLUIIS 2022-2024

WP 14
Contributi normativi relativi a Materiali Strutturali Innovativi per la Sostenibilità delle Costruzioni

Coordinatori Maria Antonietta Aiello, *Università del Salento*
Luciano Feo, *Università di Salerno*

Task 14.1.2
Interventi mediante sistemi CRM

Coordinatore Stefano De Santis, *Università degli Studi Roma Tre*

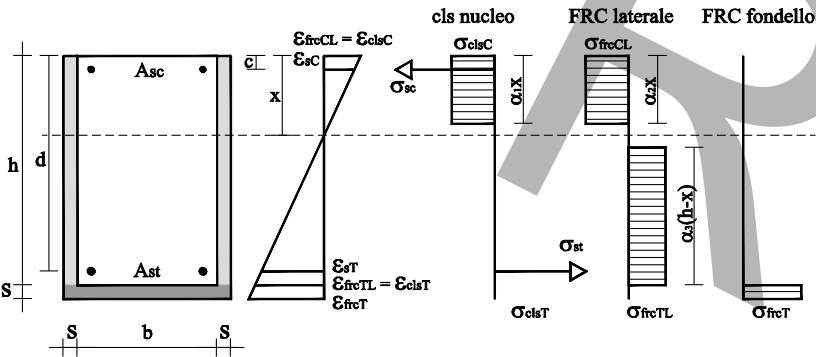
Proposte di aggiornamento della
“Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell’intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)”

Autori di contributi Stefano De Santis, *Università degli Studi Roma Tre*
Gianmarco de Felice, *Università degli Studi Roma Tre*
Maria Antonietta Aiello, *Università del Salento*
Francesco Micelli, *Università del Salento*

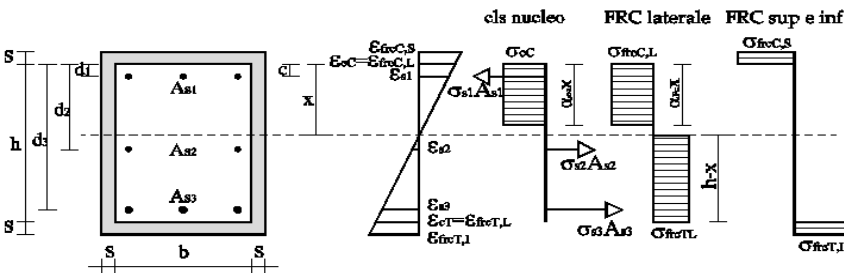
Marzo 2024

TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

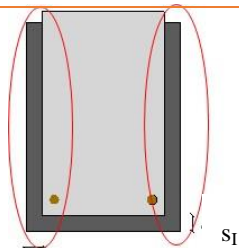
Elementi inflessi in c.a.



Elementi presso-inflessi in c.a.



Rinforzo a Taglio di elementi in c.a.



Progetto DPC-ReLUIIS 2022-2024

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

Task 14.1.3 - Interventi mediante compositi di tipo HPFRC

Task 14.1.4 - Interventi mediante compositi a matrice inorganica (FRCM, CRM, HPFRC) per il rinforzo strutturale e l'efficientamento energetico

Coordinatori:

Prof.ssa Maria Antonietta Aiello, *Università del Salento*
Prof. Luciano Feo, *Università di Salerno*

Referente di Task:

Dott. Luca Facconi, *Università degli Studi di Brescia*

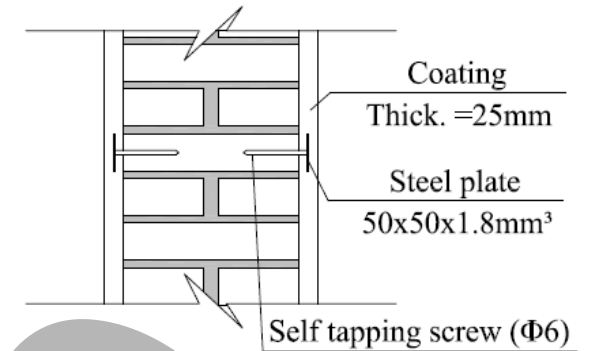
Proposta di linea guida per la progettazione degli interventi su strutture esistenti in c.a. e muratura mediante malte o calcestruzzi fibrorinforzati ad elevate prestazioni (HPFRC)

Autori del contributo:

Prof. Giovanni Plizzari, *Università degli Studi di Brescia*
Prof.ssa Zila Rinaldi, *Università degli Studi di Roma - Tor Vergata*
Prof. Fausto Minelli, *Università degli Studi di Brescia*
Dott. Luca Facconi, *Università degli Studi di Brescia*
Dott.ssa Sara Lucchini, *Università degli Studi di Brescia*

14.1.3: Interventi mediante compositi di tipo HPFRC

Pannelli murari rinforzati con intonaco fibrorinforzato



- Comportamento nel piano
- Comportamento fuori dal piano

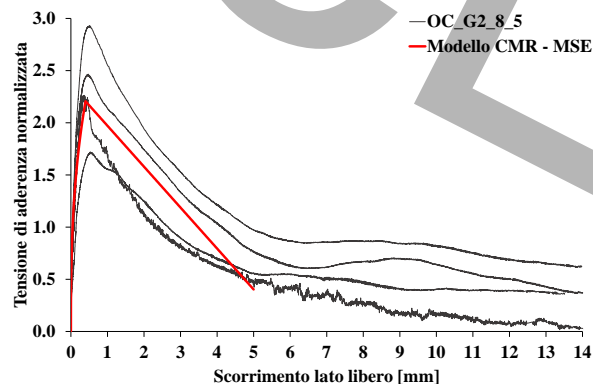
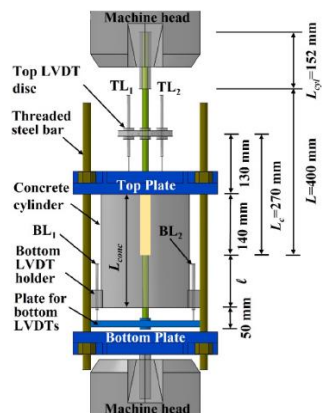
$$f = f_1 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 M_{cr} M_{max} + f_2 \cdot 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 M_{cr} M_{max}$$

RELUIS 2022-2024

Task 14.2: IMPIEGO DI ARMATURE NON METALLICHE NELLE STRUTTURE IN C.A.



Leggi di aderenza Barre in FRP-Calcestruzzo e Durabilità dell'aderenza



Valutazione delle frecce in elementi inflessi

$$f = f_1 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^m + f_2 \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^m \right]$$



Progetto DPC-ReLUIS 2022-2024

WP14: CONTRIBUTI NORMATIVI RELATIVI A MATERIALI INNOVATIVI PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

Coordinatori

Maria Antonietta Aiello, Università del Salento
Luciano Feo, Università di Salerno

Task 14.2: Impiego di armature non metalliche nelle strutture in c.a.

Report delle principali attività del task 14.2 nel biennio 2022-24

Contributi delle UR:

- UR 3: Università degli Studi di Napoli "Federico II"
- UR7: Università degli Studi Roma Tre
- UR9: Università eCampus
- UR11: Università di Bologna
- UR 14: Politecnico di Milano
- UR 16: Università di Salerno
- UR 20: Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

TASK 14.3: CALCESTRUZZI GREEN E AD ELEVATA DURABILITA'



Progetto DPC-RelUIS 2022-2024

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

Coordinatori:

Maria Antonietta Aiello, *Università del Salento*
Luciano Feo, *Università di Salerno*

Task 14.3 – Calcestruzzi green ad elevata durabilità

Subtask 14.3.1. - Impiego di materiali da riciclo nelle strutture in c.a.

Subtask 14.3.2. - Calcestruzzi realizzati con leganti a basso impatto
ambientale

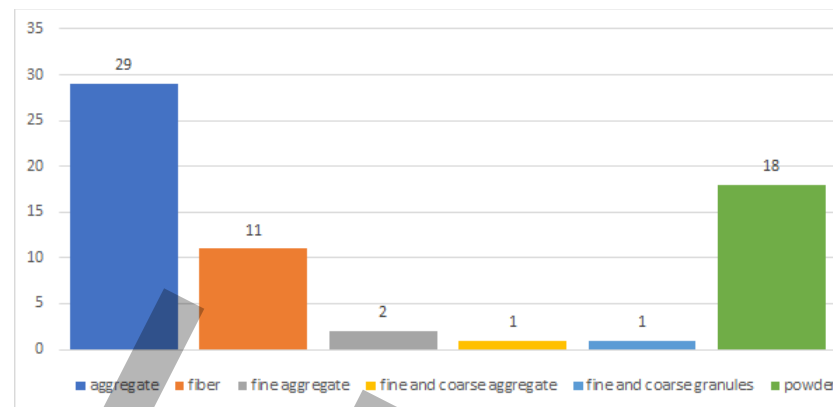
Referente:

Claudio Mazzotti, *Università di Bologna*

Unità di Ricerca coinvolte:
UNICAL (Prof. Bencardino)
UNIBO (Prof. Mazzotti)
UNISALENTO (Prof. Aiello)
UNISA (Prof. Realfonzo)
UNIROMA2 (Prof. Rinaldi)

Stato dell'arte e avanzamento delle conoscenze

Impiego di materiali da riciclo (inerti, fibre, polveri)-Redazione
ed analisi database di calcestruzzi e malte



Stato dell'Arte calcestruzzi geopolimerici e solfoalluminosi

Proprietà meccaniche a breve e a lungo termine



TASK 14.3: CALCESTRUZZI GREEN E AD ELEVATA DURABILITA'

Cemento ad alte prestazioni (HPC) additivati con nanotubi di carbonio

reluis

Progetto DPC-ReLUIIS 2022-2024

WP 14
 Contributi normativi relativi a Materiali Strutturali Innovativi per la Sostenibilità delle Costruzioni

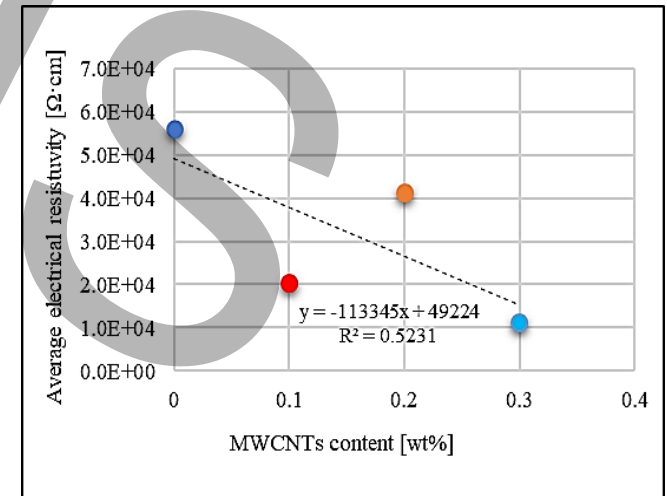
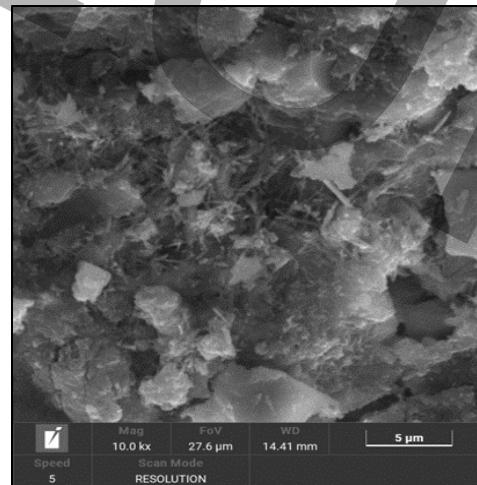
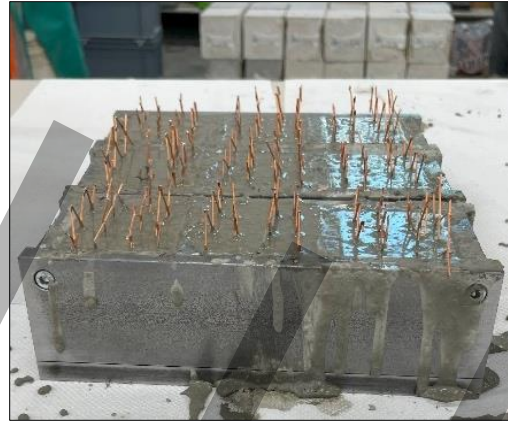
Coordinatori Maria Antonietta Aiello, Università del Salento
 Luciano Feo, Università di Salerno

Task 14.3 – Calcestruzzi green e ad elevata durabilità

Sub Task 14.3.3
 CALCESTRUZZI DUREVOLI OTTENUTI MEDIANTE L'AGGIUNTA DI NANOMATERIALI

Coordinatore Luciano Feo, Università degli Studi di Salerno

Stato dell'Arte e risultati preliminari relativamente all'impiego di calcestruzzi self-sensing



RELUIS 2022-2024

TASK 14.1: MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

14.1.1: Interventi mediante compositi di tipo FRCM

14.1.2: Interventi mediante sistemi CRM

14.1.3: Interventi mediante compositi di tipo HPFRC

14.1.4: Interventi mediante compositi a matrice inorganica (FRCM, CRM, HPFRC) per il rinforzo strutturale e l'efficiamento energetico

Task 14.2: IMPIEGO DI ARMATURE NON METALLICHE NELLE STRUTTURE IN C.A.

TASK 14.3: CALCESTRUZZI GREEN E AD ELEVATA DURABILITA'

Task 14.3.1: Impiego di materiali da riciclo nelle strutture in c.a.

Task 14.3.2: Calcestruzzi realizzati con leganti a basso impatto ambientale

Task 14.3.3: Calcestruzzi durevoli ottenuti mediante l'aggiunta di nanomateriali

RELUIS 2024-2026

TASK 14.1 MATERIALI COMPOSITI A MATRICE INORGANICA PER INTERVENTI SU COSTRUZIONI ESISTENTI

14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

14.1.2 - Interventi mediante sistemi CRM

14.1.3 - Interventi mediante calcestruzzi (FRC) o malte (FRM) fibrorinforzati

TASK 14.2 IMPIEGO DI ARMATURE NON METALLICHE NELLE STRUTTURE IN C.A.

TASK 14.3 CALCESTRUZZI/MALTE GREEN E/O AD ELEVATA DURABILITÀ

TASK 14.1

Validazione/implementazione di relazioni e raccomandazioni progettuali, relativamente all'impiego di materiali compositi a matrice inorganica a fibre lunghe (FRCM- Fiber Reinforced Cementitious Matrix), a fibre corte (FRC –Fiber Reinforced Concrete, FRM-Fiber Reinforced Mortar) ed ai sistemi CRM (Composite Reinforced Mortar) per interventi su costruzioni esistenti.



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

TASK 14.2

Validazione/integrazione di relazioni e raccomandazioni progettuali relativamente all'impiego di armatura non metallica (FRP) nelle strutture in c.a.



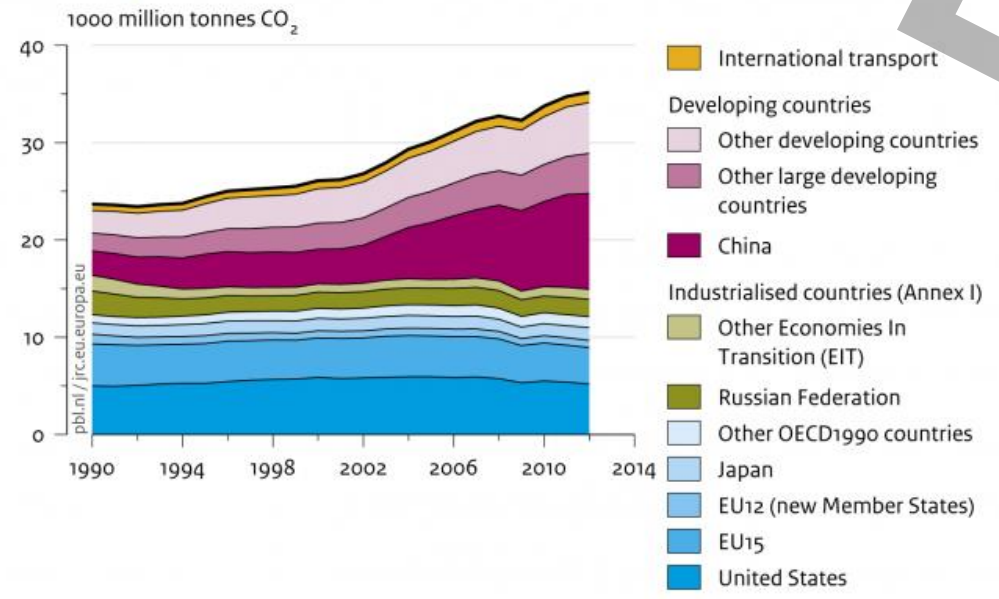
TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

TASK 14.2: BARRE FRP

TASK 14.3

Redazione di STAR (Stato dell'arte), messa a fuoco delle criticità a livello normativo ed eventuali raccomandazioni in relazione all'impiego di malte/calcestruzzi green, ovvero realizzati con materiali da riciclo e/o con leganti a basso impatto ambientale (leganti ad attivazione alcalina - geopolimerici, cementi solfoalluminosi), nonché di calcestruzzi ad elevata durabilità ottenuti con aggiunta di nanomateriali

Global CO₂ emissions per region from fossil-fuel use and cement production



Source: EDGAR 4.2FT2010 (JRC/PBL, 2012); BP, 2013; NBS China, 2013; USGS, 2013; WSA, 2013; NOAA, 2012

TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

TASK 14.2: BARRE FRP

TASK 14.3: CLS-MALTE GREEN

UNITA' N.	UNITA'	Responsabili	Task 14.1: FRCM - CRM			Task 14.2: BARRE FRP	Task 14.3: CLS/MALTE GREEN
			Task 14.1.1	Task 14.1.2	Task 14.1.3	F. Focacci T. D'Antino	C. Mazzotti L. Feo
			A. Bilotta	S. De Santis	L. Facconi		
1	Università del Salento	Aiello M. A. –Leone M.	•	•		•	•
2	Università della Calabria	Bencardino F.					•
3	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Bilotta A.	•			•	
4	Università degli Studi di Perugia	Speranzini E.		•			
5	Università degli Studi di Bologna	Buratti N.			•		
6	Università degli Studi di Napoli "Parthenope"	Ceroni F.				•	
7	Università degli Studi Roma Tre	De Felice G. - De Santis S.	•	•		•	
8	Politecnico di Milano	Di Prisco M.	•		•		
9	Università Telematica E-CAMPUS	Focacci Francesco	•	•		•	
10	Università degli Studi di Palermo	La Mendola L.	•	•	•		
11	Università degli Studi di Bologna	Mazzotti C. – Ferretti F.	•			•	•
12	Università della Calabria	Ombres L.	•			•	
13	Università degli Studi di Brescia	Plizzari G.			•		•
14	Politecnico di Milano	Poggi C.	•	•		•	
15	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Prota A.	•		•		•
16	Università degli Studi di Salerno	Realfonzo R.	•			•	•
17	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Guarracino F.	•				•
18	Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"	Rinaldi Z.			•		•
19	Università degli Studi di Salerno	Feo L.			•		•
20	Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"	Vairo G.				•	•
21	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Corbi I.	•				
22	Università degli Studi di Trieste	Gattesco N.		•			
23	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Di Ludovico M.				•	

TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

Validazione di formule progettuali proposte nel precedente biennio in relazione al rinforzo nel piano e fuori dal piano di pannelli murari.

1. Influenza della tipologia di prova (compressione diagonale, taglio- compressione)
2. Estendere il database di prove sperimentali per validare/modificare le relazioni progettuali disponibili



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

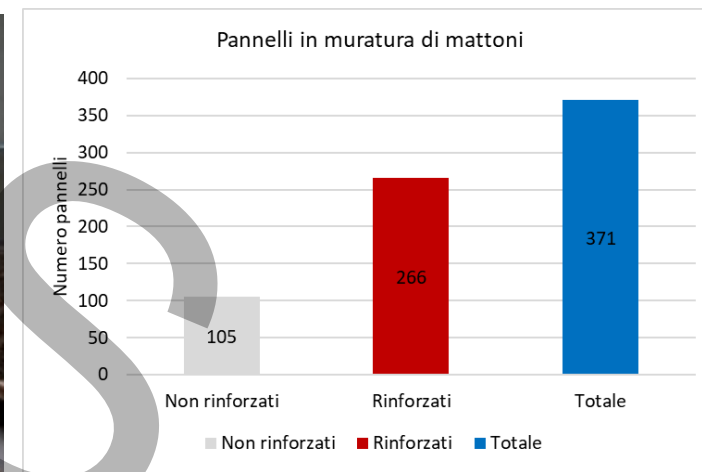
ATTIVITA'

Analisi della letteratura scientifica per la validazione di formule progettuali in relazione al rinforzo nel piano e fuori dal piano di pannelli murari

Confronto numerico tra prove di compressione diagonale e prove di taglio-compressione

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Aggiornamento/revisione/validazione delle espressioni per il dimensionamento e la verifica di interventi di rinforzo dei pannelli murari nel piano e fuori dal piano



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

ATTIVITA'

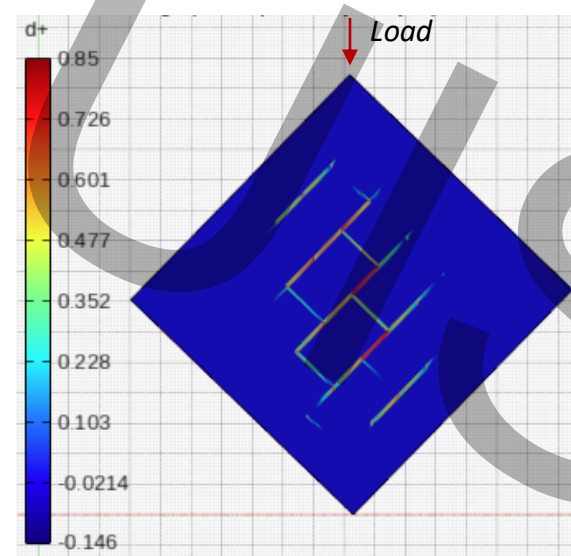
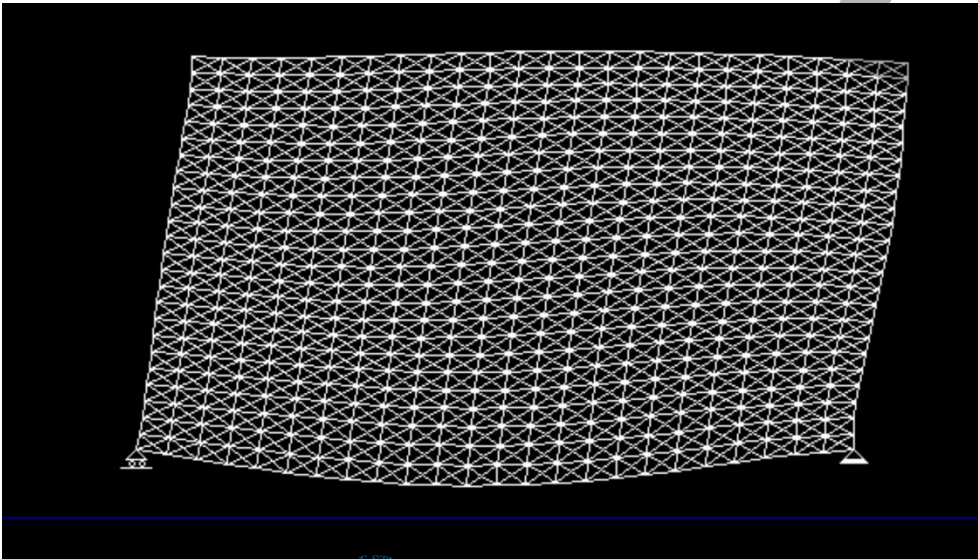
Studio sperimentale sull'efficacia dei connettori nella risposta a taglio dei pannelli murari rinforzati

Analisi degli ancoraggi tra elementi strutturali e non strutturali in strutture miste (c.a./acciaio e muratura)

Rinforzo di elementi curvi

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Aggiornamento/revisione/validazione delle linee guida CNR DT 215-2018 con riferimento agli interventi di antiribaltamento e alle strutture a doppia curvatura.

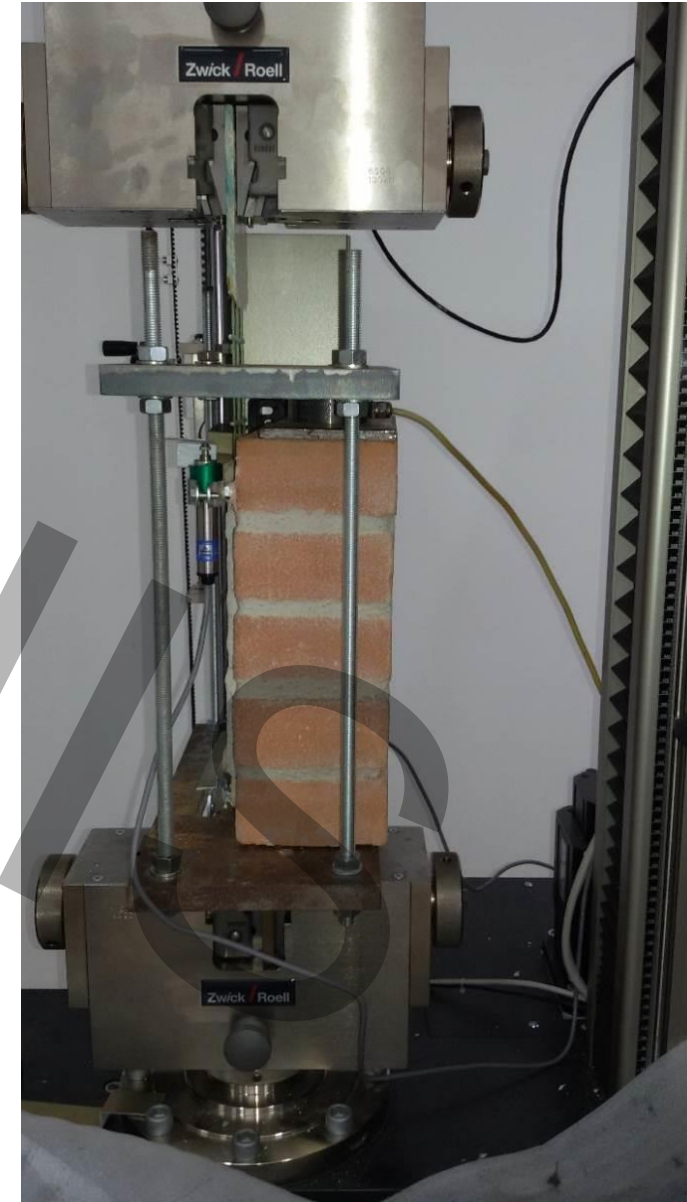


TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

Indicazioni progettuali sull'aderenza FRCM-substrato

1. Muratura: identificazione dei parametri chiave che influenzano il fenomeno
2. Calcestruzzo: effetto della finitura superficiale del substrato



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

ATTIVITA'

Messa a punto di relazioni progettuali sull'aderenza tra FRCM a substrati in muratura e calcestruzzo sulla base dei dati disponibili in letteratura, tenendo conto degli **effetti della temperatura**, della **tipologia di rinforzo** (fibra, matrice), del **tipo di substrato**, della **finitura superficiale**.

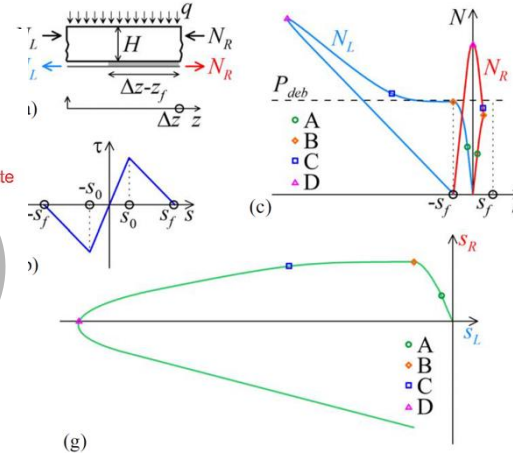
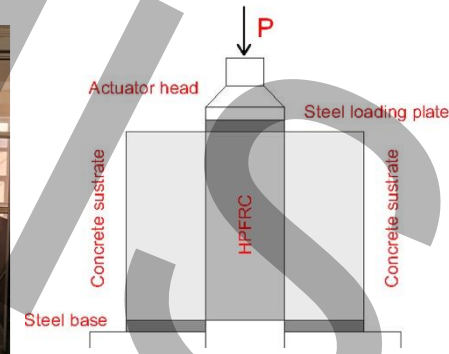
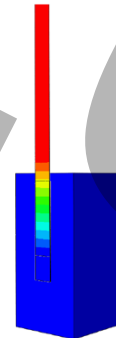
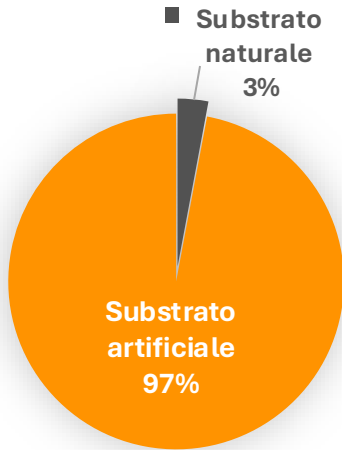
Modellazione numerica tramite software FEM utilizzando leggi di aderenza precedentemente calibrate

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Aggiornamento/revisione/validazione delle linee guida CNR DT 215-2018 con riferimento all'aderenza

Proposta di redazione di una linea guida CNR:

«Istruzioni per la progettazione, esecuzione e controllo di interventi di rinforzo di strutture con calcestruzzi fibro-rinforzati accoppiati a reti metalliche e non metalliche»

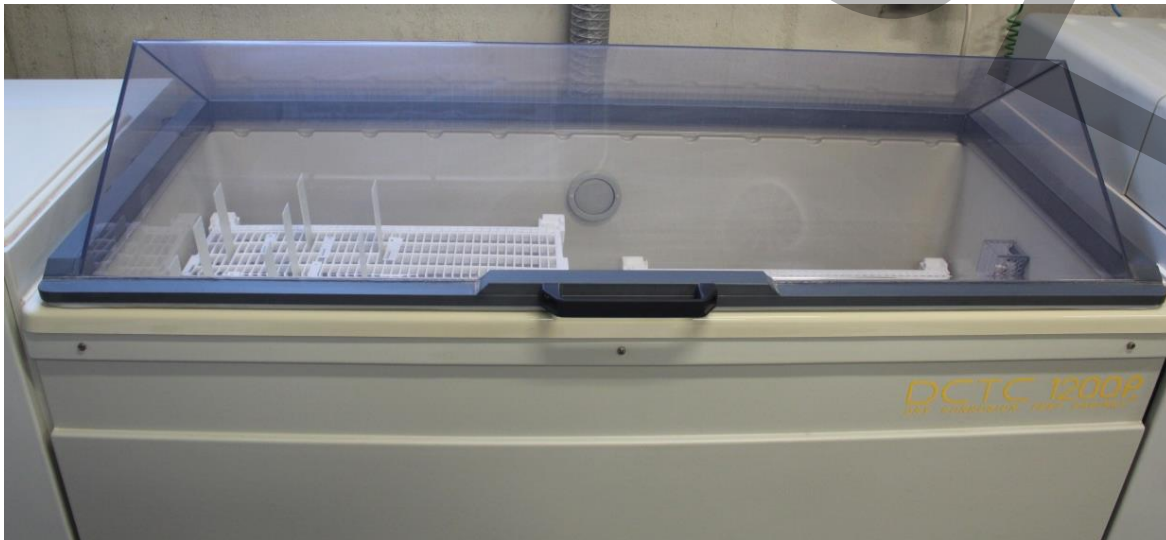


MILESTONES

TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

Indicazioni progettuali relativamente al comportamento a lungo termine di compositi FRCM



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.1 - Interventi mediante compositi di tipo FRCM

ATTIVITA'

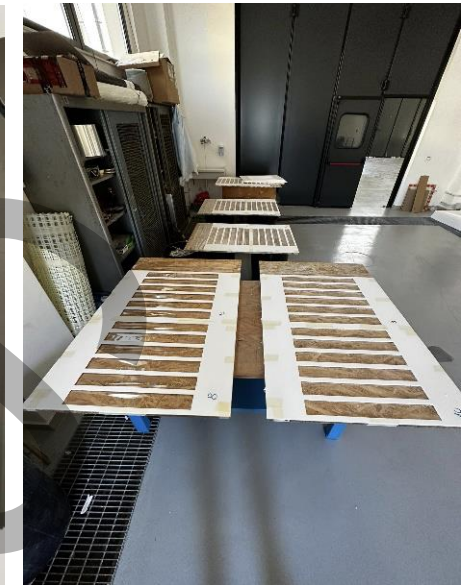
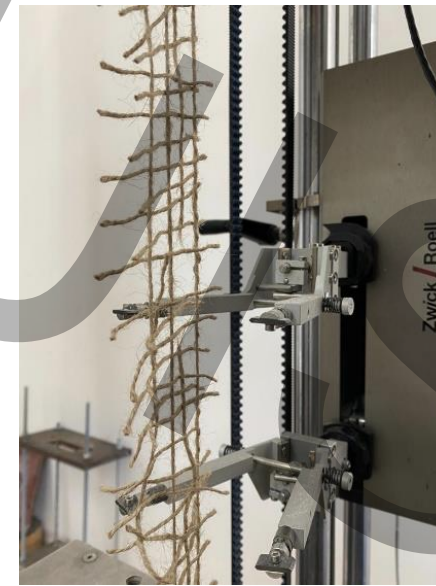
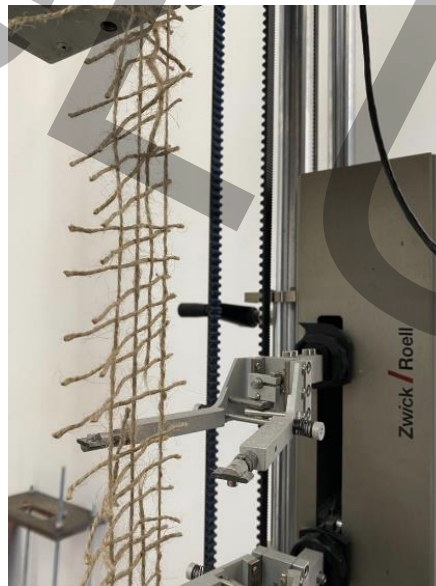
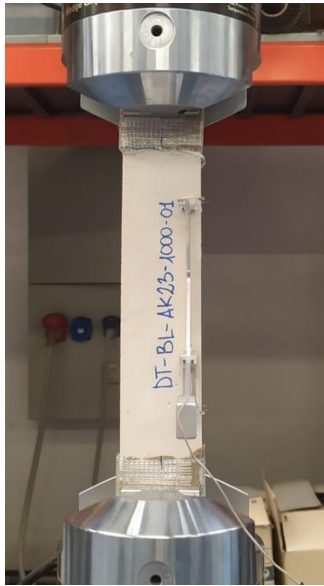
Studio del comportamento a lungo termine di compositi FRCM, con particolare riferimento alla resistenza agli alcali di sistemi con reti in vetro ed in basalto

Studio del comportamento a breve e lungo termine di compositi FRCM realizzati con fibre naturali: Stato dell'arte, Prove su fili, reti, coupon

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Aggiornamento/revisione/validazione dei coefficienti di esposizione ambientale per il progetto di interventi di rinforzo

LLGG Ministeriali (FRCM – qualificazione) - Valutazione della durabilità dei sistemi applicati su supporti murari

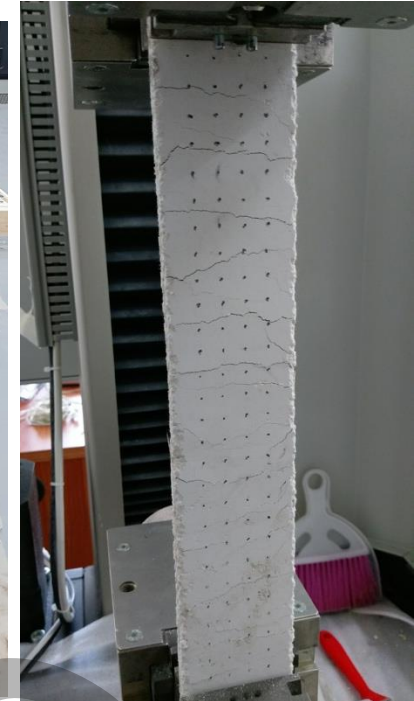


TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.2 - Interventi mediante sistemi CRM

Messa a punto di linee guida

1. Criteri per la determinazione delle resistenze di progetto, includendo i fattori ambientali;
2. Rinforzo delle pareti murarie nel piano e fuori dal piano, cordoli sommitali in muratura rinforzata, rinforzo di strutture voltate, confinamento di colonne;
3. Procedure di installazione e dettagli costruttivi;
4. Integrazione di miglioramento sismico ed efficientamento energetico.



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.2 - Interventi mediante sistemi CRM

ATTIVITA'

Caratterizzazione sperimentale e numerica di sistemi CRM mediante prove di trazione e di aderenza su substrato in muratura

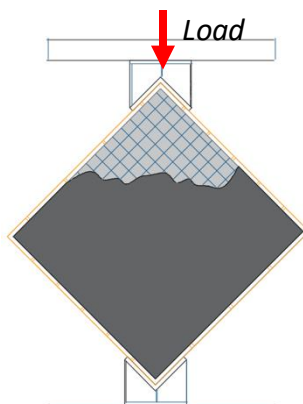
Studio sperimentale e numerico del comportamento a taglio di pannelli rinforzati con sistema CRM con riferimento anche a pannelli prelevati in situ e con applicazione del rinforzo su singolo paramento

Messa a punto di rinforzi CRM sismo-energetici

Studio della durabilità di sistemi CRM esposti a diversi tipi di condizionamento e ad elevata temperatura.

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Sviluppo di una prima proposta di Linee Guida per la progettazione di interventi di rinforzo delle costruzioni in muratura con intonaci armati di tipo CRM

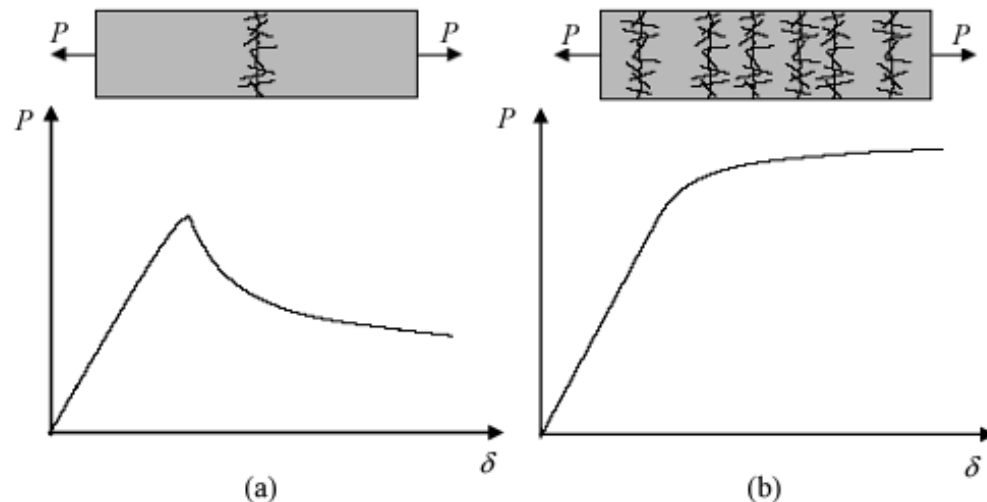


TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.3 - Interventi mediante calcestruzzi (FRC) o malte (FRM) fibrorinforzati

Validazione e integrazione di relazioni progettuali per il rinforzo di struttura in c.a. e muratura:

1. Modellazione degli effetti della corrosione nelle strutture esistenti in c.a.;
2. Resistenza dei pannelli in muratura regolare ed irregolare rinforzati con intonaci FRM.



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

Subtask 14.1.3 - Interventi mediante calcestruzzi (FRC) o malte (FRM) fibrorinforzati

ATTIVITA'

Caratterizzazione di FRC con fibre polimeriche in condizioni ordinarie e in condizioni ambientali aggressive: $T = -30^{\circ}\text{C}; +65^{\circ}\text{C}$

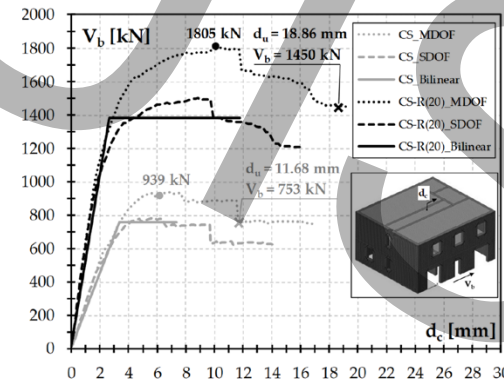
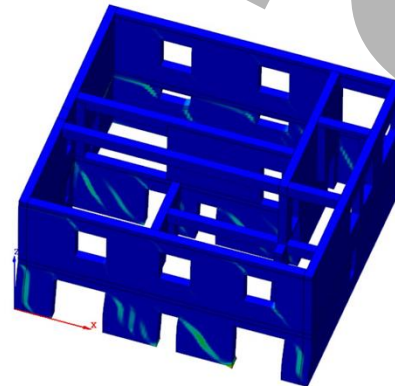
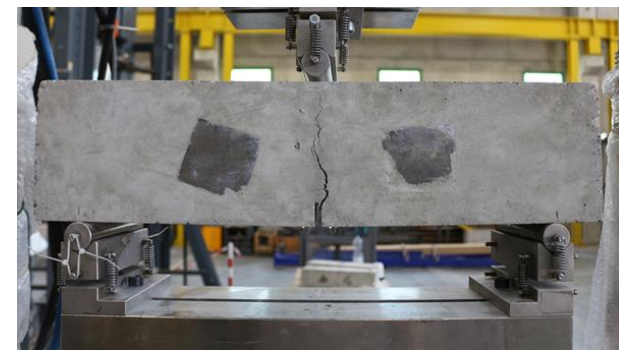
Validazione e integrazione di relazioni progettuali per il rinforzo di strutture in c.a. attraverso camicie in HPFRC tenendo conto anche della **presenza di degrado** sull'elemento da rinforzare

Validazione delle relazioni proposte per la valutazione della resistenza di pannelli murari rinforzati con intonaci contenenti fibre d'acciaio (SFRM) e implementazione di analisi pushover di edifici in muratura rinforzati

Modellazione meso-meccanica per lo studio predittivo del comportamento post-fessurativo di calcestruzzi ad alte prestazioni additivati con fibre di acciaio e nanotubi di carbonio.

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Aggiornamento delle *Linee guida per la progettazione, messa in opera, controllo e collaudo di elementi strutturali in calcestruzzo fibrorinforzato con fibre di acciaio o polimeriche.*



TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

ATTIVITA'

Per tutti i sistemi di rinforzo trattati (FRCM, CRM, FRC/FRM) si propone, inoltre, **un round-robin numerico/analitico**, nel quale si potrà simulare l'intervento di rinforzo applicato ad alcuni edifici individuati come casi di studio comuni.



CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Fare il punto sullo stato dell'arte degli approcci di modellazione, con particolare riferimento agli strumenti numerici/analitici disponibili in ambito progettuale.

Mettere a confronto le diverse simulazioni, evidenziando pregi e difetti delle tecniche utilizzate.

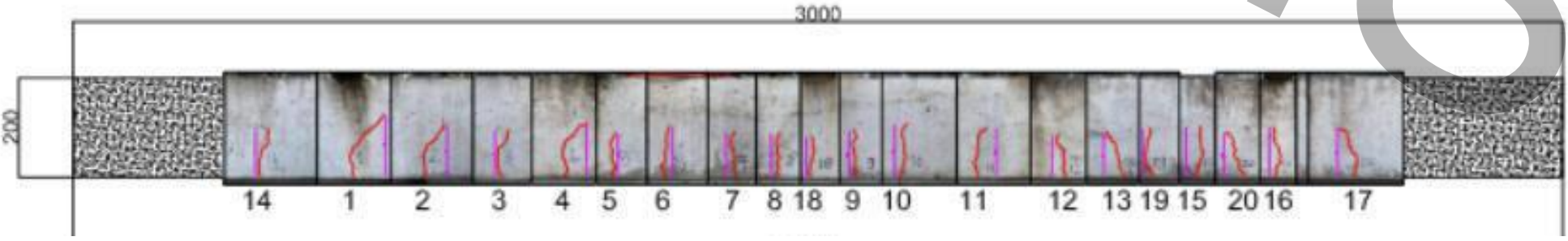
UNITA' N.	UNITA'	Responsabili	Casi studio Task 14.1
8	Politecnico di Milano	Di Prisco M. - Colombo M.	●
13	Università degli Studi di Brescia	Plizzari G.	●
18	Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"	Rinaldi Z.	●
19	Università degli Studi di Salerno	Feo L.	●

TASK 14.1: FRCM – FRC-FRM-CRM

TASK 14.2: BARRE FRP

Validazione e integrazione delle linee guida esistenti:

- 1. Stati Limite di Esercizio
- 2. Uso di armatura ibrida
- 3. Uso di matrici green



TASK 14.2: BARRE FRP

ATTIVITA'

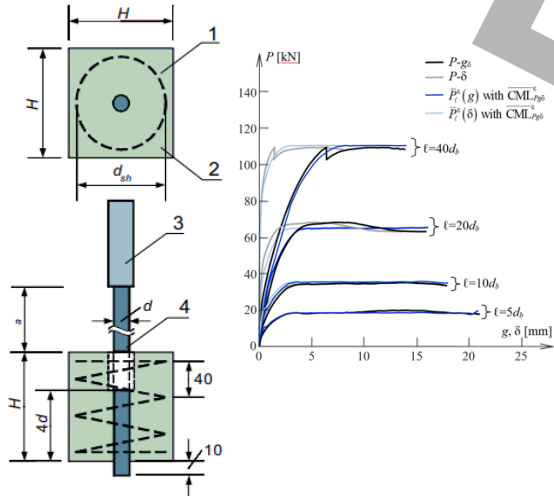
Studio analitico e sperimentale dell'aderenza tra barre in FRP e calcestruzzo al variare dei parametri significativi: caratteristiche meccaniche delle barre e del calcestruzzo, diametro delle barre, ecc

Studio analitico e sperimentale del legame di aderenza barre FRP-calcestruzzo in condizioni ambientali aggressive

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Revisione e calibrazione di formule di progetto per elementi in cls rinforzati con barre in FRP (CNR DT 203/2006): tensione massima di aderenza, lunghezza di ancoraggio, durabilità

Valutazione della resistenza di 'creep' di barre in FRP ai fini delle verifiche tensionali



TASK 14.2: BARRE FRP

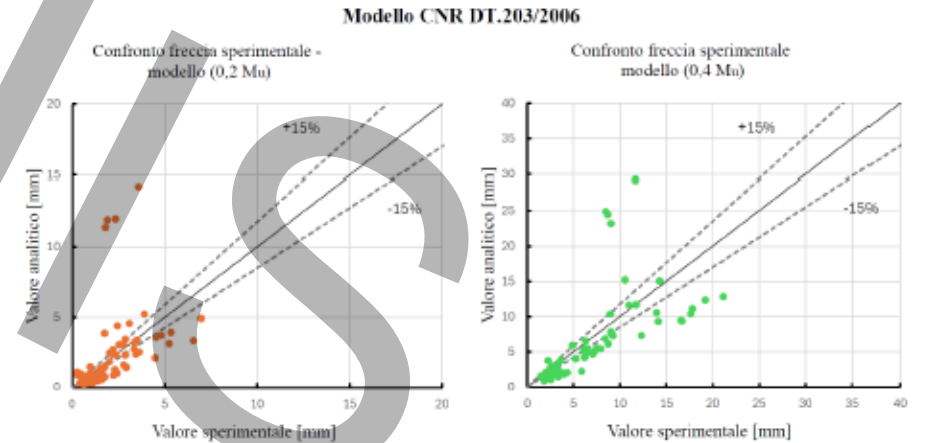
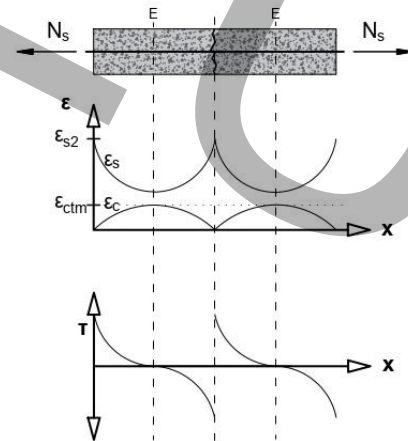
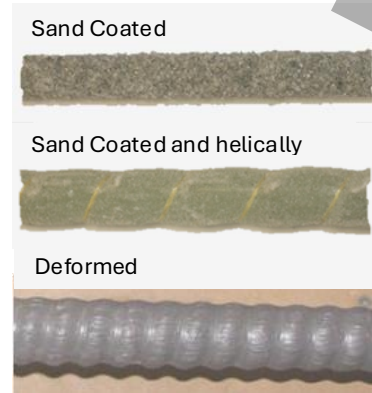
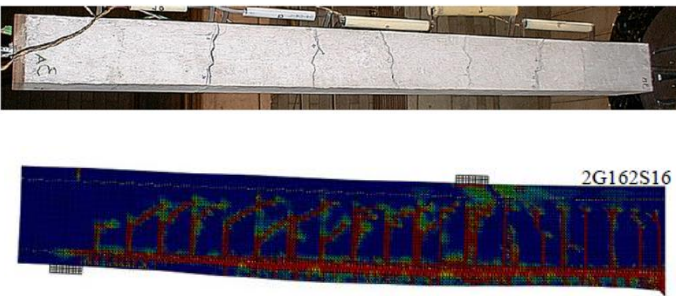
ATTIVITA'

Modellazione di prove di tension-stiffening per correlare la legge di interfaccia allo stato di fessurazione

Studio analitico e sperimentale del comportamento meccanico (resistenza a flessione, deformabilità e duttilità) delle travi rinforzate con sistemi ibridi acciaio-FRP.

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

Revisione e calibrazione di formule di progetto per elementi in cls rinforzati con barre in FRP (CNR DT 203/2006): relazioni per il progetto e la verifica del comportamento allo SLU ed allo SLE di elementi in c.a rinforzati con armatura in FRP e con armatura ibrida (FRP+acciaio)



TASK 14.2: BARRE FRP

ATTIVITA'

Round-robin sperimentale: prove di aderenza e di tension stiffening barre in FRP-calcestruzzo

CONTRIBUTI NORMATIVI/PRE-NORMATIVI ATTESI

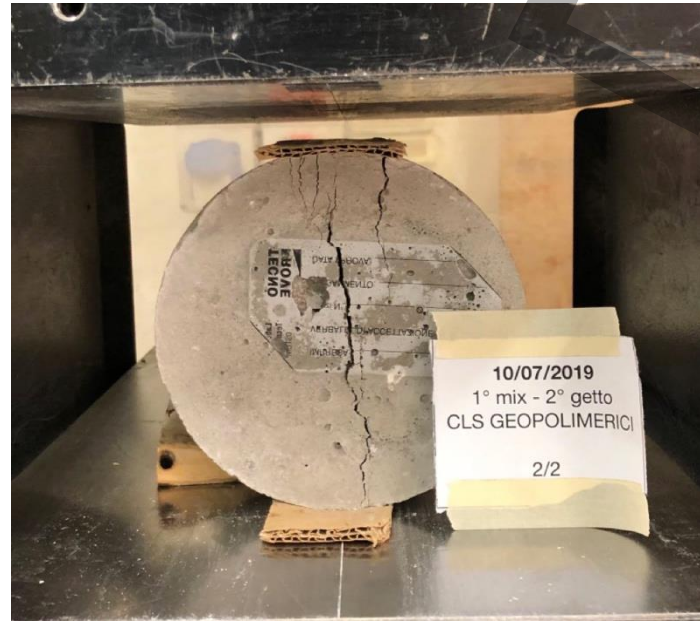
Messa a punto di indicazioni progettuali per aggiornamento/revisione/validazione delle linee guida CNR-DT 203



UNITA' N.	UNITA'	Responsabili	Round Robin Task 14.2
1	Università del Salento	Aiello M. A. –Leone M.	●
3	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Bilotta A.	●
6	Università degli Studi di Napoli "Parthenope"	Ceroni F.	●
9	Università Telematica E-CAMPUS	Focacci F.	●
14	Politecnico di Milano	D'Antino T.	●
16	Università degli Studi di Salerno	Realfonzo R.	●
23	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	Di Ludovico M.	●

Finalizzazione dello STAR:

1. Calcestruzzi/malte realizzati con materiale da riciclo
2. Calcestruzzi realizzati con leganti a basso impatto ambientale armati anche con barre non metalliche
3. Impiego di nanomateriali nelle miscele di calcestruzzo



Fumo di Silice



Ceneri volanti



Loppa di altoforno



TASK 14.3: CLS-MALTE GREEN

ATTIVITA'

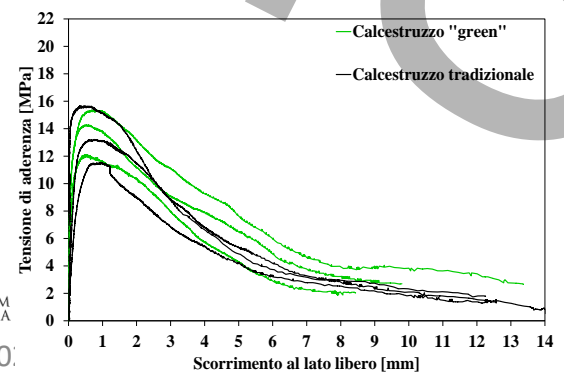
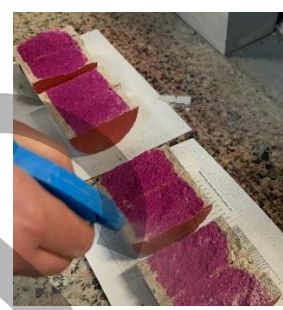
Studio di calcestruzzi cement-less (geopolimerici) per applicazioni strutturali in termini di proprietà meccaniche a breve e lungo termine, aderenza, comportamento flessionale allo SLE e allo SLU anche in caso di armature in FRP

Studio di calcestruzzi FRC a base di cemento solfoalluminoso anche in ottica di valutazione della sostenibilità, tramite analisi LCA/LCC

CONTRIBUTI ATTESI

Contributi relativi alle proprietà meccaniche di calcestruzzi fibrorinforzati con matrici cementizie non convenzionali e loro influenza sulla possibile corrosione a lungo termine

Contributi relativi alle proprietà meccaniche di calcestruzzi cement-less a breve e lungo termine, in condizioni ordinarie e aggressive

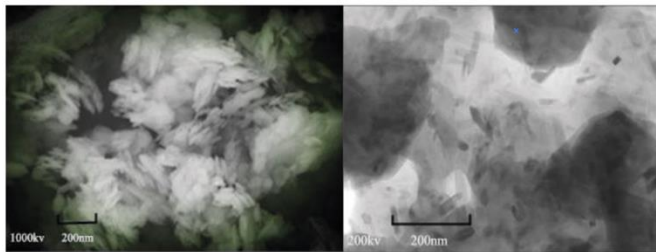


TASK 14.3: CLS-MALTE GREEN

ATTIVITA'

Studio di test sperimentali e modellazione numerica di elementi rinforzati con Nano Metakaolin Cement Mortar

Studio di paste di cemento additivate con nanotubi di carbonio a parete multipla (MWCNTs) al variare dei parametri significativi (tipo di matrice, concentrazione di nanotubi,..) per la valutazione delle proprietà meccaniche e fisiche



Nano metakaolin: SEM and TEM micrograph

1. Increased strength
2. Improved durability
3. Reduced permeability
4. Reduced shrinkage
5. Reduced creep
6. Environmental benefits

CONTRIBUTI ATTESI

Messa a punto di un data-base di dati sperimentali da utilizzarsi ai fini di confronti con risultati numerico/sperimentali già disponibili in letteratura

Determinazione di formule semplificate del comportamento meccanico di Nano Metakaolin Cement Mortar ai fini progettuali



Convegno ReLUIS

Kick off del Progetto DPC_ReLUIS 2024-2026

Napoli, 17-18 ottobre 2024

**WP 14 - Materiali Strutturali Innovativi per la Sostenibilità delle
Costruzioni**

COORDINATORI: Prof.ssa Maria Antonietta AIELLO – Prof. Luciano Feo