

## **MIGLIORAMENTO SISMICO DI EDIFICI IN MURATURA: FIBRE NET CONTRIBUISCE ALLA CAMPAGNA SPERIMENTALE “DAL VERO” Per la prima volta un modello di dimensionamento viene validato da prove *in situ* in scala reale**

Ing. Allen Dudine - Ufficio Tecnico FIBRE NET - 10/02/2021

È RI-STRUTTURA, il primo sistema CRM per uso strutturale qualificato, ad essere impiegato come rinforzo strutturale nella campagna sperimentale “PUSH ‘O VER”, che vede il contributo tecnico scientifico di ENEA e UNIVERSITA' DI CAMERINO.



Castel di Lama (AP) 18.01.2021

**PUSH ‘O VER**, progetto di ricerca unico nel suo genere, condotto da diversi partner tecnici con il coordinamento scientifico di ENEA e Università di Camerino, è nato con la volontà di non fermarsi alla simulazione numerica dell'analisi “pushover” di edifici ma di verificare “in scala reale” gli effetti di questa simulazione.

L'occasione è giunta con la disponibilità di un immobile in muratura danneggiato dal sisma dell'Italia centrale del 2016-17 e destinato alla demolizione. L'edificio a due piani in muratura in laterizio pieno, è costituito da due porzioni rese indipendenti e pressoché identiche, di cui una è stata ripristinata senza alcun intervento antisismico e l'altra è stata oggetto di rinforzo strutturale con sistema CRM (Composite Reinforced Mortar) RI-STRUTTURA di Fibre Net. Il sistema di rinforzo, applicato su entrambe le facce delle pareti al primo livello, è stato applicato soltanto sulla faccia esterna al secondo; se la prima soluzione garantisce un risultato più performante, la seconda, è stata pensata come possibile intervento "superbonus 110%", apportando un miglioramento sismico significativo senza obbligare al trasferimento delle persone e delle funzioni presenti negli edifici.

*Fibre Net aveva già testato una soluzione simile in occasione di campagne di prova su tavola vibrante presso il centro di Ricerca ENEA Casaccia nell'ambito del progetto COBRA condotto dall'Università di Roma Tre. Erano stati ottenuti ottimi risultati in termini di efficacia del rinforzo con il sistema RI-STRUTTURA che, sebbene applicato solo sulle pareti esterne del paramento murario, aveva garantito efficacemente un ottimo grado di sicurezza della struttura.*

[Roma Tre - Prove su tavola vibrante - YouTube](#)

Su ognuna delle porzioni - quella non rinforzata e quella oggetto di intervento di consolidamento - è stata applicata una spinta orizzontale "dal vero" di tipo quasi statico sui due orizzontamenti dei fabbricati opportunamente consolidati, simulata e applicata da una struttura di contrasto in carpenteria metallica. Al fine di studiarne la risposta in termini elasto-plastici, l'edificio è stato oggetto di prove di spinta fino al collasso dello stesso attraverso l'applicazione di forze orizzontali crescenti sulla struttura. Dall'analisi delle prove sperimentali condotte (caratterizzazione dei materiali attraverso prove semi-distruttive e distruttive, identificazione dinamica e di spinta orizzontale) sono state ricavate, quindi, le proprietà dinamiche delle due strutture in termini di frequenze proprie, forme modali, rigidità e smorzamenti.



Il progetto, patrocinato dall'Ordine degli Ingegneri di Ascoli Piceno, riunisce ENEA, Università di Camerino, Fibre Net SpA - che ha fornito le tecnologie di consolidamento antisismico - DOING Ingegneria, EAS Ingegneria, Di Emidio Progetti, CMP, Labortec Ingest e l'impresa edile Gaspari Gabriele.

In attesa del confronto di dettaglio tra le evidenze sperimentali e quelle numeriche, allo stato attuale si può già stabilire che le risultanze sperimentali del progetto **PUSH 'O VER** consentono di validare l'efficacia delle tecniche di miglioramento utilizzate e, soprattutto, il loro modello di dimensionamento.

## FOCUS SUL SISTEMA DI CONSOLIDAMENTO



Il sistema di rinforzo **RI-STRUTTURA** si compone di **reti, angolari e connettori preformati in fibra di vetro e resine termoindurenti** abbinati a malte strutturali inorganiche a base calce o cemento e applicati attraverso la tradizionale tecnica dell'intonaco armato.

[La tecnica CRM - Composite Reinforced Mortar \(ingenio-web.it\)](http://ingenio-web.it)

Consente di ottenere un **rinforzo omogeneo e diffuso di murature esistenti** fornendo importanti miglioramenti in termini di **performance meccaniche nel piano e fuori piano, garantisce duttilità della struttura, durabilità e compatibilità anche con murature storiche.**

**Risulta ancor più efficace nel caso di murature a più paramenti o a sacco scarsamente collegate e quindi a forte rischio di disgregazione in caso di eventi sismici.**



## IL CONTRIBUTO DI FIBRE NET ALLA CAMPAGNA SPERIMENTALE

Il contributo dell'azienda non si è esaurito nella fornitura delle proprie tecnologie (nello specifico il Sistema CRM - RI-STRUTTURA) e della propria dotazione di laboratorio in termini di strumentazione di misura, per la valutazione del danneggiamento degli elementi strutturali, ma si è concretizzato anche in una fattiva collaborazione tecnico-scientifica con l'Università di Camerino e l'ENEA.

I tecnici del **Centro Studi Fibre Net** sono stati impegnati *in situ* fin dalle prove preliminari di caratterizzazione della muratura, effettuando prove di compressione diagonale su una porzione di muratura demolita in maniera controllata (vano scale) per separare i due fabbricati e ricavare i parametri necessari alla definizione di un modello in grado di fornire una stima sommaria del carico massimo da applicare agli edifici e, di conseguenza, dimensionare le strutture di contrasto in carpenteria.



Il contributo ha riguardato anche la definizione del setup (fondazione e struttura del contrasto) e step di carico per le prove lavorando alla definizione degli spostamenti sugli elementi strutturali dei campioni di prova (maschi murari e fasce di piano, nonché *drift* di piano) e integrando strumenti atti a quantificare tali parametri deformativi. In ultimo sono state studiate le soluzioni di consolidamento volte a comprendere e a validare il comportamento strutturale di due diversi gradi di rinforzo: la prima, che prevede il rinforzo simmetrico interno/esterno della parete (pensato per il piano terra) mentre la seconda il rinforzo solamente all'esterno (piano primo del fabbricato).

Attraverso la caratterizzazione dei materiali costituenti la muratura esistente (mattoni e malta) e quella dei materiali costituenti il rinforzo (reti, angolari e connettori, nonché malta di rinforzo), il progetto **PUSH 'O VER** si traduce per Fibre Net anche in una opportunità di ulteriore analisi dei dati atti a confermare i criteri di dimensionamento definiti nel corso di questi anni di attività sperimentale.

Per Fibre Net si tratta di un ulteriore importante passo nelle attività sperimentali da anni condotte e che è culminato nella certificazione internazionale (**Benestare Tecnico Sloveno STS** nel 2017 e **Benestare Tecnico Europeo ETA** nel 2019) e, ultimo grande risultato, con il **recepimento per equivalenza del Benestare Tecnico Sloveno STS 17/0013 da parte del Servizio Tecnico Centrale del CSLP che in data 17.12.2020 ha rilasciato a favore di FIBRE NET L'Attestato di Equivalenza n. 0009946.17.12.2020.**

Il sistema CRM **RI-STRUTTURA** è oggi a tutti gli effetti il primo **e unico sistema CRM qualificato per uso strutturale** ai sensi del p.to 11.1 cap C delle NTC 2018.

#### **NTC 2018- Cap11 Materiali e Prodotti per uso Strutturale**

##### **Cap. 11.1**

..... "i materiali e i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito. I materiali e i prodotti PER USO STRUTTURALE DEVONO ESSERE:

- *Identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;*
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

**Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedura all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore."**

## **LA RICERCA SCIENTIFICA VISTA DA FIBRE NET**

### **SPERIMENTAZIONI SISTEMA CRM SU MURATURE**

- [Edifici oltre due volte più resistenti al terremoto con sistemi di rinforzo in fibra di vetro made in Italy \(ingenio-web.it\)](#)
- Caso studio applicativo [Tecniche e materiali innovativi per il rinforzo e miglioramento sismico: il sistema CRM RI-STRUTTURA \(ingenio-web.it\)](#)
- [Interventi di consolidamento strutturale con il sistema RI-STRUTTURA di Fibre Net \(ingenio-web.it\)](#)
- [Quanto incide un rinforzo strutturale esterno in caso di terremoto - YouTube](#) Video Interviste al Prof. Gianmarco De Felice (Università Roma Tre), Gerardo De Canio (Enea), Andrea Zampa (Direttore Tecnico Fibre Net), Ivan Roselli (Enea), Enrico Zanella (Ufficio Tecnico Fibre Net)

### **SPERIMENTAZIONI SISTEMA CRM SU VOLTE IN MURATURA**

- [Rinforzo di volte in muratura mediante intonaco armato e rete in GFRP \(ingenio-web.it\)](#)
- [Rinforzo di volte non portanti in muratura mediante sistemi CRM e FRCM \(ingenio-web.it\)](#)
- Caso studio applicativo [https://www.fibre.net.it/wp-content/uploads/2019/06/Il-restauro-del-castello-di-Monasterace\\_recmagazine153\\_deNittis.pdf](https://www.fibre.net.it/wp-content/uploads/2019/06/Il-restauro-del-castello-di-Monasterace_recmagazine153_deNittis.pdf)
- Guarda il video della prova [Rinforzo di volte in muratura prove - YouTube](#)

## FIBRE NET GLI SPECIALISTI DEL RINFORZO STRUTTURALE

### Idee, passione, esperienza e ingegno italiano in continua evoluzione

La storia di Fibre Net inizia nel 2001 con una visione: sviluppare un prodotto del tutto nuovo non presente sul mercato, una rete in GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer). Nasce RI-STRUTTURA, la risposta evoluta alla classica rete elettrosaldata che, diversamente dal sistema tradizionale, consente di rispettare la compatibilità muraria soprattutto negli edifici storici garantendo un miglioramento strutturale omogeneo e diffuso oltre alla durabilità e reversibilità dell'intervento.

Da allora, forte di un'intensa attività di R&S supportata da Università e istituti di ricerca, l'evoluzione dell'azienda ha portato all'ideazione, sviluppo e industrializzazione di diversi sistemi per il rinforzo strutturale in materiale composito fibro rinforzato, certificati e validati che sono andati a migliorare le performance di intervento dei sistemi tradizionali.

Oggi l'azienda produce presso i propri stabilimenti prodotti e sistemi compositi fibrorinforzati che trovano largo utilizzo in edilizia e nel settore infrastrutturale, nel consolidamento, nel miglioramento e adeguamento sismico e nella messa in sicurezza di strutture esistenti.



### Non solo produzione

Fibre Net si pone come partner specializzato, in grado di affiancare enti, progettisti ed imprese nelle scelte più opportune, efficaci e sostenibili mirate al consolidamento, al miglioramento e adeguamento strutturale, al mantenimento della durabilità del bene.

Al compimento dei suoi primi 20 anni, Fibre Net è riconosciuta come produttore di riferimento di materiali innovativi e sistemi tecnologicamente avanzati, come promotore nella ricerca e sviluppo e nella formazione culturale, come player dalla solida competenza progettuale ed esecutiva.

Aspetti, questi, che delineano una realtà aziendale operativa, dinamica e intraprendente, costituita da un team giovane e tecnicamente preparato che fa della passione per il proprio lavoro la spinta verso l'innovazione.

Fibre Net mette a disposizione dei propri partners laboratori, attrezzature e competenza per l'esecuzione di prove, anche *on-site*, per la diagnosi delle problematiche, per la caratterizzazione meccanica e chimica di materiali e cicli di intervento.