

I NUOVI SISTEMI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE CRM CON RETI IN FIBRA DI VETRO

I SISTEMI CRM – NORMATIVA E LINEE GUIDA

Una innovativa tecnologia di consolidamento con materiali compositi di strutture in muratura è rappresentata dai compositi **CRM Composite Reinforced Mortar**. I sistemi CRM rappresentano un'innovazione del tradizionale sistema di consolidamento con intonaco armato realizzato con reti in FRP.



Nel maggio 2019 il CSLPP ha emanato le **Linea Guida del CSLPP** *“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)”*. Questa Linea Guida fornisce le procedure per l’identificazione, la qualificazione ed il controllo di “sistemi di rinforzo” costituiti da reti in composito fibrorinforzate a matrice polimerica FRP, da applicare sulle superfici degli elementi strutturali per il consolidamento degli stessi con malte cementizie e/o di calce, ovvero mediante la tecnica dell’intonaco armato di tipo CRM (Composite Reinforced Mortar) .

La Linea Guida sopracitata consente quindi la **certificazione CVT (Certificazione di Valutazione Tecnica)** dei sistemi CRM da parte dei Fornitori di materiale.

A differenza del tradizionale intonaco armato con reti metalliche, l'intonaco armato CRM, è realizzato mediante una rete preformata in composito (FRP) **OLY MESH GLASS** inserita in una malta ad uso strutturale **OLY WALL STRUKTURA** e applicata sulla superficie dell'elemento strutturale in muratura da rinforzare. In detto sistema la rete in FRP è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra l'elemento murario e l'intonaco armato.

OLYMPUS[®] ha ingegnerizzato due sistemi di consolidamento CRM, **OLY MESH GLASS 40x40** e **OLY MESH GLASS 80x80** conformi alle linee guida del **CSLLPP** che sono in corso di certificazione **CVT** presso il **STC**.

A differenza dei sistemi di rinforzo FRCM, nel caso di sistemi CRM, lo spessore dei sistemi di rinforzo CRM è compreso, di norma, tra 30 mm e 50 mm, al netto del livellamento del supporto e la distanza netta tra i trefoli non può essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non può essere minore di 30 mm.



Come specificato nelle Linee Guida, i **sistemi di rinforzo CRM**

della linea OLYMPUS STONE[®] sono costituiti da: reti preformate, angolari in rete preformati, elementi di connessione interamente o parzialmente preformati, malte a base cementizia o di calce a prestazione garantita per uso strutturale, ancoranti chimici per la solidarizzazione dei connettori tra loro o l'ancoraggio degli stessi nel supporto murario. Le reti, gli angolari e gli elementi di connessione in

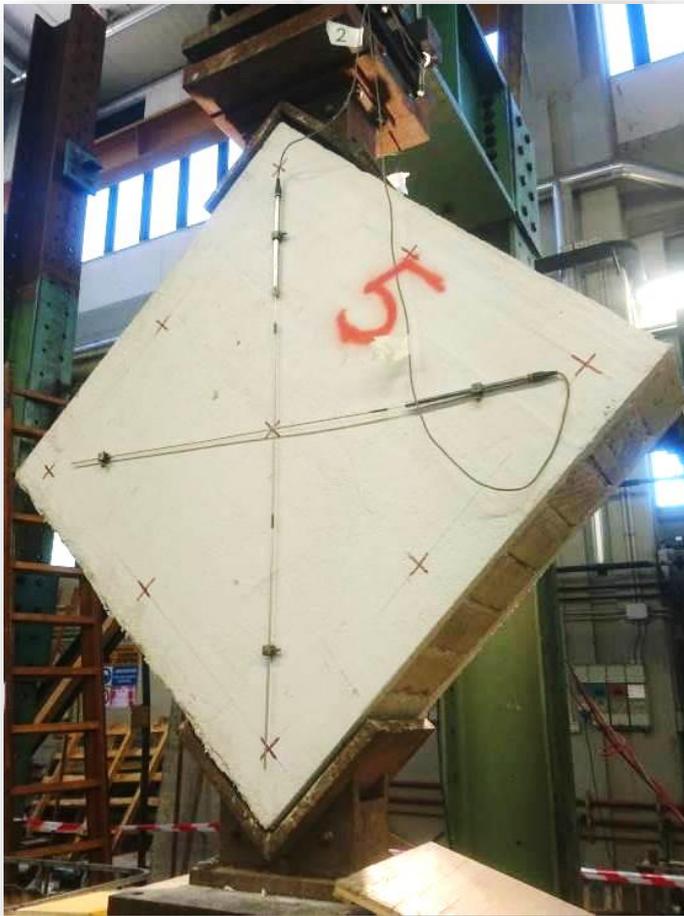
composito, costituenti i sistemi di rinforzo CRM, sono realizzati mediante l'impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio, basalto o arammide, immerse in una matrice polimerica termoindurente.

Per la progettazione e le modalità di impiego dei sistemi di rinforzo CRM si dovrà fare riferimento alla Normativa Tecnica vigente, ed eventualmente a documenti complementari di comprovata validità.

LE CARATTERISTICHE DEI SISTEMI CRM E LE CLASSI PRESTAZIONALI

Nell'ambito della Linea Guida le reti e gli angolari dei sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche, il modulo elastico e la tensione di rottura.

I sistemi CRM della linea **OLYMPUS STONE**[®], costituiti da reti preformate in fibra di vetro con relativi angolari e connettori, sono stati oggetto di campagne sperimentali, realizzate presso laboratori di comprovata esperienza, atte a comprovarne le caratteristiche meccaniche.



Tali caratteristiche, valutate in regime di trazione uniassiale, sono riferite all'unità di superficie complessiva della sezione retta del rinforzo FRP (fibre e matrice), ortogonalmente cioè alla direzione delle fibre.

La successiva tabella riportata nelle Linee Guida, riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalla Linea Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche.

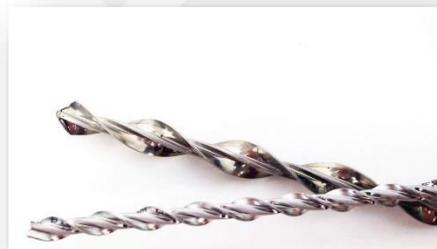
I valori esposti sono nominali. La condizione che i valori del modulo elastico medio e della resistenza caratteristica a trazione delle reti/angolari in FRP siano maggiori o uguali a quelli nominali ne legittima l'appartenenza alla corrispondente classe.

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

Classi delle reti preformate in FRP – Linee Guida CSSLPP

LE RETI, GLI ANGOLARI E I CONNETTORI PER I SISTEMI CRM

Oltre alle reti utilizzate per i sistemi CRM, anche gli angolari e i connettori costituiscono parte integrante del sistema, andiamo quindi di seguito ad analizzare gli angolari e le diverse tipologie di sistemi di connessione.



Connettori a fiocco e connettori rigidi a L in GFRP e connettori in acciaio Inox



Gli angolari sono gli elementi preformati che devono essere utilizzati come giunzione delle reti negli angoli delle strutture.

Anche gli angolari rientrano nelle campagne di prove per l'ottenimento del **CVT** e devono essere assoggettati a prove di trazione lungo le direzioni formanti l'angolo dell'elemento. Le proprietà meccaniche determinate non devono risultare inferiori a quelle della stessa tipologia di rete nella configurazione piana.

Numerose sono le tipologie di connettori attualmente in commercio utilizzabili per i **sistemi CRM**, andiamo di seguito ad elencarne alcuni:

- Connettori preformati in fibra di vetro (Connettori ad L) - **OLY CONNECT L**
- Connettori sfioccati - **OLY ROPE GLASS**
- Connettori in acciaio inox autofilettanti - **OLY CHAIN AISI 316**

Anche per i connettori in **FRP** dovranno essere effettuate prove di trazione e tali prove devono essere realizzate secondo quanto riportato nel documento **CNR DT 203/2006**. In particolare saranno determinati la tensione di rottura, il modulo elastico e la deformazione a rottura.



CORRETTA POSA IN OPERA E CONTROLLO DEI SISTEMI CRM

Al fine di fornire tutte le informazioni necessarie sul sistema di rinforzo, le schede tecniche dei prodotti CRM devono riportare obbligatoriamente: la classe prestazionale, il tipo di rete in FRP, le resistenze e moduli tecnici dei componenti in FRP, le caratteristiche geometriche e fisiche della rete di rinforzo, la tipologia di connessioni (connettori e ancorante), le lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizione dei connettori, la tipologia di malta **OLY WALL STRUKTURA**, l'eventuale comportamento al fuoco del



prodotto (associato ad una malta), la temperatura di transizione vetrosa delle resine utilizzate, il comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali, le condizioni di impiego (temperatura, umidità).

Inoltre altre informazioni esplicative di ulteriori caratteristiche prestazionali, ritenute necessarie sia nella fase di messa in opera ed utilizzo dei Sistemi CRM, sia nella fase di progettazione degli interventi mediante l'impiego dei Sistemi CRM, devono essere riportati nel Manuale di installazione del prodotto.

Al fine di identificare univocamente i prodotti di un sistema CRM, il Fabbricante è tenuto a dotarsi di un Sistema di identificazione dei prodotti che garantisca che ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile alla relativa linea di produzione ed allo stabilimento di produzione.

PROCEDURE DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

Come per i sistemi FRP ed FRCM, anche per i sistemi CRM i controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori e devono essere campionati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione in riferimento al lotto di produzione e devono riguardare tutti i componenti del Sistema CRM oggetto di fornitura.

Come riportato nelle Linee Guida, i campioni devono essere in numero di 3 per ognuno dei componenti dei sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale diversa natura delle fasi (in particolare della grammatura del rinforzo) e delle eventuali diverse caratteristiche delle reti nelle due direzioni. Le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione nelle Linee Guida. Le prove da eseguire sono unicamente quelle di trazione sui componenti in FRP del sistema, descritte nelle Linee Guida.

Nelle Linee Guida, si prescrivono inoltre prove sulle malte da utilizzare in ragione di due provini per ogni lotto di spedizione per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbricante e richiamate nel Manuale di installazione. Si adottano a tal fine le stesse norme di riferimento utilizzate per la qualificazione delle materie prime. Tali campioni devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, e su di essi devono essere eseguite le prove richieste. Per ciascun campione i valori della tensione di rottura a trazione e del modulo elastico devono risultare non inferiori ai corrispondenti valori nominali dichiarati nella scheda Prodotto. Le proprietà della malta devono soddisfare i valori dichiarati dal Fabbricante.



Si riporta di seguito quanto prescritto dalle Linee Guida del CSLPP.

La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni di rete e di legante prelevati. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal Laboratorio non possono assumere valenza ai fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Qualora le verifiche suddette non dovessero essere soddisfatte, anche solo per una delle grandezze misurate, le stesse devono essere ripetute prelevando e provando 3 ulteriori

campioni del/dei componente/componenti in FRP del sistema CRM provenienti dal lotto in esame, ovvero ulteriori 2 campioni di malta dello stesso lotto di spedizione. Se, per tutti i campioni, i valori delle caratteristiche meccaniche da esaminare sono maggiori o uguali dei corrispondenti valori di accettazione, il lotto consegnato può essere considerato conforme.

Se, per uno solo dei campioni, il valore di una delle due caratteristiche meccaniche risulta minore del corrispondente valore di accettazione, sia il provino che il metodo di prova devono essere attentamente analizzati. Se nel campione è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore

durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorre prelevare un ulteriore (singolo) campione ed accertare il soddisfacimento dei requisiti di accettazione.

In tutti gli altri casi, il risultato negativo delle prove va comunicato al STC. L'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

Oltre ad eseguire i controlli di accettazione, il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, deve verificare che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto.

Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della Marcatura stessa e richiedere ad ogni Fabbriante, per ogni diverso prodotto, il Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile.

In ogni caso, è inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che i prodotti consegnati in cantiere rientrino nelle tipologie previste nella detta documentazione. Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbriante/Distributore.

Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori deve annotare con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione,





trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento. Il Fabbricante deve assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione del sistema di rinforzo, il Fabbricante deve allegare il Manuale di installazione allegato al Certificato di Valutazione Tecnica, in cui sono fornite le Istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto preliminarmente all'installazione del sistema CRM.

Il Manuale di installazione deve essere indicato lo spessore massimo e minimo di utilizzo del sistema di rinforzo.

Il Direttore dei Lavori deve verificare la scrupolosa osservanza delle modalità di installazione del sistema, con particolare riguardo alla preparazione del supporto e alla corretta applicazione e stagionatura del sistema CRM, atteso che una inadeguata applicazione potrebbe compromettere l'efficacia del sistema stesso di rinforzo.