



CONSIGLIO SUPERIORE
DEI LAVORI PUBBLICI

Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti

I compositi FRCM sono utilizzabili per realizzare “sistemi di rinforzo” esterni di strutture esistenti in muratura o in conglomerato cementizio armato. Tali compositi vengono denominati anche TRC (Textile Reinforced Concrete), TRM (Textile Reinforced Mortars) o anche IMG (Inorganic Matrix-Grid composites).

Dette Linee Guida, **in linea con quanto previsto** dalle **Norme tecniche per le costruzioni**, rientrano fra le numerose iniziative adottate dal Consiglio Superiore dei LL.PP. finalizzate ad una sempre **migliore garanzia della qualità e sicurezza delle opere e delle infrastrutture**, sia pubbliche che private, della prevenzione del rischio sismico e della valutazione e messa in sicurezza del patrimonio costruito esistente.

Linee Guida FRCM: il campo di applicazione e i materiali

Rientrano nel campo di applicazione della presente Linea Guida i sistemi di rinforzo FRCM il cui spessore e compreso, nel caso di una singola rete, tra 5 e 15 mm, al netto del livellamento del supporto. Nel caso di più reti lo spessore massimo non può essere superiore a 30 mm.

Nei sistemi di rinforzo FRCM la matrice inorganica, a base di cemento o di calce, nel seguito denominata anche malta, viene rinforzata con reti realizzate con fibre continue di una o più delle seguenti tipologie di materiali:

- acciaio ad alta resistenza;
- arammide;
- basalto;
- carbonio;
- poliparafenilenbenzobisoxazolo (nel seguito PBO);
- vetro AR.

Linee Guida FRCM: le caratteristiche dei sistemi

I compositi FRCM presi in considerazione nella Linea Guida costituiscono **sistemi o kit**, analogamente a quanto previsto dalla definizione di cui al punto 2 dell’art. 2 del Regolamento UE 305/2011 (**riportato in allegato**).

Essi possono infatti essere costituiti esclusivamente da: matrice inorganica, rinforzo, eventuali connettori, dispositivi di ancoraggio, elementi angolari, eventuali additivi ed eventuali adesivi, da aggiungere secondo le istruzioni del Manuale di Preparazione e nel Manuale di Installazione.

Il rinforzo può essere costituito da una rete ovvero da elementi monodirezionali organizzati su un supporto a rete. Nel presente documento, per semplicità, si userà comunque, per i casi suddetti, la denominazione di “rete” o di “tessuto”.

Il “sistema di rinforzo” in FRCM è realizzato in situ applicando alla struttura da consolidare il composito ed eventuali dispositivi di ancoraggio e/o speciali adesivi atti ad impedire il distacco prematuro del composito dal supporto.

Può essere qualificato come sistema di rinforzo FRCM una singola rete di rinforzo annegata in uno spessore definito di malta, ovvero più reti in un unico spessore di malta sulla base di modalità definite dal Fabbricante.

I sistemi di rinforzo FRCM devono essere posti in commercio da un unico Fabbricante, che assume la responsabilità della dichiarazione delle prestazioni, analogamente a quanto previsto dalle definizioni di cui al Regolamento. Nel caso in cui sia necessario regolarizzare il supporto in situ prima dell'applicazione del rinforzo FRCM, il Fabbricante deve riportare sulla scheda di installazione le indicazioni sul tipo di prodotto da utilizzare.

L'utilizzatore deve essere informato dal Fabbricante che, all'aumentare della percentuale complessiva delle componenti organiche, il sistema FRCM può conseguire un decadimento delle proprietà di permeabilità, durabilità e di comportamento al fuoco.

Il Fabbricante è tenuto a fornire, in riferimento alla rete presente all'interno della malta, indicazioni utili per il progettista, quali lo spessore equivalente, gli interassi tra i fili/trefoli, nella direzione di trama e ordito e le relative grammature.

Qualora il sistema di rinforzo FRCM **preveda l'adozione di connettori meccanici, di angolari o accessori simili**, il Fabbricante è tenuto a sottoporre al Servizio Tecnico Centrale, fin dalla fase di qualificazione, la richiesta di CVT per il kit complessivo costituito dal composito FRCM e dai connettori meccanici - allo scopo dettagliatamente descritti, sia dal punto di vista geometrico, che delle proprietà meccaniche - e il CVT, ove rilasciato, riguarderà il kit complessivo.

FRCM: la qualificazione dei sistemi

Ai fini della qualificazione di un sistema di rinforzo FRCM sono richieste sia la qualificazione del processo di produzione nello stabilimento del Fabbricante, in termini di organizzazione e qualità, sia la qualificazione del sistema stesso in termini di caratteristiche tecniche e prestazionali, anche mediante idonee prove iniziali di tipo.

Si precisa nelle Linee Guida che le prove devono riguardare tutti i diversi sistemi di rinforzo FRCM presenti in catalogo, intendendo, come tali, prodotti che siano realizzati con matrici (leganti ed eventuali additivi) e/o reti di natura differente, o con differenti grammature della rete di rinforzo, ovvero con disposizioni di quest'ultima su più strati.

Le Linee Guida ovviamente riportano quali Prove di qualificazione per il rilascio del CVT (prove iniziali di tipo) debbano essere eseguite.

Per quanto quelle denominate prove iniziali di tipo si prevede:

- a) prove di caratterizzazione meccanica:
 - - prove di trazione sulla rete senza matrice inorganica;

- - prove di trazione su provini di FRCM;
- - prove di distacco dal supporto;
- - prove di trazione in presenza di sovrapposizione delle reti;
- b) prove di durabilità ambientale su provini di FRCM:
 - - prove cicliche di gelo e disgelo;
 - - prove di invecchiamento artificiale;
 - - prove di comportamento alle sollecitazioni termiche.

Le prove iniziali di tipo devono essere effettuate presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR 380/2001 (*riportato in allegato*), con comprovata esperienza nello specifico settore delle prove da eseguire e dotato di strumentazione adeguata.

Le Linee Guida sugli FRCM riportano anche le Prove da eseguire per il controllo permanente di produzione in stabilimento. Il sistema di controllo interno permanente del processo di produzione in fabbrica deve infatti **assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione e nell'impiego dei singoli materiali e dei componenti, nonché la conformità del prodotto finale ai requisiti richiesti.**

Il controllo della produzione in fabbrica deve essere effettuato **conformemente ai Piani dei controlli trasmessi dal Fabbricante al Servizio Tecnico Centrale.**

Ai fini del controllo permanente della produzione in stabilimento, il Fabbricante, nel proprio laboratorio o presso un laboratorio incaricato, deve effettuare prove di trazione, di cui al § 3.3.1, ad intervalli non superiori a dodici mesi, operando su n. 6 campioni realizzati in una unica soluzione, secondo le procedure indicate nel Manuale di preparazione (§ 4.1) e nel Manuale di installazione (§ 6) del Fabbricante stesso.

Nelle Linee Guida descritto anche tutto l'iter burocratico per conseguire il CVT, che poi ne consente l'utilizzo nel mercato.

I Controlli di accettazione in cantiere di responsabilità del Direttore Lavori

Le Linee Guida sugli FRCM precisano che i controlli di accettazione in cantiere **sono obbligatori e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei lavori.**

Questi controlli devono essere effettuati realizzando campioni contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell'elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali e **devono essere eseguiti su campioni del rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere** con la procedura di installazione prescritta dal Fabbricante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.

I campioni devono essere in numero di 6 per ognuno dei tipi di sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale diversa natura delle fasi (in particolare della grammatura del rinforzo e del numero di strati di quest'ultimo).

Tali campioni devono essere inviati dal Direttore dei lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. A tal fine, il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

FRCM: I criteri di accettazione

Le Linee Guida, premesso il fatto delle condizioni non ottimali di realizzazione dei provini realizzati in cantiere, danno indicazione la prova si ritiene superata se:

1. il valore medio della tensione ultima σ_u risulta non inferiore all'85% della tensione caratteristica ultima σ_u , come determinata nella fase di qualificazione del sistema FRCM di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto;
2. il valore medio tensione ultima σ_u risulta superiore almeno del 15% rispetto alla tensione limite convenzionale $\sigma_{lim,conv}$ su supporto analogo, come determinata nella fase di qualificazione, del sistema FRCM di cui si effettua il controllo di accettazione, riportata sulla Scheda tecnica che accompagna il prodotto.

Le Linee danno indicazione anche di come gestire un risultato non conforme e quindi di come eseguire ulteriori accertamenti.

FRCM: controllo del CVT ed eventualmente della marcatura CE

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 Fabbricante, 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.

FRCM: INSTALLAZIONE

L'installazione è uno dei passaggi critici per ottenere la corretta funzionalità dei sistemi FRCM. Per questo le Linee Guida prevedono che alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione del sistema di rinforzo, **il Fabbricante deve allegare il Manuale di preparazione dei prodotti di ciascun sistema di rinforzo**, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta preparazione in opera dei componenti del sistema di rinforzo, nonché il Manuale di installazione dei prodotti di ciascun sistema di rinforzo, 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 FRCM.

Nel 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, all'eventuale applicazione di promotori di adesione, alla corretta applicazione e stagionatura del sistema FRCM, atteso che una inadeguata applicazione potrebbe compromettere l'adesione al supporto e quindi la efficacia del sistema stesso di rinforzo.

E' facoltà del Direttore dei Lavori, oltre alle prove di accettazione, eseguire anche prove in situ (ad esempio prove di strappo), i cui risultati potranno essere messi in relazione con quanto accertato nella procedura di qualificazione del sistema e con i valori di progetto assunti nel calcolo.

FRCM: i RIFERIMENTI NORMATIVI

Le Linee Guida forniscono anche le informazioni in relazione ai riferimenti normativi.

Le fibre ed i fili, nonché le malte utilizzate come matrici dei compositi FRCM devono essere conformi alle seguenti norme europee e specifiche tecniche:

- fibre: **UNI EN 13002-2** e ISO 13002 (fibre di carbonio); **UNI EN 15422** , **UNI 8746** ed **UNI 9409** (fibre di vetro e di basalto); **UNI EN 14889-2** (fibre polimeriche); **UNI EN 13003-1-2-3** (fibre di arammide e di PBO); ISO 16120-1/4; EN 10244-2 (fili di acciaio);

- matrice: **UNI EN 998-2** e **UNI EN 1504-3**.