



*octima*

ASSOCIAZIONE PER LA CRESCITA CULTURALE E  
TECNOLOGICA DEI MATERIALI AVANZATI COMPOSITI



ASSOCIAZIONE ITALIANA COMPOSITI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Seminario:

“Materiali compositi da rivestimento e tecnologie per  
l’edilizia storica ed urbana: costruzione, restauro e  
ristrutturazione”

*Evoluzione normativa sui materiali  
compositi per ingegneria civile*

Prof. Ing. Luigi Ascione

[l.ascione@unisa.it](mailto:l.ascione@unisa.it)

MADE EXPO 2011

Milano, 07 ottobre 2011

# Sommario

- Situazione normativa degli FRP in Italia
- Linee Guida in preparazione presso il MIT
  - Sistemi di rinforzo preformati
  - Sistemi di rinforzo realizzati in situ
- Sviluppi Normativi in Europa,

# Normativa

Al §11.1 del D.M. 14.01.2008, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, sono configurati i seguenti casi:

a) Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una **norma europea armonizzata**;

b) Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia prevista la **qualificazione con le modalità e le procedure indicate nel D.M. 14.01.2008**;

c) Materiali e prodotti per uso strutturale innovativi per i quali il Produttore potrà pervenire alla **marcatura CE** in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un **Certificato di Idoneità Tecnica** all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

• Attualmente gli FRP, anche per colpevole negligenza dei Produttori, non rientrano in nessuno dei tre casi.

# OGGETTO DELLE LINEE GUIDA

I materiali presi in esame dalle Linee Guida sono compositi costituiti da una matrice polimerica termoindurente rinforzata con fibre lunghe di vetro, carbonio o arammide.

Si distinguono:

sistemi preformati (*pre cured systems*), costituiti da componenti di varia forma (lamine, nastri, barre) preparati in stabilimento mediante pultrusione ed incollati successivamente in cantiere all'elemento strutturale da rinforzare;

sistemi impregnati *in situ* (ad esempio *wet lay-up systems*), costituiti da fogli o tessuti di fibre uni o multi-direzionali impregnati direttamente in cantiere con resina termoindurente che può fungere anche da adesivo al substrato interessato dall'intervento di rinforzo.

## SISTEMI PREFORMATI

Si deve far riferimento alle UNI-EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

### □ Definizione delle caratteristiche tecniche

I sistemi di rinforzo preformati sono caratterizzati dai valori del modulo elastico e della tensione di rottura. Tali grandezze, valutate in regime di trazione monoassiale, devono essere riferite all'unità di superficie complessiva del composito *FRP* (fibre e matrice), sollecitato nella direzione delle fibre.

## Classificazione

<b>Tipo</b>	<b>Natura della fibra</b>	<b>Valore minimo del modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</b> [GPa]	<b>Valore minimo della resistenza a trazione nella direzione delle fibre</b> [MPa]
E17	Vetro	17	170
E23	Vetro	23	240
G40	Vetro	38	800
G45	Vetro	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150	Carbonio	150	2500
C200	Carbonio	200	2000
A55	Arammide	55	1200

I valori esposti sono assunti come nominali

## □ **Standard di prova**

### ▪ **Prove meccaniche**

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei provini ricavati da lamine preformate si deve far riferimento allo standard UNI EN 2561.

Nel caso di barre pultruse lo *standard* di riferimento è ASTM D7205/D7205-06.

Le resine utilizzate per incollare al supporto i sistemi di rinforzo preformati devono essere conformi allo *standard* UNI EN 1504-4.

## □ Prove per l'accertamento della durabilità ambientale

### Cicli di gelo-disgelo

I campioni sono condizionati in una camera umida per una settimana, ad una umidità relativa del 100% e ad una temperatura di 38 °C; successivamente, sono sottoposti a 20 cicli di gelo-disgelo. Ciascun ciclo consiste di almeno 4 ore a – 18 °C, seguite da 12 ore in una camera umida (100% di umidità relativa, 38 °C).

Sottoposti a prova di trazione, il loro valore caratteristico della tensione di rottura e quello minimo del modulo elastico non devono essere inferiori all'85%, rispettivamente, dei corrispondenti valori misurati nel corso delle prove sui campioni vergini.

### Invecchiamento artificiale

I campioni sono soggetti al processo di invecchiamento indicato in Tabella 3. Sottoposti a prova di trazione nella direzione delle fibre non deve essere rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre il loro valore caratteristico della tensione di rottura e quello minimo del modulo elastico dei campioni non devono essere inferiori, rispettivamente, alle percentuali consegnate in tabella dei corrispondenti valori misurati nel corso delle prove sui campioni vergini.

## Invecchiamento artificiale

Tipo di prova	Standard di riferimento	Condizioni di prova	Durata della prova (ore)	Percentuale conservata	
				(%)	
				ore	
				1000	3000
Resistenza all'umidità	ASTM D 2247-11 ASTM E 104-02	umidità relativa: 100%; temperatura: $38 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	1000 e 3000	85	80
Resistenza agli ambienti salini	ASTM D 1141-98 ASTM C 581-03	immersione a $23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$			
Resistenza agli ambienti alcalini		Immersione in soluzione con pH= 9,5 o superiore; temperatura: $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$			

## □ Qualificazione e Controlli

I Sistemi di rinforzo preformato sono prodotti con un sistema permanente di controllo interno.

Sono previste due forme di controllo obbligatorio:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione, sia iniziali (*ITT*) che periodiche di verifica della qualità (*FPC*);
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

## ✓ Procedura di qualificazione

Tutti i sistemi di rinforzo preformati oggetto delle Linee Guida devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con le Linee Guida UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è organismo abilitato al rilascio del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego previsto al punto 11.1, caso C, delle NTC (Norme Tecniche sulle Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008), che conclude la procedura di qualificazione.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare;
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime;
- 10) copia del manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo;
- 11) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001:2008.

Espletata da parte del Servizio Tecnico Centrale una prima verifica, la Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001 incaricato dal Produttore secondo le procedure stabilite;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del Laboratorio incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede a rilasciare al Produttore il Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego.

Il Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego ha validità 5 (cinque) anni e decade immediatamente se il Produttore introduce variazioni di qualsiasi tipo rispetto all'originale richiesta.

## ✓ **Mantenimento e rinnovo della qualificazione**

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori, con cadenza annuale entro 60 giorni dalla data di scadenza dell'anno di riferimento, sono tenuti ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

1. dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo e dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
2. evidenza del mantenimento della certificazione del controllo di produzione in fabbrica.

## ✓ **Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione per il tramite di marchiatura depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento al Produttore, allo stabilimento ed al tipo di sistema preformato.

## ✓ **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia del Certificato di Idoneità Tecnica rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.

## ✓ Prove di qualificazione iniziale (ITT)

### – di tipo puramente meccanico

Il Laboratorio incaricato, senza preavviso, deve effettuare presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 45 campioni, ricavati da 3 diversi lotti di produzione: 15 per ogni lotto di produzione, nell'ambito della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni vengono determinati, a cura del Laboratorio incaricato, il valore caratteristico della tensione a rottura ed il minimo valore del modulo elastico, entrambi nella direzione delle fibre. I suddetti valori devono risultare non inferiori a nominali per ciascun tipo.

### – per l'accertamento della durabilità ambientale

Con le stesse modalità di cui al punto precedente, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori 15 campioni, 5 da ciascuno dei 3 lotti di produzione di cui ancora al punto precedente. I campioni sono condizionati e provati.

## ✓ Prove periodiche di verifica della qualità (FPC)

### – di tipo puramente meccanico

Ai fini della verifica della qualità il Laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a dodici mesi, operando su 15 campioni prelevati da tre differenti lotti di produzione, in ragione di 5 campioni per lotto. L'operazione va ripetuta per tutti i tipi di elementi preformati prodotti nello stabilimento.

### – per l'accertamento della durabilità ambientale

Con le stesse modalità di cui al punto precedente, il Laboratorio incaricato deve prelevare ulteriori 9 campioni da assoggettare a prove per l'accertamento della durabilità ambientale, 3 da ognuno dei lotti di produzione di cui ancora al punto precedente, e sottoporre successivamente a prova di trazione nella direzione delle fibre.

## ✓ Qualificazione dei Fornitori

Nel caso in cui sistemi di rinforzo preformati siano acquistati presso Produttori, qualificati come descritto ai punti precedenti, e siano successivamente rimessi in commercio con un proprio marchio o logo da Fornitori che non effettuino su di essi alcuna trasformazione, devono essere soddisfatte alcune prescrizioni.

Devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 e certificato da un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi nel rispetto della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, assumendosi l'impegno a commercializzare esclusivamente sistemi di rinforzo preformati qualificati all'origine, sui quali non opereranno alcuna trasformazione, ed indicando un proprio logo o marchio che li identifichi in modo inequivocabile.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra. La suddetta dichiarazione deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, specificando che nulla è variato rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero, in caso contrario, descrivendo le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del Fornitore.

## ✓ **Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui ai punti precedenti si applicano anche ai sistemi preformati provenienti dall'estero e non dotati di marcatura CE.

Nel caso in cui tali prodotti, non soggetti o non recanti la marcatura CE, siano comunque provvisti di una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità estere competenti, il Produttore potrà, in alternativa, inoltrare al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

## ✓ **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati da un Laboratorio incaricato, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico per la qualificazione, in ragione di 3 campioni, marchiati, di uno stesso sistema di rinforzo preformato, scelto entro ciascun lotto di spedizione, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del sistema di rinforzo da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. Sono previsti solo controlli di tipo puramente meccanico.

## □ **Installazione**

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione deve essere allegato da parte del Produttore o del Fornitore il manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta posa in opera del sistema di rinforzo preformato.

# SISTEMI REALIZZATI IN SITU

## □ Definizione delle caratteristiche tecniche

I sistemi di rinforzo realizzati *in situ* sono caratterizzati dai valori del modulo elastico e della tensione di rottura. Le suddette proprietà meccaniche devono essere riferite all'area delle fibre secche, in assenza cioè di impregnatura.

Tipo	Natura della fibra	Valore minimo del modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Valore minimo della resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
60G	Vetro	60	1800
70G	Vetro	70	2200
210C	Carbonio	210	3200
360C	Carbonio	360	2200
550C	Carbonio	550	1800
100A	Arammide	100	2600

I valori esposti sono assunti come nominali

## □ **Standard di prova**

Le fibre dei tessuti e le resine utilizzate devono essere conformi ai seguenti *standard*:

- Fibre: ISO 13002 e UNI EN 13002-2 (fibre di carbonio), UNI 8746 e UNI 9409 (fibre di vetro), UNI EN 13003-1-2-3 (fibre di arammide);
- Resine (impregnanti e adesivi): EN 1504-4.

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei rinforzi FRP realizzati *in situ* si deve far riferimento allo *standard* UNI EN 2561.

## □ Qualificazione e Controlli

E' richiesta una qualificazione sia da parte dei Fornitori che dei sistemi di rinforzo realizzabili con le fasi commercializzate.

### ✓ Qualificazione dei Fornitori

I Fornitori devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 e certificato da un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi nel rispetto della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I Fornitori, di cui al presente punto, sono tenuti ad inoltrare al Servizio Tecnico Centrale richiesta di Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego ai sensi del punto 11.1, caso C, delle NTC allegando:

- 1) elenco e caratteristiche del sistema di rinforzo che si intende qualificare;
- 2) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 3) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del sistema di rinforzo;
- 4) descrizione dell'approvvigionamento delle fasi (fibre e resine);
- 5) copia dei risultati delle prove di qualificazione, con relativa attestazione da parte dell'organismo certificatore sulla procedura seguita;
- 6) copia del manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo;
- 7) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001:2008.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio del suddetto Certificato.

Il Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego ha validità **3 (tre) anni** e decade automaticamente se il Fornitore introduce variazioni di qualsiasi tipo rispetto alla originale richiesta.

## ✓ Qualificazione dei sistemi di rinforzo realizzabili con le fasi commercializzate (ITT)

Sono previste solo prove di qualificazione iniziale.

### - Prove di qualificazione di tipo puramente meccanico

Il Laboratorio incaricato, sotto la supervisione dell'organismo certificatore, deve effettuare presso la sede del Fornitore il prelievo di una serie di almeno 54 campioni: i campioni sono ricavati da 2 gruppi di 3 laminati; ciascuno gruppo è caratterizzato da un numero differente di strati; da ognuno dei laminati sono ricavati almeno 9 campioni.

Sui campioni vengono determinati, a cura del Laboratorio incaricato, il valore caratteristico della tensione di rottura ed il valore medio del modulo elastico, entrambi a trazione nella direzione delle fibre. I suddetti valori devono risultare non inferiori a quelli nominali.

## **– Prove di qualificazione per l'accertamento della durabilità ambientale**

Con le stesse modalità di cui al punto precedente, in particolare per quanto attiene al ruolo dell'organismo certificatore, il Laboratorio incaricato deve effettuare presso la sede del Fornitore il prelievo di ulteriori 20 campioni: 10 per la durabilità nei confronti di cicli di gelo-disgelo; 10 per la durabilità nei confronti dell'invecchiamento artificiale.

Dei suddetti 10 campioni, 5 sono prelevati da uno stesso, a scelta, tra i tre laminati predisposti per la qualificazione puramente meccanica; 5 da uno degli altri due laminati.

## ✓ **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, sono solo di tipo puramente meccanico, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere eseguiti su campioni ricavati da laminati realizzati in cantiere con la stessa tecnica prevista per il consolidamento da eseguire, impiegando gli stessi addetti ed utilizzando i medesimi materiali. È lasciata alla cura del Direttore dei Lavori la scelta del numero di strati.

I laminati devono essere tanti quante sono i tipi di sistemi di rinforzo previsti in cantiere anche in relazione all'eventuale molteplicità di Fornitori. Da ciascun laminato devono essere ricavati almeno 3 campioni.

## □ **Installazione**

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione deve essere allegato da parte del Fornitore il manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo.

# Sviluppi Normativi in Europa

- In ambito europeo, il **CEN/TC250**, nell'intento di ampliare la famiglia degli Eurocodici, ha istituito, insieme con altri, uno specifico Gruppo di lavoro (**WG4**) per un futuro Eurocodice dal titolo:

## **FIBRE REINFORCED POLYMERS.**

- L'Eurocodice sarà articolato sui seguenti argomenti:

- **Materiali;**
- **Costruzioni esistenti;**
- **Nuove costruzioni.**

- Nei prossimi giorni del **21 e 22 ottobre** si terrà presso l'Università di Salerno la prima riunione del **WG4**.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO  
CAMPUS VIVENDI

Grazie per la Vostra attenzione.

