

# COMUNE DI SALA BOLOGNESE

## Provincia di Bologna

Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di  
collasso cinematico della Sede Operativa del COC  
sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese  
LOTTO 1

COMMITTENTE **Comune di Sala Bolognese**  
Piazza Marconi, 1  
40010 Sala Bolognese (Bo)

PROGETTO ARCHITETTONICO

PROGETTO STRUTTURALE **mg<sup>e</sup> Ingegneria Strutturale**  
*ing. Marcello Giovagnoni*  
via Iacopo Barozzi 2, 40126 Bologna  
tel e fax 051-246356  
e-mail [info@architetturastrutturale.it](mailto:info@architetturastrutturale.it)  
collaboratori: ing. Serena Mengoli, ing. Miriam Camorani, ing. Giulia Bortot

COD. PROGETTO <b>1421b</b>	DATA EMISSIONE 15/07/2015	REVISIONE 00
-------------------------------	------------------------------	-----------------

N. ELABORATO <b>STR-06</b>	OGGETTO <b>Criteri di accettazione dei materiali</b>
-------------------------------	---

REDATTO <b>S.M.</b>	VERIFICATO <b>M.C.</b>	APPROVATO <b>M.G.</b>
------------------------	---------------------------	--------------------------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	APPROVATO

**mg<sup>e</sup>**

**MARCELLO GIOVAGNONI**  
INGEGNERIA STRUTTURALE

SEDE LEGALE: VIA BERTELLA, 50 - 40064 OZZANO EMILIA (BO) - ITALY

SEDE OPERATIVA: VIA IACOPO BAROZZI 2 - 40126 BOLOGNA - ITALY

TEL. E FAX 0039 51 246356 - E-MAIL [MARCELLO.GIOVAGNONI@ARCHITETTURASTRUTTURALE.IT](mailto:MARCELLO.GIOVAGNONI@ARCHITETTURASTRUTTURALE.IT)

**LISTA EDIZIONI**

<b>N°</b>	<b>DATA</b>	<b>MOTIVO EDIZIONE</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>A</b>
0	15/07/15	Emissione	SM	MC	MG
1					
2					
3					
4					

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

## **1 INDICE**

1	INDICE .....	3
2	PREMESSA .....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
4	ACCIAIO .....	5
4.1	Premessa .....	5
4.2	Acciaio formato a caldo per carpenterie .....	5
4.2.1	Forniture dirette in cantiere .....	5
4.2.2	Forniture di elementi sagomati o assemblati da un centro di trasformazione .....	7
4.2.3	Saldature .....	7
4.3	Acciaio formato a freddo per carpenterie .....	10
4.4	Acciaio per C.A.....	10
4.4.1	Forniture dirette in cantiere .....	10
4.4.2	Forniture di elementi sagomati o assemblati da un centro di trasformazione ...	12
5	COMPOSITI FIBRORINFORZATI.....	13
5.1	Controlli di accettazione .....	13
5.1.1	Prove distruttive.....	14
5.1.2	Prove semi-distruttive .....	14
5.1.3	Prove non distruttive.....	16
5.2	Qualifica degli operatori per l'esecuzione delle prove .....	18

## **2 PREMESSA**

La presente relazione descrive i criteri di identificazione, qualificazione ed accettazione di materiali e prodotti per uso strutturale secondo le vigenti normative in materia.

In generale i materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- a) IDENTIFICATI UNIVOCAMENTE a cura del PRODUTTORE;
- b) QUALIFICATI sotto la responsabilità del PRODUTTORE;
- c) ACCETTATI dal DIRETTORE DEI LAVORI a seguito di:
  - acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione;
  - per prodotti MARCATI C.E. accertarsi del possesso della marcatura e la dichiarazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea (es. ETA);
  - per prodotti NON MARCATI C.E. accertarsi del possesso dell'attestato di qualificazione o del certificato di idoneità tecnica all'impiego;
  - eventuali prove sperimentali di accettazione sul materiale in oggetto.

L'impresa appaltatrice è tenuta alla consegna di una o più copie di tutti i documenti che consentano alla Direzione Lavori (DL) l'identificazione dei materiali utilizzati ed inoltre è tenuta alla consegna di una o più copie degli elaborati grafici strutturali, su cui l'impresa stessa deve riportare l'indicazione di tutti i Documenti Di Trasporto (DDT) ed i certificati di provenienza di ciascun elemento strutturale rappresentato nell'elaborato.

## **3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M. Infrastrutture 14.01.08: "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC08)
- Circolare 02.02.09 n° 617/C.S.LL.PP (C-NTC08)
- Tutti i documenti attualmente in vigore ed espressamente richiamati dalle sopraccitate normative.

Per quanto non riportato nei paragrafi seguenti, si consideri il capitolo 11 delle NTC08 che si intende qui integralmente richiamato.

## **4 ACCIAIO**

(Rif. NTC08 par. 11.3)

### **4.1 Premessa**

Per quanto concerne i controlli sull'acciaio ad uso strutturale al capitolo 11 la NTC08 prevede 3 forme di controllo obbligatorie:

- In stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione continua (singola colata);
- Nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture (lotti costituiti da max 90 t di prodotti aventi GRANDEZZE NOMINALI OMOGENEE – dimensionali, meccaniche, di formazione);
- Di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione (max 30 t spediti in un'unica volta aventi GRANDEZZE NOMINALI OMOGENEE).

Ciascun prodotto qualificato deve **COSTANTEMENTE** essere **RICONOSCIBILE** per quanto concerne **QUALITÀ** (tipo ed eventuale saldabilità dell'acciaio), **STABILIMENTO DI PRODUZIONE**, **AZIENDA PRODUTTRICE** (cfr 11.3.1.4 NTC08). E' responsabilità di utilizzatori (**COSTRUTTORE**) e commercianti documentare la provenienza qualora l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata facendo perdere a parte della fornitura l'originale marchiatura del prodotto (cfr 11.3.1.4 NTC08).

### **4.2 Acciaio formato a caldo per carpenterie**

#### **4.2.1 Forniture dirette in cantiere**

Per ogni FORNITURA (quantità  $\leq$  a 30t) IDENTIFICATA dal numero del DOCUMENTO DI TRASPORTO il DL o l'AssDL hanno il compito di:

- a) Verificare la DOCUMENTAZIONE DI QUALIFICA (Marcatura CE – se applicabile – o Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale valevole per 5 anni. Per maggiori riferimenti cfr 11.3.1.5 C-NTC08). Il DOCUMENTO DI TRASPORTO deve riportare il riferimento a tale documentazione. La DL può eventualmente controllare che il Produttore sia presente nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati, documento di pubblico dominio sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (cfr 11.3.1.2

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –**

**LOTTO 1**

**Criteri di accettazione dei materiali**

NTC08). Per “..i laminati e relativi profilati IPE, HE, UPN etc. devono essere provvisti di Marcatura CE già dal settembre 2006” (cfr 11.3.1.2 C-NTC08).

- b) Effettuare il CONTROLLO DI ACCETTAZIONE entro 30 giorni dalla consegna del materiale
- Procedere al PRELIEVO DEI CAMPIONI (3 spezzoni lunghi 120 cm, marchiati, scelto entro ciascun lotto – provenienti da un unico stabilimento);
  - Siglare i CAMPIONI prelevati (con la modalità concordata dal DL);
  - Compilare il VERBALE DI PRELIEVO
  - Sottoscrivere la DOMANDA DI PROVE (i cui MODULI verranno FORNITI dall'APPALTATORE al D.L. prima dell'inizio dei lavori) con riferimento esplicito ai dati riportati nel VERBALE DI PRELIEVO che poi dovranno comparire anche nel CERTIFICATO DI PROVA (da eseguire presso un LABORATORIO UFFICIALE riconosciuto dal Ministero per le II e i TT secondo art. 59 DPR n°380/2001).

I CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale, e contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili;
- le elaborazioni statistiche previste nei §§: 11.3.2.11, 11.3.2.12

I valori di resistenza di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.4.1 delle NTC08, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto, devono essere non inferiori a quelli riportati nella tabella 11.3.IX delle NTC08.

## **4.2.2 Forniture di elementi sagomati o assemblati da un centro di trasformazione**

Preliminarmente il DL o l'AssDL hanno il compito di ACCERTARSI che il suddetto centro di trasformazione (i cui dati saranno comunicati dall'APPALTATORE al D.L.) sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal paragrafo 11.3.1.7 NTC08.

Per ogni FORNITURA (quantità  $\leq$  a 90t) IDENTIFICATA dal numero del DOCUMENTO DI TRASPORTO il DL o l'AssDL hanno il compito di:

- a) Accertarsi che sia stata verificata la DOCUMENTAZIONE DI QUALIFICA (Attestato di Qualificazione, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale) da parte del DIRETTORE TECNICO DEL CENTRO DI TRASFORMAZIONE;
- b) Farsi fornire dal CENTRO DI TRASFORMAZIONE:
  - Attestazione inerente l'esecuzione delle PROVE DI CONTROLLO INTERNO fatte eseguire dal DIRETTORE TECNICO DEL CENTRO DI TRASFORMAZIONE, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata; le prove devono riguardare l'allungamento, la resilienza, le caratteristiche chimiche, la tensione di snervamento e di rottura (non inferiori a quelli riportati nella tabella 11.3.IX delle NTC08);
  - Copia della CERTIFICAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO (QUALITA');
  - Copia della AUTORIZZAZIONE ALLA PRODUZIONE (Dichiarazione di Attività) rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
  - Eventuale MARCATURA AGGIUNTIVA che identifichi il CENTRO DI TRASFORMAZIONE.

Gli acciai per prodotti laminati (rientrano in tale categoria tutti i piatti, le lamiere ed i profilati, fatto salvo i tubi con o senza saldatura) saranno conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, recanti la marcatura CE, soggetti a sistema di attestazione della conformità (cfr. 11.3.1.4 NTC08).

## **4.2.3 Saldature**

Gli operatori dei processi di saldatura devono essere qualificati ai sensi del § 11.3.4.5 delle NTC08; l'appaltatore è tenuto a fornire alla DL copia dei patentini attestanti tale qualifica.

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4 (si veda anche tab. 11.3.XI, NTC08).

I profili saldati (in zona fusa ed in zona termica alterata) devono avere caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità non inferiori a quelle del materiale base.

I controlli sulle saldature saranno stabiliti in termini quantitativi e qualitativi ai sensi del suddetto paragrafo delle NTC08, a cura della DL e del Collaudatore.

#### **4.2.3.1 CONTROLLO DELLE SALDATURE**

Le saldature devono essere controllate, a cura e spese dell'Appaltatore dall'Istituto Italiano della Saldatura o da un Ente Terzo di controllo, e non devono presentare difetti eccedenti i limiti di seguito stabiliti.

I tempi di attesa per l'esecuzione di controlli sono stabiliti nella vigente normativa europea UNI EN 1090.

Nel caso di pezzi sottoposti a raddrizzamento, i controlli delle saldature dovranno essere eseguiti successivamente a tale operazione e dovranno riguardare la saldatura delle zone interessate dall'intervento.

I tratti di saldatura soggetti a controllo radiografico o ultrasonoro dovranno essere chiaramente identificati sulla documentazione di controllo.

I collegamenti saldati saranno sottoposti, in linea generale, ai seguenti controlli non distruttivi, nelle percentuali indicate di seguito; prescrizioni particolari potranno essere indicate in funzione delle tipologie di giunzione e dell'importanza dal Progettista, dalla D.L. e/o dall'Istituto Italiano della Saldatura, o da altro Ente approvato dal Committente.

#### **GIUNTI A T CON CORDONI D'ANGOLO E A PARZIALE PENETRAZIONE**

Esame visivo: 100% delle saldature

Esame magnetoscopico: 20% delle saldature anima-piattabanda delle travi principali 100% giunti a croce 10% delle saldature rimanenti.



**GIUNTI A T A PIENA PENETRAZIONE**

Esame visivo:	100% delle saldature
Esame magnetoscopico:	20% delle saldature 100% giunti a croce
Esame ultrasonoro:	100% dei giunti tesi 50% dei giunti compressi 25% dei giunti soggetti a t//.

**GIUNTI TESTA A TESTA A PIENA PENETRAZIONE**

Esame visivo:	100% delle saldature
Esame magnetoscopico:	20% delle saldature 100% giunti a croce
Esame ultrasonoro:	100% dei giunti tesi 50% dei giunti compressi trasversali 25% dei giunti soggetti a t//.

In alternativa all'esame ultrasonoro si può effettuare quello radiografico. L'esame radiografico ed il controllo ultrasonoro, in casi particolari, potranno anche essere usati in combinazione sullo stesso giunto.

**4.2.3.2 CRITERI DI ACCETTABILITÀ DEI DIFETTI DEI GIUNTI SALDATI**

Per quanto riguarda i controlli non distruttivi di cui sopra, le saldature, in funzione della loro importanza, dovranno soddisfare i seguenti requisiti di seguito elencati, con la precisazione che non sono ammesse cricche e incollature.

**Saldature principali**

I giunti di testa, i giunti anima-piattabanda, le nervature trasversali alle piattabande, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 classe B di qualità B. In particolare:

- Livello magnetoscopico:                   livello 2X UNI EN 1291
- Controllo ultrasonoro:                   livello 2 UNI EN 1712
- Controllo radiografico:                   livello 1 UNI EN 12517

**Saldature secondarie**

Le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 5817 classe di qualità C.

In particolare:

- Livello magnetoscopico:                   livello 2X UNI EN 1291
- Controllo ultrasonoro:                   livello 3 UNI EN 1712
- Controllo radiografico:                   livello 2 UNI EN 12517

### **4.3 Acciaio formato a freddo per carpenterie**

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE i centri di produzione possono derogare dagli adempimenti previsti dal paragrafo 11.3.1 delle NTC08 ma dovranno fornire opportuna documentazione a supporto di tale certificazione, oltre alla certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto.

Nel caso di forniture di lamiere grecate per solette collaboranti il produttore deve fornire certificazione della sperimentazione effettuata al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto della lamiera grecata (in conformità all'appendice B.3 della UNI EN 1994-1-1:2005 o successive emanazioni).

### **4.4 Acciaio per C.A.**

#### **4.4.1 Forniture dirette in cantiere**

Per ogni FORNITURA (quantità  $\leq$  a 90t) IDENTIFICATA dal numero del DOCUMENTO DI TRASPORTO il DL o l'AssDL hanno il compito di:

- a) Verificare la DOCUMENTAZIONE DI QUALIFICA (Marcatura CE – se applicabile – o Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale valevole per 5 anni. Per maggiori riferimenti cfr 11.3.1.5 C-NTC08). Il DOCUMENTO DI TRASPORTO deve riportare il riferimento a tale documentazione. La DL può eventualmente controllare che il Produttore sia presente nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati, documento di pubblico dominio sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (cfr 11.3.1.2 NTC08). BARRE e ROTOLI devono obbligatoriamente il MARCHIO DI LAMINAZIONE (cfr 11.3.1.4 NTC08), rendendo quindi identificabile ogni singolo pezzo).
- b) Effettuare il CONTROLLO DI ACCETTAZIONE entro 30 giorni dalla consegna del materiale:
  - Procedere al PRELIEVO DEI CAMPIONI (3 spezzoni lunghi 120 cm, marchiati, dello stesso diametro, scelto entro ciascun lotto – provenienti da un unico stabilimento);
  - Siglare i CAMPIONI prelevati (con la modalità concordata dal DL);
  - Compilare il VERBALE DI PRELIEVO;

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –**

**LOTTO 1**

**Criteri di accettazione dei materiali**

- Sottoscrivere la DOMANDA DI PROVE (i cui MODULI verranno FORNITI dall'APPALTATORE al D.L. prima dell'inizio dei lavori) con riferimento esplicito ai dati riportati nel VERBALE DI PRELIEVO che poi dovranno comparire anche nel CERTIFICATO DI PROVA (da eseguire presso un LABORATORIO UFFICIALE riconosciuto dal Ministero per le II e i TT secondo art. 59 DPR n°380/2001).

Il PRELIEVO è composto da 3 SPEZZONI per ognuno dei 3 diversi diametri, opportunamente differenziati (prove a carattere statistico), presente nella fornitura.

I CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale, e contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nei §§: 11.3.2.11, 11.3.2.12.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3 delle NTC08, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

**Tabella 11.3.Ib**

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>REQUISITI</b>	<b>FRATTILE (%)</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gr})_k$ :	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

#### **4.4.2 Forniture di elementi sagomati o assemblati da un centro di trasformazione**

Preliminarmente il DL o l'AssDL hanno il compito di ACCERTARSI che il suddetto centro di trasformazione (i cui dati saranno comunicati dall'APPALTATORE al D.L.) sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal paragrafo 11.3.1.7 NTC08.

Per ogni FORNITURA (quantità  $\leq$  a 90t) IDENTIFICATA dal numero del DOCUMENTO DI TRASPORTO il DL o l'AssDL hanno il compito di:

- a) Accertarsi che sia stata verificata la DOCUMENTAZIONE DI QUALIFICA (Attestato di Qualificazione, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale) da parte del DIRETTORE TECNICO DEL CENTRO DI TRASFORMAZIONE;
- b) Farsi fornire dal CENTRO DI TRASFORMAZIONE:
  - Attestazione inerente l'esecuzione delle PROVE DI CONTROLLO INTERNO fatte eseguire dal DIRETTORE TECNICO DEL CENTRO DI TRASFORMAZIONE , con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;
  - Copia della CERTIFICAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO (QUALITA');

- Copia della AUTORIZZAZIONE ALLA PRODUZIONE (Dichiarazione di Attività) rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- Eventuale MARCATURA AGGIUNTIVA che identifichi il CENTRO DI TRASFORMAZIONE.

## **5 COMPOSITI FIBRORINFORZATI**

*(Rif. CNR DT 200/R1:2012; Linee Guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP)*

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale devono essere:

- identificabili per poter risalire univocamente al produttore;
- qualificati e controllati secondo procedure di controllo ben definite ed applicabili al processo di produzione in fabbrica e verificati regolarmente da un ente terzo di ispezione abilitato;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e prove di accettazione.

### **5.1 Controlli di accettazione**

I direttori dei lavori devono verificare, mediante un prelievo eseguito in cantiere, che le caratteristiche meccaniche del prodotto fornito per l'installazione soddisfino i requisiti indicati dal progettista.

Tale operazione si distingue per i compositi pultrusi o laminati in situ:

- a) Laminati pultrusi. Si deve prevedere un prelievo di campioni del composito e dell'adesivo da parte del Direttore dei Lavori che dovrà inviarli, sotto la propria responsabilità, ad un Laboratorio abilitato ai sensi dell'art.59 del DPR n.380/2001 per l'effettuazione di prove sperimentali e relativa certificazione.
- b) Compositi laminati in situ. E' necessario produrre in cantiere un campione di composito da sottoporre a prove di certificazione. La produzione in cantiere deve essere effettuata con tecniche simili a quelle utilizzate per le strutture da consolidare, impiegando gli stessi tecnici ed utilizzando gli stessi materiali. Il laminato sarà prodotto in un formato di dimensioni tali da poter ritagliare un numero sufficiente di provini da sottoporre a prova (almeno tre).

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

I prelievi e la preparazione dei provini devono essere svolti sotto la supervisione del Direttore dei Lavori che, successivamente, potrà consegnare i provini ad un laboratorio abilitato ai sensi dell'art.59 del DPR n.380/2001 per l'effettuazione di prove sperimentali e relativa certificazione.

In particolare dovranno essere controllate:

i) le caratteristiche fisiche del tessuto utilizzato :

- massa del tessuto per unità di area (ISO 3374);
- area e spessore equivalente;

ii) le caratteristiche meccaniche del composito preparato in cantiere :

- modulo elastico, resistenza e deformazione a rottura (ISO 527-4,5);

iii) le proprietà meccaniche dell'adesivo strutturale impiegato per l'incollaggio del rinforzo:

- resistenza a taglio dell'adesivo da prove di un giunto adesivo (ISO 4587).

Le prove semi-distruttive sono soprattutto indicative per la caratterizzazione meccanica del sistema di rinforzo messo in opera. L'eventuale presenza di difetti nella realizzazione può invece essere rilevata mediante prove non distruttive.

### **5.1.1 Prove distruttive**

Le prove distruttive si riferiscono alle prove di trazione su provino di tessuto impregnato, come indicato nella ASTM D3039 si realizzano un minimo di 5 campioni per ciascun lotto di produzione per avere un risultato statisticamente corretto.

### **5.1.2 Prove semi-distruttive**

Possono essere eseguite sia prove di strappo normale che prove di strappo a taglio. Le prove semi-distruttive vanno condotte sui testimoni e, dove possibile, anche in zone del rinforzo non critiche in ragione di una prova per ogni 30 mq di applicazione per le strutture di c.a., e di una prova per ogni 50 mq di applicazione per quelle murarie. La loro numerosità non deve essere comunque inferiore a 3 per ogni tipo di prova ritenuta significativa in sede di definizione della campagna di controllo.

*Prova di strappo normale*

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

La prova, utile per l'accertamento delle proprietà del substrato, viene eseguita utilizzando generalmente piastre circolari di acciaio di spessore 20 mm e di diametro non inferiore a 50 mm. Propedeuticamente alla prova, il rinforzo deve essere ritagliato lungo il bordo della piastra. Può essere utilizzata una fresa cilindrica retta di spessore non maggiore di 3 mm, avendo cura di non surriscaldare il composito e di incidere contestualmente il substrato per una profondità di almeno 2 mm.

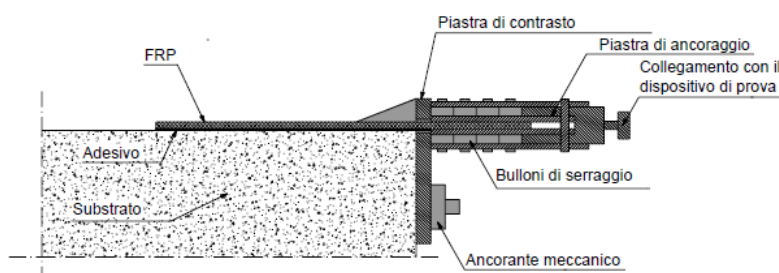
Per garantire l'ortogonalità della direzione di applicazione della forza di strappo alla superficie del rinforzo, è richiesta l'adozione di specifici presidi, quali ad esempio i giunti sferici.

Il substrato può ritenersi idoneo se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono, sulla superficie circolare isolata, una tensione di picco allo strappo non inferiore a 0.9 MPa, nel caso di elementi di c.a., ovvero non inferiore al 10% della resistenza (media) a compressione del supporto, nel caso di murature. Inoltre la superficie di strappo deve essere contenuta all'interno del substrato e non coincidere con l'interfaccia composito - substrato. Nel caso in cui la superficie di strappo coincide con l'interfaccia composito - substrato, l'accettazione della prova è lasciata alla discrezionalità del Direttore dei Lavori.

#### *Prova di strappo a taglio*

Tale prova è utile per l'accertamento della qualità dell'incollaggio e della preventiva preparazione del supporto. Un modo per eseguirla è di seguito descritto.

L'esecuzione avviene in corrispondenza di uno spigolo libero della struttura su cui il rinforzo è incollato (prova di tipo "diretto"). È richiesta la disponibilità di un'opportuna porzione libera di materiale composito (cioè non incollata), in continuità del materiale incollato. Su di essa va applicata l'azione radente utilizzando come contrasto il suddetto spigolo.

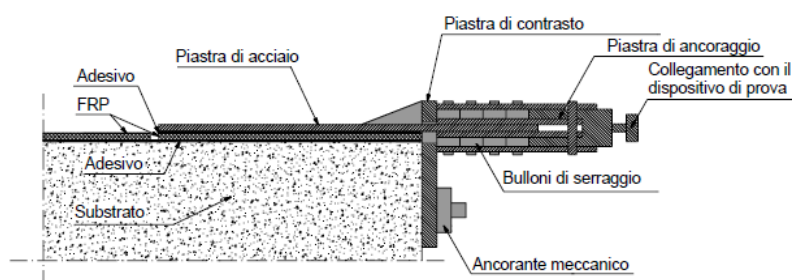


#### *Prova di strappo a taglio di tipo "diretto"*

In assenza di testimoni, la prova può essere ugualmente eseguita su uno dei rinforzi messi in opera, adottando la procedura di tipo "indiretto" (Figura 6-2). La porzione di materiale

**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

composito da sottoporre a prova, anch'essa vicina ad uno spigolo della struttura, deve essere preventivamente sezionata dalla parte rimanente. Sulla faccia a vista di tale porzione deve essere incollata una piastra metallica con una parte aggettante rispetto allo spigolo, la cui lunghezza garantisca l'afferraggio da parte del dispositivo di prova. Tipiche dimensioni della piastra piastra sono: larghezza non inferiore a 45 mm, spessore non superiore a 6 mm. Sulla faccia a contatto con il composito è consigliata la presenza di scanalature atte a migliorare l'aderenza.



*Prova di strappo a taglio di tipo "indiretto"*

Per entrambi i tipi di prova, la lunghezza della porzione di FRP incollato deve risultare non inferiore a 200 mm nel caso di strutture di c.a., ovvero a 150 mm nel caso di strutture murarie. In ogni ca-so, essa deve risultare non inferiore a 1.1 volte la lunghezza ottimale di ancoraggio del rinforzo di FRP.

Nel caso della prova di tipo "indiretto", la porzione di piastra metallica adesiva al campione sezionato di FRP deve sovrapporsi perfettamente a quest'ultimo.

La qualità dell'incollaggio e della preventiva preparazione della superficie di applicazione possono ritenersi accettabili se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono una forza di strappo di intensità non inferiore all'85% del valore della forza di progetto massima, ricavato dall'equazione 10.2 par. 10.2.1 CNR DT 200/R1:2012, attribuendo un valore unitario al coefficiente  $k_b$ .

### **5.1.3 Prove non distruttive**

L'intervento di rinforzo è da ritenersi non collaudabile in presenza di difetti di incollaggio equivalenti ad imperfezioni cilindriche di altezza e di diametro superiori, rispettivamente, a 0.5 e 25 mm.



**Progettazione dei rinforzi locali contro i meccanismi di collasso cinematico  
della Sede Operativa del COC sita in via dei Bersaglieri 28, Sala Bolognese – Bologna –  
LOTTO 1  
Criteri di accettazione dei materiali**

Nella Tabella seguente, per le situazioni più ricorrenti, sono esposti valori consigliati delle dimensioni della maglia di mappatura e del diametro del difetto che la prova deve essere in grado di rilevare.

Trasferimento di tensioni tangenziali all'interfaccia	Tipo di applicazione	Controllo non distruttivo	Dimensioni della maglia di mappatura (mm)	Diametro minimo del difetto rilevabile (mm)
Assente	confinamento, con eccezione della zona di sovrapposizione nel caso di realizzazioni a singolo strato	facoltativo	250	3
Debole	zona centrale di rinforzi bidimensionali molto estesi	facoltativo	250	3
Moderato o potenziale	zona centrale di rinforzi monodimensionali a flessione	consigliato	100	0.5
Critico	zone di ancoraggio, zone di sovrapposizione tra strati, rinforzo a taglio, zone di interfaccia con connettori, zone con vistose asperità o fessurazioni del substrato	obbligatorio	50	0.1

Prove di tipo acustico stimolato. Si basano sul diverso comportamento oscillatorio dello strato di composito in presenza o in assenza di adesione con il substrato sottostante. Nella sua versione più elementare, la prova può essere eseguita da un tecnico esperto percuotendo la superficie del composito con una bacchetta rigida ed ascoltando la sonorità che scaturisce dall'impatto. Risultati più oggettivi possono essere ottenuti con sistemi automatizzati.

Prove ultrasoniche ad alta frequenza. Devono essere eseguite impiegando metodologie in riflessione con frequenze non inferiori a 1.0 MHz e sonde con diametro non superiore a 25 mm. Per la localizzazione dei difetti è consigliata la tecnica basata sulla variazione dell'ampiezza del primo picco.

Prove termografiche. Risultano efficaci solo in presenza di materiali di rinforzo caratterizzati da bassa conducibilità termica (fibre di vetro e aramidiche). Non sono pertanto eseguibili su compositi rinforzati con fibre di carbonio, a meno che non vengano utilizzati particolari accorgimenti. Il riscaldamento impartito nel corso della prova non deve danneggiare il rinforzo esponendolo a temperature prossime a quella di transizione vetrosa.

Prove in emissione acustica. Consentono di rilevare la presenza di difetti di incollaggio all'interno di un elemento strutturale caricato e di seguirne l'evoluzione, "ascoltando" e registrando i "rumori" generati dalla propagazione della decoesione tra substrato e rinforzo.

## ***5.2 Qualifica degli operatori per l'esecuzione delle prove***

I profili professionali degli operatori preposti alle prove devono corrispondere ai seguenti tre livelli di qualifica appresso specificati (Tabella 6-2), in conformità con la normativa di riferimento UNI EN 473 e UNI EN 45013.

La qualifica va anche regolata in accordo con la normativa UNI EN 45013-Criteri generali riguardanti gli Organismi di Certificazione preposti alla certificazione del personale.