



Presentazione del documento *CNR-DT 206/2007*
San Michele all'Adige, 17 luglio 2008

CNR-DT 206/2007
**Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle
strutture di legno**

COLLEGAMENTI UNIONI INCOLLATE

Alessandra Gubana

Facoltà di Ingegneria - Università di Udine





B7.10 – Resistenza di collegamenti con elementi di acciaio incollati

Negli ultimi anni si è sviluppato un crescente interesse nei confronti delle unioni realizzate mediante barre o piastre d'acciaio, inserite in apposite sedi ricavate negli elementi in legno da unire, e solidarizzate ad essi mediante adesivi.

Rispetto alle tradizionali unioni bullonate è possibile realizzare un collegamento di migliore valenza architettonica, e con minori problemi di durabilità.



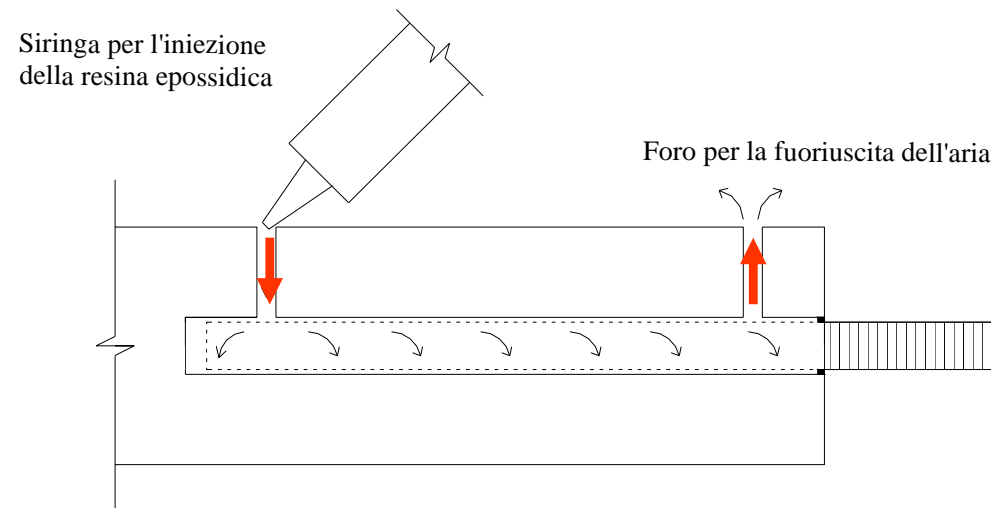


- **Vantaggi:**
- **Trasferimento di sforzi dal legno alle barre d'unione lungo tutta la lunghezza dell'incollaggio, evitando le concentrazioni in corrispondenza di perni e bulloni dei giunti meccanici**
- **Elevati valori di rigidezza senza assestamenti iniziali**
- **Protezione nei confronti del fuoco**
- **Protezione nei confronti della corrosione degli elementi metallici - durabilità**
- **Duttilità se correttamente progettati**
- **Giunti non visibili, completamente interni al legno e quindi migliore aspetto architettonico**



Problemi:

- **Fragilità se non correttamente progettati**
- **Sensibilità alla corretta esecuzione del collegamento, necessità di adeguata pulizia delle barre con solventi, preparazione della miscela di collante, controllo del completo riempimento dei fori e dell'effettivo ricoprimento dell'elemento metallico da parte dell'adesivo**



- **Sensibilità alle variazioni di umidità**
- **Resistenza al fuoco dell'adesivo**



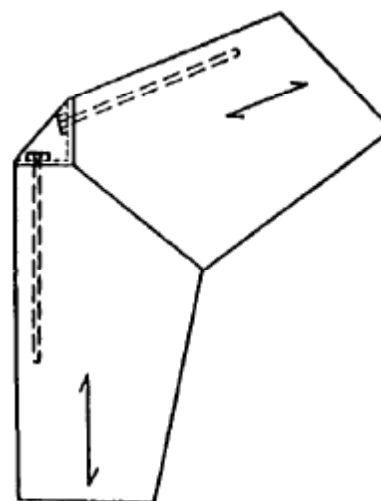
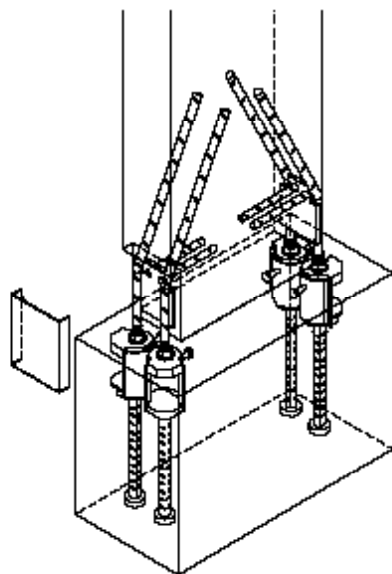
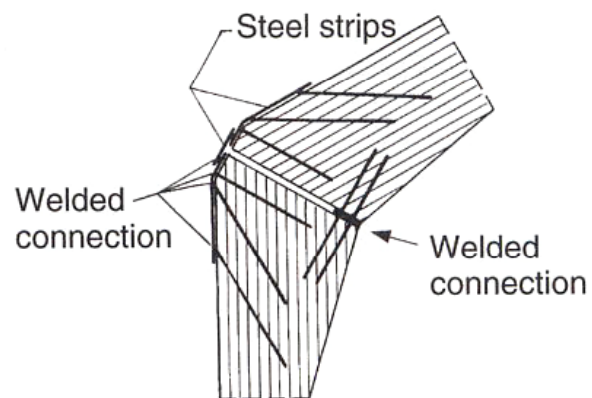


Questo tipo di unioni è limitato alle classi di servizio 1 e 2 su legno in equilibrio igrometrico con l'ambiente.

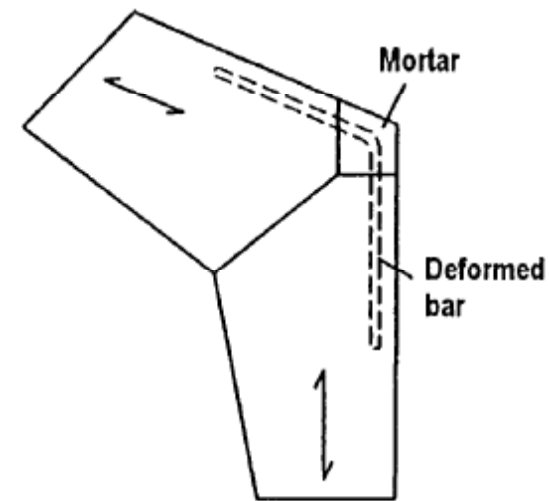
Gli adesivi devono essere appropriati (punto A.3.4) e dare garanzie di durabilità sulla base di evidenze sperimentali o specifici test di laboratorio.

B.7.10.2 Resistenza di collegamenti con barre incollate

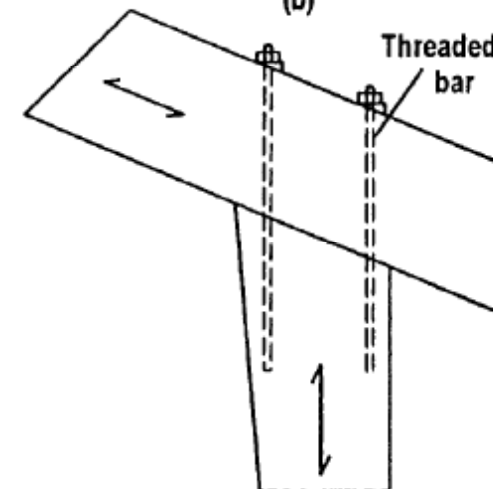
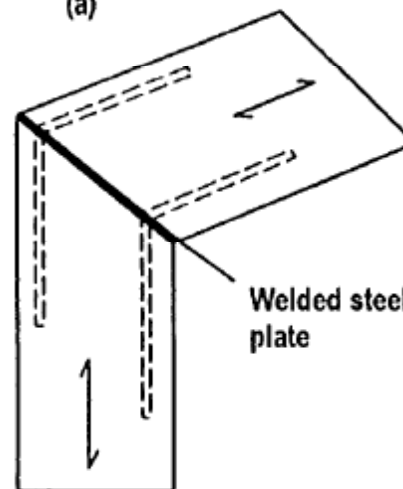
B.7.10.3 Resistenza di connessioni con piastre metalliche incollate



(a)

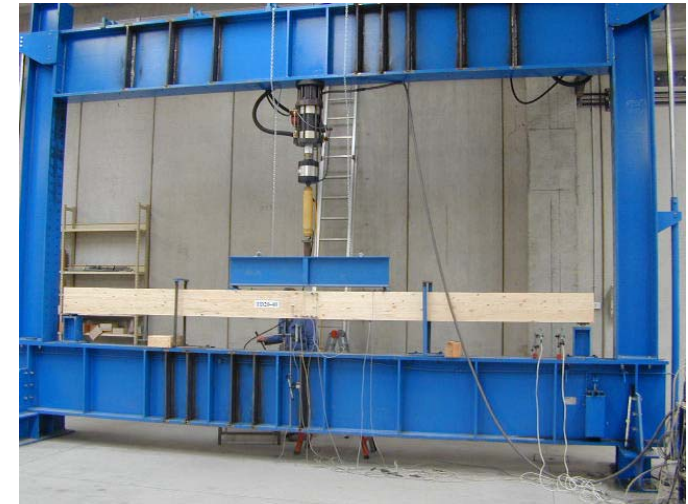
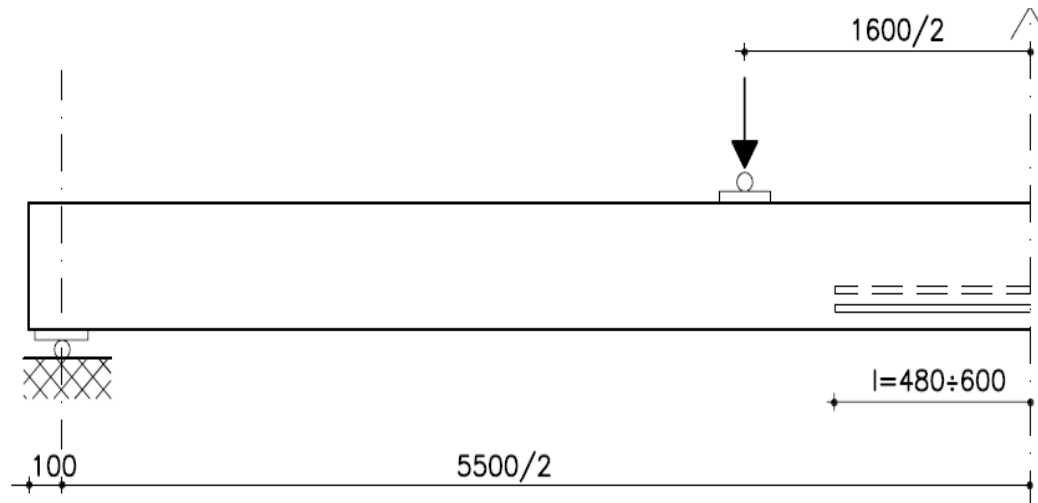


(b)



Turkowski,1991- Kangas&Oksanen,1999 – Bainbridge&Mettem,1998



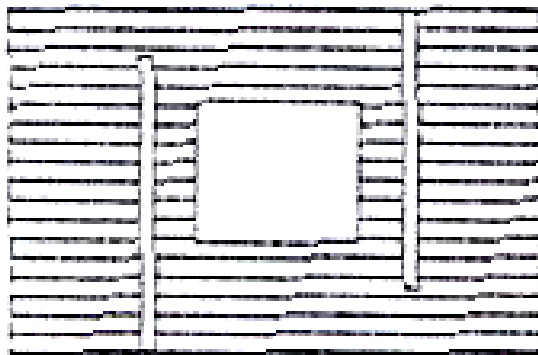
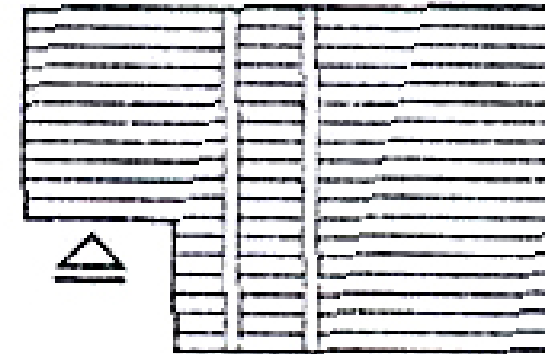
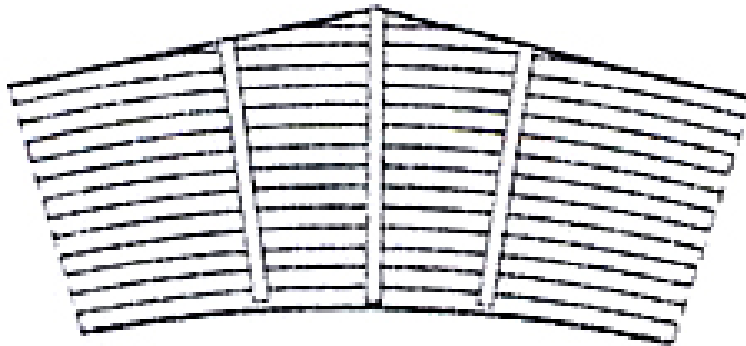


Piazza & Bernardi, 1998; Gattesco & Gubana, 2000; 2001; 2002; 2006





Rinforzi





B.7.10.2 Resistenza di collegamenti con barre incollate

Le prescrizioni valgono per collegamenti in

- **Legno massiccio**
- **Legno lamellare incollato**
- **Legno bilama o trilama**
- **Legno microlamellare**

realizzati con barre filettate (o nervate) aventi diametro nominale d compreso tra 6 e 30 mm

Umidità massima 20%





B.7.10.2.2 *Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse*

Sono messi in particolare evidenza i 4 diversi possibili modi di rottura della connessione:

- a) Rottura a trazione della barra d'acciaio**
- b) Rottura per scorrimento del legno all'interfaccia con l'adesivo**
- c) Rottura completa o parziale dell'elemento ligneo per trazione**
- d) Rottura per spacco nella direzione della barra**



B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse

a) Rottura a trazione della barra d'acciaio

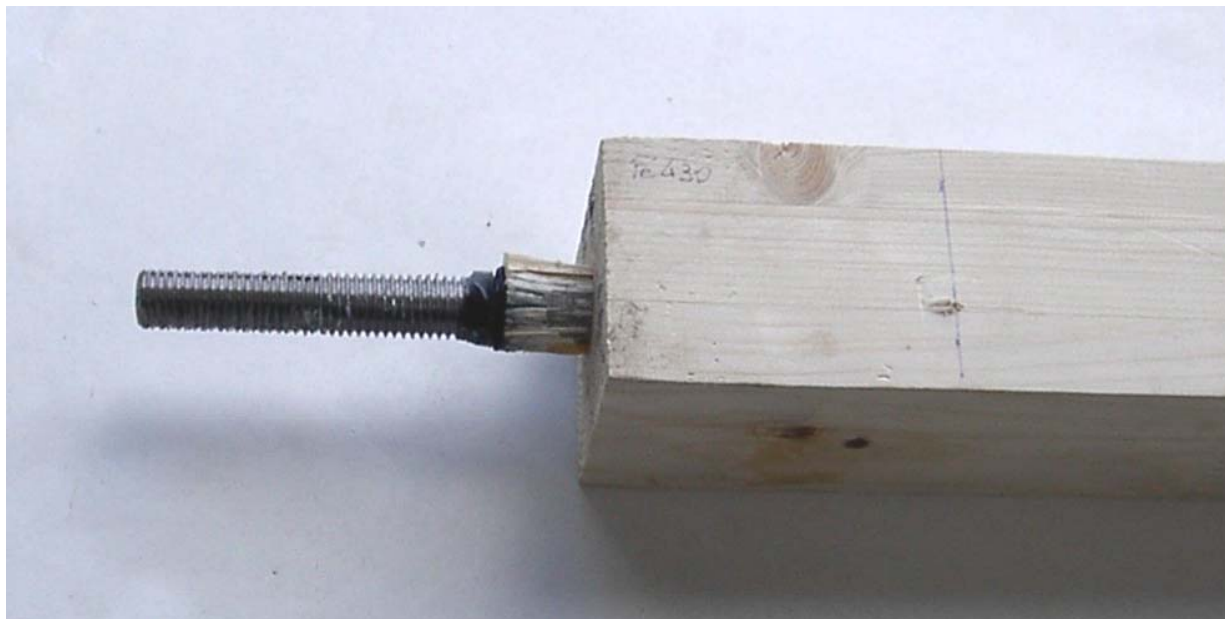


$$F_{ax,Rd} = f_{yd} A_{res}$$



B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse

b) Rottura per scorrimento del legno all'interfaccia con l'adesivo



$$F_{ax,Rd} = \pi d_{eq} l_{ad} f_{vd}$$



B.7.10.2.2 *Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse*

c) Rottura completa o parziale dell'elemento ligneo per trazione

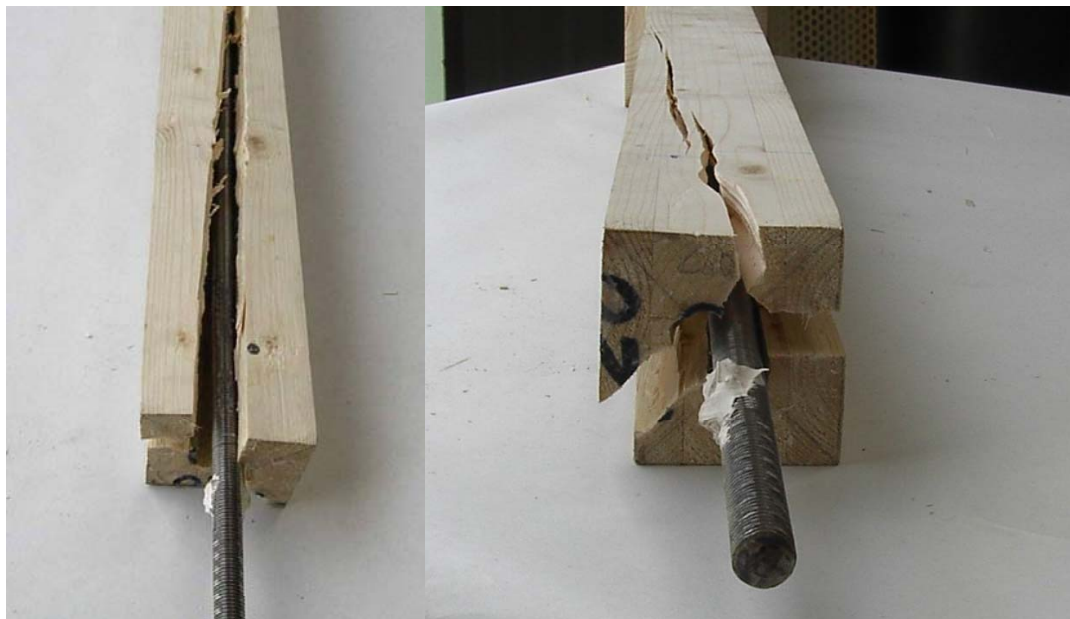


$$F_{ax,Rd} = f_{t,0d} A_{eff}$$



B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse

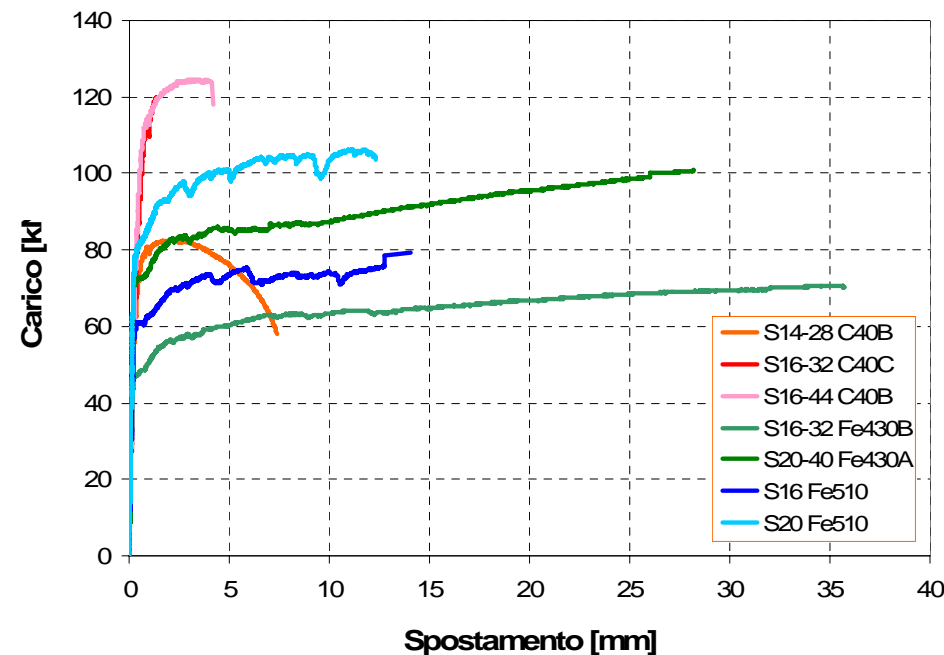
d) Rottura per spacco nella direzione della barra



Per evitare la formazione di fessure di spacco nella direzione della barra è necessario rispettare adeguati interassi fra le barre e distanze minime delle stesse dai bordi



B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse





B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse

Tabella B.15-Distanze minime di barre d'acciaio incollate e sollecitate in direzione dell'asse

Barre d'acciaio incollate parallele alla direzione della fibratura	$a_2 = 5 \cdot d$
	$a_{2,c} = 2,5 \cdot d$
Barre d'acciaio incollate ortogonali alla direzione della fibratura	$a_1 = 4 \cdot d$
	$a_2 = 4 \cdot d$
	$a_{1,t} = 4 \cdot d$
	$a_{2,c} = 2,5 \cdot d$

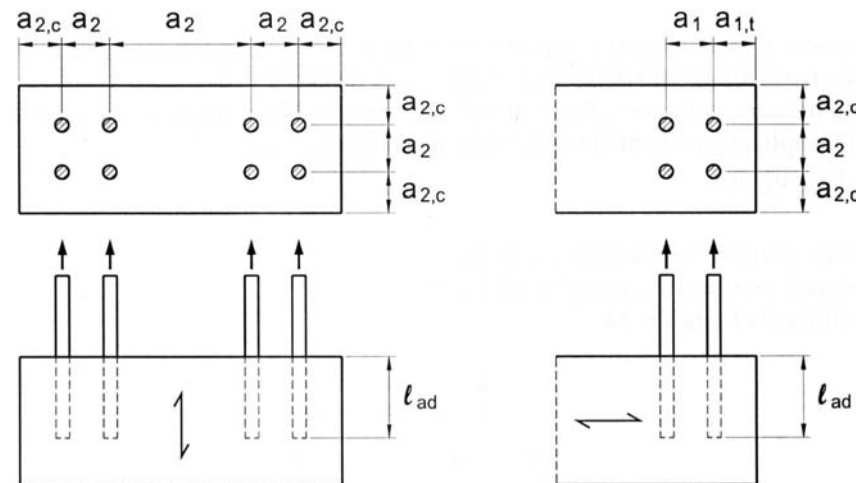


Figura B.29- Definizione delle distanze minime di barre d'acciaio incollate e sollecitate in direzione dell'asse

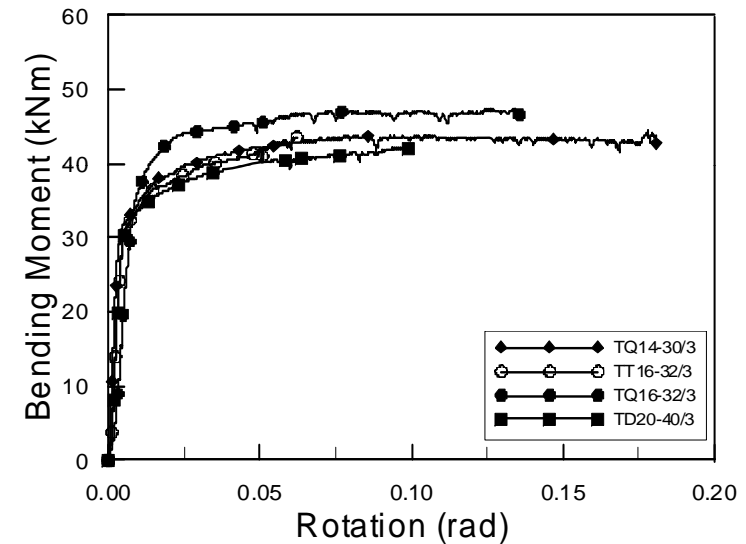
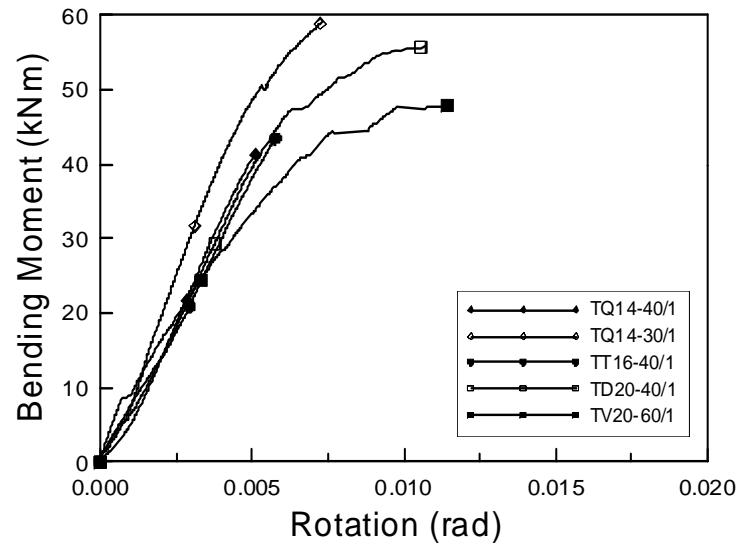


B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse





B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse





B.7.10.2.2 *Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse*

Qualora la duttilità dell'elemento strutturale sia da considerarsi localizzata nell'unione è necessario che la rottura avvenga dopo lo snervamento della barra e che la capacità portante associata agli altri modi di rottura fragile risulti almeno 1,5 volte superiore alla resistenza offerta dal primo modo.



B.7.10.2.2 Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse

Lunghezza minima di incollaggio

$$l_{ad \min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 d^2 \\ 10 d \end{array} \right.$$



B.7.10.2.3 Unioni con barre soggette a sollecitazione tagliante

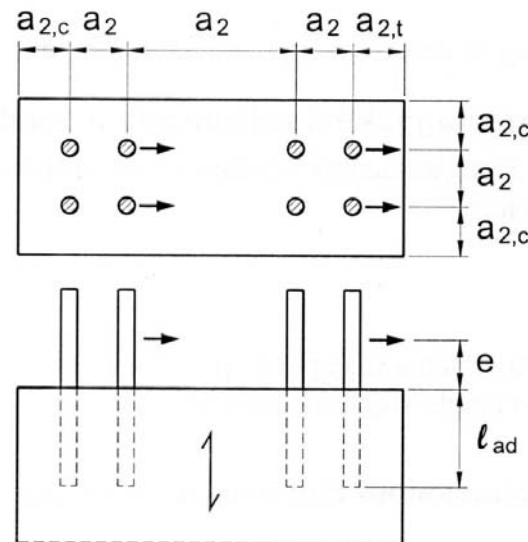


Figura B.32- Distanze minime di barre d'acciaio incollate in parallelo alla direzione della fibratura e sollecitate ortogonalmente all'asse

Tabella B.16-Distanze minime di barre d'acciaio incollate e sollecitati ortogonalmente all'asse

Barre d'acciaio incollate parallele alla direzione della fibratura	$a_2 = 5 \cdot d$
	$a_{2,c} = 2,5 \cdot d$
	$a_{2,t} = 4 \cdot d$
Barre d'acciaio incollate ortogonale alla direzione della fibratura	Vedere Tabella B.8



B.7.10.2.4 Verifiche di esercizio per barre incollate sollecitate a taglio

Verifiche di deformazione

$$K_{ser}=0,005 d \rho_k^{1,5}$$

B.7.10.2.5 Unioni con barre soggette a sollecitazioni combinata

$$\left(\frac{F_{ax,Sd}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{la,Sd}}{F_{la,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

dove $F_{ax,Rd}$ e $F_{la,Rd}$ sono rispettivamente le capacità portanti di progetto della barra incollata sotto il solo sforzo assiale $F_{ax,Sd}$ e sotto il solo sforzo di taglio $F_{la,Sd}$.



B.7.10.3 Resistenza di connessioni con piastre metalliche incollate

E' escluso l'uso di piastre lisce

La capacità portante ultima delle unioni deve essere determinata sulla base di prove sperimentali specifiche su campioni al vero





B.7.10.5 Disposizioni costruttive

- **L'adesivo deve essere utilizzato seguendo le raccomandazioni del produttore riguardo alla miscelazione dei componenti, condizioni di applicazione, modalità di esecuzione, stagionatura**
- **Durante le operazioni di iniezione è necessario verificare che il foro si riempia completamente con l'adesivo**
- **Al momento dell'iniezione l'umidità del legno non deve essere maggiore del 3% dell'umidità minima prevista in esercizio**
- **Il giunto dovrà essere sollecitato solo dopo l'avvenuta stagionatura della resina, nei tempi indicati dal produttore**





B.7.10.5 Disposizioni costruttive

- **Le superfici degli elementi metallici devono essere accuratamente pulite e sgrassate**
- **Le superfici dei fori devono risultare da lavorazioni eseguite con taglio netto**
- **Nel caso di barre il diametro del foro deve essere da 2 a 6 mm maggiore del diametro esterno della barra e comunque tale che lo spessore dell'adesivo risulti inferiore al limite massimo indicato dal produttore**
- **Devono essere utilizzati opportuni dispositivi di centraggio dell'elemento metallico nella sede in modo da assicurare uno spessore di resina costante su tutta la superficie laterale**
- **L'adesivo destinato per uso strutturale su legno deve essere specificatamente formulato e testato (compatibilità-durabilità)**

