

Guida

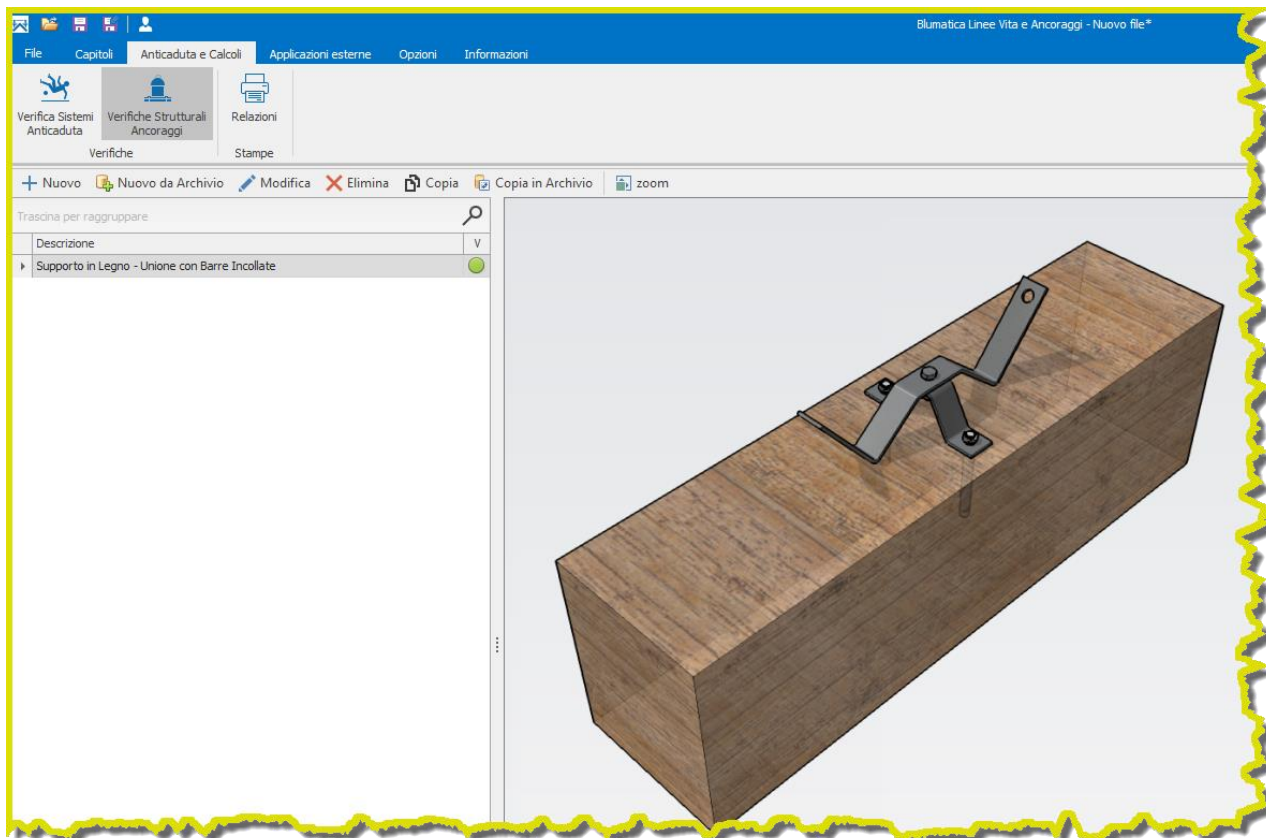
Modalità di verifica di un'unione Acciaio-Legno con Barre Incollate

*Dalla teoria alla pratica applicativa per la verifica
di un'unione Acciaio-Legno*

Mariafortuna Spina

Vengono di seguito esplicitate le modalità di calcolo delle resistenze associate alla singola tipologia di collasso in conformità alla:

- **CNR DT 206-R1 / 2018** – “Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno”.



SIMBOLOGIA

α	Angolo di Rotazione della Resistenza a Estrazione rispetto alla direzione della Fibratura
ρ_k	Massa Volumica Caratteristica
f_{ubk}	Resistenza Caratteristica a Trazione
$f_{c,0,k}$	Resistenza Caratteristica a Compressione parallelamente alla direzione della fibratura
$f_{c,90,k}$	Resistenza Caratteristica a Compressione ortogonalmente alla direzione della fibratura
$f_{ax,k}$	Resistenza Caratteristica a Estrazione ortogonalmente alla direzione della fibratura
$f_{ax,\alpha,k}$	Resistenza Caratteristica a Estrazione secondo un angolo α rispetto alla direzione della fibratura
$f_{h,k}$	Resistenza Caratteristica a Rifollamento dell'Elemento Ligneo
$f_{v,k}$	Resistenza Caratteristica a Scorrimento
$F_{ax,\alpha,Rk}$	Capacità Caratteristica a Estrazione di Connessioni
$F_{v,Rk}$	Capacità Caratteristica per Piano di Taglio e per Mezzo di Unione
$M_{y,Rk}$	Momento Caratteristico di Snervamento per Mezzo di Unione

Prescrizioni e Regole

Le modalità di calcolo, di seguito esplicitate, si riferiscono a collegamenti tra elementi in legno massiccio o prodotti a base di legno (legno lamellare incollato, legno bi-lama o tri-lama, legno microlamellare) e barre filettate o nervate incollate, il cui diametro nominale è compreso tra 6 mm e 30 mm.

Affinché il collegamento garantisca la portanza calcolata devono essere verificate le condizioni di posa in opera a seguire:

1. L'umidità del legno può risultare al massimo pari al 15% al momento dell'incollaggio;
2. Lo spessore dell'adesivo non deve risultare maggiore del valore indicato nella sua certificazione.

Va inoltre considerato che, per le barre inserite perpendicolarmente alla fibratura, esiste il rischio di spacco del legno derivante dalle alterazioni dimensionali causate dalle variazioni di umidità.

Barre Caricate Assialmente

Le modalità di rottura di un'unione con barre incollate soggetta a sforzo assiale possono essere così riassunte:

Rottura per scorrimento all'interfaccia tra legno e adesivo



Rottura completa o parziale dell'elemento legno per trazione



Rottura per spacco nella direzione della barra



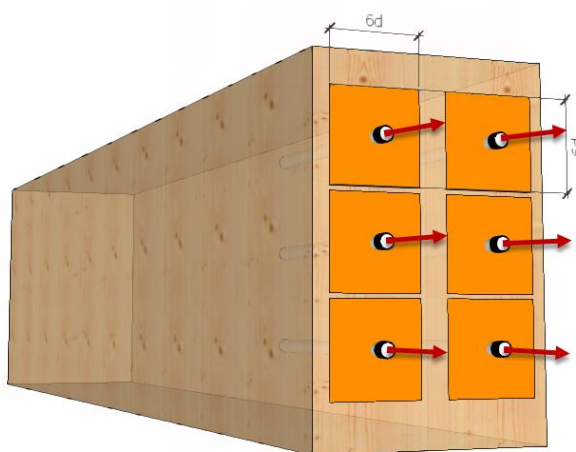
NB.: Per evitare la formazione di fessure di spacco nella direzione della barra è necessario rispettare adeguati interassi tra le barre e distanze minime delle stesse dai bordi.

Il valore caratteristico della capacità portante del collegamento con barre di acciaio incollate in direzione parallela alla fibratura si determina tramite la relazione:

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \pi d_{eq} l_{ad} f_{v,d,\alpha} \\ f_{t,0,d} A_{eff} \end{array} \right.$$

Dove:

- d_{eq} diametro equivalente, da assumere pari al minore fra il diametro del foro e d
 - d diametro nominale della barra di acciaio



- A_{eff} area efficace di rottura del legno. Essa è massima nel caso di barra isolata o sufficientemente distanziata dalle altre barre e dai bordi del profilo ligneo. In particolare, tale valore massimo è funzione del diametro d secondo la formula a seguire:

$$A_{eff,max} = (6d)^2$$

Il valore massimo va, poi, ridotto in funzione dell'effettiva posizione della barra.

- l_{ad} lunghezza di ancoraggio della barra di acciaio, tale lunghezza, affinché la portanza del collegamento sia garantita, deve essere maggiore del suo valore minimo che, in funzione del diametro, è pari a:

$$l_{ad,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.5d^2 \\ 10d \end{array} \right.$$

- $f_{v,k,\alpha} = f_{v,k} (1.5 \sin \alpha^2 \cos \alpha^2)$ valore caratteristico della resistenza con un angolo α

rispetto alla direzione della fibratura funzione di $f_{v,k}$, resistenza a scorrimento in direzione della fibratura a sua volta funzione di l_{ad}

Lunghezza incollata effettiva l_{ad} della barra d'acciaio [mm]	$l_{ad} \leq 250$	$250 < l_{ad} \leq 500$	$500 < l_{ad} \leq 1000$
$f_{v,k}$ [N/mm ²]	4.0	$5.25 - 0.005 l_{ad}$	$3.5 - 0.0015 l_{ad}$

- $f_{t,0,d}$ tensione caratteristica di trazione in direzione parallela alla fibratura del legno;
- A_{eff} area efficace di rottura del legno.

Il numero n_{ef} di barre incollate che partecipano alla resistenza giunto viene calcolato in funzione di n , numero di barre effettive, con la seguente formula:

$$n_{ef} = n^{0.9}$$

Barre Caricate Lateralmente

Evidenze sperimentali hanno mostrato che, se una connessione acciaio-legno viene caricata con un'azione di taglio, la risposta in termini di capacità portante è fortemente correlata con lo spessore delle piastre di acciaio che costituiscono la connessione. Da questo forte legame nasce la necessità di classificare le unioni come segue e di differenziare le modalità di calcolo della capacità portate a seconda della casistica di riferimento.

PIASTRA DI ACCIAIO SOTTILE A TAGLIO SINGOLO



$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \frac{0.4 f_{h,k} t_1 d}{1.15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \right\}$$

PIASTRA DI ACCIAIO SPESSA A TAGLIO SINGOLO

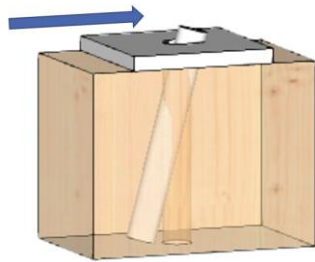


$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} t_1 d \sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \\ 2.3 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ f_{h,k} t_1 d \end{array} \right.$$

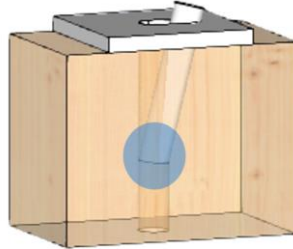
Nel caso di PIASTRA SOTTILE le modalità di rottura sono associabili a una predominanza di:

PIASTRA DI ACCIAIO SOTTILE A TAGLIO SINGOLO

Rifollamento piastra



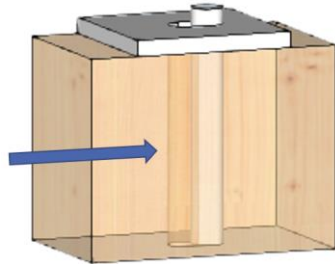
Formazione della cerniera plastica nel connettore



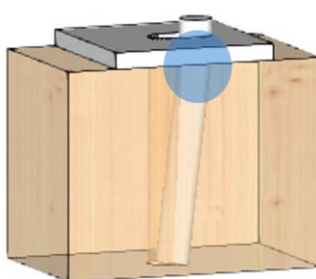
Nel caso di PIASTRA SPESSA le modalità di rottura sono associabili a una predominanza di:

PIASTRA DI ACCIAIO SOTTILE A TAGLIO SINGOLO

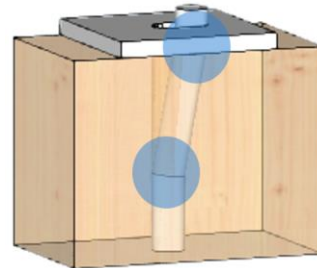
Rifollamento elemento ligneo



Formazione della cerniera plastica nel connettore



Formazione di doppia cerniera plastica nel connettore



Il comportamento delle piastre di spessore intermedio tende a quello delle piastre sottili man mano che lo spessore si riduce, dell'altro canto, se lo spessore aumenta, si avvicina al comportamento delle piastre spesse. Il valore Capacità Caratteristica viene, dunque, ricavato per interpolazione.

Il valore t_1 dello spessore di riferimento è pari al minimo valore tra lo spessore dell'elemento ligneo e la profondità di infissione della barra incollata.

Il calcolo del momento per un'unione con barre incollate segue modalità uguali al medesimo calcolo per un'unione con bulloni. Le modalità sono, comunque, esplicitate nel seguito:

$$M_{y,Rk} = 0.3 f_{uvk} k d^{2,6}$$

- $M_{y,Rk}$ valore caratteristico del momento di snervamento;
- f_{uvk} resistenza caratteristica a trazione;
- d diametro della vite.

Viene, inoltre, adottato il seguente calore per la resistenza caratteristica a rifollamento del legno e del LVL, per un angolo α rispetto alla direzione della fibratura:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin \alpha^2 + \cos \alpha^2}$$

$$f_{h,0,k} = 0.082(1 - 0.01d)\rho_k$$

Dove:

- $k_{90} = \begin{cases} 1.35 + 0.015d & \text{per legno di conifere} \\ 1.30 + 0.015d & \text{per LVL} \\ 0.90 + 0.015d & \text{per legno di latifoglie} \end{cases}$
- $f_{h,0,k}$ resistenza caratteristica a rifollamento, parallelamente alla fibratura;
- ρ_k massa volumica caratteristica del legno;
- α angolo formato dalla retta di azione del carico e la fibratura;
- d diametro della vite.

Per una fila di n viti parallela alla direzione della fibratura, la capacità portante parallela alla fibratura viene calcolata utilizzando il numero efficace di bulloni n_{ef} dove:

$$n_{ef} = \min \left\{ n, n^{0.9^4} \sqrt{\frac{a_1}{13d}} \right\}$$

- a_1 spaziatura fra viti in direzione della fibratura;
- d diametro della vite;
- n numero di viti nella fila.

Per carichi ortogonali alla fibratura, il numero efficace di mezzi di unione viene assunto pari a:

$$n_{eff} = n$$

Per angoli $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ fra direzione del carico e direzione della fibratura, n_{eff} viene determinato per interpolazione.

Hai necessità di verificare la tenuta il tuo supporto in Legno a seguito dell'installazione di una piastra con barre incollate?

Vuoi un software che esegui tutte le verifiche normative?

Vuoi trasparenza nei risultati?

Scopri la nuova suite Blumatica [Linee Vita](#) & [Ancoraggi](#):

- Aggiornato alle più recenti normative
- Rimuove ogni ipotesi semplificativa con calcolo rigoroso delle sollecitazioni
- Stampa una Relazione di Calcolo completa di tutti i risultati