

La Verifica agli Stati Limite delle Unioni in Legno D.M. 17/01/2018

I presenti appunti, descrivono la verifica delle unioni in legno ai sensi di quanto stabilito dall'art. **4.4.9 del D.M. 17/01/2018**:

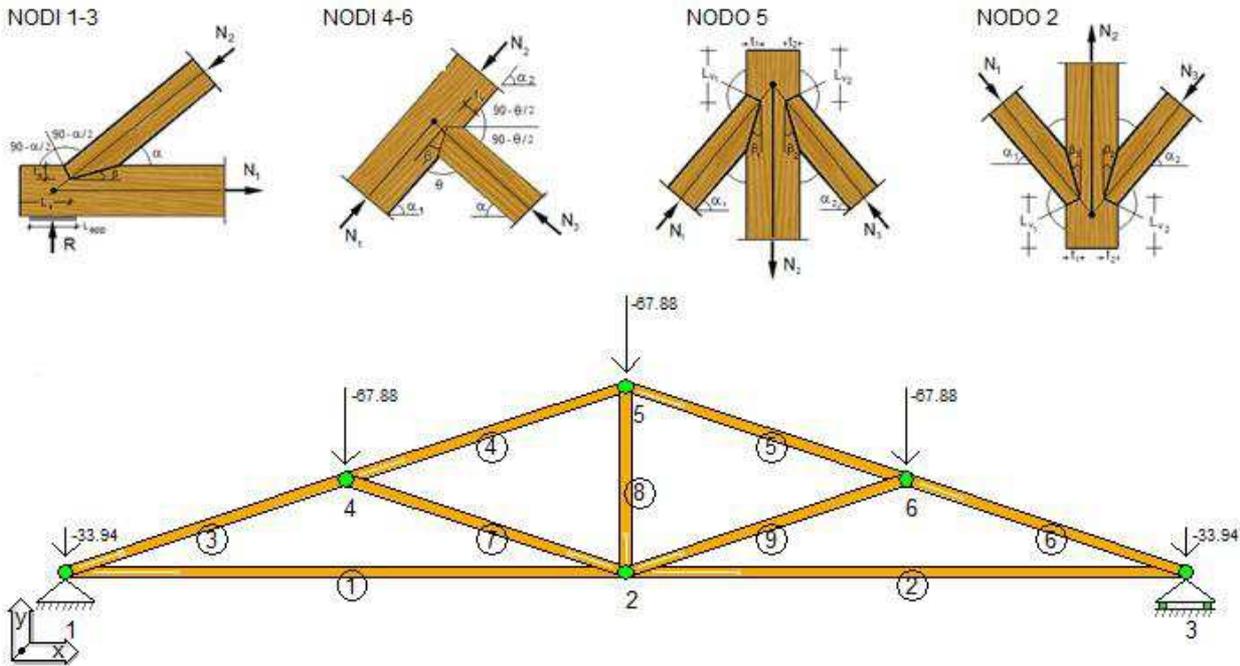
I collegamenti tra gli elementi strutturali devono essere progettati in numero, posizione, resistenza, rigidità tali da garantire la trasmissione delle sollecitazioni di progetto allo stato limite considerato in coerenza ai criteri adottati nello svolgimento dell'analisi strutturale.

Le capacità portanti e le deformabilità dei mezzi di unione utilizzati nei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove meccaniche, per il cui svolgimento può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 1075:2002, UNI EN 1380:2001, UNI EN 1381:2001, UNI EN 26891: 1991, UNI EN 28970: 1991, e alle pertinenti norme europee.

La capacità portante e la deformabilità dei mezzi di unione possono essere valutate con riferimento a normative di comprovata validità.

Nel calcolo della capacità portante del collegamento realizzato con mezzi di unione del tipo a gambo cilindrico, si dovrà tener conto, tra l'altro, della tipologia e della capacità portante ultima del singolo mezzo d'unione, del tipo di unione (legno-legno, pannelli-legno, acciaio-legno), del numero di sezioni resistenti e, nel caso di collegamento organizzato con più unioni elementari, dell'allineamento dei singoli mezzi di unione. È ammesso l'uso di sistemi di unione di tipo speciale purché il comportamento degli stessi sia chiaramente individuato su base teorica e/o sperimentale e purché sia comunque garantito un livello di sicurezza non inferiore a quanto previsto nella presente norma tecnica.

1. Aste con Intagli



Con riferimento a quanto riportato nelle "Istruzioni CNR DT 207/2007" , nel caso di collegamenti tra aste in legno con intagli che possono determinare compressione perpendicolare o inclinata rispetto la fibratura e/o taglio, si devono verificare i seguenti ulteriori Stati Limite:

1.1. Compressione perpendicolare alla fibratura

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

nella quale:

- $\sigma_{c,90,d}$ è la tensione di calcolo a compressione ortogonale alla fibratura;
- $f_{c,90,d}$ è la corrispondente resistenza di calcolo.

Nel caso di forza di compressione esterna $F_{90,d}$ agente ortogonalmente alla fibratura per una lunghezza l su una trave di larghezza b , il valore di calcolo della tensione di compressione normale all'asse della trave potrà essere determinato mediante l'espressione:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{90,d}}{b \times l_{ef}}$$

nella quale l_{ef} è la lunghezza efficace di appoggio.

Nel caso in cui, esternamente alla zona di appoggio e in direzione parallela alle fibre, sia presente una zona di superficie non caricata, potendo tale zona offrire un contributo alla resistenza alla compressione ortogonale alla fibratura (effetto di confinamento), la lunghezza efficace di appoggio l_{ef} può essere convenientemente aumentata rispetto alla lunghezza reale l secondo quanto di seguito indicato:

- nel caso in cui la lunghezza reale di appoggio l sia maggiore o uguale a 400mm si deve assumere sempre $l_{ef} = l$;

- nel caso in cui la lunghezza reale di appoggio l sia minore di 400mm, è possibile adottare una lunghezza efficace di appoggio $l_{ef} \geq l$ pari a:

$$l_{ef} = \min (l + 1/3 h, 2 l, 400\text{mm})$$

se su entrambi i lati della zona caricata è presente una zona scarica di lunghezza parallela alle fibre pari ad almeno $1/6 \cdot h$, e pari a:

$$l_{ef} = \min (l + 1/6 h, 1.5 l, 400\text{mm})$$

se invece su un solo lato della zona caricata è presente una zona scarica di lunghezza parallela alle fibre pari ad almeno $1/6 \cdot h$; se la lunghezza parallela alle fibre delle zone scariche (indicata con l_{sc}) è inferiore a $1/6 \cdot h$, i valori della lunghezza efficace $l_{ef} \geq l$ che possono essere adottati diventano rispettivamente:

$$l_{ef} = \min (l + 2 l_{sc}, 2 l, 400\text{mm}) \quad l_{ef} = \min (l + l_{sc}, 1.5 l, 400\text{mm})$$

Per la resistenza di calcolo $f_{c,90,d}$ potrà introdursi un valore superiore (fino a 1.5 volte) rispetto a quello del profilo caratteristico del materiale utilizzato quando è possibile accettare valori più elevati della deformazione in direzione ortogonale alla fibratura.

1.2. Compressione inclinata rispetto alla fibratura

Nel caso di tensioni di compressione agenti lungo una direzione inclinata di un angolo rispetto alla fibratura deve essere soddisfatta la seguente condizione (Figura 6-2):

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

nella quale:

$\sigma_{c,\alpha,d}$ è la tensione di calcolo di compressione inclinata dell'angolo rispetto alla fibratura;

$f_{c,0,d}$ è la resistenza di calcolo a compressione nella direzione della fibratura;

$f_{c,90,d}$ è la resistenza di calcolo a compressione perpendicolare alla fibratura.

Per la valutazione delle tensioni di calcolo e della resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura valgono le considerazioni di cui al punto 6.5.1.4

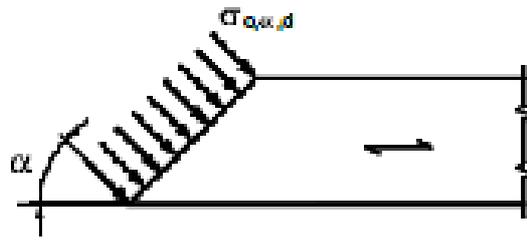


Figura 6-2–Tensioni inclinate rispetto alla fibratura

1.3. Taglio

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

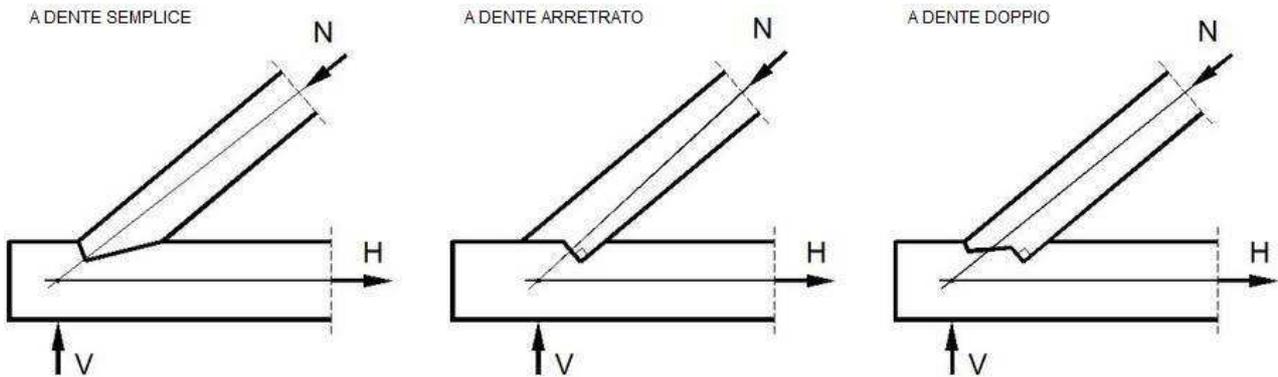
nella quale:

τ_d è la tensione massima tangenziale di calcolo, valutata secondo la teoria di Jourawski;

$f_{v,d}$ è la corrispondente resistenza di calcolo a taglio.

2. UNIONE IN LEGNO CATENA/PUNTONE

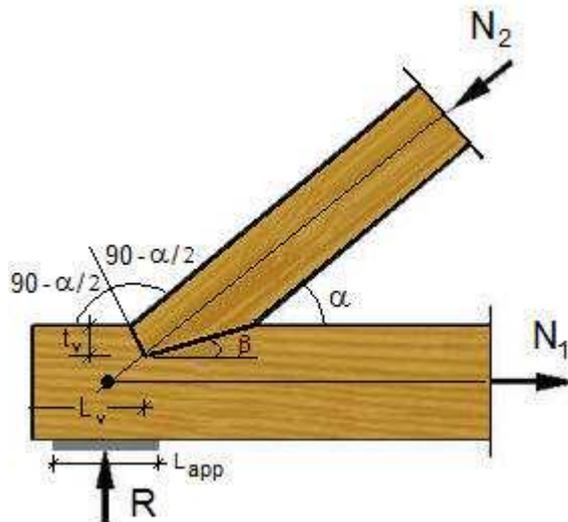
In relazione a quanto indicato all'**art. 4.4.9 del D.M. 17/01/2018** ed in relazione a quanto riportato nelle "Istruzioni CNR DT 207/2007" la verifica del collegamento tra la catena ed il puntone di una capriata in legno dipende dalla tipologia del collegamento e degli intagli effettuati.



CATENA PUNTONE A DENTE SEMPLICE

Nel caso di collegamento del tipo a "Dente Semplice", le verifiche da effettuare riguardano:

- la compressione inclinata rispetto la fibratura in corrispondenza dei due intagli;
- Il taglio del tallone;
- la compressione ortogonale alla fibratura dovuta alla reazione vincolare.



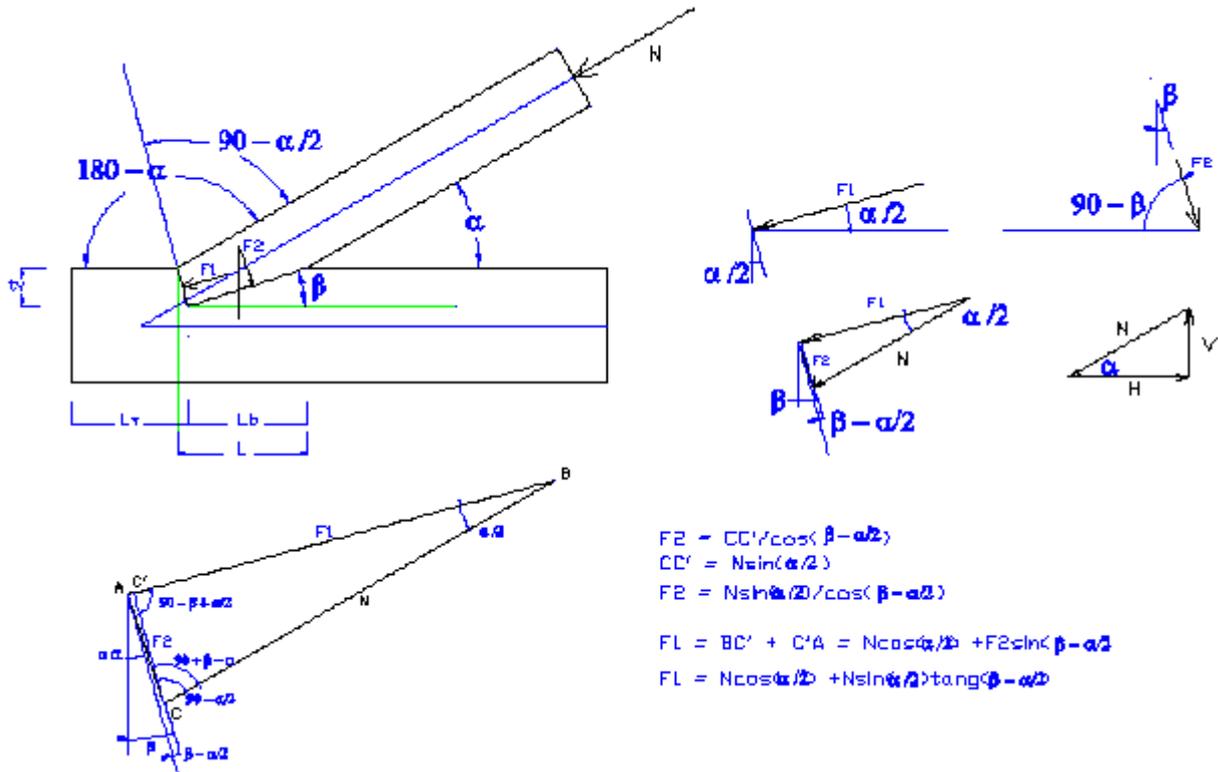
Indicati con:

- t_v : lo spessore dell'intaglio;
- L_v : la lunghezza resistente dell'intaglio;
- α : l'inclinazione del puntone;

Per la verifica a compressione inclinata rispetto la fibratura, si determinano le forze ortogonali agli intagli mediante le relazioni:

$$F1 = N \cos(\alpha/2) + N \sin(\alpha/2) \tan(\beta-\alpha/2)$$

$$F2 = N \sin(\alpha/2) / \cos(\beta-\alpha/2)$$



Si determinano le tensioni di compressione e la resistenza a compressione inclinata e si verifica che risulti:

$$\sigma_{c,u,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

Per la verifica a taglio del tallone, si determina la componente orizzontale di N

$$H = N \cdot \cos(\alpha)$$

e si verifica che risulti:

$$\tau = H/BL_v < f_{vd}$$

Per la verifica dell'appoggio, detta R la reazione Vincolare ed Lap la lunghezza dell'appoggio, a vantaggio di sicurezza, si verifica che risulti:

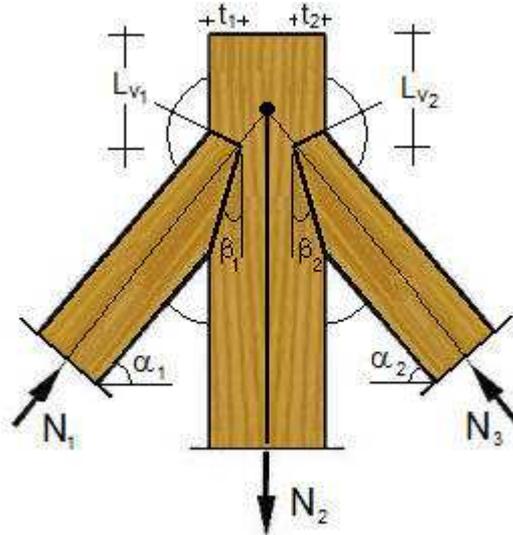
$$\sigma = R/BL_{ap} < f_{c90d}$$

Si determinano le tensioni di compressione e la resistenza a compressione inclinata e si verifica che risulti:

$$\sigma_{c,\theta,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta}$$

4. UNIONE IN LEGNO MONACO/PUNTONE

MONACO PUNTONI A DENTE SEMPLICE



Nel caso di collegamento del tipo a "Dente Semplice", le verifiche da effettuare riguardano:

- la compressione inclinata rispetto la fibratura in corrispondenza dei due intagli, sia nel puntone di SX che nel puntone di DX.
- Il taglio del tallone;

Indicato con:

- \$t_1, t_2\$: lo spessore dell'intaglio;
- \$L_{v1}, L_{v2}\$: la lunghezza resistente dell'intaglio;
- \$\alpha_1, \alpha_2\$: l'inclinazione dei puntone;

Sia per il puntone di SX che di DX, posto \$\alpha = 90 - \alpha_i\$

Per la verifica a compressione inclinata rispetto la fibratura, si determinano le forze ortogonali agli intagli mediante le relazioni:

$$F_1 = N \cos(\alpha/2) + N \sin(\alpha/2) \tan(\beta - \alpha/2)$$

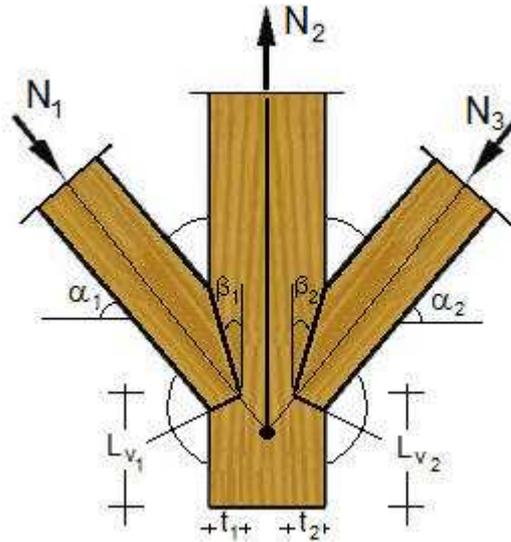
$$F_2 = N \sin(\alpha/2) / \cos(\beta - \alpha/2)$$

Si determinano le tensioni di compressione e la resistenza a compressione inclinata e si verifica che risulti:

$$\sigma_{c,i,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \ell\ell + \cos^2 \ell\ell}$$

5. UNIONE IN LEGNO MONACO/SAETTE

MONACO SAETTE A DENTE SEMPLICE



Nel caso di collegamento del tipo a "Dente Semplice", le verifiche da effettuare riguardano:

- la compressione inclinata rispetto la fibratura in corrispondenza dei due intagli, sia nella saetta di Sx che nella saetta di Dx.
- Il taglio del tallone;

Indicato con:

t1, t2: lo spessore dell'intaglio;

Lv1, Lv2: la lunghezza resistente dell'intaglio;

α_1, α_2 l'inclinazione delle saette;

Sia per la saetta di SX che di DX, posto $\alpha = 90 - \alpha_i$

Per la verifica a compressione inclinata rispetto la fibratura, si determinano le forze ortogonali agli intagli mediante le relazioni:

$$F1 = N \cos(\alpha/2) + N \sin(\alpha/2) \tan(\beta - \alpha/2)$$

$$F2 = N \sin(\alpha/2) / \cos(\beta - \alpha/2)$$

Si determinano le tensioni di compressione e la resistenza a compressione inclinata e si verifica che risulti:

$$\sigma_{c,i,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$