

# ElWood

## Questa guida

Questa guida si riferisce all'ambiente ElWood per la progettazione e verifica di elementi monodimensionali in legno e relativi unioni realizzate con collegamenti acciaio-legno, della Softing srl e ne descrive le funzioni principali. Tutti i diritti su questo manuale sono di proprietà della Softing srl.

© 2015-2018 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

Ultima revisione: 21 settembre 2019.

## Accordo di licenza d'uso del software Softing

**1. Licenza.** A fronte del pagamento del corrispettivo della licenza, compreso nel prezzo di acquisto di questo prodotto, e all'osservanza dei termini e delle condizioni di questa licenza la Softing s.r.l., nel seguito Softing, cede all'acquirente, nel seguito Licenziatario, un diritto non esclusivo e non trasferibile di utilizzo di questa copia di programma software, nel seguito Software.

**2. Proprietà del software.** La Softing mantiene la piena proprietà di questa copia di programma Software e della documentazione ad essa allegata. Pertanto la Softing non vende alcun diritto sul Software sul quale mantiene ogni diritto.

**3. Utilizzo del software.** Questo Software contiene segreti commerciali. È espressamente proibito effettuare copie o modifiche o reingegnerizzazioni, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, anche parziali, del Software e della documentazione a esso allegata. Il Licenziatario è responsabile a tutti i fini legali per qualunque infrazione causata o incoraggiata dalla non osservanza dei termini di questa licenza. È consentito effettuare una sola copia del Software esclusivamente per installazione su un solo disco rigido.

**4. Cessione del software.** Il software viene ceduto in licenza unicamente al Licenziatario e non può essere ceduto a terzi. In nessun caso è consentito cedere, assegnare, affidare, affittare o disporre in altro modo del Software se non nei termini qui espressamente specificati.

**5. Cessazione.** Questa licenza ha la durata di anni dieci. Il Licenziatario può porvi termine in ogni momento con la completa distruzione del Software. Questa licenza si intende cessata, senza onere di comunicazione da parte di Softing, qualora vi sia inadempienza da parte del Licenziatario delle condizioni della licenza.

**6. Esonero della garanzia del software.** Il Licenziatario si fa carico di ogni rischio derivante, dipendente e connesso all'uso del Software. Il Software e la relativa documentazione vengono forniti nello stato in cui si trovano. Softing si esonera espressamente da ogni garanzia espressa o implicita ivi inclusa, ma senza limitazioni, la garanzia implicita di commerciabilità e di idoneità del prodotto a soddisfare particolari scopi. Softing non garantisce che le funzioni contenute nel Software siano idonee a soddisfare le esigenze del Licenziatario né garantisce una operatività ininterrotta o immune da difetti del Software né che i difetti riscontrati nel software vengano corretti. Softing non garantisce l'uso o i risultati derivanti dall'uso del Software e della documentazione né la loro correttezza, affidabilità e accuratezza. Le eventuali informazioni orali o scritte di esponenti o incaricati di Softing non inficiano questo esonero di garanzia.

**7. Limitazioni di responsabilità.** Softing è espressamente sollevata da ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, di ogni genere e specie, derivante dall'uso o dal non uso del Software e della relativa documentazione. In ogni caso i limiti di responsabilità di Softing nei confronti del Licenziatario per il complesso dei danni, delle perdite, e per ogni altra causa, sarà rappresentato dall'importo dal Licenziatario corrisposto a Softing per il relativo Software.

**8. Foro esclusivo.** In caso di controversie relative a questo accordo, sarà esclusivamente competente a decidere l'Autorità

Giudiziaria di Roma.

**9. Obbligatorietà ed interezza dell'Accordo.** Il Licenziatario, avendo letto il testo che precede ed avendo riscontrato che questa Licenza e la Garanzia Limitata che contiene sono accettabili, le accetta senza condizioni e conferma, con l'atto di accettare l'installazione del Software, la sua volontà di vincolarsi alla scrupolosa osservanza di questo Accordo. Il Licenziatario dà altresì atto che quanto precede costituisce la totalità delle intese intercorse e che pertanto esso annulla e sostituisce ogni eventuale precedente accordo o comunicazione tra le parti.

**SOFTING NON GARANTISCE CHE LE FUNZIONI CONTENUTE NEL SOFTWARE SIANO IDONEE A SODDISFARE LE ESIGENZE DEL LICENZIATARIO NÉ GARANTISCE UNA OPERATIVITÀ ININTERROTTA O IMMUNE DA DIFETTI DEL SOFTWARE NÉ CHE I DIFETTI RISCONTRATI VENGA CORRETTI. SOFTING NON GARANTISCE L'USO O I RISULTATI DERIVANTI DALL'USO DEL SOFTWARE E DELLA DOCUMENTAZIONE NÉ LA LORO CORRETTEZZA, AFFIDABILITÀ E ACCURATEZZA.**

Le informazioni contenute in questo documento sono soggette a cambiamento senza preavviso e non costituiscono impegno alcuno da parte della Softing s.r.l. Nessuna parte di questo manuale e per nessun motivo può essere utilizzata se non come aiuto all'uso del programma.

*Nòlian è registrato presso il Registro Pubblico Speciale per i programmi per Elaboratore in data 14/07/2000 al progressivo 001629, ordinativo D002017; EasyBeam in data 14/05/96 al progressivo 000348, ordinativo D000409; EasySteel in data 14/05/96 al progressivo 000346, ordinativo D000407; EasyWall in data 14/05/96 al progressivo 000347, ordinativo D000408; MacSap in data 23/11/97 al progressivo 000222, ordinativo D000264, ArchiLink in data 14/07/2000 al progressivo 001630, ordinativo D002018.*

*Softing®, il logo Softing, Nòlian®, il logo Nòlian®, Mac-Sap®, MacBeam®, CADSap®, EasyWall®, EasySteel®, EasyBeam®, EasyFrame®, EasyWorld®, HyperGuide®, Sap-Script®, FreeLite®, inMod® sono marchi registrati di Softing s.r.l.*

## Presentazione di ElWood

ElWood è un ambiente di Nòlian All In One dedicato alla verifica degli elementi monodimensionali in legno (travi e colonne) e delle unioni realizzate con collegamenti acciaio-legno. ElWood opera, a valle di una analisi statica o dinamica lineare, secondo il metodo degli stati limite in accordo alle prescrizioni dettate dal DM 2018, dalle Istruzioni CNR-DT 206/2007.

La modellazione e l'analisi delle strutture in legno, deve essere eseguita nell'ambiente Nòlian, nelle stesse modalità previste per tutti gli altri tipi di strutture, assegnando gli opportuni valori dei parametri meccanici che caratterizzano il materiale, e seguendo le procedure di realizzazione del modello e di esecuzione della analisi, implementate nell'architettura di Nòlian, e per le quali si rimanda alla rispettiva guida.

Dopo l'esecuzione dell'analisi, si passa all'ambiente ElWood per procedere con la verifica degli elementi e per definire la costituzione delle unioni in modo da poter eseguire la verifica dei collegamenti.

In ElWood sono trattati gli elementi monodimensionali in legno, ed i collegamenti metallici.

Le unioni sono componibili dall'utente tramite assegnazione diretta degli accessori (piatti, squadrette, piastre, bicchieri etc.), e tramite la definizione dei mezzi di unione (bulloni, chiodi, viti, spinotti).

Per le membrature strutturali le verifiche eseguite dal programma sono le seguenti.

- Verifica a trazione (punto 4.4.8.1.1 NTC 2018)
- Verifica a compressione (punto 4.4.8.1.3 NTC 2018)
- Verifica a flessione (punto 4.4.8.1.6 NTC 2018)
- Verifica a tensoflessione (punto 4.4.8.1.7 NTC 2018)
- Verifica a pressoflessione (punto 4.4.8.1.8 NTC 2018)
- Verifica a taglio (punto 4.4.8.1.9 NTC 2018)

- Verifica a torsione (punto 4.4.8.1.10 NTC 2018)
- Verifica a taglio e torsione (punto 4.4.8.1.11 NTC 2018)
- Verifiche di instabilità flessionale (punto 4.4.8.2.1 delle NTC 2018 e 6.5.2.1 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007)
- Verifiche di instabilità assiale (punto 4.4.8.2.2 delle NTC 2018 e 6.5.2.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007)
- Verifiche di instabilità pressoflessione (punto 6.5.2.3 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007)
- Deformabilità delle travi (punto 4.4.7 delle NTC 2018 e 6.4 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007)
- Spostamento limite orizzontale (Riguardo tale verifica la norma non fornisce istruzioni, pertanto è stata implementata nel programma la medesima verifica richiesta per le strutture in acciaio, ed è facoltà dell'utente decidere se farla eseguire o trascurarla)

Se si dispone anche dell'ambiente Quarmon è possibile eseguire in ElWood le verifiche di resistenza in condizione di incendio. Vengono eseguite le verifiche di resistenza delle membrature in condizioni di incendio secondo Eurocodice 5 - UNI EN 1995-1-2:2005.

## Gli strumenti di ElWood

I comandi disponibili in ElWood sono i seguenti.

Nel menu Funzioni sono presenti i comandi:

- Laboratorio collegamenti
- Copia accessori
- Incolla accessori

I comandi attivabili dalla palette sono i seguenti, (elencati come mostrato in figura partendo da sinistra):

Gruppo icone 2

- Assegnazione accessori
- Numerazione giunto
- Rappresenta giunto
- Esporta giunto

Gruppo icone 3

- Verifiche membrature
- Rappresentazione verifica membrature
- Verifica SLD

Gruppo icone 4

- Verifica giunto

- Rappresentazione verifica giunto

#### Gruppo icone 5

- Assegna conduttività dei lati
- Verifica membratura per incendio
- Rappresentazione verifica membrature per incendio

#### Gruppo icone 6

- Visualizza numerazione elemento
- Visualizza denominazione elemento
- Rappresentazione solida dell'elemento

Oltre ai comandi sopra elencati, sono presenti anche i comandi comuni agli altri ambienti, e sono il menu Carichi ed "Esecutivi". Inoltre i comandi attivabili dalle altre icone della palette: Stampa dei tabulati, Definizione del piano di lavoro, Zoom. I comandi del primo gruppo di icone sono anch'essi comuni agli altri ambienti e sono:

- Dati elemento
- Sezione elemento
- Sforzi elemento
- Raggruppa elementi
- Sciogli gruppo elementi
- >Diagramma sforzi

Per tali comandi si rimanda alle guide degli altri ambienti.

## Caratteristiche dei materiali

Cliccando due volte sulle icone della palette Assegna accessori o Verifica membrature si accede al dialogo Assegnazioni default costituito dalle seguenti pagine:

- Caratteristiche del legno
- Caratteristiche acciaio
- Mezzi di unione
- Interassi e distanze
- Resistenza al fuoco

## Caratteristiche del legno

Assegnazioni default

Caratteristiche legno | Caratteristiche acciaio | Mezzi di unione | Interassi e distanze | Resistenza fuoco

Tipologia

Unità di lunghezza

Unità di forza

Unità di pressione

Caratteristiche di resistenza

Flessione $f_{m,k}$	<input type="text" value="254.92905"/>
Trazione parallela $f_{t,0,k}$	<input type="text" value="152.95743"/>
Trazione perpendicolare $f_{t,90,k}$	<input type="text" value="4.0788649"/>
Compressione parallela $f_{c,0,k}$	<input type="text" value="214.14040"/>
Compressione perpendicolare $f_{c,90,k}$	<input type="text" value="26.512622"/>
Taglio $f_{v,k}$	<input type="text" value="40.788649"/>
Modulo elastico medio $E_{mean}$	<input type="text" value="120326.51"/>
Modulo elastico caratteristico $E_{o,05}$	<input type="text" value="80557.581"/>
Modulo elastico perp. medio $E_{90mean}$	<input type="text" value="3976.8932"/>
Modulo tangenziale caratteristico $G_{o,05}$	<input type="text" value="7545.9000"/>
Massa volumica caratteristica $r_k$ (kg/mc)	<input type="text" value="375.00000"/>

Classe di servizio

Coefficiente sicurezza parziale  $g_m$

Coefficiente sicurezza parziale unioni

Coefficiente di deformabilità  $k_{def}$

Coefficiente di resistenza  $k_{mod}$

Classe di durata permanente	<input type="text" value="0.500000"/>
Classe di durata lunga	<input type="text" value="0.550000"/>
Classe di durata media	<input type="text" value="0.650000"/>
Classe di durata breve	<input type="text" value="0.700000"/>
Classe di durata istantanea	<input type="text" value="0.900000"/>

E' possibile assegnare le seguenti caratteristiche:

Tipologia del legno tra Massiccio e Lamellare incollato.

Classe di servizio secondo il punto 4.4.5 delle NTC 2018.

Essenza secondo le indicazioni date dalla UNI 11035-2/2010 per legno massiccio e dalla UNI EN 1194/2000 per legno lamellare incollato.

Nelle figure che seguono, i valori previsti dalla normativa che vengono automaticamente assegnati nel dialogo.

PROSPETTO 5 DELLA NORMA UNI 11035-2/2010

Proprietà	Abete/Italia			Pino laricio/Italia			Larice/Nord Italia			Douglasia/Italia		Altre conifere/Italia			Castagno/Italia	Querce caducifoglie/Italia	Pioppo e Ontano/Italia	Altre latifoglie/Italia
	C24	C18	C40	C22	C14		C22	C18	C35	C22				D24				
Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Categorie resistenti	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Flessione (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,k}$	25	18	40	22	15		23	18	35	22	33	26	22	28	42	26	27
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t0,k}$	15	11	24	13	9		14	11	21	13	20	16	13	17	25	16	16
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c0,k}$	21	18	26	20	17		20	18	25	20	24	22	20	22	27	22	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c90,k}$	2,6	2,6	3,2	3,0	3,0		3,6	3,6	3,2	2,9	3,7	3,7	3,7	7,3	11	6,3	7,7
Taglio (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{vk}$	4,0	3,4	4,0	3,8	3,0		3,8	3,4	4,0	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	4,0	2,7	4,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean}$	11,8	10,5	15	12	11		12,5	11,5	15,8	13	12,3	11,4	10,5	12,5	12,0	8,0	11,5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05}$	7,9	7,0	10	8,0	7,4		8,4	7,7	11	8,7	8,2	7,6	7,0	10,5	10,1	6,7	9,7
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean}$	0,39	0,35	0,50	0,40	0,37		0,42	0,38	0,53	0,43	0,41	0,38	0,35	0,83	0,80	0,53	0,77
Modulo di taglio (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$G_{mean}$	0,74	0,66	0,94	0,75	0,69		0,78	0,72	0,99	0,81	0,77	0,71	0,66	0,78	0,75	0,50	0,72
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	375	375	455	425	430		510	520	450	415	530	530	530	485	760	420	515
Massa volumica (media), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	450	450	550	520	520		610	620	540	500	575	575	575	580	825	460	560

PROSPETTO 1 DELLA NORMA UNI EN 1194/2000

PROSPETTO 2 DELLA NORMA UNI EN 1194/2000

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza e di rigidezza in N/mm<sup>2</sup> e di massa volumica in kg/m<sup>3</sup> (per legno lamellare incollato omogeneo)

Classe di resistenza del legno lamellare incollato	GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Resistenza a flessione $f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Resistenza a trazione $f_{t0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
$f_{t90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Resistenza a compressione $f_{c0,g,k}$	24	26,5	29	31
$f_{c90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Resistenza a taglio $f_{vg,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulo di elasticità $E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Modulo di taglio $G_{g,mean}$	720	780	850	910
Massa volumica $\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza e di rigidezza in N/mm<sup>2</sup> e di massa volumica in kg/m<sup>3</sup> (per legno lamellare incollato combinato)

Classe di resistenza del legno lamellare incollato	GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Resistenza a flessione $f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Resistenza a trazione $f_{t0,g,k}$	14	16,5	19,5	22,5
$f_{t90,g,k}$	0,35	0,4	0,45	0,5
Resistenza a compressione $f_{c0,g,k}$	21	24	26,5	29
$f_{c90,g,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
Resistenza a taglio $f_{vg,k}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Modulo di elasticità $E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
$E_{90,g,mean}$	320	390	420	460
Modulo di taglio $G_{g,mean}$	590	720	780	850
Massa volumica $\rho_{g,k}$	350	380	410	430

Una volta selezionate Tipologia, Classe di servizio ed Essenza, tutti i parametri meccanici del materiale vengono aggiornati automaticamente ed allo stesso modo vengono aggiornati tutti i Coefficienti di sicurezza.

I coefficienti mostrati sono:

- Coefficiente di sicurezza parziale gm definito al punto 4.4.6 delle NTC 2018
- Coefficiente di sicurezza parziale unioni definito al punto 4.4.6 delle NTC 2018
- Coefficiente di deformabilità kdef definito al punto 4.4.7 delle NTC 2018
- Coefficiente di resistenza kmod definito al punti 4.4.6 delle NTC 2018 (modificando la voce nel menu è possibile vedere il valore per la classe di durata del carico)

Ogni valore può essere modificato manualmente dall'utente, inoltre possono essere modificate le unità di misura con cui vengono mostrati i parametri per agevolare un eventuale controlli dei dati.

## Caratteristiche dell'acciaio

Nella pagina Caratteristiche acciaio vengono mostrati i parametri meccanici dell'acciaio che costituisce le parti metalliche delle unioni, quali ad esempio piatti, piastre, squadrette, bicchieri.

I parametri mostrati sono:

- La resistenza a snervamento  $f_{yk}$
- La resistenza a rottura  $f_{tk}$
- Coefficiente di sicurezza parziale  $\gamma_m$  definito al punto 4.2.8.1.1 delle NTC 2018

Assegnazioni default

Caratteristiche legno | Caratteristiche acciaio | Mezzi di unione | Interassi e distanze | Resistenza fuoco

Classe acciaio: 275

Resistenza snervamento  $f_{yk}$ : 2804.22

Resistenza rottura  $f_{tk}$ : 4384.78

Coefficiente sic. parziale  $\gamma_m$ : 1.250000

235  
235  
275  
355  
420  
450  
460  
Utente

OK

Dall'apposito menu si può scegliere la classe di acciaio desiderata, oppure inserire dei valori Utente assegnandoli direttamente nelle celle dei valori.

## Caratteristiche dei mezzi di unione

Nella pagina Mezzi di unione vengono impostati i parametri meccanici dell'acciaio che costituisce gli elementi di unione ed altri parametri necessari per le verifiche dei collegamenti:

Assegnazioni default

Caratteristiche legno | Caratteristiche acciaio | **Mezzi di unione** | Interassi e distanze | Resistenza fuoco

Tipo mezzo di unione	Chiodo cilindrico	<input checked="" type="checkbox"/> Usa come unione standard
Diametro (mm)	10.0000	
Resistenza rottura	8157.73	Imposta per classe mezzo di unione 4.6
Sicurezza parziale	1.25000	
Percentuale estrazione (%)	100.000	
Profondità inserimento (mm)	100.000	
Tolleranza foratura (ø)	0.000000	
Essenza	Conifere	
Resistenza estrazione	0.000000	<input checked="" type="checkbox"/> Assegnata Assegna resistenza bullone
<input type="checkbox"/> Preforato		

OK

Selezionare il Tipo mezzo di unione dal menu tra le seguenti possibilità:

- Chiodo cilindrico
- Chiodo scanalato
- Bullone
- Spinotto
- Vite

Spuntando il check-box Usa come default, il programma imposta il mezzo di unione scelto come elemento di default. Si possono quindi assegnare le seguenti caratteristiche del mezzo di unione.

- Diametro (espresso in mm)

- Classe dei mezzi di unione
- Resistenza a rottura dell'acciaio dei mezzi di unione
- Coefficiente di sicurezza parziale dei mezzi di unione
- Percentuale di estrazione: è la percentuale del termine di resistenza ad estrazione del mezzo di unione che viene considerata nel calcolo della resistenza dell'unione, secondo la teoria di Johansen. I valori di percentuale per i vari tipi di unione sono riportati al punto 7.8.2.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Profondità di inserimento: è il parametro spessore dell'elemento in legno t1 e/o t2 definito al punto 7.8.2.3 Figura 7-1 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Tolleranza foratura (espressa in rapporto al diametro): deve essere inserito il rapporto tra: (differenza di dimensione tra il diametro dell'elemento di unione e il foro di alloggiamento) diviso il diametro del mezzo di unione. Per chiodi, viti e spinotti generalmente tale valore è nullo, mentre per i bulloni dato che il foro è solitamente maggiorato di 1.0 mm deve essere inserito un valore di tolleranza pari a  $1,0/\text{diametro bullone}$
- Essenza: deve essere specificato se l'essenza è una Conifera, una Latifoglie o un LVL, tale informazione se come tipo di mezzo è stato assegnato il Bullone, è necessaria per il calcolo della resistenza a rifollamento dell'elemento di unione contro il legno in accordo al punto 7.8.5.1.2 della CNR\_DT206\_2007, mentre negli altri casi non sarà presa in considerazione
- Resistenza ad estrazione: è il parametro  $F_{ax,Rk}$  definito al punto 7.8.2.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007, dato che per le istruzioni di norma, e per l'ampia aleatorietà delle modalità di calcolo di tale parametro non è possibile implementarne il calcolo automatico, di default tale valore è considerato nulla, ma spuntando il check-box Assegnata è data facoltà di assegnare manualmente tale parametro, nel caso il mezzo di bulloni e tirafondi, quando questi sono efficacemente ancorati (o con resina chimica, o con rosette e dadi), è possibile anche assegnare una forza di estrazione pari alla forza di snervamento del mezzo, cliccando sul bottone Assegna resistenza bullone. In tal caso il programma assumerà una resistenza ad estrazione pari alla forza di snervamento dell'elemento calcolata con la relazione 4.2.62 del DM 18.
- Preforatura: spuntando il check-box saranno considerati fori preforati. Tale informazione se come tipo di mezzo è stato assegnato il Chiodo o la Vite, è necessaria per il calcolo della resistenza a rifollamento dell'elemento di unione contro il legno in accordo al punto 7.8.3.1.1 della CNR\_DT206\_2007, mentre negli altri casi non sarà presa in considerazione

**NOTA:** I Parametri Tipo del mezzo di unione, Diametro, Profondità di inserimento, sono richiesti in questo dialogo come assegnazioni di default, ma vengono anche riportati nel dialogo specifico degli Accessori delle unioni che l'utente assegna ai vari nodi del modello, pertanto l'assegnazione che viene fatta di default, può poi essere modificata all'interno del dialogo della specifica unione (che è illustrato più avanti), in modo da poter rispondere a svariate esigenze.

## Interassi e distanze

Nella pagina Interassi e distanze vengono impostate le dimensioni geometriche con le quali vengono create le unioni di default, tale dialogo risulta inoltre un utile strumento per l'utente ai fini di una corretta progettazione dei collegamenti della struttura, e come quadro di controllo della geometria di generazione delle unioni nel modello.

I dati richiesti sono i seguenti.

Tipo mezzo di unione

la scelta del tipo di unione è valida anche per pagina Mezzi di Unione in modo che se viene cambiato su una pagina, automaticamente viene aggiornato nell'altra.

Direzione sollecitazione: angolo in gradi dell'inclinazione delle forze rispetto alla fibratura del legno, definire questo parametro è necessario per poter calcolare correttamente i minimi geometrici delle distanze dei fori.

i minimi geometrici delle distanze vengono calcolati in riferimento ai seguenti punti di normativa:

- Chiodo cilindrico/Chiodo scanalato, punto 7.8.3.1.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Bulloni, punto 7.8.5.1.1 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Spinotti, punto 7.8.6 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Viti, punto 7.8.7.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007
- Spessore lamiera (espresso in mm): è lo spessore dei piatti in acciaio impiegati nell'unione, tale parametro è utilizzato per il calcolo dei minimi geometrici delle distanze nelle unioni metalliche secondo le prescrizioni del punto 4.2.8.1.1 delle NTC 2018.

**Assegnazioni default**

Caratteristiche legno | Caratteristiche acciaio | Mezzi di unione | **Interassi e distanze** | Resistenza fuoco

Tipo mezzo di unione: Chiodo cilindrico  
 Direzione sollecitazione (°): 0.000000  
 Diametro (mm): 10.0000  
 Spessore lamiera (mm): 5.00000

Dimensioni in mm	Limiti di normativa in diametri del mezzo di unione		
	Legno Min.	Acciaio Min.	Acciaio Max.
Interasse parallelo alla fibra (a1)	8.40000	2.20000	7.00000
Interasse ortogonale alla fibra (a2)	3.50000	2.40000	7.00000
Distanza dall'estremità sollecitata (a3f)	15.0000		
Distanza dall'estremità scarica (a3c)	10.0000		
Distanza dal bordo sollecitato (a4f)	5.00000		
Distanza dal bordo scarico (a4c)	5.00000		
Distanza dal bordo della piastra (e1=e2)	12.0000	1.20000	6.00000

Assegna dimensioni secondo CNR-DT 206/2007

OK

Una volta impostati tali parametri, cliccando sul bottone CNR-DT 206/2007 vengono automaticamente calcolati e sostituiti nei vari campi i valori dei minimi geometrici espressi in modo adimensionale riferito al diametro del mezzo di unione. Le campi dei valori sono editabili in modo che l'utente possa modificare i valori manualmente aumentandoli a seconda delle esigenze.

La nomenclatura utilizzata (sia nella definizione che nei simboli) delle distanze è in accordo con le istruzioni CNR-DT 206/2007, e nella parte in basso a destra del dialogo è riportata un'immagine di riferimento che mostra l'effettivo significato di ogni distanza.

Nella parte a destra della pagina, in linea con i vari parametri, sono riportati i corrispondenti valori dei minimi di norma

sempre espressi adimensionalmente rispetto al diametro. La prima colonna riporta le dimensioni minime in riferimento agli elementi lignei, quindi in accordo con la CNR-DT 206/2007, mentre le altre due colonne riportano le dimensioni minime e massime in riferimento ai piatti metallici che compongono l'unione, quindi in accordo alle NTC 2018.

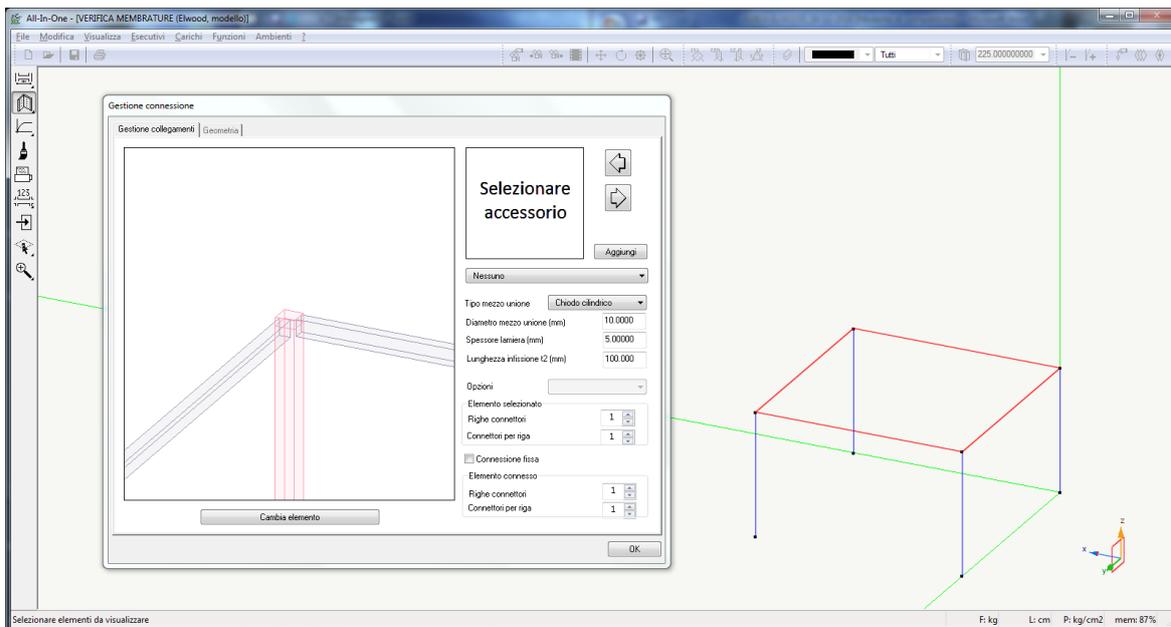
Se l'utente esegue una modifica manuale delle distanze calcolate dal programma, e queste non siano in accordo con uno o più prescrizioni della norma, appare un simbolo di avviso accanto al valore che non viene rispettato, in modo da darne avviso all'utente:

	Legno Min.	Acciaio Min.	Acciaio Max.
Interasse parallelo alla fibra (a1)	7.00000	2.20000	7.00000
Interasse ortogonale alla fibra (a2)	4.00000	2.40000	7.00000
Distanza dall'estremità sollecitata (a3f)	8.00000		
Distanza dall'estremità scarica (a3c)	4.00000		
Distanza dal bordo sollecitato (a4f)	3.00000		
Distanza dal bordo scarico (a4c)	3.00000		
Distanza dal bordo della piastra (e1=e2)	1.20000	2.00000	

Una volta impostati correttamente i dati di progetto, in tutte le pagine della finestra di dialogo, è possibile procedere direttamente con la verifica delle membrature oppure con l'assegnazione degli accessori (bulloni, chiodi, piastre, ecc), che compongono i collegamenti.

## Assegnazione accessori

Attivare questa funzione dalla seconda riga delle icone gerarchiche della palette, e cliccare un nodo del modello, al fine di poter assegnare gli accessori del collegamento.



Nel dialogo viene mostrata la vista assonometrica solida con facce in trasparenza, di tutte le aste convergenti nel nodo del modello, precedentemente selezionato.

E' possibile modificare l'ingrandimento ed il punto di vista di questa rappresentazione con lo scroll ed il tasto destro del mouse.

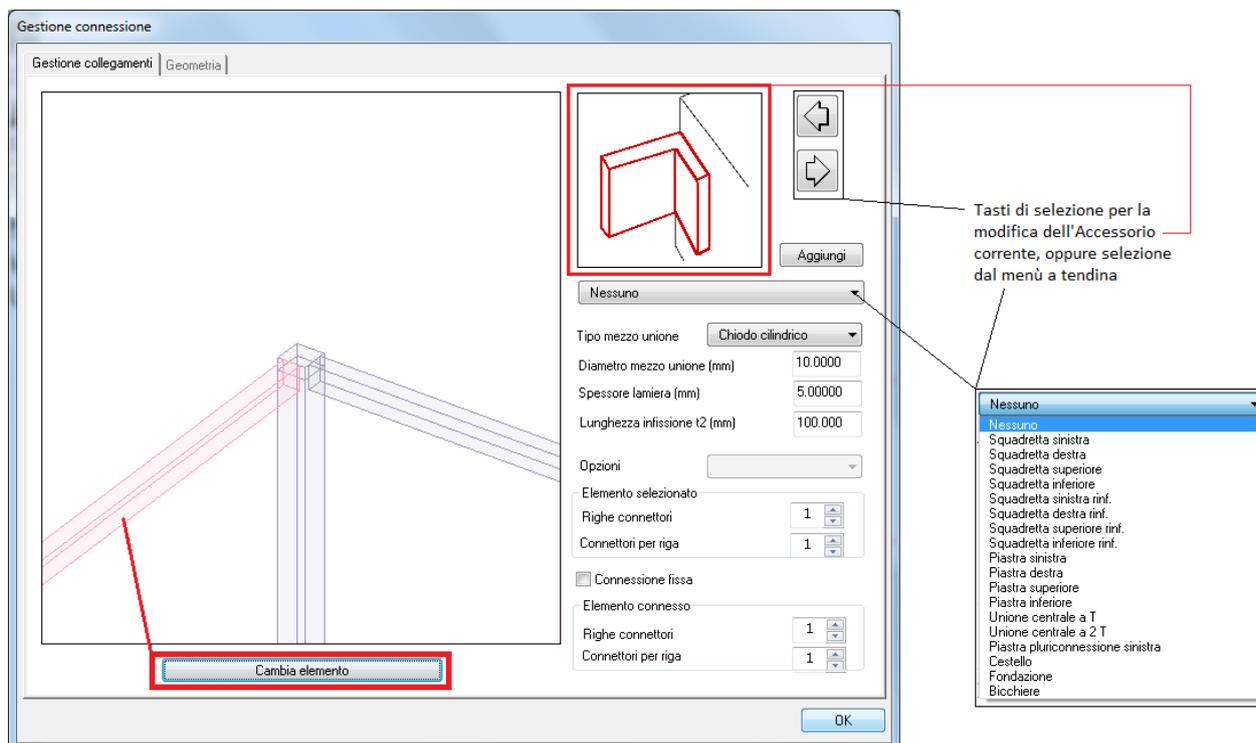
Nella vista assonometrica, uno dei profili viene rappresentato in rosso, questo vuol dire che tale elemento è quello corrente, quindi ogni accessorio che l'utente intende assegnare, sarà attaccato a tale elemento, (nell'immagine sopra si riconosce la colonna come elemento corrente).

Per modificare l'elemento corrente si deve andare a cliccare il bottone Cambia elemento che uno per volta, a rotazione, renderà correnti tutti i profili componenti l'unione. Bisogna cliccare fino a rendere corrente il profilo a cui si desidera assegnare Accessori, e poi si dovrà passare alle assegnazioni nella parte destra della finestra.

In questa sezione si deve scegliere l'accessorio corrente, selezionandolo dall'apposito menu o tramite i tasti a freccia.

L'accessorio corrente viene mostrato nella finestra di anteprima, in modo da facilitare la scelta

Ad ogni membratura concorrente nel nodo possono essere assegnati più accessori in modo da comporre la voluta conformazione del collegamento.



Gli accessori disponibili in EIWood sono elencati nel seguito con la descrizione del loro utilizzo più idoneo, ed infine sono mostrati nell'immagine riepilogativa

### Squadrette semplici

Squadretta sinistra-destra: classico elemento metallico adatto per collegare travi ad altri elementi trave o colonna, idoneo per unioni che hanno un funzionamento di cerniera.

Squadretta inferiore: classico elemento metallico adatto per collegare travi ad altri elementi trave o colonna, idoneo per unioni che hanno un funzionamento di cerniera.

Squadretta superiore: utilizzata in accoppiata alla Squadretta inferiore può essere utile per realizzare vincoli che abbiano un funzionamento di incastro.

### Squadrette rinforzate

Questi tipi di squadrette rinforzate hanno il medesimo funzionamento delle squadrette semplici, ma essendo le alette rinforzate con una piastra laterale, tali elementi offrono una resistenza dei piatti maggiore, adatta per collegare elementi soggetti a sollecitazioni maggiori.

### Piastra

Piastra (sinistra, destra, superiore, inferiore): tali elementi possono essere utilizzati per realizzare un giunto di continuità di un elemento trave o colonna, oppure possono essere utilizzati singolarmente o in accoppiata insieme ad altri tipi di accessorio per realizzare unioni variegata di vari elementi quali ad esempio controventi, o nodi inferiori dei monaci di capriate.

Piastra pluriconnessione sinistra: tali elementi possono essere utilizzati per realizzare un giunto di controventi, o nodi superiori dei monaci di capriate.

### Unione centrale

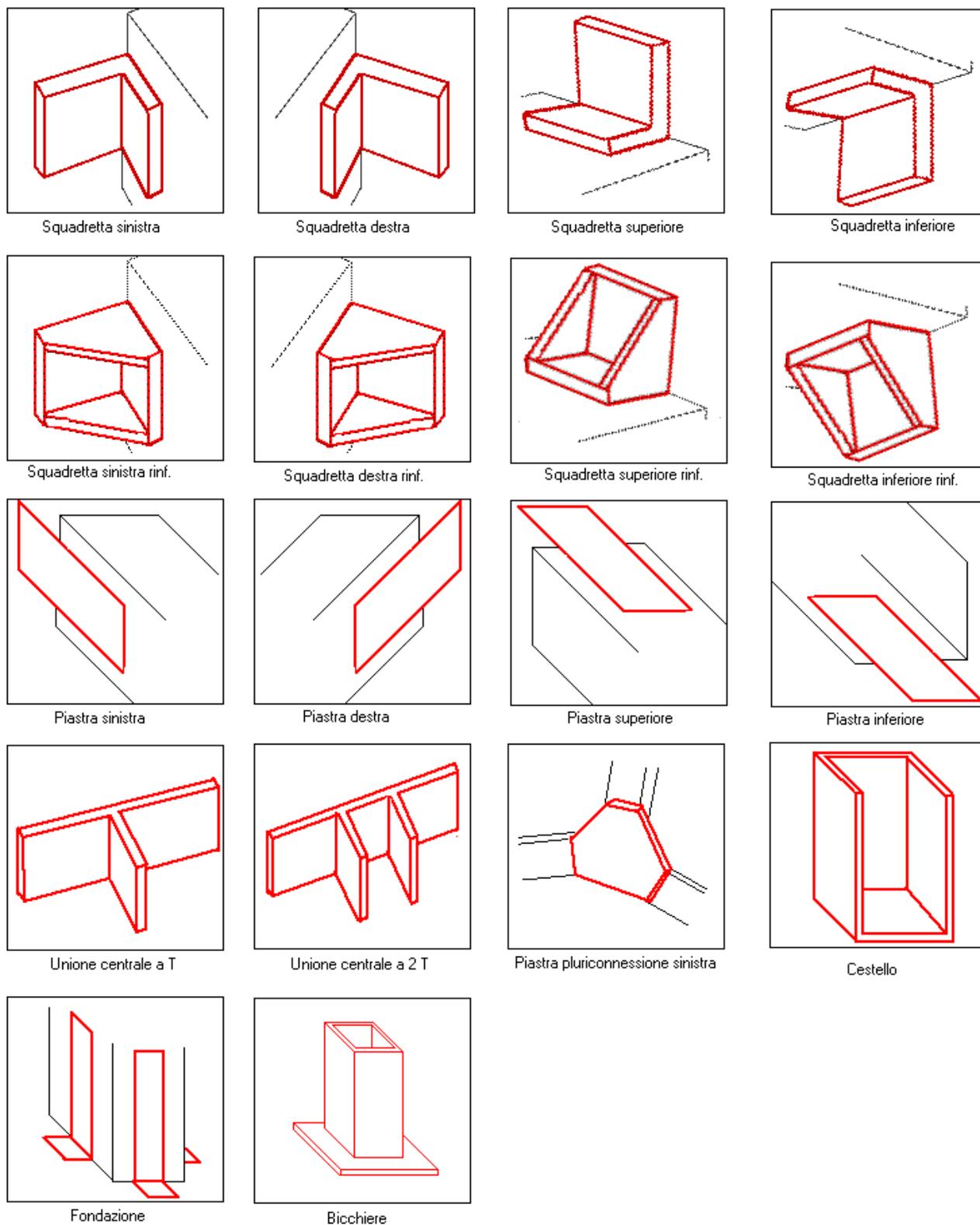
Unione centrale a T e a 2T: classici elementi metallici adatto per attaccare travi ad altri elementi trave o colonna, in cui i piatti devono essere mantenuti coperti, idoneo per unioni che hanno un funzionamento di cerniera.

### Accessori di base

Fondazione Bicchiere: tali elementi sono gli accessori che realizzano un nodo di base delle colonne, il primo ha un funzionamento più simile a quello di cerniera, il secondo invece ha un funzionamento più simile a quello di incastro.

A seconda del tipo di asta che si imposta come corrente, gli Accessori mostrati nel menù a tendina, saranno solo quelli

compatibili con l'elemento a cui verranno assegnati, in tal modo un accessorio "Bicchiere" non sarà disponibile nei casi in cui sia stato selezionato un nodo in elevazione, e o l'asta corrente sia una trave e non una colonna



Una volta che l'utente ha selezionato l'accessorio che vuole assegnare, deve specificare gli altri dati quali:

Tipo mezzo di unione

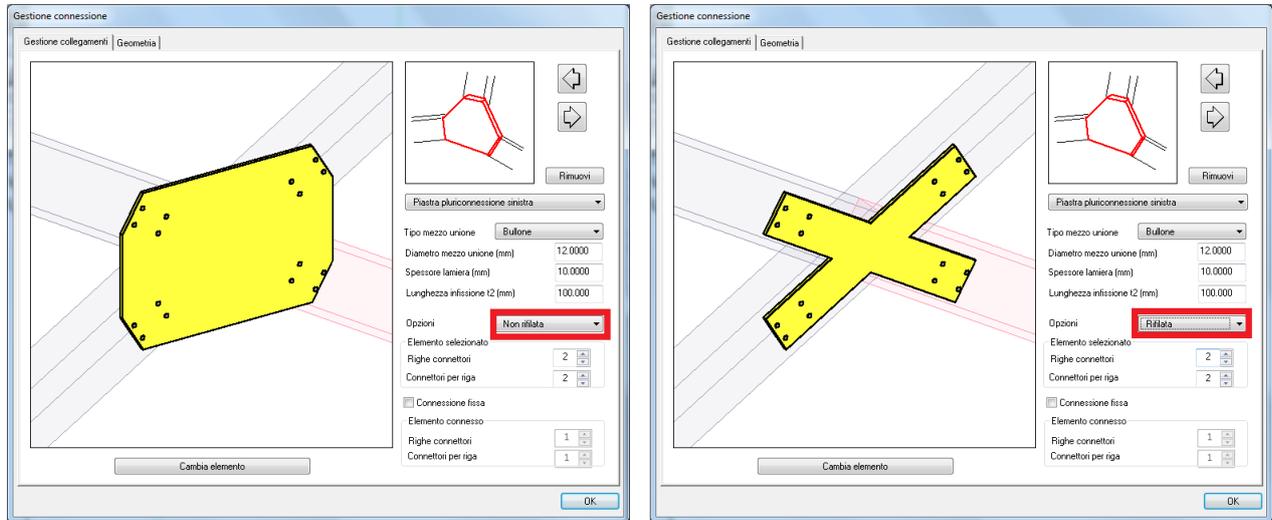
Diametro mezzo di unione (espresso in mm)

Spessore lamiera (espresso in mm)

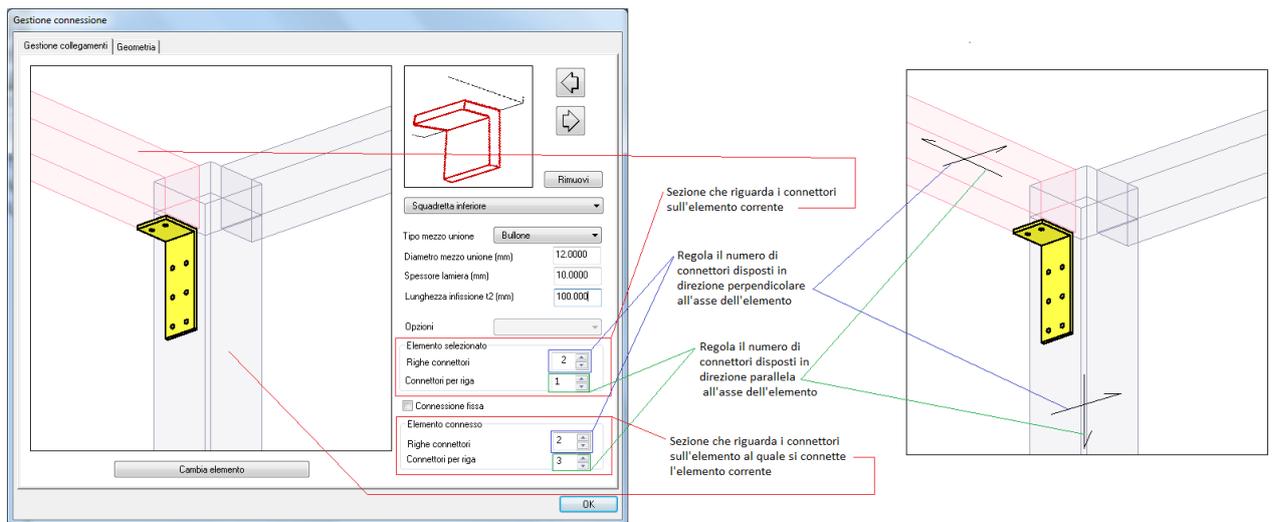
Lunghezza di infissione t2 (espressa in mm): è il parametro spessore dell'elemento in legno t1 e t2 definito al punto 7.8.2.3

Figura 7-8 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007

Opzioni: nel caso si voglia assegnare una Piastra pluriconnessione, in tale menù a tendina è possibile scegliere se la piastra debba essere rifilata o meno, la differenza tra le due opzioni è che nel caso di rifilatura la piastra segue il profilo delle aste:

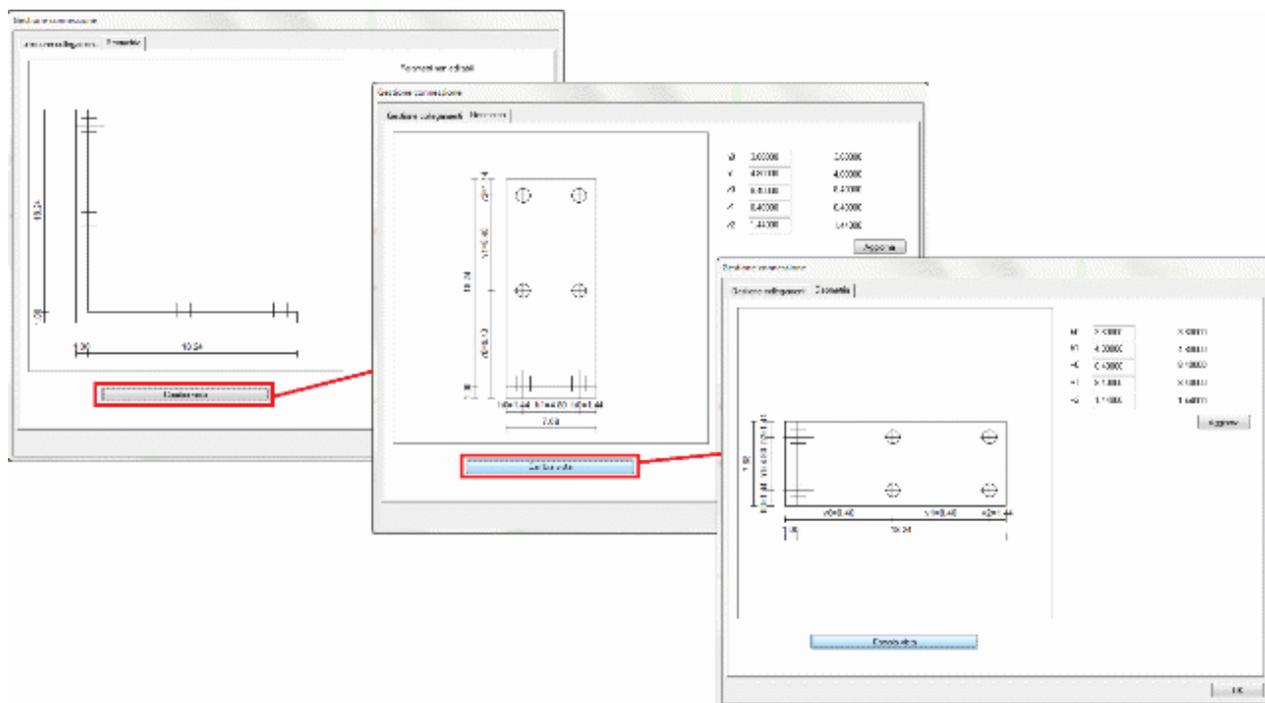


Connettori: l'indicazione del numero dei connettori viene inserita nelle celle in basso a destra secondo il criterio mostrato nell'immagine.



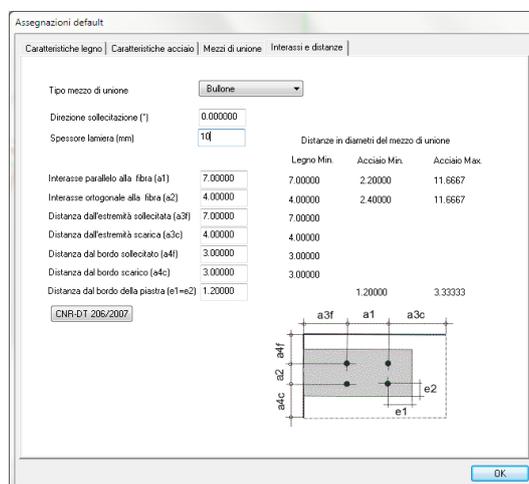
Connessione fissa:spuntando tale check-box il programma andrà a considerare l'accessorio come se fosse connesso ad un vincolo esterno, pertanto non fornirà verifiche degli elementi sul piano di connessione dell'accessorio agli elementi che non sono quello a cui l'accessorio è assegnato.

Una volta assegnato l'accessorio è possibile passare alla tendina Geometria:



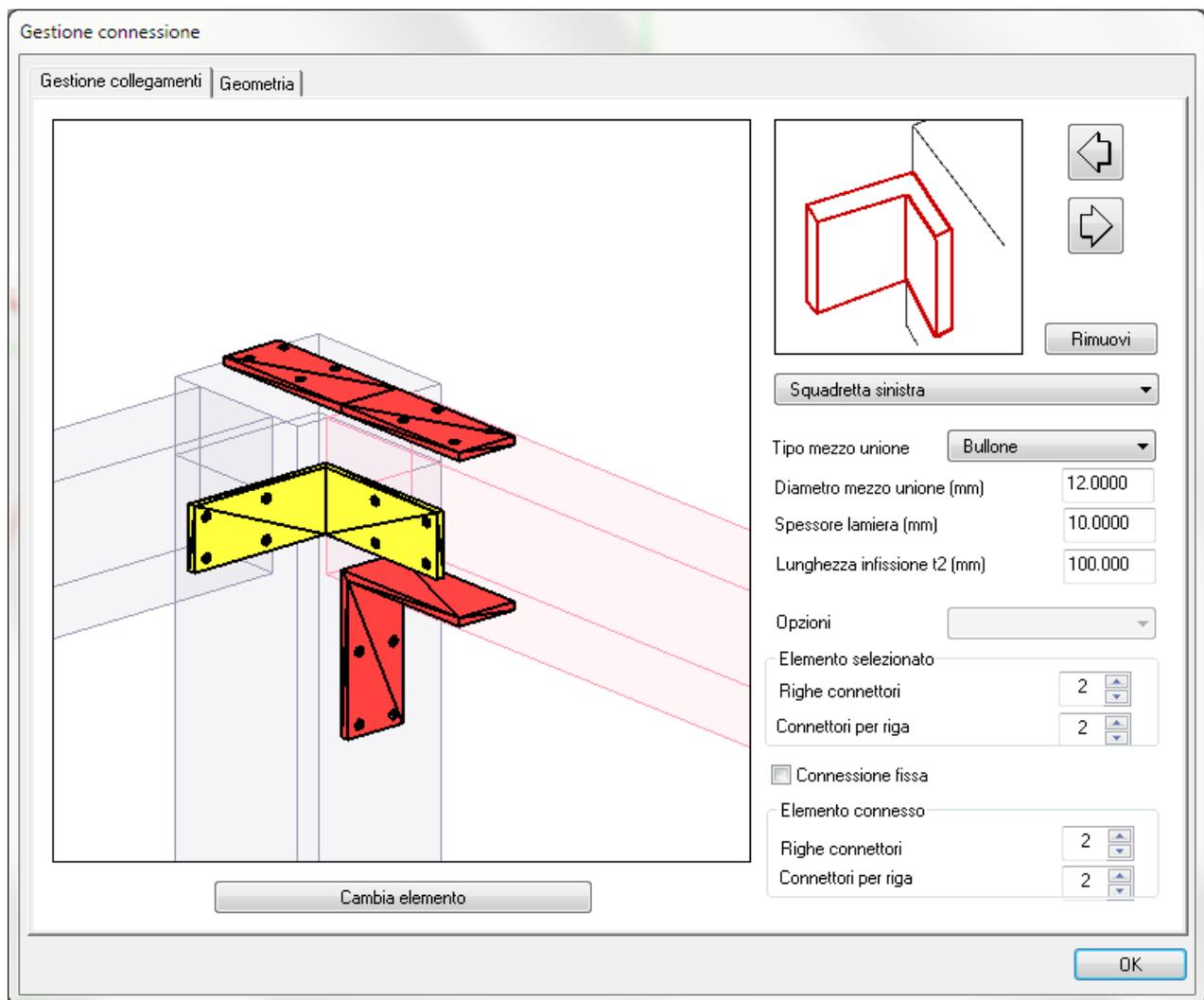
Nella pagina Geometria viene mostrato il particolare dell'accessorio assegnato, visualizzando le proiezioni ortogonali della sua geometria, con l'indicazione delle dimensioni e delle distanze.

Alla prima assegnazione, gli accessori vengono generati sulla base dei minimi geometrici calcolati in base alle opzioni impostate nella pagina Interassi e distanze del dialogo delle Assegnazioni di default:



Successivamente alla generazione, nel dialogo Geometria mostrato sopra, è possibile per l'utente modificare la geometria per alcuni tipi di accessori, assegnando la dimensione del parametro che si vuole modificare, direttamente nelle celle in alto destra, (non è possibile operare modifiche dirette sulla geometria sull'accessorio Piastra pluriconnessionee Bicchiere).

Nella definizione della unione è possibile assegnare più accessori allo stesso elemento, in modo da realizzare la conformazione voluta del nodo da verificare:

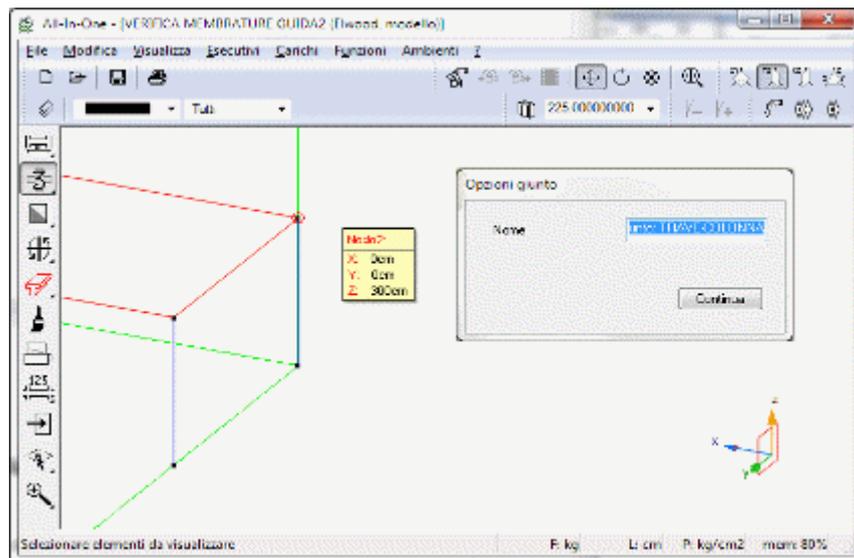


## Operazioni accessorie sui giunti

### Numerazione del giunto

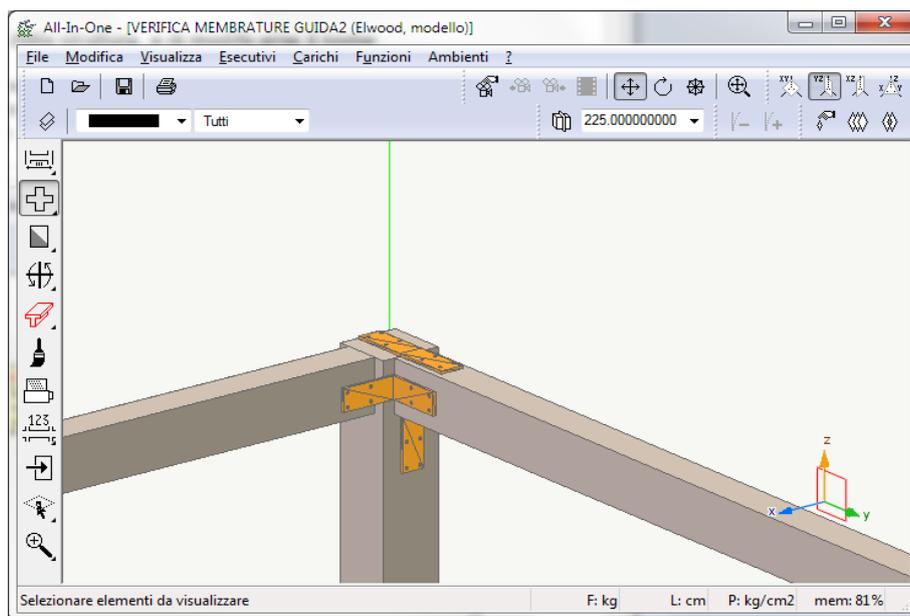
Tale comando permette di selezionare un nodo della struttura, e di modificarne il nome.

Di default viene assegnato come nome l'indice del nodo del modello, ma è possibile modificarlo assegnando un nome voluto. Il nuovo nome assegnato sarà riportato nell'esecutivo del nodo.



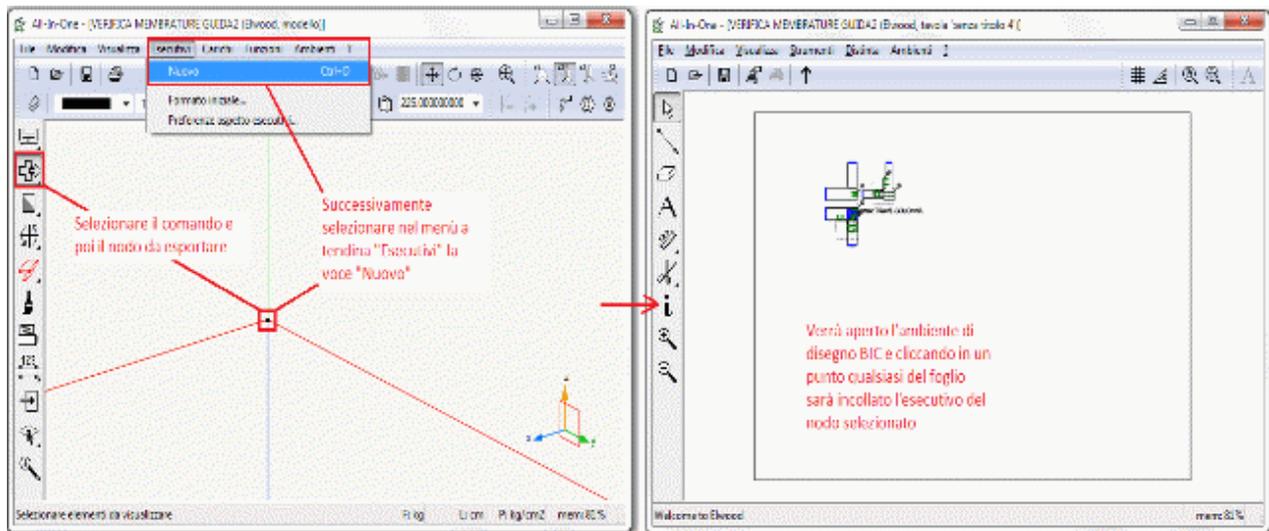
### Rappresentazione del giunto

Il comando rappresenta giunto permette di cliccare sui nodi della struttura ed ottenerne la rappresentazione solida direttamente sul modello generale.



### Esportazione disegno del giunto

Selezionando questo comando è possibile esportare l'esecutivo di un nodo. La procedura da seguire è la seguente:



## Verifiche membrature

Il comando Verifiche membrature, attivato dalla palette, permette di accedere al dialogo di controllo dei risultati delle verifiche delle aste in legno.

Una volta selezionato il comando, cliccando sull'elemento che si desidera indagare viene aperta la seguente finestra di dialogo:

Verifica	Fattore di sfruttamento	Esito
Verifica flessionale	0.430594	VERIFICATO
Verifica instabilità	0.431251	VERIFICATO
Verifica a taglio	0.074349	VERIFICATO
Verifica a torsione	0.096381	VERIFICATO
Verifica a taglio-torsione	0.101908	VERIFICATO
Verifica deformabilità	0.073017	VERIFICATO
Verifica generale	0.431251	VERIFICATO

All'apertura del dialogo si presenta la pagina Sommarrio verifiche dalla quale è possibile eseguire un controllo generale sullo stato delle varie verifiche eseguite sull'elemento; viene riportato per ogni verifica il fattore di sfruttamento ed il relativo esito. Alla riga Verifica generale è riportato il fattore di sfruttamento massimo tra tutte le verifiche.

Dalle tendine in alto è possibile cambiare pagina del dialogo, ed eseguire un controllo più accurato dei risultati.

#### 4.4.8.1.1 Trazione parallela alla fibratura

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\sigma_{1,Ed} \leq f_{t,Ed} \quad (4.4.2)$$

dove:

$\sigma_{1,Ed}$  è la tensione di calcolo a trazione parallela alla fibratura calcolata sulla sezione netta;  
 $f_{t,Ed}$  è la corrispondente resistenza di calcolo, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_{tr}$ , come definito al § 11.7.1.1.

#### 4.4.8.1.2 Compressione parallela alla fibratura

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\sigma_{c,Ed} \leq f_{c,Ed} \quad (4.4.3)$$

dove:

$\sigma_{c,Ed}$  è la tensione di calcolo a compressione parallela alla fibratura;  
 $f_{c,Ed}$  è la corrispondente resistenza di calcolo.

#### 4.4.8.1.6 Flessione

Devono essere soddisfatte entrambe le condizioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{max,Ed}}{f_{m,Ed}} + k_{tr} \frac{\sigma_{max,Ed}}{f_{m,Ed}} < 1 \quad (4.4.5a)$$

$$k_{tr} \frac{\sigma_{max,Ed}}{f_{m,Ed}} + \frac{\sigma_{max,Ed}}{f_{m,Ed}} < 1 \quad (4.4.5b)$$

dove:

$\sigma_{max,Ed} < \sigma_{c,Ed}$  sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente nei piani  $yz$  e  $xy$  determinate assumendo una distribuzione elastico lineare delle tensioni sulla sezione (vedi Fig. 4.4.1);

$f_{m,Ed} = f_{m,Ed}$  sono le corrispondenti resistenze di calcolo a flessione, determinate tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_{tr}$ , come definito al § 11.7.1.1.

I valori da adottare per il coefficiente  $k_{tr}$ , che tiene conto convenzionalmente della ridistribuzione delle tensioni e della disomogeneità del materiale nella sezione trasversale, sono:

- $k_{tr} = 0,7$  per sezioni trasversali rettangolari;
- $k_{tr} = 1,0$  per altre sezioni trasversali.

#### 4.4.8.1.7 Torsiflessione

Nel caso di sforzi normali di trazione accompagnati da sollecitazioni di flessione attorno ai due assi principali dell'elemento strutturale, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

$$\frac{\sigma_{1,Ed}}{f_{t,Ed}} + \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} + k_{tr} \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} \leq 1, \quad (4.4.6a)$$

$$\frac{\sigma_{1,Ed}}{f_{t,Ed}} + k_{tr} \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} + \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} \leq 1, \quad (4.4.6b)$$

#### 4.4.8.1.8 Pressiflessione

Nel caso di sforzi normali di compressione accompagnati da sollecitazioni di flessione attorno ai due assi principali dell'elemento strutturale, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

$$\left( \frac{\sigma_{c,Ed}}{f_{c,Ed}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} + k_{tr} \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} \leq 1, \quad (4.4.7a)$$

$$\left( \frac{\sigma_{c,Ed}}{f_{c,Ed}} \right)^2 + k_{tr} \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} + \frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,Ed}} < 1 \quad (4.4.7b)$$

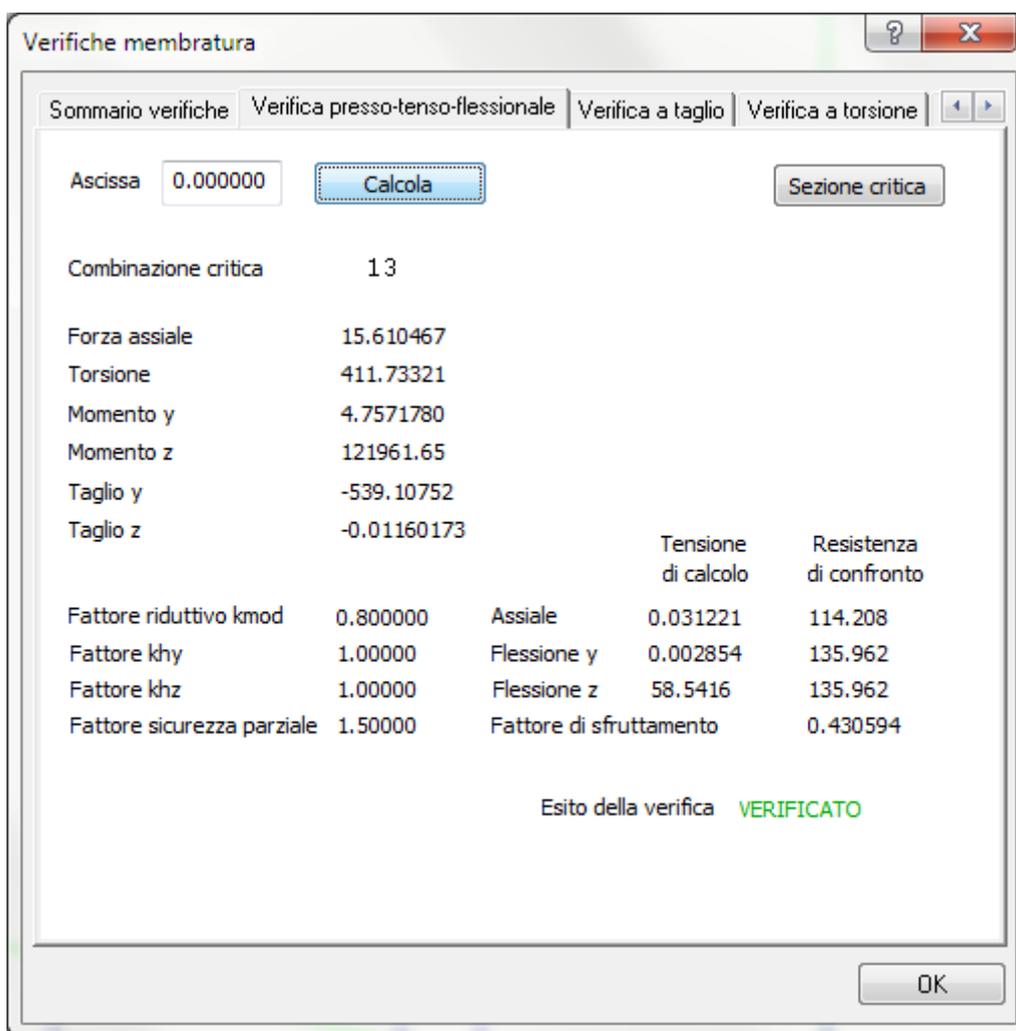
Per l'esecuzione delle verifiche, le tensioni di progetto del materiale vengono calcolate in accordo alle NTC 2018 con la relazione generale (4.4.1) al punto 4.4.6 del DM1:

$$X_d = (k_{mod} \times X_k) / \gamma_M$$

a tale valore vengono applicati poi eventuali altri coefficienti di sicurezza specifici previsti dalle varie verifiche.

## Verifica presso-tenso flessionale

In questo dialogo vengono mostrati i risultati relativi alle verifiche secondo i punti 4.4.8.1.1, 4.4.8.1.3, 4.4.8.1.6, 4.4.8.1.7, 4.4.8.1.8 delle NTC 2018.



I dati mostrati sono i seguenti.

#### Combinazione critica

La combinazione che per la verifica in esame determina il massimo fattore di sfruttamento. Sotto tale dato sono elencati i valori delle caratteristiche di sollecitazione corrispondenti alla Combinazione critica ed alla ascissa corrente;

#### Ascissa

Viene mostrata l'ascissa cui si riferiscono sia i valori di sollecitazione visualizzati, sia le relative tensioni di calcolo. Nella cella di ascissa, l'utente può inserire un valore differente per leggere i valori lungo tutto lo sviluppo dell'elemento in esame, una volta inserito il valore desiderato basta cliccare il bottone Calcola ed i valori saranno aggiornati alla nuova ascissa. Cliccando il bottone Sezione critica, il valore di ascissa ed i dati restituiti, vengono aggiornati riportando i valori relativi alla sezione ove si registra il massimo sfruttamento. Se il valore di ascissa non viene modificato dall'utente, di default vengono sempre mostrati i valori relativi alla sezione critica.

#### Fattore riduttivo kmod

Fattore kmod definito al punto 4.4.6 (Tab.4.4.IV) delle NTC 2018 corrispondente alla Combinazione critica;

#### Fattore khy

coefficiente che tiene conto delle dimensioni della sezione trasversale relativamente all'asse locale Y, definito al punto 11.7.1.1 delle NTC 2018;

#### Fattore khz

coefficiente che tiene conto delle dimensioni della sezione trasversale relativamente all'asse locale Z, definito al punto 11.7.1.1 delle NTC 2018;

## LEGNO MASSICCIO

$$k_h = \min \left\{ \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} ; 1,3 \right\}$$

## LEGNO LAMELLARE

$$k_h = \min \left\{ \left( \frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right\}$$

Si noti che i fattori  $k_h$  vengono calcolati tenendo conto se la tipologia di legno impostata nella finestra di dialogo Assegnazioni di default è legno Massiccio o Lamellare, dato che tale fattore amplifica la resistenza del materiale, viene calcolato per entrambe le direzioni, e poi viene applicato il valore minore. Se le dimensioni della sezione sono tali per cui il fattore  $k_h$  sia minore di 1.0, automaticamente il programma assume il valore unitario;

*Fattore di sicurezza parziale*

è il fattore di sicurezza gamma M definito al punto 4.4.6 (Tab 4.4.III) delle NTC 2018;

*Tensione di calcolo e Resistenza di confronto* Vengono mostrati i vari valori di tensione agente e resistente previsti dalle verifiche di norma per le azioni assiali e flessionali secondo i due assi.

*Fattore di sfruttamento*

tra tutte le verifiche eseguite, viene mostrato il massimo valore di sfruttamento dell'elemento.

Si noti che il fattore  $k_m$  previsto nelle verifiche a tensoflessione e pressoflessione, non viene mostrato ma viene applicato automaticamente dal programma, e come da norma è assunto pari a 0.7 per sezioni rettangolari, e pari a 1.0 in tutti gli altri casi.

Tutti i risultati sono riportati nell'unità di misura correnti.

Nella descrizione delle altre verifiche del dialogo, il significato dei risultati già descritto in questo paragrafo non sarà ripetuto

## Verifica a taglio

In questo dialogo vengono mostrati i risultati relativi alla verifica secondo il punto 4.4.8.1.9 delle NTC 2018.

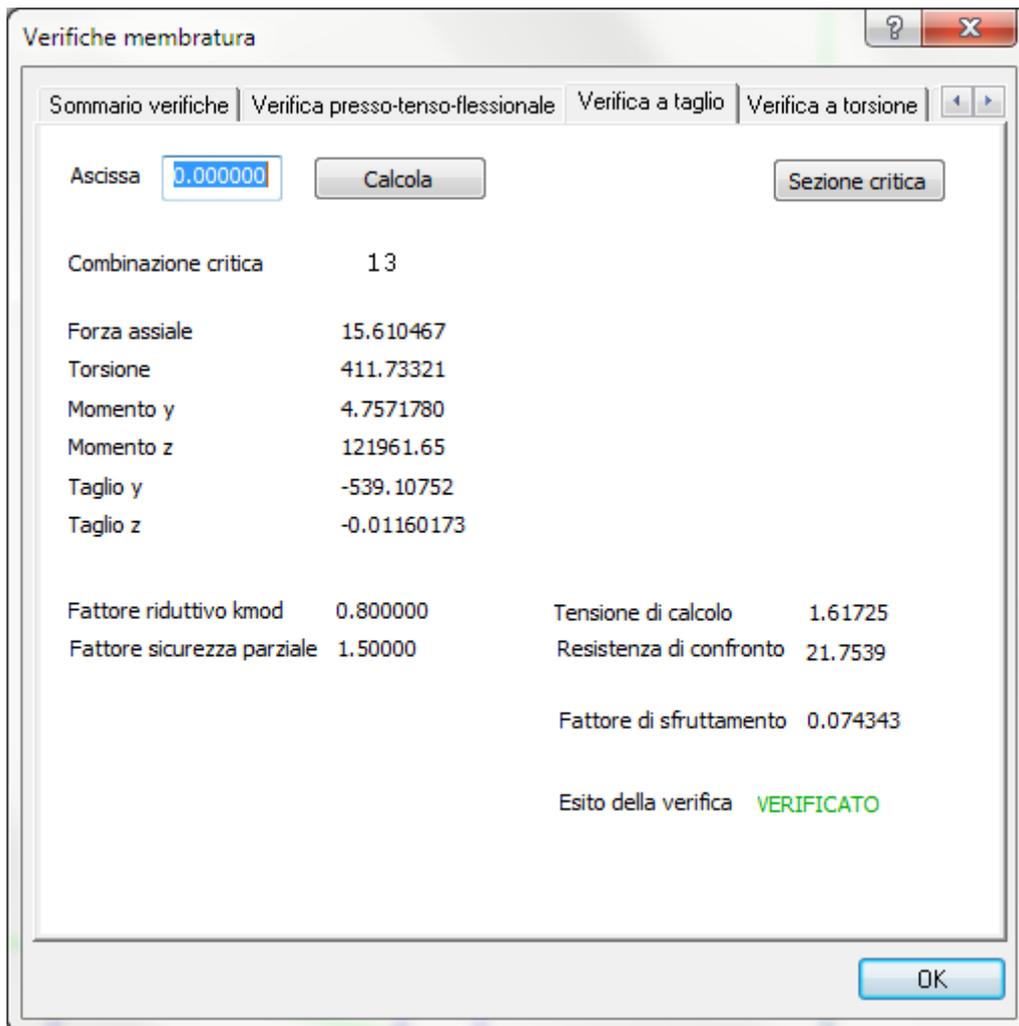
### 4.4.8.1.9 Taglio

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad (4.4.8)$$

dove:  $\tau_d$  è la tensione massima tangenziale di calcolo, valutata secondo la teoria di Jourawski;

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



Per il significato dei risultati restituiti, descritti precedentemente si rimanda al paragrafo della Verifica presso-tenso-flessionale.

## Verifica a torsione

In questo dialogo vengono mostrati i risultati relativi alla verifica secondo i punti 4.4.8.1.10 e 4.4.8.1.11 delle NTC 2018.

### 4.4.8.1.10 Torsione

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$\tau_{\text{tr},d} \leq k_{\text{tr}} f_{v,d} \quad (4.4.9)$$

dove:  $\tau_{\text{tr},d}$  è la tensione massima tangenziale di calcolo per torsione;  
 $k_{\text{tr}}$  è un coefficiente che tiene conto della forma della sezione trasversale  
 $f_{v,d}$  è la resistenza di calcolo a taglio.

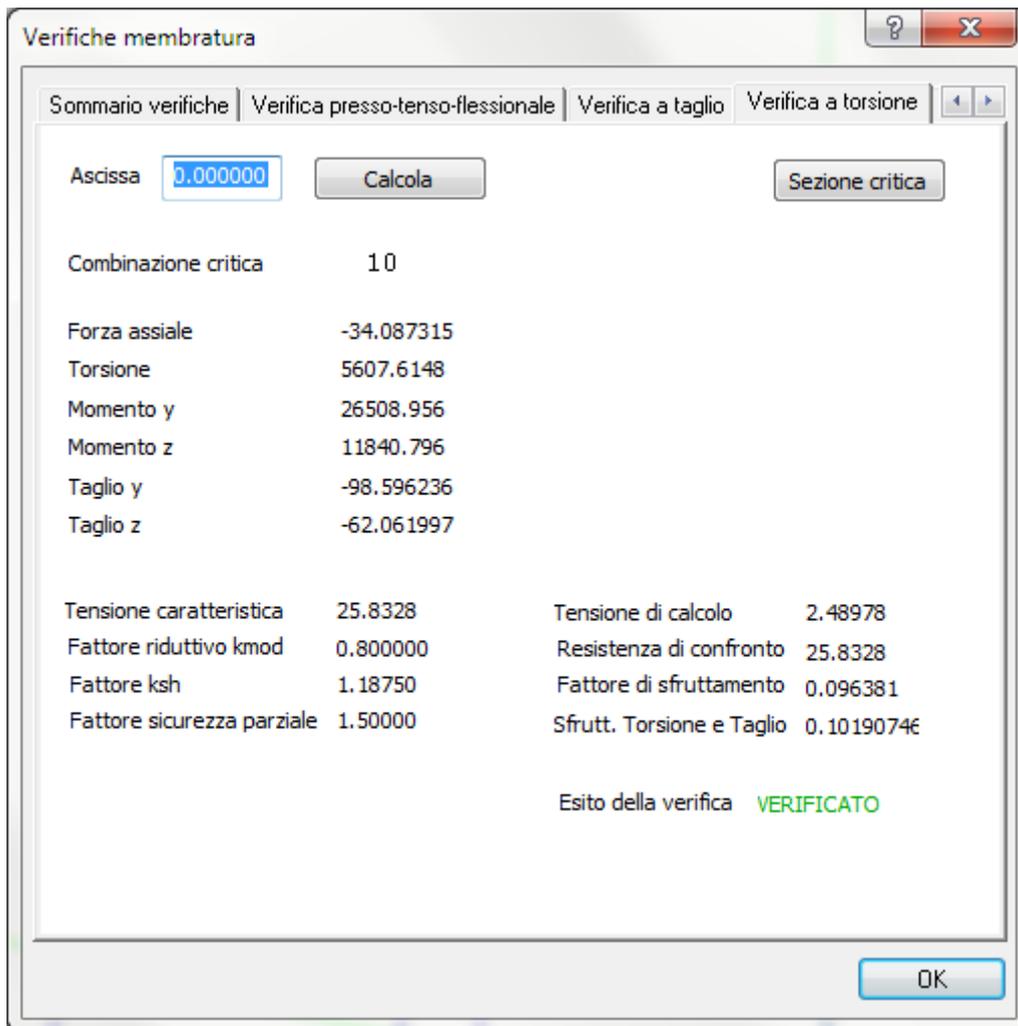
Per il coefficiente  $k_{\text{tr}}$  si possono assumere i valori:

$k_{\text{tr}} = 1,2$	per sezioni circolari piene;
$k_{\text{tr}} = 1 + 0,15 h/b \leq 2$	per sezioni rettangolari piene, di lati $b$ e $h$ , $b \leq h$ ;
$k_{\text{tr}} = 1$	per altri tipi di sezione.

### 4.4.8.1.11 Taglio e Torsione

Nel caso di torsione accompagnata da taglio si può eseguire una verifica combinata adottando la formula di interazione:

$$\frac{\tau_{\text{tr},d}}{k_{\text{tr}} f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (4.4.10)$$



Per il significato dei risultati già descritti precedentemente, si rimanda al paragrafo della Verifica presso-tenso-flessionale.

*Fattore ksh* fattore che tiene conto della effettiva forma della sezione

*Fattore di sfruttamento* viene mostrato il massimo valore di sfruttamento dell'elemento relativamente alla verifica della relazione 4.4.9 delle NTC 2018

*Sfrutt. Torsione e Taglio* viene mostrato il massimo valore di sfruttamento dell'elemento relativamente alla verifica della relazione 4.4.10 delle NTC 2018

## Verifica instabilità

In questo dialogo vengono mostrati i risultati relativi alla verifica secondo i punti 4.4.8.2.1 – 4.4.8.2.2 delle NTC 2018, e secondo i punti 6.5.2.1, 6.5.2.2, 6.5.2.3 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007.

Segue uno stralcio da NTC 2018.

#### 4.4.8.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)

Nel caso di flessione semplice, con momento flettente agente attorno all'asse forte  $y$  della sezione (cioè nel piano ortogonale a quello di possibile svergolamento), con riferimento alla tensione dovuta al massimo momento agente nel tratto di trave compreso tra due successivi ritegni torsionali, deve essere soddisfatta la relazione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1, \quad (4.4.11)$$

$\sigma_{m,d}$  tensione di calcolo massima per flessione;

$k_{crit,m}$  coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di trave, per tener conto della riduzione di resistenza dovuta allo sbandamento laterale;

$f_{m,d}$  resistenza di calcolo a flessione, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_h$ .

Per travi aventi una deviazione laterale iniziale rispetto alla rettilinearità nei limiti di accettabilità del prodotto, si possono assumere i seguenti valori del coefficiente di tensione critica  $k_{crit,m}$

$$k_{crit,m} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{per } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & \text{per } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (4.4.12)$$

$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$  snellezza relativa di trave;

$f_{m,k}$  resistenza caratteristica a flessione;

$\sigma_{m,crit}$  tensione critica per flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (frattile 5%)  $E_{0,05}$ .

#### 4.4.8.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna)

Nel caso di asta soggetta solo a sforzo normale deve essere soddisfatta la condizione:

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} \leq 1, \quad (4.4.13)$$

$\sigma_{c,o,d}$  tensione di compressione di calcolo per sforzo normale;

$f_{c,o,d}$  resistenza di calcolo a compressione;

$k_{crit,c}$  coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di colonna valutato per il piano in cui assume il valore minimo.

Il coefficiente riduttivo  $k_{crit,c}$  si calcola in funzione della snellezza relativa di colonna  $\lambda_{rel,c}$ , che vale:

$$\lambda_{rel,c} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{E_{0,05}}}, \quad (4.4.14)$$

$f_{c,o,k}$  resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura;

$\sigma_{c,crit}$  tensione critica calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (frattile 5%);

$\lambda$  snellezza dell'elemento strutturale valutata per il piano in cui essa assume il valore massimo.

Quando  $\lambda_{rel,c} \leq 0,3$  si deve porre  $k_{crit,c} = 1$ , altrimenti

$$k_{crit,c} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}, \quad (4.4.15)$$

- per legno massiccio  $\beta_c = 0,2$ ;

- per legno lamellare  $\beta_c = 0,1$ .

**6.5.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)**

Nel caso di flessione semplice, con momento flettente agente attorno all'asse forte  $y$  della sezione (inteso nel piano ortogonale a quello di profilo o equivalente), con riferimento alla tensione dovuta al massimo momento agente sul tratto di trave compresso tra due successivi nodi flessionali, deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$\frac{\sigma_{max}}{k_{infless} f_{cd}} < 1 \quad (6.21)$$

della quale:

- $\sigma_{max}$  è la tensione di calcolo massima per flessione;
- $k_{infless}$  è il coefficiente riduttivo di tensione calcolata per instabilità di trave, per una certa classe di sezione di sezione dovuta allo sfioramento laterale;
- $f_{cd}$  è la resistenza di calcolo a flessione, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_b$ .

Per travi azzeri una deviazione laterale minima rispetto alla rettilineità nei limiti definiti nel paragrafo 3.1.5 si possono assumere i seguenti valori del coefficiente di tensione critica  $k_{infless}$ :

$$k_{infless} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel} \leq 0,75 \\ 1,55 - 0,75\lambda_{rel} & \text{per } 0,75 < \lambda_{rel} \leq 1,4 \\ 1/\lambda_{rel}^2 & \text{per } 1,4 < \lambda_{rel} \end{cases} \quad (6.22)$$

dove:

- $\lambda_{rel} = \sqrt{f_{cd}} / \sigma_{crit}$  è la snellezza relativa di trave;
- $f_{cd}$  è la resistenza caratteristica a flessione;
- $\sigma_{crit}$  è la tensione critica per flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei momenti d'inerzia caratteristici (art. 5.9).

La tensione critica assume il valore:

$$\sigma_{crit} = \frac{M_{crit}}{W_y} \quad (6.23)$$

dove:

- $M_{crit}$  è il momento critico per instabilità flessione-torsione attorno all'asse forte  $y$  della sezione;
- $W_y$  è il modulo di resistenza a flessione ottenuto dall'eq. 5.9.

Il momento critico è dato dalla relazione:

$$M_{crit} = \frac{\pi}{L_{eff}} \sqrt{E_{eff} I_y G_{eff} I_{tw}} \quad (6.24)$$

della quale:

- $E_{eff}$  è il modulo elastico equivalente parallelo alla flessione;
- $G_{eff}$  è il modulo elastico tangenziale equivalente si può assumere  $G_{eff} = E_{eff} (G_{max}/E_{max})$ ;
- $I_y$  è il momento di inerzia della sezione relativa all'asse debole  $y$ ;
- $I_{tw}$  è il momento di inerzia torsionale della sezione;
- $L_{eff}$  è la lunghezza efficace della trave, che tiene conto sia delle condizioni di vincolo che del tipo di carico.

In mancanza di valutazioni più rigorose, i valori da adottare per la lunghezza efficace  $L_{eff}$  si possono ricavare dalla Tabella 6.3, valida per travi con sezione trasversale simmetrica agli appoggi e carico applicato nel baricentro della sezione. Il simbolo  $L$  riportato in tabella rappresenta la luce del tratto di trave compreso tra due nodi flessionali successivi. Per altre condizioni di carico e/o di vincolo, si potrà fare riferimento a specifiche prescrizioni normative di comprovata validità e a soluzioni tecniche ricavate da pertinenti bibliografie. Nel caso particolare di una trave iperstatica a sezione rettangolare con  $kb > 8$ , essendo  $\lambda_{rel} < 0,75$ , si può assumere:

$$\sigma_{crit} = \frac{\pi^2 E}{L_{eff}^2} \sqrt{I_{tw}^2 + I_y^2} \quad (6.25)$$

Il coefficiente  $k_{infless}$  può essere posto uguale ad 1 quando lo sfioramento laterale del bordo compresso è impedito per tutta la lunghezza della trave e la resistenza trasversale agli appoggi è nulla o sia trascurabile.

Nel caso di travi di sezione variabile si può assumere il valore medio di  $k$  sul tratto di trave compreso tra due nodi flessionali successivi.

Tabella 6.3 Valori della lunghezza efficace  $L_{eff}$

Condizioni di vincolo	Tipo di carico e di sollecitazione	$L_{eff}$
Semplice appoggio	Momento flettente costante sul tratto $L$	1,0 $L$
	Carico uniformemente distribuito	0,9 $L$
Incastro ad un'estremità (anziché 0)	Carico uniformemente distribuito	0,7 $L$
	Forza concentrata all'estremità libera	0,8 $L$

Nel caso di flessione deviata, cioè con momenti flettenti agenti sia attorno all'asse forte  $y$  sia attorno all'asse debole  $z$  della sezione, devono essere soddisfatte entrambe le relazioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{max,y}}{k_{infless,y} f_{cd}} + k_b \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad k_b \frac{\sigma_{max,y}}{k_{infless,y} f_{cd}} + \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad (6.26)$$

- $\sigma_{max,y}$  e  $\sigma_{max,z}$  sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente attorno agli assi  $y$  e  $z$ ;
- $k_{infless,y}$  e  $f_{cd}$  sono le resistenze di calcolo a flessione, determinate tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_b$ .

I valori da adottare per il coefficiente  $k_b$  sono quelli già riportati al paragrafo 5.1.6.

Nel caso in cui siano anche nei due assi normale di tensione (state trassillessive) e la sezione non è nulla internamente, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\frac{\sigma_{max,y}}{f_{cd}} + \frac{\sigma_{max,z}}{k_{trassillessive} f_{cd}} + k_b \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad \frac{\sigma_{max,y}}{f_{cd}} + k_b \frac{\sigma_{max,y}}{k_{trassillessive} f_{cd}} + \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad (6.27)$$

della quale:

- $\sigma_{max,y}$  è la tensione di calcolo per trazione;
- $f_{cd}$  è la resistenza di calcolo a trazione, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente  $k_b$ .

Nel caso in cui agisca anche uno sforzo normale di compressione (state pressoflessive), devono essere soddisfatte le verifiche riportate nel successivo paragrafo 6.5.2.2.

**6.5.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna)**

Nel caso di una travata soggetta solo a sforzo normale deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\frac{\sigma_{max}}{k_{comp} f_{cd}} \leq 1 \quad (6.28)$$

della quale:

- $\sigma_{max}$  è la tensione di compressione di calcolo per sforzo normale;
- $f_{cd}$  è la resistenza di calcolo a compressione;
- $k_{comp}$  è il coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di colonna relativo per il piano in cui avviene il valore massimo.

Il coefficiente riduttivo  $k_{comp}$  si calcola in funzione della snellezza relativa di colonna  $\lambda_{rel}$ , che vale:

$$\lambda_{rel} = \frac{\sqrt{N_{max}}}{\sqrt{\sigma_{crit}}} = \sqrt{\frac{N_{max}}{\sigma_{crit}}} \quad (6.29)$$

dove:

- $f_{cd}$  è la resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura;
- $\sigma_{crit}$  è la tensione critica calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (art. 5.9);
- $i$  è la snellezza dell'elemento strutturale valutata per il piano in cui esse assume il valore massimo.

Quando  $\lambda_{rel} \leq 0,14$  deve porsi  $k_{comp} = 1$ , altrimenti:

$$k_{comp} = \frac{1}{\beta + \sqrt{\beta^2 + \lambda_{rel}^2}} \quad \text{con } \beta = 0,5 + \beta_1 \lambda_{rel} - 0,5 - \beta_2 \lambda_{rel} \quad (6.30)$$

dove  $\beta$  è il coefficiente di imperfezione, che, se gli elementi strutturali nei limiti di rettilineità definiti al paragrafo 3.1.5, può assumere i seguenti valori:

- per legno massiccio  $\beta = 0,2$
- per legno lamellare  $\beta = 0,1$

**6.5.2.3 Elementi pressoflessi (instabilità composta di trave e di colonna)**

Nel caso di una travata soggetta a compressione e a flessione deviata, si può optare ad sequenze reali.

Per travi pressoflessive, nel caso in cui il problema dell'instabilità di trave sia trascurabile (cioè perché  $\lambda_{rel} \leq 0,75$ ), se  $\lambda_{rel} \leq 0,15$  si possono seguire le prescrizioni di cui al paragrafo 6.5.1.8. Altrimenti, in tutti gli altri casi, dovranno essere soddisfatte le condizioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{max,y}}{k_{infless,y} f_{cd}} + \frac{\sigma_{max,z}}{k_{trassillessive} f_{cd}} + k_b \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad \frac{\sigma_{max,y}}{k_{infless,y} f_{cd}} + k_b \frac{\sigma_{max,y}}{k_{trassillessive} f_{cd}} + \frac{\sigma_{max,z}}{f_{cd}} < 1 \quad (6.31)$$

della quale:

- $\sigma_{max,y}$  e  $\sigma_{max,z}$  sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente attorno agli assi  $y$  e  $z$ ;
- $k_{infless,y}$  e  $f_{cd}$  sono le resistenze di calcolo a flessione;
- $k_b$  è il coefficiente di riduzione riportato al paragrafo 6.5.1.6.

Nel caso di flessione agente in un solo piano (cfr. Figura 6-1), si potrà utilizzare in alternativa la condizione seguente:

$$\frac{\sigma_{max,y}}{k_{infless,y} f_{cd}} + \left( \frac{\sigma_{max,z}}{k_{trassillessive} f_{cd}} \right)^2 < 1 \quad (6.32)$$

I valori da assumere per i coefficienti di tensione critica  $k_{comp}$  per l'instabilità di trave sono riportati al paragrafo 6.5.2.1.

Come si evince da un rapido confronto dei due stralci di normativa riportati, le NTC 2018 e la CNR-DT 206/2007, forniscono le medesime relazioni di verifica, ma quest'ultima esplicita anche le relazioni di calcolo dei parametri critici.

Verifiche membratura

Verifica a taglio | Verifica a torsione | Verifica instabilità | Verifica esercizio | Sezione ridotta

Ascissa

Combinazione critica 15

Forza assiale	494.50301	Momento critico	3004256.1	
Torsione	0.0000000	Tensione critica fless.	1802.5537	
Momento y	-0.0000000	Tensione critica compr.	106.00953	
Momento z	-139755.39	Snellezza relativa fless.	0.37606725	
Taglio y	98.908822	Snellezza relativa comp.	1.4212709	
Taglio z	0.0000000	Fattore critico Kcrit,m	1.0000000	
		Fattore critico Kcrit,c	0.41597485	
Lunghezza eff. compr.	500.00000	Tensione di calcolo	Resistenza di confronto	
Lunghezza eff. flessionale	500.00000	Assiale	0.989006	114.208
Fattore riduttivo kmod	0.800000	Flessione y	0.000000	135.962
Fattore kh <sub>y</sub>	1.00000	Flessione z	67.0826	135.962
Fattore kh <sub>z</sub>	1.00000	Fattore di sfruttamento		0.514209
Fattore sicurezza parziale	1.50000	Esito della verifica	<b>VERIFICATO</b>	

I risultati mostrati sono i seguenti.

Per il significato dei risultati descritti precedentemente si rimanda al paragrafo della Verifica presso-tenso-flessionale.

*Momento critico*

valore del momento critico calcolato con la relazione 6.24 della CNR-DT 206/2007

*Tensione critica fless.*

valore della tensione critica calcolata con la relazione 6.23 della CNR-DT 206/2007

*Tensione critica compr.:*

valore della tensione critica determinata dall'uguaglianza del secondo e terzo membro presenti nella relazione 6.29 della CNR-DT 206/2007

*Snellezza relativa fless.*

valore calcolato con la relazione fornita dalla CNR-DT 206/2007 al punto 6.5.2.1

*Snellezza relativa compr.*

valore calcolato con la relazione 6.29 della CNR-DT 206/2007

*Fattore critico Kcrit,m.*

valore calcolato con la relazione 6.22 della CNR-DT 206/2007 al punto 6.5.2.1

*Fattore critico Kcrit,c.*



## 6.4 - STATI LIMITE D'ESERCIZIO

### 6.4.1 - Deformazioni istantanee e finali

Le deformazioni di una struttura, dovute agli effetti delle azioni, degli stati di coazione, delle variazioni di umidità e degli scorrimenti nelle unioni, devono essere contenute entro limiti accettabili, in relazione sia ai danni che possono essere indotti ai materiali di rivestimento, ai pavimenti, alle tramezzature e, più in generale, alle finiture, sia ai requisiti estetici ed alla funzionalità dell'opera.

In generale, nella valutazione delle deformazioni delle strutture si deve tener conto della deformabilità tagliante e di quella dei collegamenti.

Considerando il particolare comportamento reologico del legno e dei materiali derivati dal legno, si devono valutare sia la deformazione istantanea sia la deformazione a lungo termine.

La deformazione istantanea, provocata da una certa condizione di carico, si calcola usando il valore medio dei moduli di elasticità normale e tangenziale del materiale per le membrature ed il valore istantaneo del modulo di scorrimento ( $K_{ser}$ ) per le unioni.

Il modulo di scorrimento istantaneo,  $K_{ser}$ , delle unioni può essere determinato mediante prove sperimentali secondo la EN 26891 (dove  $k_c$  corrisponde a  $K_{ser}$ ) o può essere calcolato introducendo i parametri caratterizzanti il materiale e l'unione come riportato al punto 6.4.2 -.

La deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore  $1/(1+k_{def})$  per le membrature e utilizzando un valore ridotto con lo stesso fattore del modulo di scorrimento dei collegamenti, dove  $k_{def}$  è il coefficiente che tiene conto dell'aumento di deformazione nel tempo dovuto all'effetto combinato della viscosità e dell'umidità. Per esso si possono utilizzare i valori riportati in Appendice B - Tabella 17-1.

Pertanto per il calcolo della deformazione iniziale ( $u_{in}$ ) occorre valutare la deformazione istantanea con riferimento alla combinazione di carico rara.

Per il calcolo della deformazione finale ( $u_{fin}$ ) occorre valutare la deformazione a lungo termine per la combinazione di carico quasi permanente e sommare a quest'ultima la deformazione istantanea dovuta alla sola aliquota mancante, nella combinazione quasi permanente, del carico accidentale prevalente (da intendersi come il carico variabile di base della combinazione rara).

La deformazione finale  $u_{fin}$ , si può pertanto valutare come:

$$u_{fin} = u_{1,in} (1+k_{def}) + u_{21,in} (1+\psi_{21} k_{def}) + \sum_{(i=2...n)} \psi_{2i} u_{2i,in} (1+k_{def}) \quad (6.2)$$

dove:

- $u_{1,in}$  è la deformazione istantanea del carico permanente
- $u_{21,in}$  è la deformazione istantanea del carico accidentale prevalente
- $u_{2i,in}$  è la deformazione istantanea della i-esima azione variabile della combinazione

In via semplificata la deformazione finale  $u_{fin}$ , relativa ad una certa condizione di carico, si può valutare come segue:

$$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} \quad (6.2.a)$$

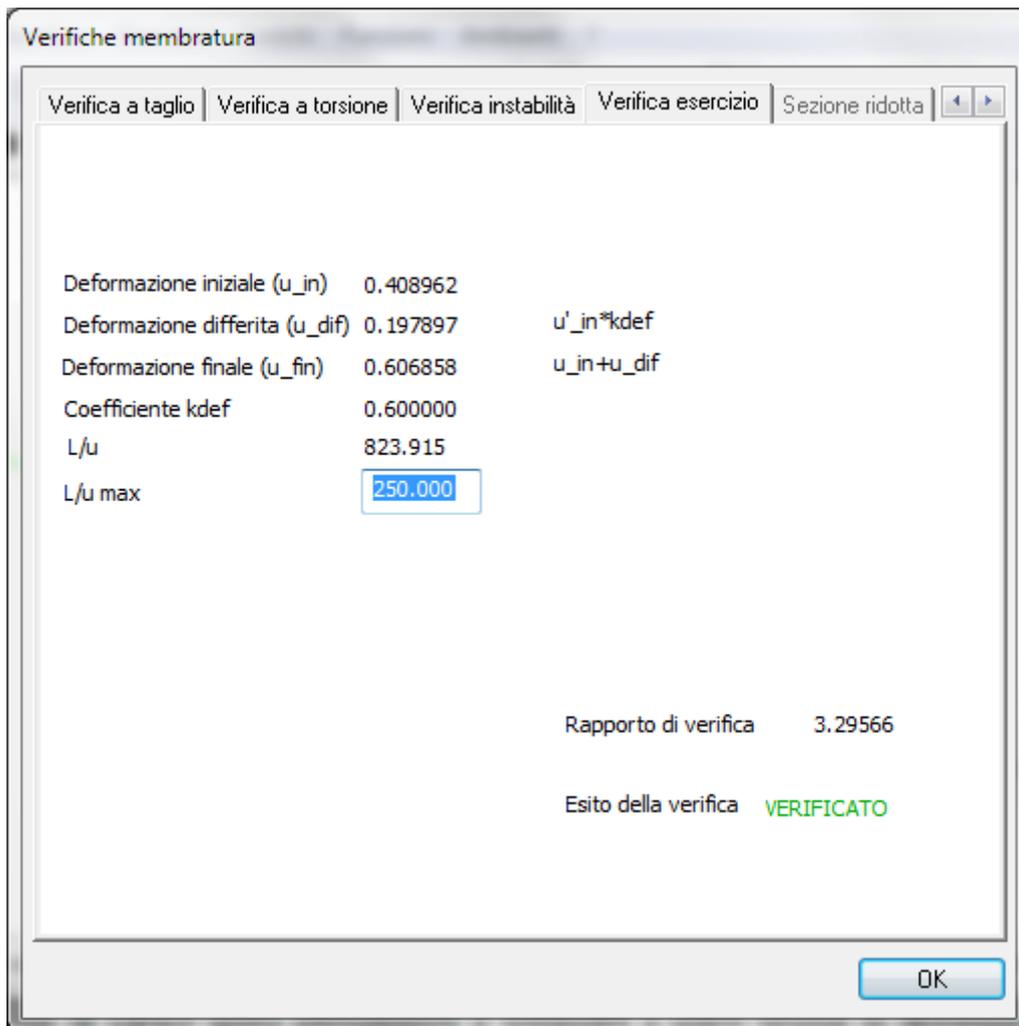
dove:

- $u_{in}$  è la deformazione iniziale (istantanea), calcolata con riferimento alla combinazione di carico rara;
- $u_{dif}$  è la deformazione differita che può essere valutata attraverso la relazione:

$$u_{dif} = u'_{in} \cdot k_{def} \quad (6.3)$$

nella quale:

- $u'_{in}$  è la deformazione iniziale (istantanea), calcolata con riferimento alla combinazione di carico quasi permanente;
- $k_{def}$  è il coefficiente riportato nell' Appendice B - Tabella 17-1.



I risultati mostrati sono i seguenti.

*Deformazione iniziale ( $u_{in}$ )*

valore di deformazione istantanea relativa alla combinazione di carico di esercizio quasi permanente

*Deformazione differita ( $u_{dif}$ )*

valore di deformazione differita calcolata con la relazione 6.3 della CNR-DT 206/2007

*Deformazione finale ( $u_{fin}$ )*

valore di deformazione finale calcolata con la relazione 6.2.a della CNR-DT 206/2007, somma tra ( $u_{in}$ ) e ( $u_{dif}$ )

*Coefficiente  $k_{def}$*

coefficiente che tiene conto dell'aumento di deformazione nel tempo dovuto all'effetto combinato di viscosità e dell'umidità

*$L/u$*

rapporto tra la luce dell'elemento e la deformazione finale

*$L/u$  max*

rapporto massimo ammissibile tra la luce dell'elemento e la deformazione finale, tale valore può essere modificato dall'utente a seconda della tipologia di impalcato (solaio interno o di copertura), o della configurazione nella struttura dell'elemento oggetto della verifica, (ad esempio nel caso di sbalzi tale valore deve essere raddoppiato)

*Rapporto di verifica*

è il rapporto tra  $L/u$  ed  $L/u_{max}$ , che deve essere maggiore di 1.0 per soddisfare la verifica di deformazione.

Il programma non esegue valutazioni dello scorrimento delle unioni.

## Verifica SLD

Il comando Verifica SLD permette di ottenere informazioni riguardo la verifica agli spostamenti orizzontali della struttura sotto azione sismica.

La norma non fornisce indicazioni riguardo le limitazioni degli spostamenti orizzontali, pertanto nel programma sono state inserite le modalità di verifica richieste per gli edifici in acciaio (data l'affinità tra le strutture realizzate con elementi lignei ed elementi in acciaio), lasciando all'utente la facoltà di eseguire o meno tale tipo di verifica.

Cliccando due volte sull'icona del comando, viene aperto il dialogo appresso rappresentato.

Opzioni contenimento del danno

Stato limite

SLO

SLD

SLV

Moltiplicatore 1.00000

Valore riferimento per rappresentazione grafica

Valore di riferimento 0.005000

Tamponatura collegata rigidamente

Tamponatura non collegata rigidamente

Continua

Nel dialogo deve essere selezionato lo stato limite rispetto al quale si vuole eseguire la verifica degli spostamenti. Si può scegliere tra le azioni per lo SLD, lo SLV o lo SLO.

Si può assegnare un moltiplicatore degli spostamenti, come richiesto dalla norma al punto 7.3.3.3 delle NTC 2018 nel caso di SLV.

Deve essere assegnato nella cella Valore di riferimento il valore del rapporto limite tra lo spostamento subito in testa ad un elemento verticale e l'altezza di interpiano.

E' possibile far assegnare automaticamente tale valore tramite i bottoni sottostanti che imposteranno i valori prescritti dalla norma secondo il seguente criterio.

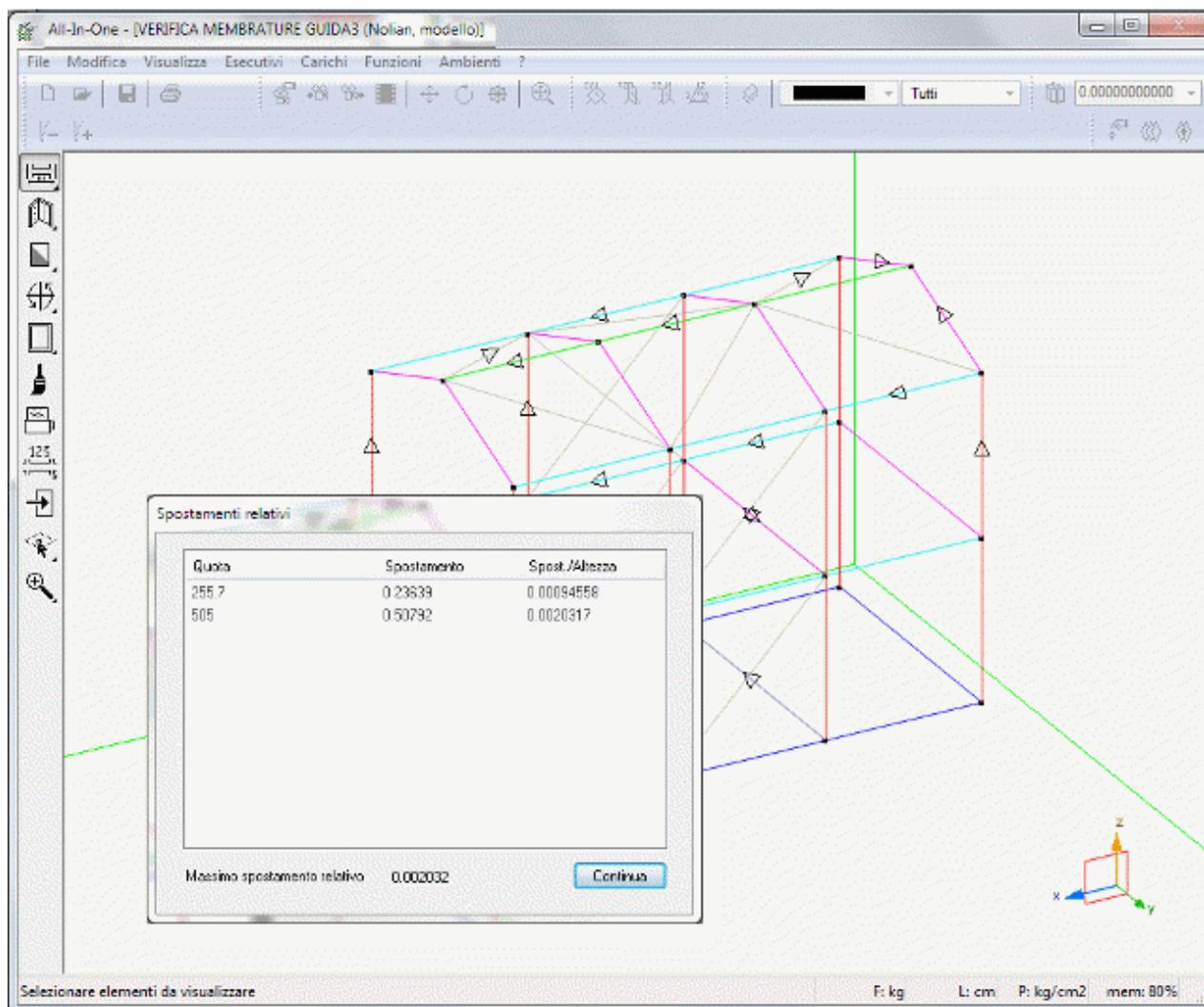
Tamponatura collegata rigidamente: limite  $d_r < 0,005 h$  secondo la relazione 7.3.16 del DM18

Tamponatura non collegata rigidamente: limite  $d_r < 0,01 h$  secondo la relazione 7.3.17 del DM 18

Nel caso lo stato limite di riferimento selezionato per eseguire la verifica sia lo SLO, vengono moltiplicati per 2/3 tali valori come richiesto da normativa al punto 7.3.7.2 delle NTC 2018.

Dopo aver impostato le opzioni di verifica selezionare quindi l'elemento (o gli elementi) verticali che si desidera verificare. Si può fare anche una selezione globale. In questo caso gli elementi verticali vengono ordinati per quota usando una lista di piani, e per ogni piano viene mostrata la verifica per l'elemento che subisce lo spostamento maggiore.

I dati ottenuti sono una lista di quote di impalcato per ognuna delle quali vi è il valore di spostamento (relativo) e cioè la differenza di spostamenti di estremità, e spostamento  $d_r$  rispetto all'interpiano (Spost./Altezza).

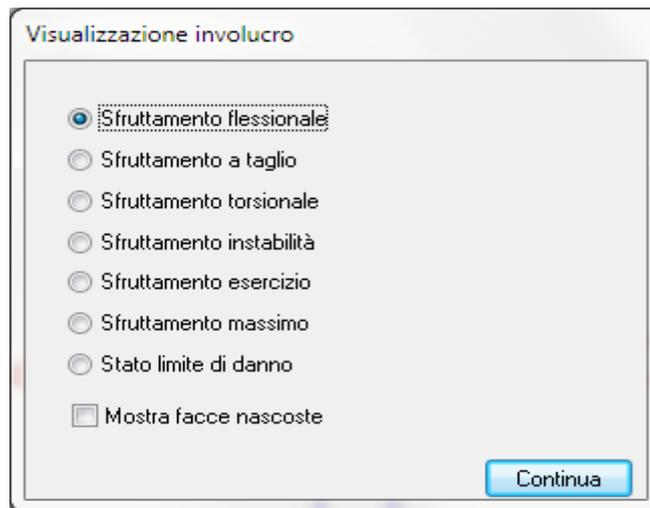


Oltre alla verifica a dialogo, è possibile ottenere una rappresentazione dei risultati di tale verifica attivando nel dialogo Visualizzazione involucro (descritto precedentemente) l'opzione Stato limite di danno.

## Rappresentazione delle verifiche

Il comando Rappresentazione verifiche permette di ottenere la rappresentazione del fattore di sfruttamento delle membrature.

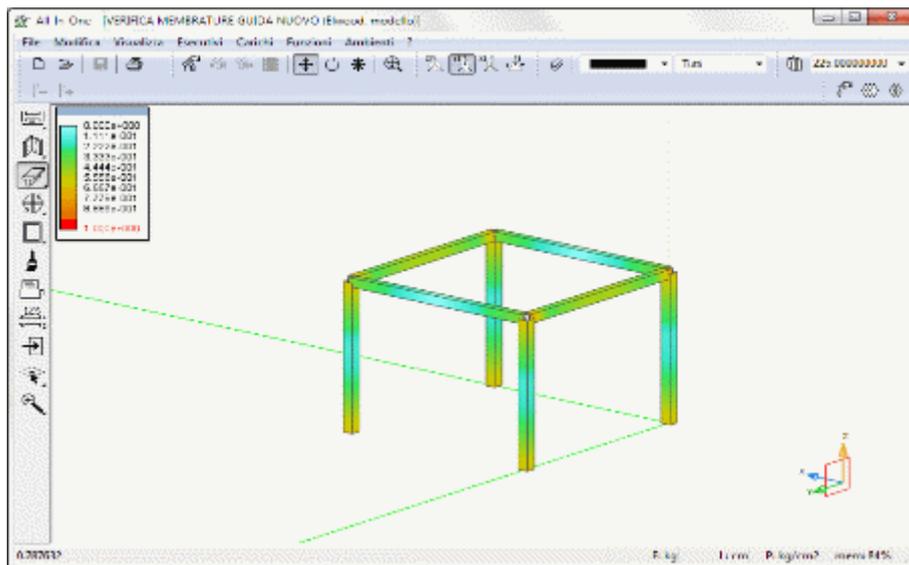
Cliccando due volte sull'icona della palette viene aperta la seguente finestra di dialogo:



In questa finestra deve essere selezionato il tipo di verifica per la quale si vuole ottenere la rappresentazione del fattore di sfruttamento.

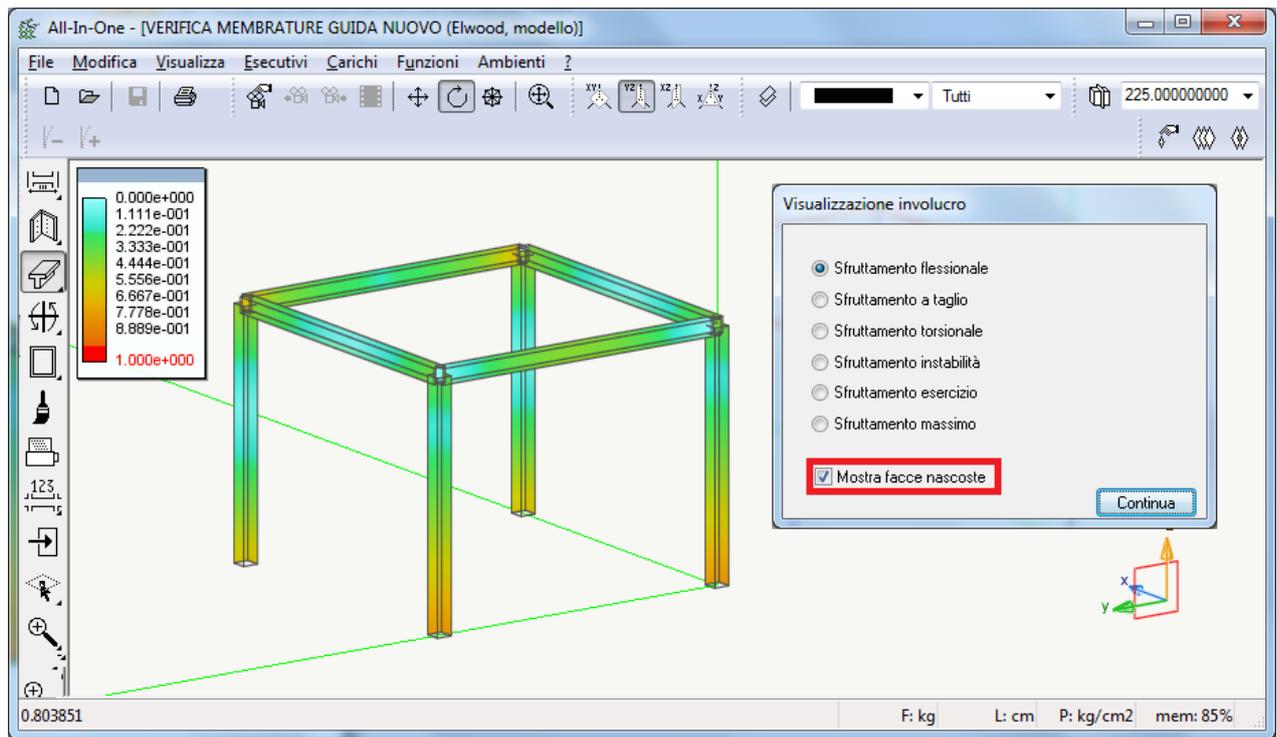
L'opzione Sfruttamento massimo consente di rappresentare lo sfruttamento maggiore calcolato dal programma, tra tutte le verifiche eseguite.

Una volta selezionato il tipo di rappresentazione voluta, si clicca il bottone Continua e si seleziona l'elemento voluto oppure con il lazo di selezione tutta o una parte della struttura ottenendo una rappresentazione del tipo mostrato in figura.



La rappresentazione avviene per mappatura di colori sul modello solido della struttura.

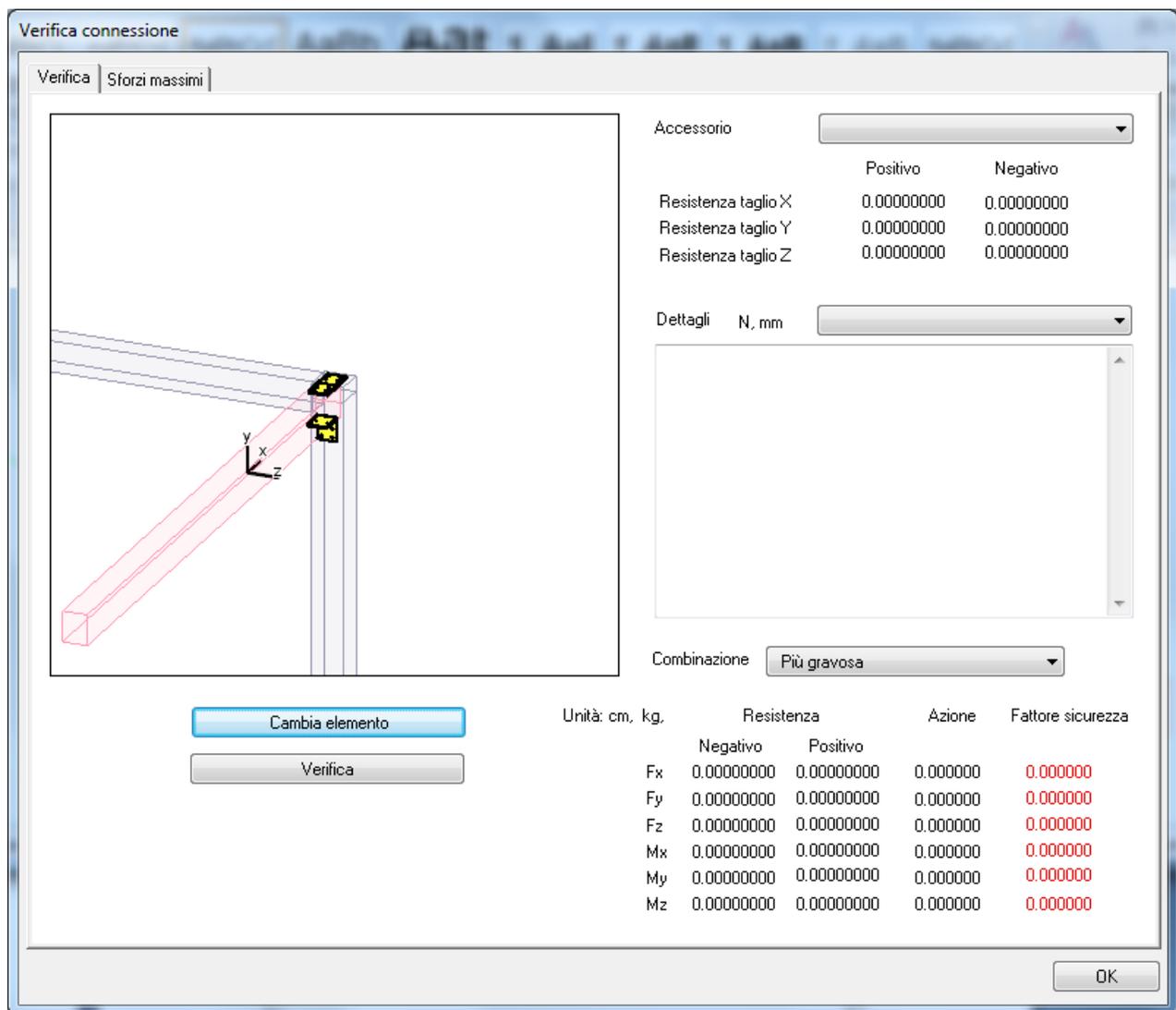
Il check-box Mostra facce nascoste, se selezionato, permette di ottenere la rappresentazione sulle facce non visibili dalla vista assonometrica corrente, utile nel caso su alcuni elementi si abbiano stati di sollecitazione biasiali.



## Verifiche giunto

Il comando Verifiche giunto si attiva dalla quarta fila di icone della palette e permette di accedere al dialogo di controllo dei risultati delle verifiche dei giunti della struttura.

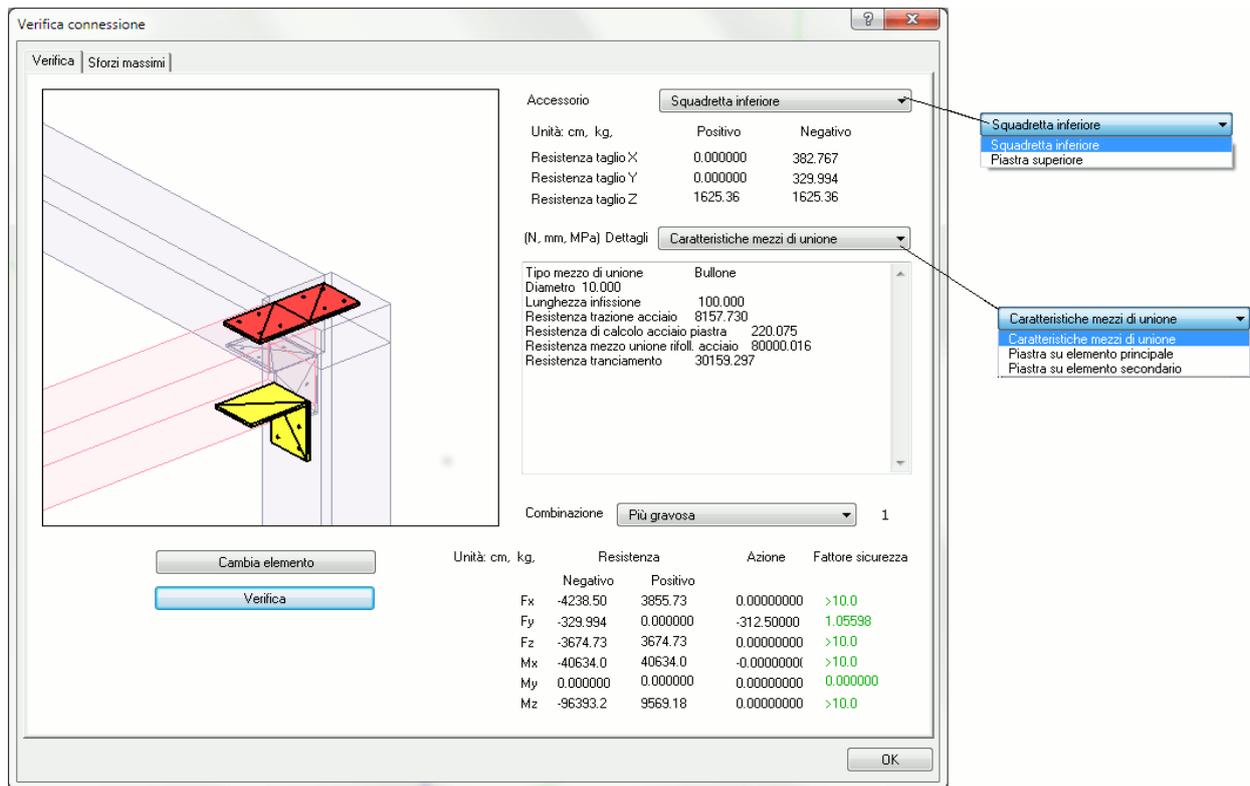
Una volta selezionato il comando, cliccando sul nodo che si desidera indagare viene aperta la seguente finestra di dialogo:



Nella finestra analogamente a quanto fatto nel dialogo "Gestione connessione", si deve andare a rendere corrente l'elemento al quale sono stati assegnati gli accessori, tramite il bottone "Cambia elemento".

Se in uno stesso giunto vi sono più elementi ai quali sono stati assegnati accessori, si procede controllando i risultati per un elemento alla volta, cambiando l'oggetto corrente tramite il bottone "Cambia elemento".

Una volta selezionato l'elemento di interesse, cliccando il bottone Verifica il programma mostrerà nella parte destra del dialogo i risultati del calcolo.



La parte destra del dialogo, dove vengono restituiti i risultati della verifica, è organizzata in più parti che riportano i risultati della verifica dell'accessorio e del giunto nel suo complesso.

### Risultati dell'Accessorio

Nella in alto sono mostrati i risultati relativi al singolo accessorio, dall'apposito menu a tendina si può selezionare l'accessorio per il quale si vogliono controllare le resistenze.

Vengono restituite le resistenze a taglio dell'accessorio, secondo le tre direzioni (nella rappresentazione del giunto è riportato anche il sistema di riferimento locale) sia per il verso positivo che negativo.

Le resistenze dell'accessorio riportate, sono il minimo tra tutti i vari anelli della catena che costituiscono elemento resistente dell'unione. Nell'esempio sopra, è resa corrente la trave (evidenziata in rosso nell'immagine), e nella tendina è selezionata la squadretta inferiore (colorata in giallo nell'immagine), per tale accessorio il programma calcola la resistenza in direzione X positiva che è il minimo tra le seguenti.

- la resistenza assiale della sezione piena e netta trasversale del piatto orizzontale della squadretta;
- la resistenza a taglio/flessione della sezione piena e netta trasversale del piatto verticale della squadretta;
- la resistenza a rifollamento e tranciamento dei bulloni sul piatto orizzontale della squadretta;
- la resistenza a rifollamento e tranciamento dei bulloni sulla trave in legno a cui sono connessi i bulloni;
- La resistenza in direzione X negativa è il minimo tra:
  - la resistenza assiale della sezione piena e netta trasversale del piatto orizzontale della squadretta,;
  - la resistenza a taglio/flessione della sezione piena e netta del trasversale del piatto verticale della squadretta;
  - la resistenza a rifollamento e tranciamento dei bulloni sul piatto orizzontale della squadretta;
  - la resistenza a trazione dei bulloni sul piatto verticale della squadretta;
- la resistenza ad estrazione dei bulloni dalla colonna in legno, e non avendo assegnato noi un valore alla forza resistente ad estrazione, abbiamo che tale meccanismo di collasso non ha elementi resistenti che gli si oppongono, ed il valore posto come Resistenza a taglio X negativa è nullo.

Con lo stesso principio sono calcolati i valori di resistenza a taglio secondo le altre due direzioni. Cambiando dal menu accessorio assegnato all'elemento, vengono aggiornati i valori riportati, seguendo sempre il principio della minima resistenza tra tutti i vari meccanismi di rottura.

## Risultati di Dettaglio

In questa parte del dialogo è presente un menu dal quale è possibile selezionare le informazioni che si vogliono visualizzare nel quadro sottostante.

Le opzioni disponibili sono elencate nel seguito.

### **Caratteristiche mezzi di unione**

Vengono riportate le informazioni sul tipo la geometria e la resistenza del singolo elemento di unione quali:

Tipo mezzo di unione: assegnato precedentemente dall'utente (Bullone, chiodo, ecc.);

Diametro (mm): assegnato precedentemente dall'utente;

Lunghezza infissione (mm): assegnato precedentemente dall'utente;

Resistenza trazione acciaio (Mpa): tensione di rottura a trazione dell'acciaio che costituisce il mezzo di unione;

Resistenza di calcolo acciaio piastra (Mpa): tensione di snervamento dell'acciaio che costituisce l'accessorio divisa per il coefficiente di sicurezza  $\gamma_M$ ;

Resistenza mezzo unione rifoll. acciaio (N): resistenza a rifollamento del mezzo di unione contro il piatto che costituisce l'accessorio, calcolata secondo la relazione 4.2.61 del DM18;

Resistenza tranciamento (N): resistenza a tranciamento del mezzo di unione, calcolata secondo la relazione 4.2.57, 4.2.58, 4.2.59 del DM18;

### **Piastra su elemento principale**

Vengono riportate le informazioni sulla resistenza della connessione riferite all'attacco dell'accessorio sull'elemento principale, che è da intendere come l'elemento corrente impostato dall'utente, come definito precedentemente.

Le informazioni riportate sono:

*Fattore interp. spess. piastra (0=sott, 1=sps.)*

viene indicato con il valore 0 o 1 se la piastra è definita SOTTILE o SPESSA secondo le indicazioni del punto 7.8.2.3 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

*Resistenza*

mezzo unione rifollamento 0° (Mpa): viene riportata la resistenza a rifollamento del mezzo di unione contro l'elemento ligneo nella direzione parallela alla fibratura, calcolata secondo il punto 7.8.5.1.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007

*Resistenza rifollamento 90° (Mpa)*

viene riportata la resistenza a rifollamento del mezzo di unione contro l'elemento ligneo nella direzione perpendicolare alla fibratura, calcolata secondo il punto 7.8.5.1.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

*Momento snervamento (Nxmm)*

viene riportata la resistenza del momento di snervamento del mezzo di unione contro l'elemento ligneo, calcolata secondo il punto 7.8.5.1.1 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

*Estrazione (N)*

viene riportata la forza di estrazione eventualmente assegnata dall'utente al mezzo di unione nel dialogo Assegnazioni Default

*Mezzi unione efficaci*

è il numero di mezzi efficace calcolato secondo le prescrizioni (variabili a seconda del mezzo di unione assegnato), dalle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

*Resistenza assiale (fv,Rk) x, Resistenza taglio (fv,Rk) y, Resistenza taglio (fv,Rk) z*

sono riportate le resistenze fv,Rk nelle tre direzioni x,y,z calcolate secondo le relazioni indicate al punto 7.8.2.3 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

*Resistenza piastra a taglio ridotta per fless., Resistenza a taglio sezione netta piastra, Resistenza flessionale sezione piastra* sono le resistenze della sezione del piatto dell'accessorio connesso all'elemento principale, calcolate nel piano della piastra, al netto delle forature;

*Resistenza flessionale chiodatura nel piano, Taglio limite per flessione chiodatura nel piano* sono le resistenze flessionali ed a taglio dei mezzi di unione, calcolati sulla base delle  $f_v, R_k$  e rapportate alla disposizione dei mezzi, quindi considerando il numero efficace, ed il braccio di azione delle forze resistenti dei mezzi di unione.

*Res. taglio piastra fuori-piano rid. Flessione, Res. taglio fuori-piano netta piastra, Res. flessionale fuori-piano piastra* sono le resistenze della sezione del piatto dell'accessorio connesso all'elemento principale, calcolate perpendicolarmente al piano della piastra;

#### *Resistenza legno schiacciamento*

è la resistenza dell'elemento ligneo nei confronti della compressione perpendicolare alla fibratura secondo il punto 6.5.1.4 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

#### **Piastra su elemento secondario**

Vengono riportate le informazioni descritte sopra, ma riferite all'attacco dell'accessorio sull'elemento non impostato come corrente.

#### **Risultati globali**

Nella parte in basso a destra sono riportati i risultati di calcolo globali della resistenza dell'unione.

Dal menu Combinazione è possibile scegliere la combinazione per la quale si vogliono controllare i risultati. Di default è riportata la combinazione definita Più gravosa che è quella che fa riscontrare il Fattore di sicurezza più basso.

Una volta scelta la combinazione il programma mostra sotto la colonna Resistenza i valori delle sei caratteristiche di sollecitazione resistenti globali relative all'unione sia in verso positivo che negativo. Il termine globale indica che viene mostrata la somma di tutti i contributi alla resistenza dell'unione dei vari accessori assegnati.

Sotto la colonna Azione sono riportati i valori delle caratteristiche di sollecitazione trasmesse dall'elemento impostato come corrente nella combinazione selezionata.

Nell'ultima colonna è riportato il fattore di sicurezza relativo ad ogni sollecitazione.

Questo dialogo consente di accedere ad una seconda pagina: Sforzi massimi la quale riporta i valori delle azioni agenti sul nodo, per le sei combinazioni, ognuna riferita al valore massima di una delle sollecitazioni.

Verifica connessione

Verifica Sforzi massimi

Ascissa	Combinazione	Nx	Ty	Tz	Mx	My	Mz
500.0000	14	3.0312847	943.25000	-0.00000000	137.89794	0.00000000	-0.00000000
500.0000	14	3.0312847	943.25000	-0.00000000	137.89794	0.00000000	-0.00000000
500.0000	1	1.1729859	365.00000	-0.00000000	229.82990	0.00000000	-0.00000000
500.0000	1	1.1729859	365.00000	-0.00000000	229.82990	0.00000000	-0.00000000
500.0000	1	1.1729859	365.00000	-0.00000000	229.82990	0.00000000	-0.00000000
500.0000	1	1.1729859	365.00000	-0.00000000	229.82990	0.00000000	-0.00000000

OK

## Rappresentazione verifica giunto

Questo comando si attiva dal quarto gruppo di icone della palette e consente di ottenere una rappresentazione tramite mappa di colore sullo stato di verifica delle unioni.

Cliccando due volte sull'icona viene aperta la seguente finestra di dialogo:

Opzioni rappresentazione verifica giunti

I criteri di sfruttamento saranno considerati solo per le componenti di sforzo viste

Tx     Ty     Tz     Mx     My     Mz

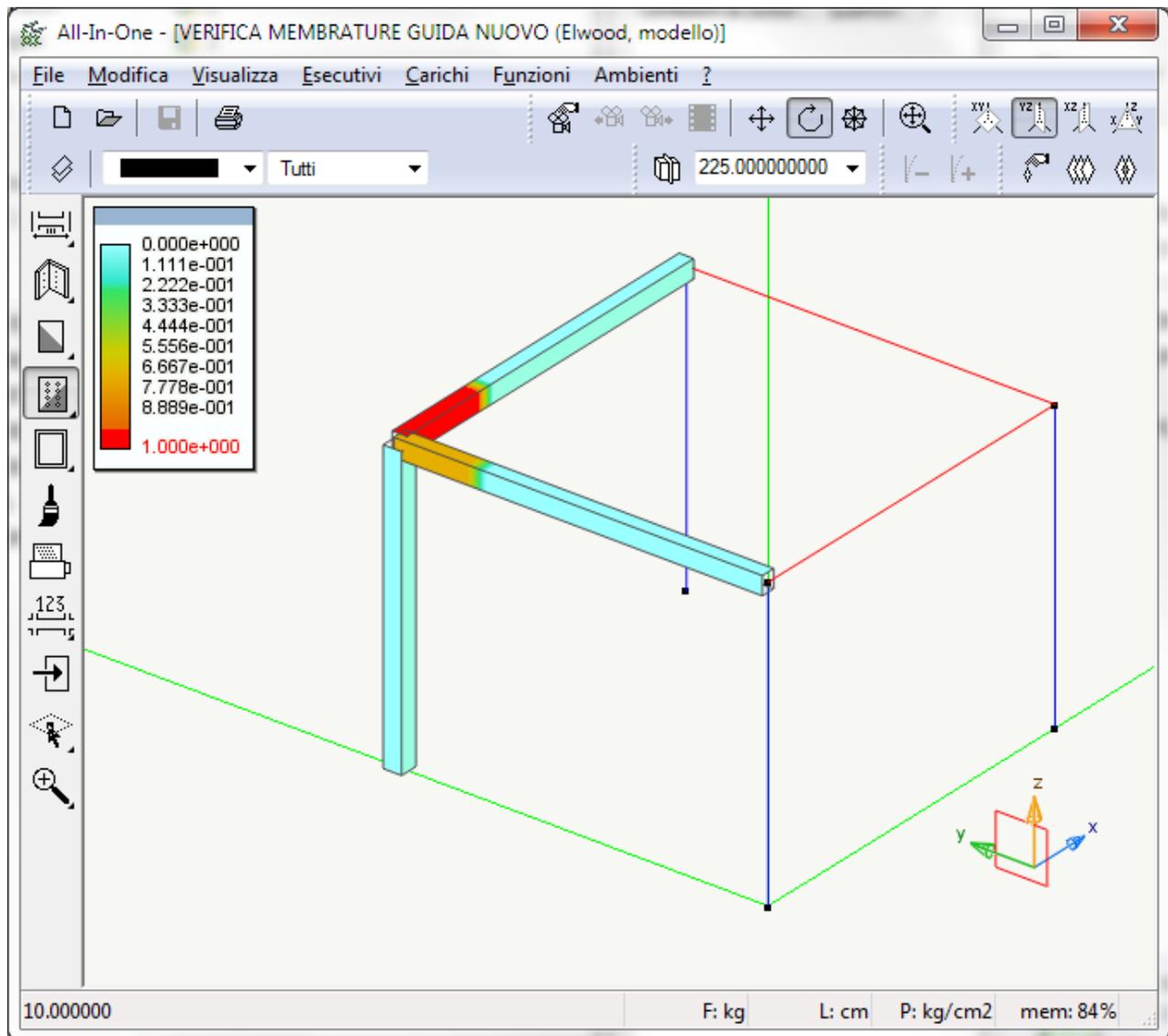
Applica anche nella stampa delle verifiche

Continua    Annulla

In questo dialogo sono presenti gli indici corrispondenti alle 6 caratteristiche di sollecitazione agenti sul nodo, la spunta dei relativi check-box attiva o disattiva la rappresentazione della verifica dell'unione nei confronti delle varie azioni agenti. Ad esempio attivando i check-box Tx, Ty, Tz, saranno mostrati i risultati della verifica esclusivamente in relazione a tali sollecitazioni.

E' possibile applicare tale opzioni anche alla stampa dei tabulati spuntando il relativo Check-box.

Successivamente all'impostazione nel dialogo sopra si attiva il comando e si va a selezionare il nodo o i nodi per i quali si vuole ottenere la rappresentazione:



Questi saranno mostrati in mappatura di colore corrispondente al livello di sfruttamento.

I nodi che hanno un fattore di sfruttamento maggiore di 1.0 comporta che tali elementi saranno rappresentati in rosso.

## Verifica resistenza all'incendio

Le funzioni relative a questa verifica sono attive solo se è presente l'ambiente Quarmon.

I comandi sono affidati alla quinta riga di icone delle palette.

I capitoli riguardanti questa verifica sono i seguenti:

- [Opzioni per la resistenza al fuoco](#)
- [Dimensionamento ricoprimento](#)
- [Assegnazione conduttività dei lati](#)
- [Verifica membratura per incendio](#)
- [Rappresentazione verifica per incendio](#)

### Opzioni per la resistenza al fuoco

Nella pagina Resistenza al fuoco vengono richiesti tutti i parametri necessari per l'esecuzione delle verifiche in condizioni di incendio.

Assegnazioni default

Caratteristiche legno | Caratteristiche acciaio | Mezzi di unione | Interassi e distanze | Resistenza fuoco

Parametri incendio

Velocità carbonizzazione (b0)

Velocità carbonizzazione (bn)

Coeff. kfi per frattile 20%

Durata incendio (min)

Caratteristiche ricoprimenti

Densità lana di roccia (kg/mc)

Dimensionamento ricoprimento

Materiale ricoprimento

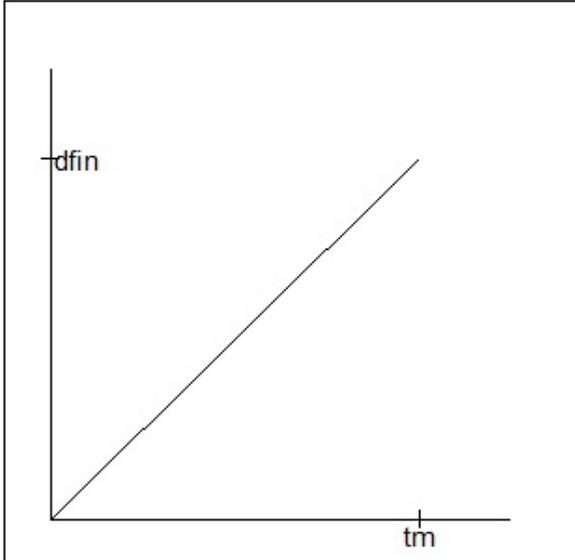
Spessore (mm)

tch (min)

tf (min)

ta (min)

dfin (mm)



I dati richiesti sono i seguenti.

#### Parametri incendio

*Velocità carbonizzazione (b0) (espressa in mm/min)*

è la velocità di carbonizzazione riportata per i vari tipi di essenza nella tabella 3.1 dell'EC 5 UNI EN 1995-1-2:2005;

*Velocità carbonizzazione (bn) (espressa in mm/min)*

è la velocità di carbonizzazione convenzionale di progetto, include l'effetto degli spigoli arrotondati, parametro definito al punto 3.4.2 e riportato per i vari tipi di essenza nella tabella 3.1 dell'EC 5 UNI EN 1995-1-2:2005;

Il programma in funzione del tipo di legno impostato assume di default i valori di b0 e bn riportati nella tabella 3.1 dell'EC 5.

*Coeff. kfi per frattile 20%*

è il coefficiente definito al punto 2.3 e riportato per i vari tipi di essenza nella tabella 2.1 dell'EC 5 UNI EN 1995-1-2:2005 da assumere pari a:

Legno massiccio:  $k_{fi} = 1,25$

Legno lamellare:  $k_{fi} = 1,15$  Nell'esecuzione delle verifiche in condizioni di incendio si assume il 20% come frattile di riferimento.

Il coefficiente  $k_{fi}$  è appunto il fattore che consente il passaggio dal valore delle caratteristiche meccaniche riferito al frattile 5%, a quello riferito al 20%.

*Durata incendio (min)*

è il tempo di durata dell'incendio

### Caratteristiche ricoprimenti

Densità lana di roccia (kg/mc), nel programma è possibile assegnare dei ricoprimenti sui lati degli elementi volti ad isolare la trave o il pilastro dalle fiamme, i materiali che è possibile assegnare sono lana di roccia, gesso, e legno. Dato che il potere isolante della lana di roccia è funzione oltre che del suo spessore, anche della sua densità, nel caso si abbia questo tipo di ricoprimento l'utente deve assegnare la densità del materiale.

## Dimensionamento ricoprimento

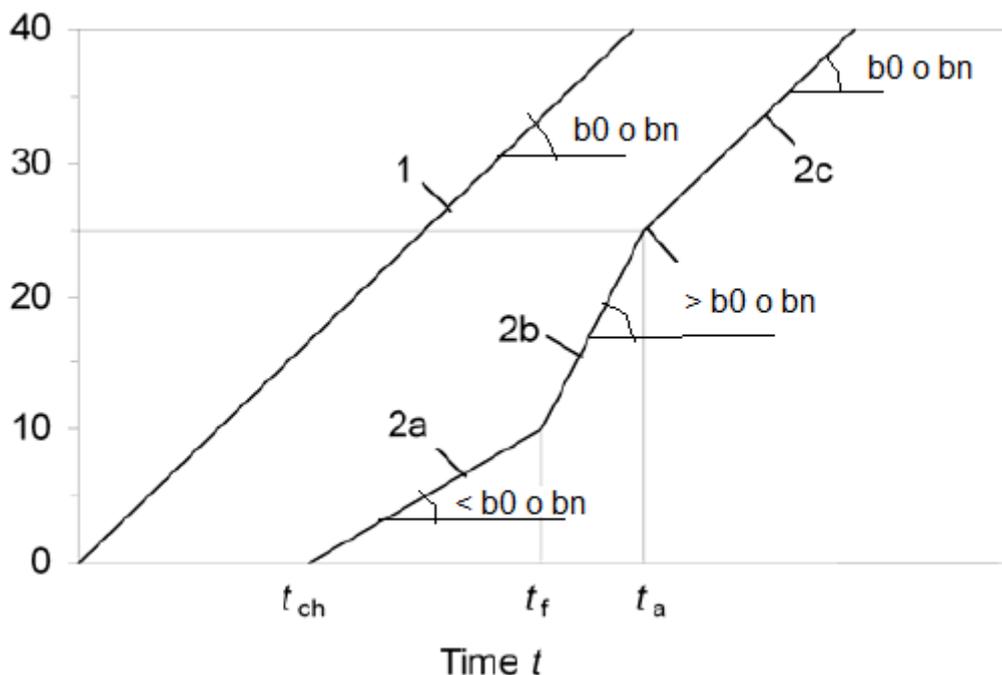
In questa sezione si può eseguire una pre-analisi dell'efficacia dello strato di ricoprimento adottato inserendo i seguenti dati: Materiale ricoprimento: dall'apposito menu si può scegliere il materiale che costituirà lo strato isolante degli elementi, le opzioni disponibili sono: Nessuno, gesso, legno, lana di roccia.

Spessore (mm): indica lo spessore del ricoprimento.

Cliccando sul bottone Calcola, possono ottenere le seguenti informazioni:

- $t_{ch}$  (min) è il parametro definito al punto 3.4.3.1 dell'EC 5, il suo significato è spiegato successivamente;
- $t_f$  (min): è il parametro definito al punto 3.4.3.1 dell'EC 5, il suo significato è spiegato successivamente;
- $t_a$  (min): è il parametro definito al punto 3.4.3.1 dell'EC 5, il suo significato è spiegato successivamente;
- $d_{fin}$  (mm) rappresenta lo spessore superficiale carbonizzato della sezione resistente al tempo  $t_m$  indicato nel campo Durata incendio

Nell'EC 5 il modello semplificato che descrive la carbonizzazione all'interno di un elemento strutturale ligneo è descritto nel seguente grafico:



La legge che descrive l'avanzamento della carbonizzazione nel tempo ha andamento lineare, ove l'inclinazione indica la velocità di carbonizzazione ( $b_0$  o  $b_n$ ) indicate in tabella 3.1 dell'EC 5.

Nel caso di un elemento privo di ricoprimenti, l'andamento è quello descritto dalla retta 1.

Nel caso di un elemento protetto da ricoprimenti, si ha l'andamento descritto dalla spezzata 2.

All'inizio dell'incendio si ha un intervallo fino al tempo  $t_{ch}$  ove il ricoprimento isola totalmente l'elemento strutturale, dopo il tempo  $t_{ch}$  si ha un parziale deterioramento delle proprietà isolanti del ricoprimento e quindi si inizia a carbonizzare la sezione dell'elemento, ma con una velocità minore rispetto a  $b_0$  e  $b_n$ .

Al tempo  $t_f$  si ha il totale deterioramento del ricoprimento, e si ha un incremento della velocità di carbonizzazione che arriva a superare i valori  $b_0$  e  $b_n$ , questo a causa della presenza dei residui del ricoprimento che in tale intervallo divengono elementi di incremento alla velocità di carbonizzazione.

Al tempo  $t_a$  il materiale di ricoprimento non ha più alcuna influenza e quindi la velocità di carbonizzazione diviene pari a  $b_0$  e  $b_n$ .

A seconda del tipo di ricoprimento, dello spessore, e della densità assegnati, si può avere che  $t_{ch}$ , coincida con  $t_f$ , per ulteriori approfondimenti si rimanda all'EC 5.

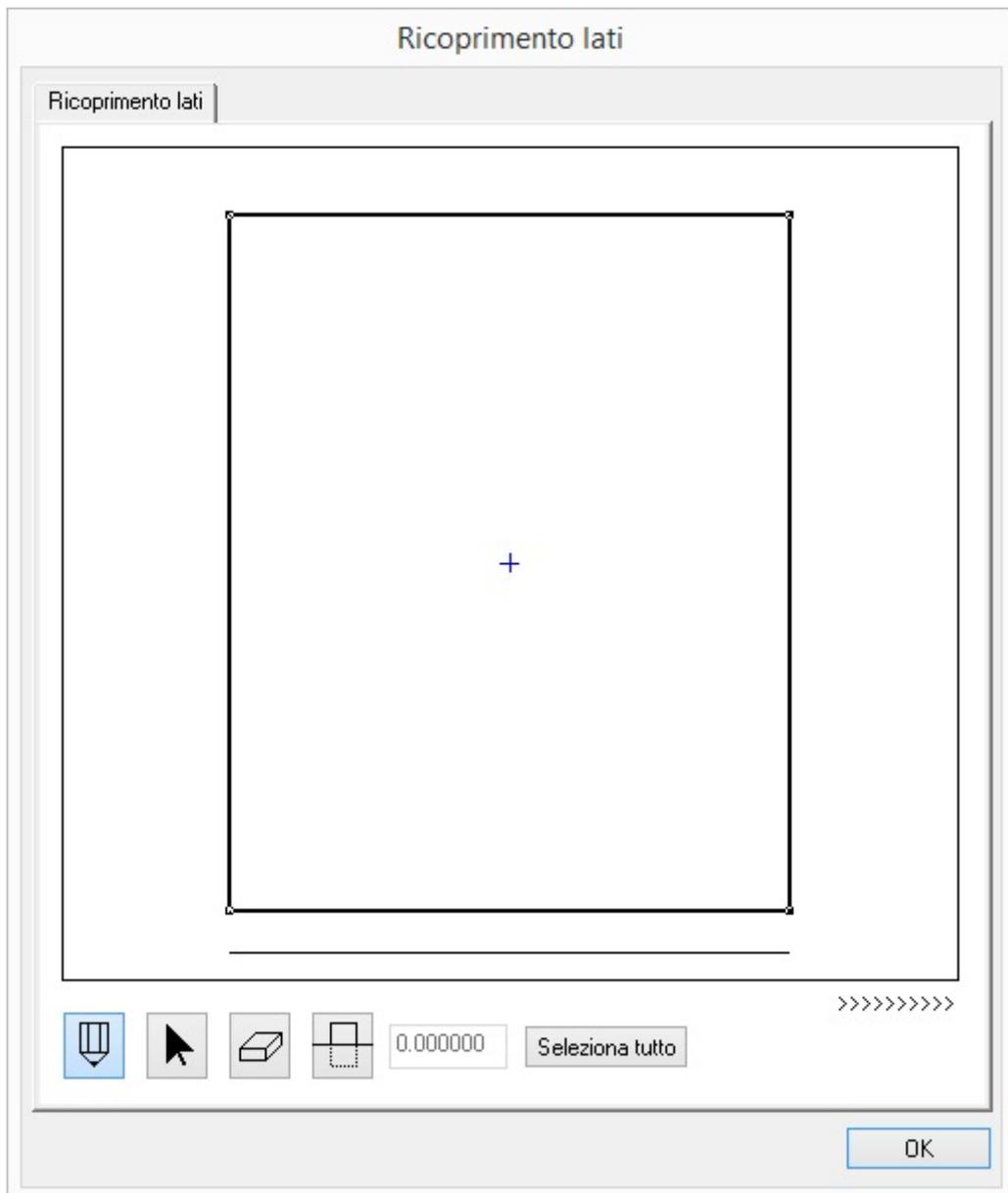
Lo spessore della porzione carbonizzata è calcolato con la relazione riportata al punto 4.2.2 dell'EC 5:

$$d_{fin} = d_{char,n} + k_0 \times d_0$$

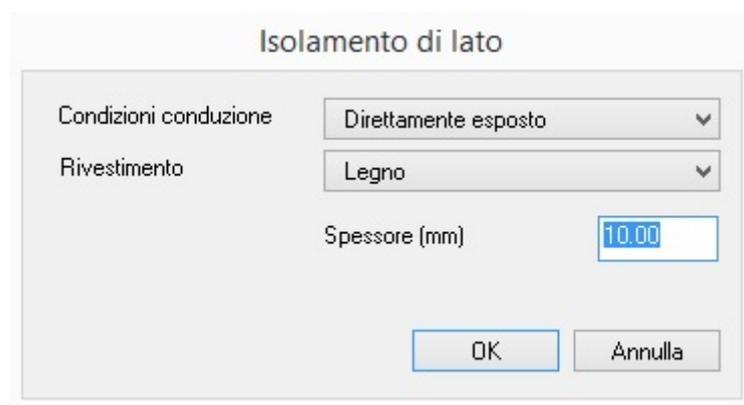
- $d_0 = 7,0$  mm;
- $k_0$  = è il coefficiente dipendente dal tempo, esso varia linearmente ed è posto pari a 0 per  $t=0$  mentre è pari a 1 per  $t \geq 20$  min, per valori di  $t$  tra 0 e 20 viene calcolato il corrispondente valore di  $k_0$ ;
- $d_{char,n}$  = è lo spessore carbonizzato definito al punto 3.4.3 dell'EC 5, in linea generale il suo valore è pari a  $d_{char,n} = b_0 \times t$  oppure  $d_{char,n} = b_n \times t$  a seconda delle condizioni di esposizione dei lati dell'elemento, inoltre se si hanno strati di protezione, il valore di  $d_{char,n}$  totale sarà calcolato come somma dei vari  $d_{char,n}$  parziali corrispondenti alle varie spezzate del grafico mostrato a pagina precedente.

## Assegnazione conduttività dei lati

Selezionando il comando Assegna conduttività dei lati e cliccando un elemento (tenendo premuto il tasto shift è possibile eseguire una selezione multipla) apre la seguente finestra di dialogo.



Nel dialogo viene mostrata la sezione dell'elemento, alla quale è possibile assegnare lo stato conduttivo dei contorni. Selezionando l'icona con il simbolo della Matita si può poi selezionare un lato della sezione al quale sarà assegnato l'eventuale strato di isolamento tramite il seguente dialogo.



Dal menu Condizioni conduzione viene assegnata la condizione dell'elemento scegliendo tra le seguenti opzioni: Isolato,

Direttamente esposto, Indirettamente esposto.

Dal menu Rivestimento è possibile assegnare l'eventuale strato isolante scegliendo tra: gesso, legno, lana di roccia. Nel campo Spessore viene assegnato lo spessore dello strato di rivestimento

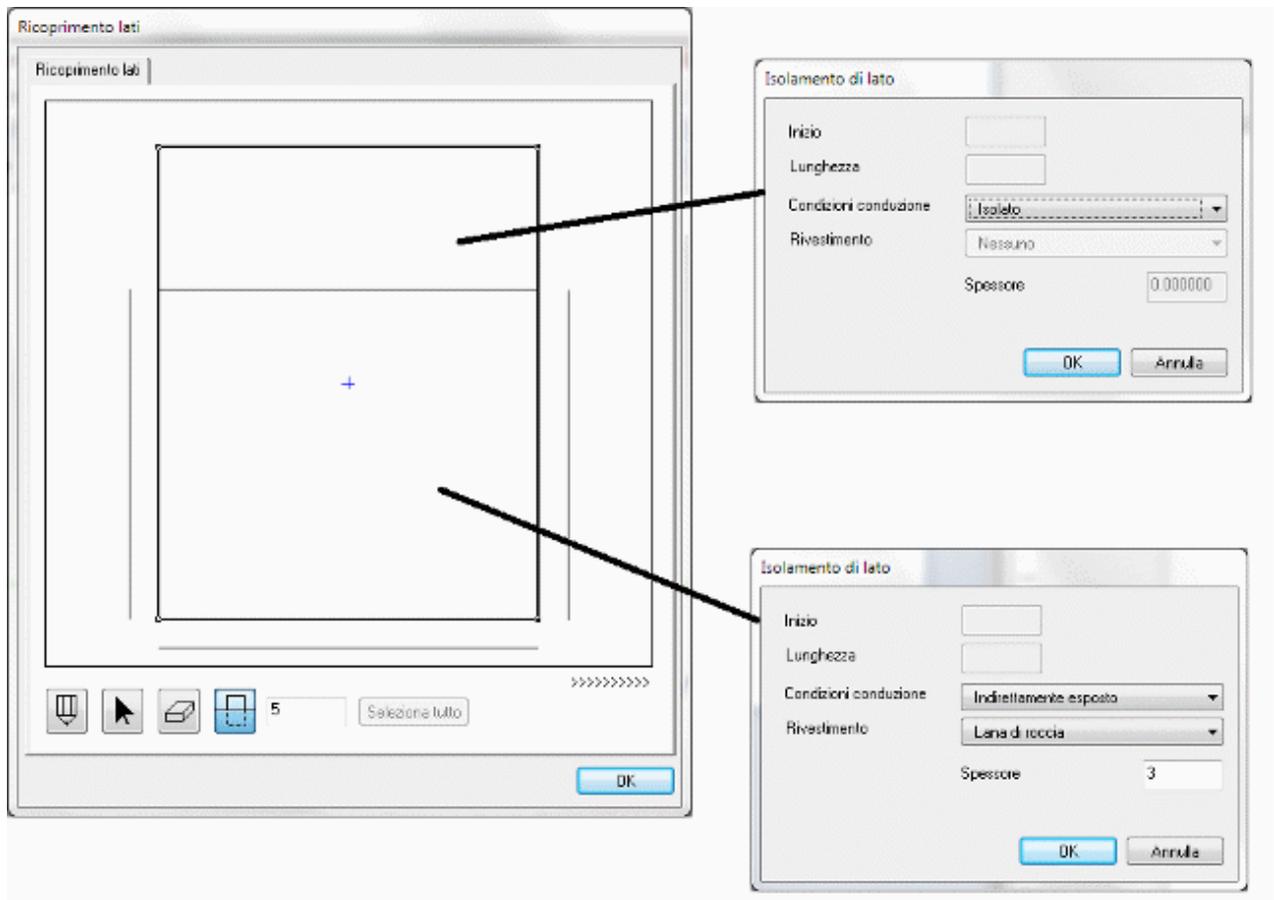
Lo spessore è in millimetri.

I lati ai quali è stato assegnato un rivestimento vengono indicati sulla sezione tramite una linea parallela al lato rivestito. L'icona con una Freccia permette di operare delle modifiche sui lati a cui sono già stati assegnati in precedenza dei rivestimenti.

L'icona con l'immagine della gomma da cancellare permette di cancellare le assegnazioni precedentemente eseguite. Selezionando uno dei tre comandi appena descritti, e cliccando sul bottone Seleziona tutto il programma esegue il comando corrente su tutti i lati della sezione.

L'ultima icona permette di eseguire una assegnazione per metà sezione, attivando tale comando e cliccando prima una e poi l'altra porzione della sezione, è possibile andare ad assegnare rivestimenti differenti.

Nella cella accanto all'icona è possibile indicare un'ordinata differente della divisione rispetto al baricentro della sezione, inserendo un valore positivo o negativo a seconda che si voglia spostare la linea di suddivisione in alto o in basso rispetto al baricentro.

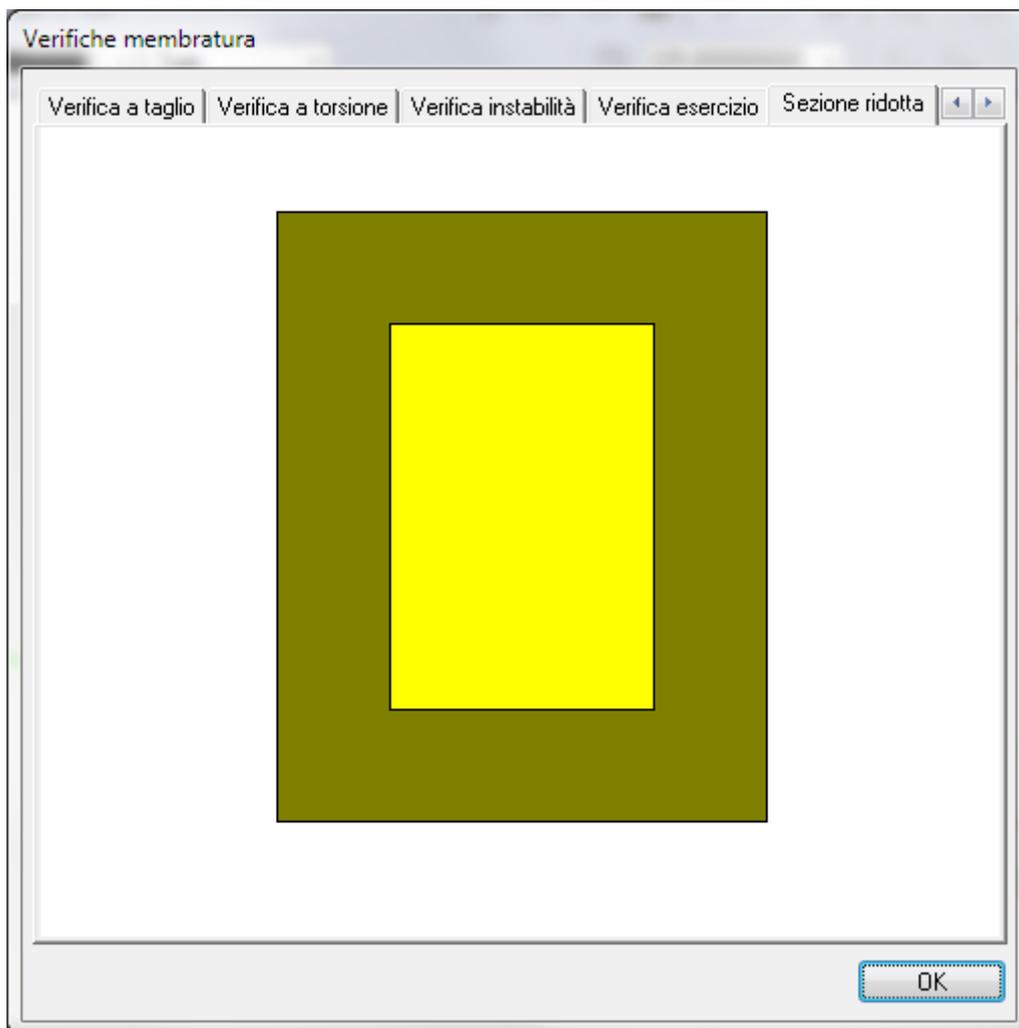


Le condizioni al contorno assegnate nel presente dialogo, si intendono valide per tutta la lunghezza dell'elemento e non è possibile assegnarle a tratti in lunghezza, nel caso si abbia tale necessità si consiglia di spezzare l'elemento in vari tratti direttamente nel modello realizzato in Nòlian.

## Verifica membratura per incendio

Questo comando è analogo al comando Verifiche membrature della icona a palette n.3 (alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti) precedentemente descritto e presenta i medesimi risultati, l'unica differenza è che in questo caso le verifiche sono riferite alle condizioni di incendio, pertanto le sollecitazioni prese in considerazione sono quelle della famiglia Eccezionali, e i valori di resistenza sono calcolati sulla sezione residua dell'elemento ligneo depurata dallo strato carbonizzato.

In questo paragrafo descriveremo solo il contenuto dell'ultima pagina del dialogo delle verifiche, Sezione ridotta che mostra la rappresentazione della sezione ridotta con lo strato esterno carbonizzato presa in considerazione per l'esecuzione delle verifiche.



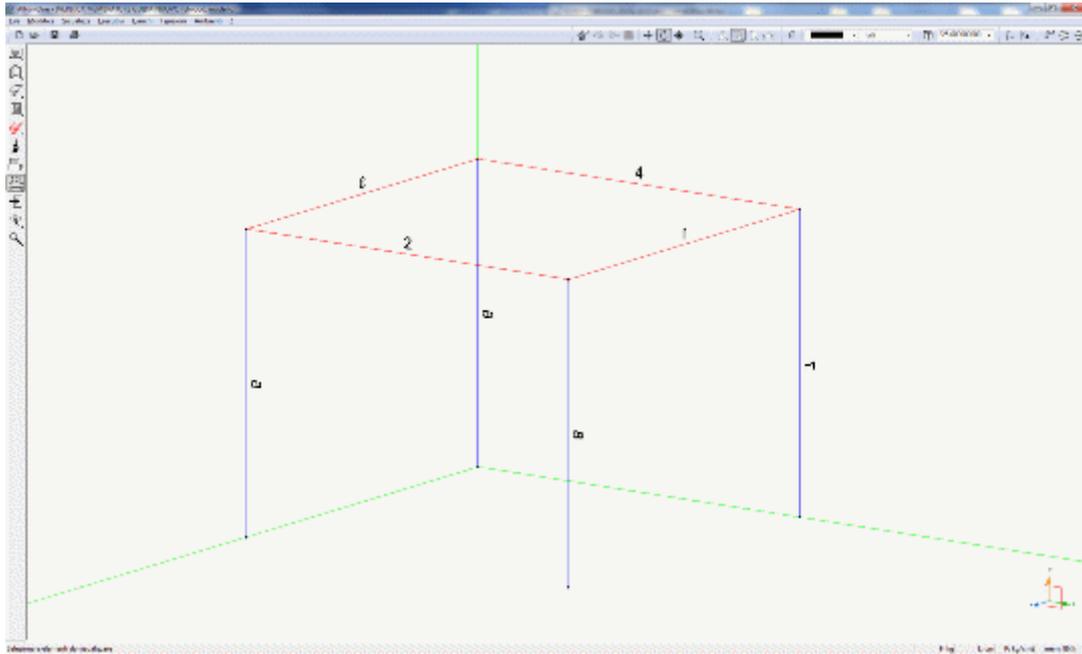
## Rappresentazione verifica per incendio

Questo comando è analogo al comando Rappresentazione verifica membratura della icona a palette n.3 (alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti) precedentemente descritto e presenta i medesimi risultati, l'unica differenza è che in questo caso le verifiche sono riferite alle condizioni di incendio, pertanto le sollecitazioni prese in considerazione sono quelle della famiglia Eccezionali, e i valori di resistenza sono calcolati sulla sezione residua dell'elemento ligneo depurata dallo strato carbonizzato.

## Funzioni ausiliarie

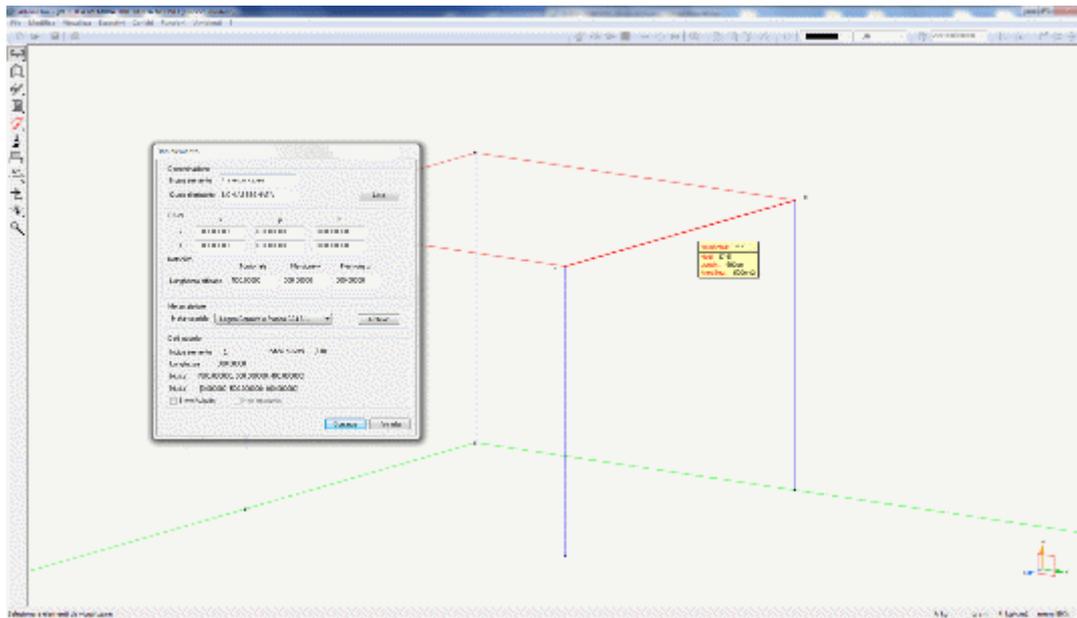
Queste funzioni si attivano dal menu Funzioni oppure dalla sesta riga di icone delle palette.

Selezionando il seguente comando e selezionando poi uno o più elementi della struttura, si ottiene una vista del modello con l'indicazione accanto ad ogni elemento del suo indice:

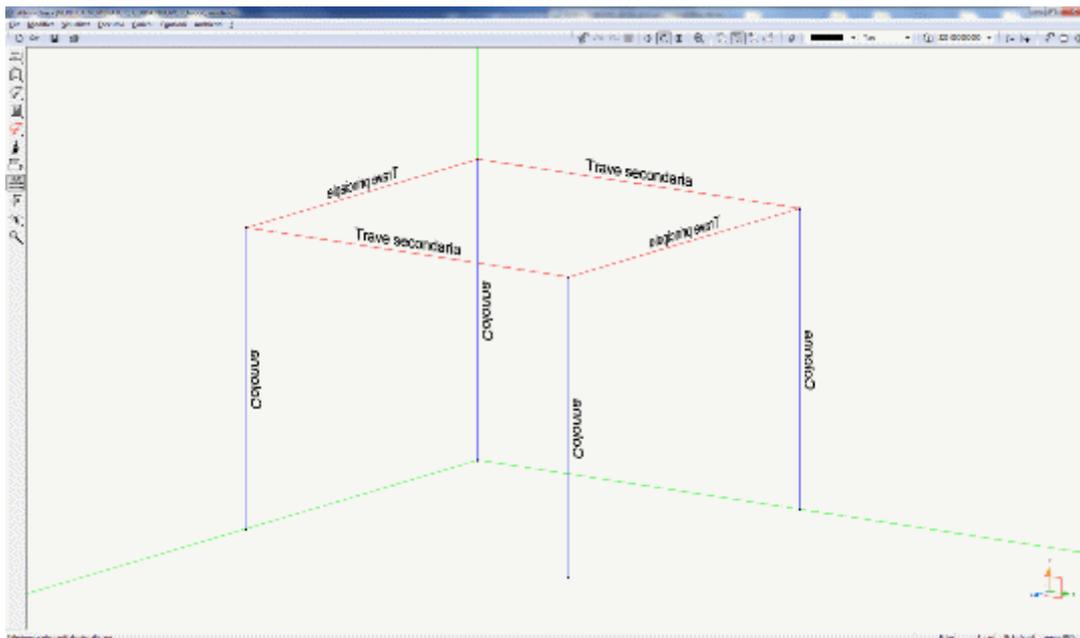


## Visualizza denominazione elemento

Se con il comando Dati elemento presente nella icona a palette n.1, è stata assegnata una denominazione agli elementi del modello:

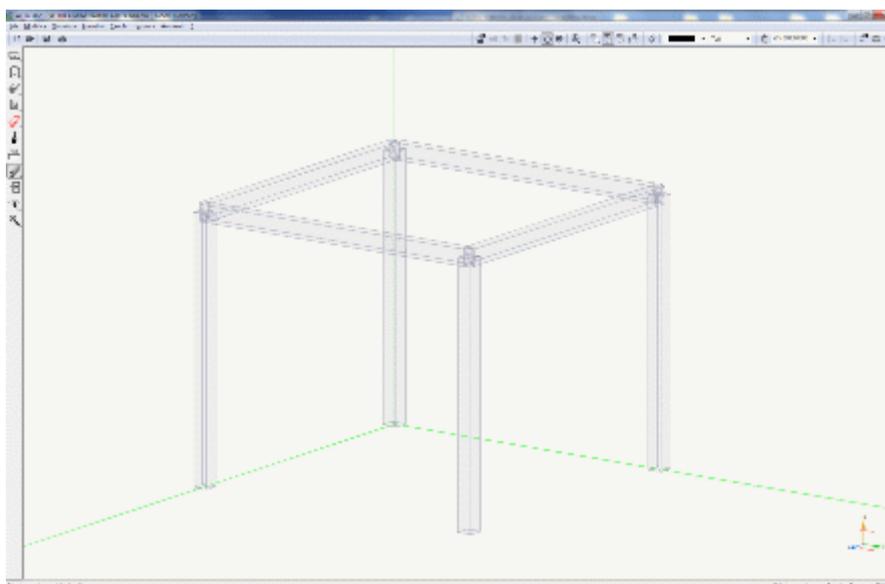


Selezionando il seguente comando e selezionando poi uno o più elementi della struttura, si ottiene una vista del modello con l'indicazione accanto ad ogni elemento della sua denominazione:



## Rappresentazione solida dell'elemento

Selezionando il seguente comando e selezionando poi uno o più elementi della struttura, si ottiene una vista solida trasparente del modello della struttura:



## Copia/Incolla accessori

Dopo aver assegnato degli accessori ad un nodo, se all'interno della struttura sono presenti altri nodi che presentano le medesime caratteristiche del nodo iniziale, invece che operare su ogni nodo le medesime assegnazioni, è possibile tramite i comandi Copia ed Incolla accessori, di eseguire la duplicazione dell'unione a tutti i nodi che l'utente desidera.

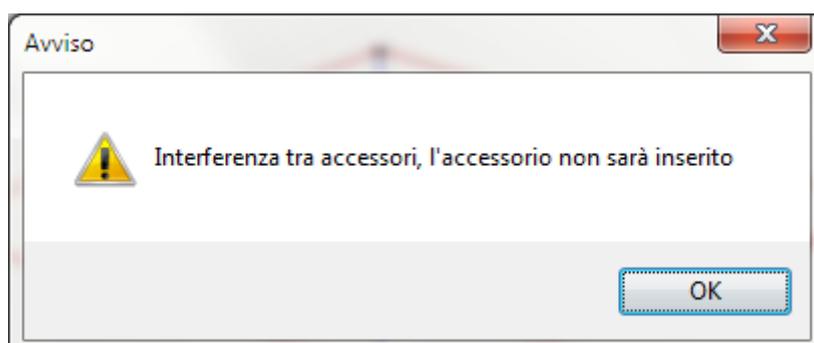
Una volta eseguite le assegnazioni sul nodo Sorgente, si attiva il comando selezionandolo dall'apposito menù a tendina nella barra in alto del programma, oppure si richiama digitando da tastiera Ctrl+C, a questo punto si deve cliccare sull'elemento trave o colonna vicino all'estremità del nodo Sorgente:

La conferma della selezione sarà comunicata all'utente tramite una evidenziazione dell'elemento cliccato nel tratto vicino al nodo Sorgente.

A questo punto si richiama il comando Incolla accessori selezionandolo dall'apposito menù a tendina nella barra in alto del programma, oppure si richiama digitando da tastiera Ctrl+V, e si va a cliccare sull'elemento trave o colonna vicino all'estremità del nodo Destinazione, per controllare che la copia sia andata a buon fine basta attivare il comando Rappresenta giunto nella icona a palette n.2:

E' possibile operare selezioni multiple dei nodi da rappresentare selezionandoli tenendo premuto il tasto Shift e dando conferma con il tasto Invio.

Note: Questo comando funziona correttamente se i nodi di Destinazione presentano le medesime caratteristiche del nodo Sorgente se non è possibile eseguire il comando Incolla accessori sul nodo di destinazione il programma ne darà avviso con il seguente messaggio:

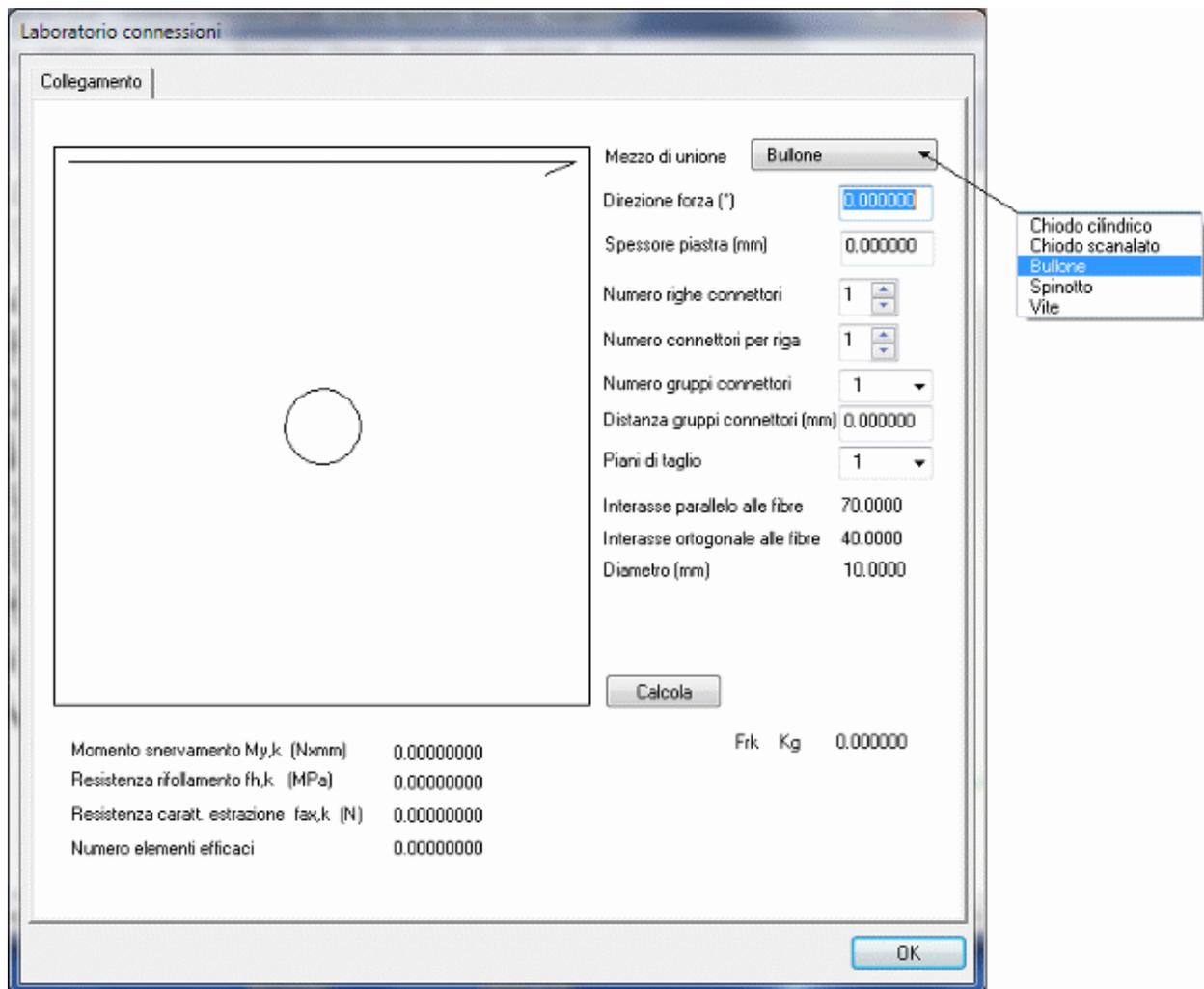


L'accessorio "incollato" viene generato con le caratteristiche di default assegnate per renderlo conforme agli elementi che lo ricevono. Pertanto le modifiche geometriche eventualmente apportate non vengono copiate.

## Laboratorio collegamenti

Il Laboratorio collegamenti è uno strumento messo a disposizione dell'utente sia per eseguire una pre-valutazione della resistenza dei mezzi di unione e della loro configurazione, da assegnare ai vari accessori per realizzare le unioni, oppure può essere uno strumento di valutazione della resistenza degli elementi di unione che non richiede la presenza all'interno del file di un modello strutturale.

All'attivazione del comando viene aperta la seguente finestra di dialogo:



Nel dialogo devono essere inseriti i seguenti dati:

Mezzo di unione: selezionare il tipo dall'apposito menu;

Direzione forza (°): deve essere indicato l'angolo della direzione in cui si vuole valutare la resistenza, rispetto alla direzione della fibratura del legno;

Spessore piastra (mm): indicare lo spessore della piastra di connessione;

Numero righe connettori: indica il numero di file orizzontali di mezzi di unione;

Numero connettori per riga: indica il numero di mezzi di unione per ogni fila orizzontale;

NOTA: La distanza di interasse tra le righe e tra i vari mezzi di unione su ogni riga, è impostata automaticamente in base alle distanze minime di interasse dettate dalle Istruzioni CNR-DT 206/2007, ed impostate dall'utente nel dialogo Assegnazioni default nella pagina Interassi e distanze, e nella finestra del Laboratorio sono riportate tali distanze nella parte in basso espresse in mm.

Numero gruppi di connettori: tale dato è utile se si desidera valutare la resistenza di 2 gruppi di connettori posti a distanze differenti da quelle minime di norma, nelle celle Numero righe connettori e Numero connettori per riga si assegna il numero di mezzi di unione per gruppo, e dal menu a tendina del Numero gruppi di connettori si seleziona 2

Distanza gruppi di connettori (mm): deve essere assegnata la distanza tra i gruppi di connettori;

Piani di taglio: deve essere assegnato il numero di piani di taglio, che equivale a considerare la presenza di 1 o 2 piatti di connessione;

Vengono riportati poi:

Interasse parallelo alle fibre in mm;

Interasse ortogonale alle fibre in mm;

Diametro (mm): diametro del mezzo di unione preso in automatico da quanto assegnato nel dialogo Assegnazioni default

Una volta eseguite tutte le assegnazioni si clicca il bottone Calcola ed il programma restituisce i seguenti dati:

Momento snervamento  $M_{y,k}$  (Nmm): viene riportata la resistenza del momento di snervamento del mezzo di unione contro l'elemento ligneo, calcolata secondo il punto 7.8.5.1.1 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

Resistenza rifollamento (Mpa): viene riportata la resistenza a rifollamento del mezzo di unione contro l'elemento ligneo nella direzione assegnata rispetto alla fibratura, calcolata secondo il punto 7.8.5.1.2 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

Resistenza caratt. a estrazione: viene riportata la resistenza a estrazione assegnata dall'utente nel dialogo Assegnazioni default nella pagina Mezzi di unione

Numero elementi efficaci : è il numero di mezzi efficace calcolato secondo le prescrizioni (variabili a seconda del mezzo di unione assegnato), dalle Istruzioni CNR-DT 206/2007;

Frk (kg): è la forza resistente calcolata secondo le relazioni indicate al punto 7.8.2.3 delle Istruzioni CNR-DT 206/2007 in base alle opzioni assegnate nel Laboratorio;

## Suggerimenti di modellazione

Allo stato attuale ElWood non supporta metamateriali, pertanto se si modella una struttura in cui sono presenti elementi in C.A. ed elementi in legno, il programma considererà anche gli elementi in C.A. come se fossero elementi lignei.

Al fine di poter operare agevolmente la progettazione e la selezione degli elementi per la stampa dei tabulati, si suggerisce di realizzare il modello in Nòlian operando una opportuna differenziale assegnazione di Layer e/o Colori, ad elementi costituiti da materiali differenti, in modo da poter spegnere o isolare velocemente in ElWood ed in EasyBeam, gli elementi che non sono di interesse dello specifico post-processore.