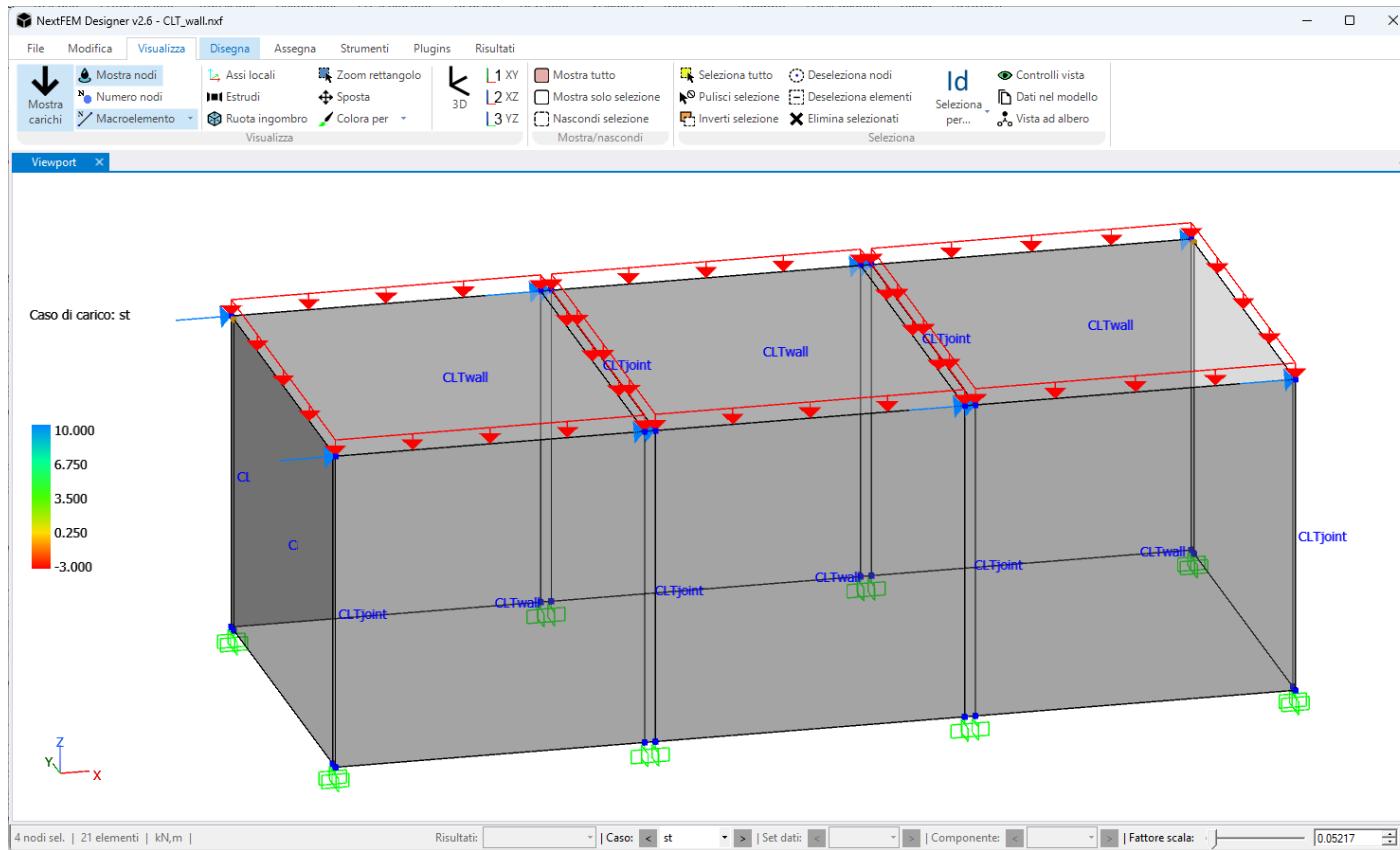


# NextFEM

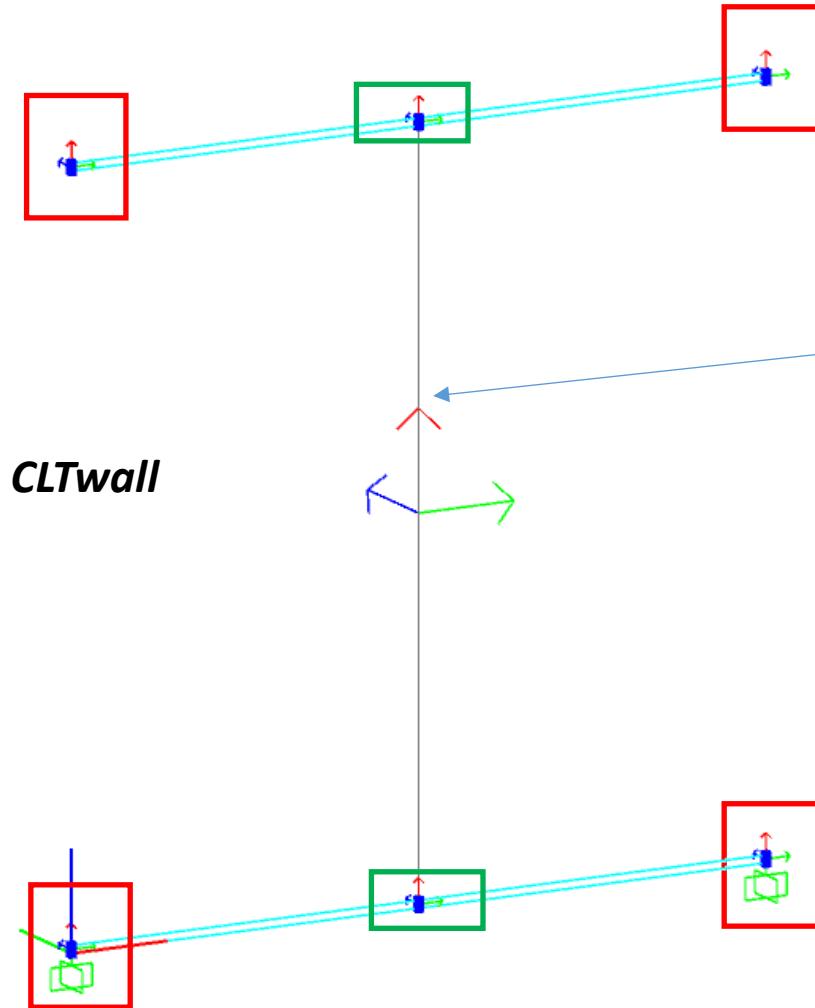
## NextFEM Designer

### Manuale modulo analisi e verifiche per *X-Lam* WoodCheck



# Macroelemento per pannelli in X-Lam

I pannelli in X-Lam possono essere rappresentati, a partire dalla versione 2.7, con il macroelemento **CLTwall**.



Questo macroelemento è formato da un macroelemento simile al wall, con 2 strati di molle (inferiore e superiore).

Si compone di:

- Pannello Xlam con comportamento a trave
- **Molle HD** (hold-down o tie-down) con risposta in trazione / compressione
- **Molle AB** (angle brackets, angolari) con risposta a taglio

Indipendentemente dai vincoli adottati alla base (es. incastri), il pannello risulta labile fuori dal suo piano, a motivo della necessità di adozione di uno schema scatolare per gli edifici in Xlam.

# Macroelemento per pannelli in X-Lam – Giunti verticali

I giunti verticali fra i pannelli in X-Lam possono essere rappresentati con il macroelemento ***CLTjoint***.

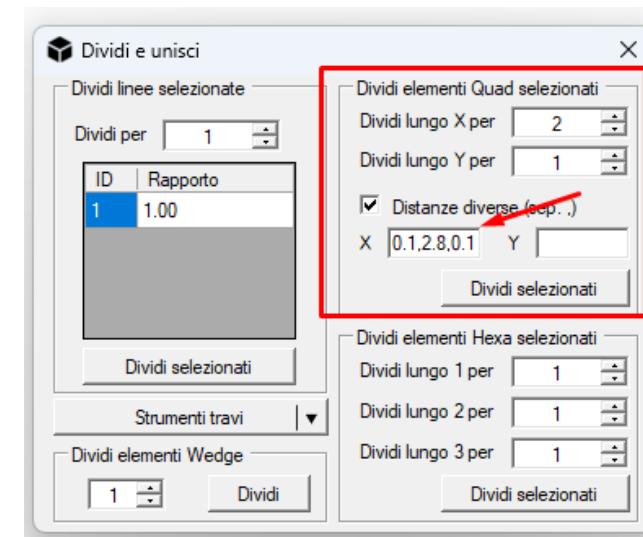


Si compone di **molle VJ** (vertical joint) con risposta a taglio, rappresentanti ciascuna metà della rigidezza del giunto a viti fra le pareti CLTwall.

## ***CLTjoint***

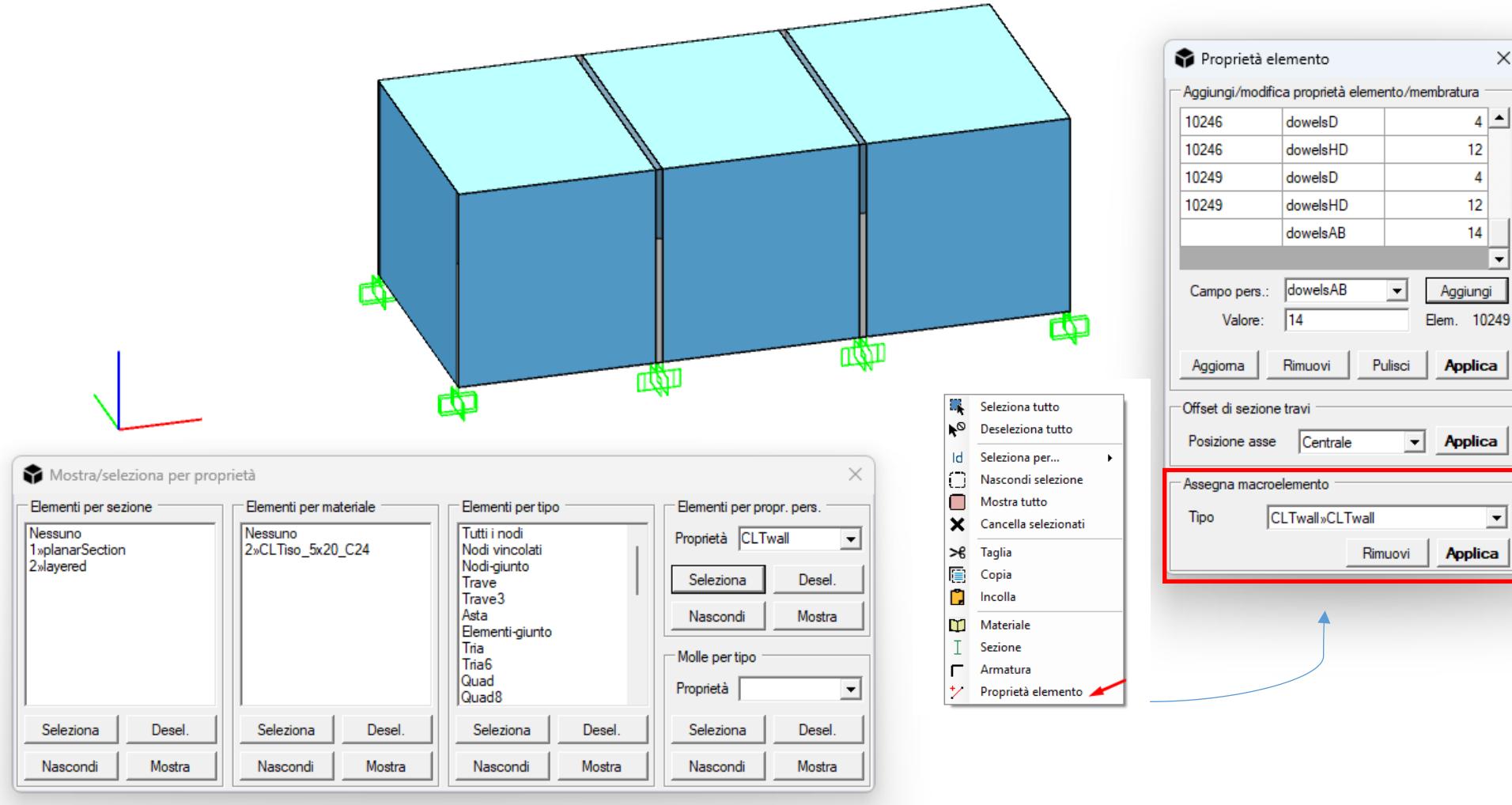


Il macroelemento deve essere posizionato fra pareti CLTwall, e non può essere usato da solo perché labile. Per facilitare il posizionamento, dividere il CLTwall originale mediante il comando *Modifica / Dividi e unisci*.



# Macroelemento per pannelli in X-Lam – assegnazione

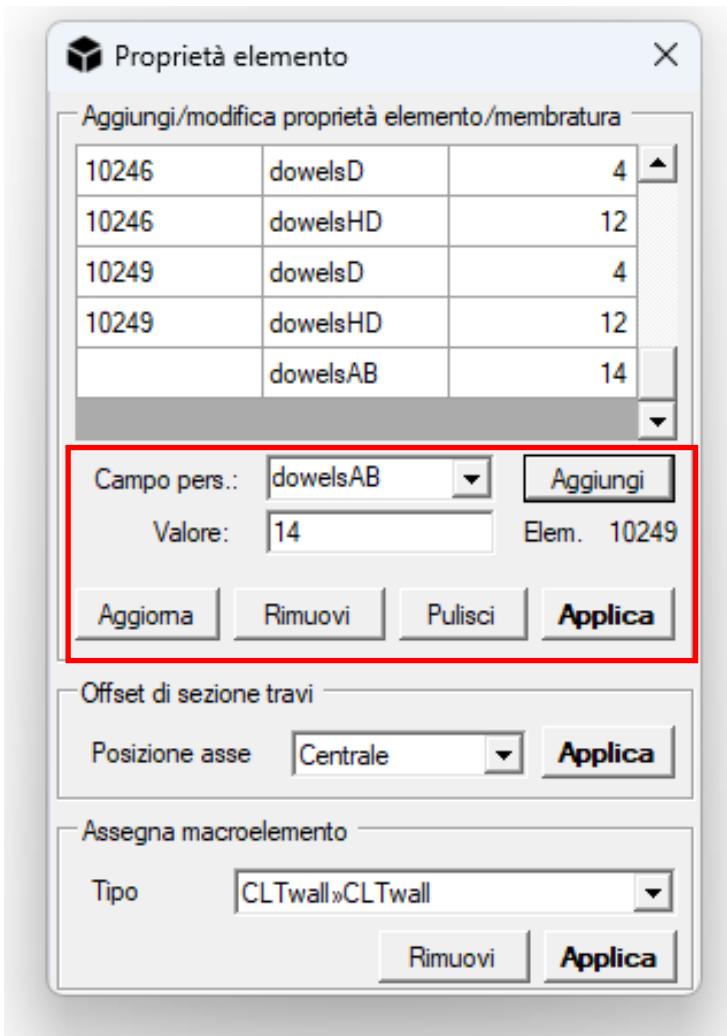
I pannelli in X-Lam possono essere rappresentati, a partire dalla versione 2.7, con il macroelemento **CLTjoint**.



Il macroelemento viene assegnato dalle **Proprietà Elemento** dal menu contestuale (doppio click dx nel viewport) o dal menu **Assegna**.

# Macroelemento per pannelli in X-Lam – connessioni

Per ciascun macroelemento *CLTwall* o *CLTjoint* vanno assegnate le seguenti proprietà:



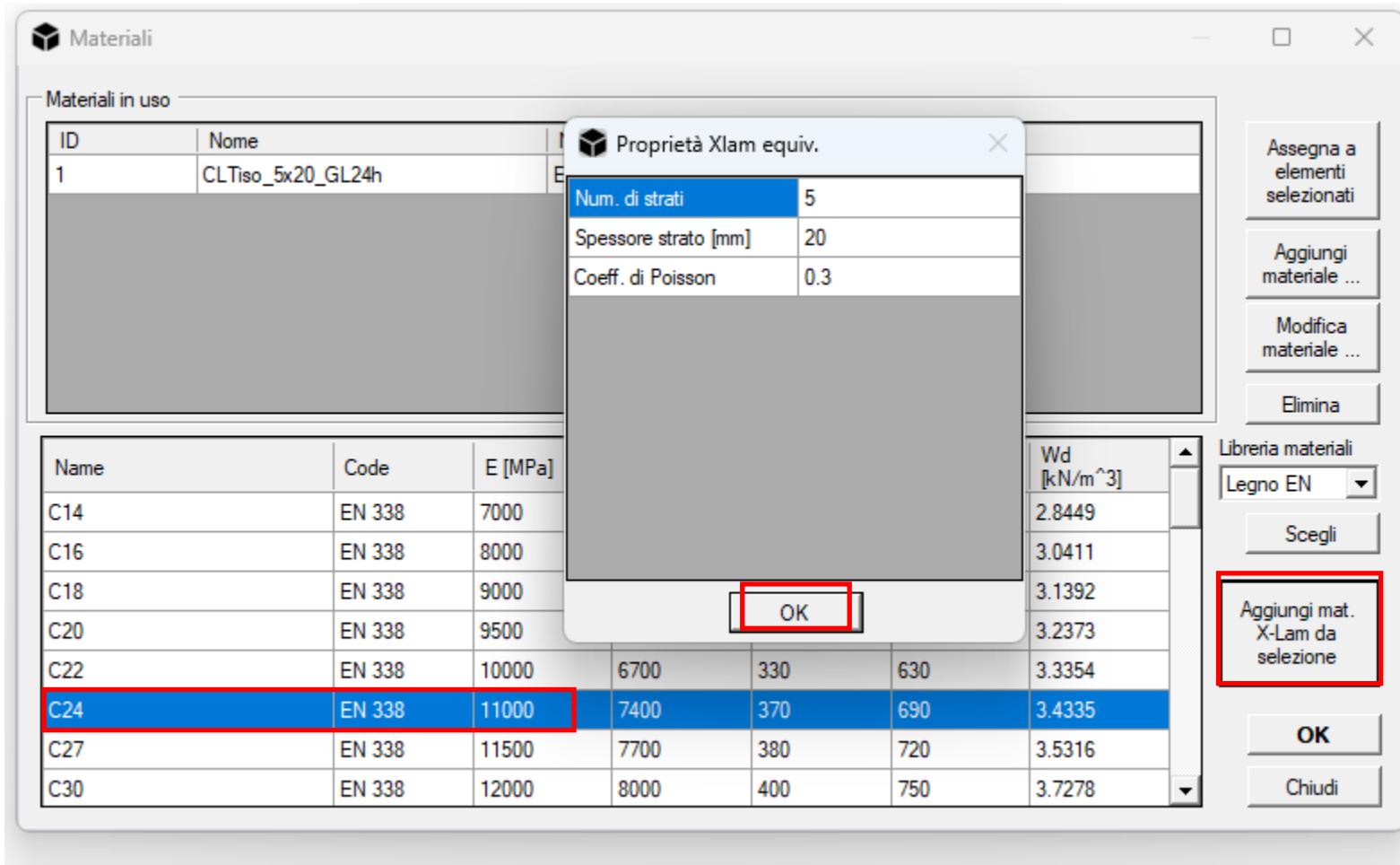
- Per *CLTwall* la proprietà **dowelsHD** indica il numero di viti o chiodi con preforo o viti per ciascun hold-down o tie-down
- per *CLTwall* la proprietà **dowelsAB** indica il numero totale di viti o chiodi di tutti gli angolari inferiori o superiori
- Per *CLTjoint*, la proprietà **dowelsVJ** indica il numero di viti o chiodi totali lungo il giunto fra pareti
- Per *CLTwall* e *CLTjoint*, la proprietà **dowelsD** indica il diametro dei connettori (chiodi o viti). Questo parametro è unico supponendo di utilizzare gli stessi chiodi/viti per tutta la parete.

È possibile assegnare queste proprietà a tutto il modello (pareti + giunti); le proprietà non sono in conflitto (*CLTwall* non usa *dowelsVJ*, e *CLTjoint* non usa *dowelsAB/HD*).

I dati verranno utilizzati per calcolare le rigidezze dei connettori per l'analisi.

# Materiale legno per pannelli in Xlam

Il comando «Aggiungi mat. X-Lam da selezione», disponibile quando si seleziona un materiale legno da libreria, permette di aggiungere un materiale elastico alla Blass-Fellmoser per rappresentare il pannello a strati.



È necessario:

- Selezionare un materiale legno
- Specificare un numero di strati
- Lo spessore degli strati
- Confermare o modificare il Coeff. di Poisson equivalente che si vuole adottare.

Si segnala infine che il programma supporta anche sezioni formate da più layer, tuttavia il materiale equivalente rimane l'approccio consigliato per semplicità operativa.

# Materiale legno per pannelli in Xlam

L'approccio di Blass-Fellmoser permette di ottenere un modulo di Young E e di taglio G equivalenti nell'analisi elastica. Assegnare quindi il materiale alle pareti in Xlam.

## Calcolo modulo elastico equivalente Xlam

C24

$$E_0 := 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90} := 370 \text{ MPa}$$

$$\nu := 0.3$$

media su 2 lati a 0°:

$$s_0 := 20 \text{ mm} \quad n_0 := 3 \quad s_{90} := 20 \text{ mm} \quad n_{90} := 2$$

$$s_{\text{tot}} := n_0 \cdot s_0 + s_{90} \cdot n_{90}$$

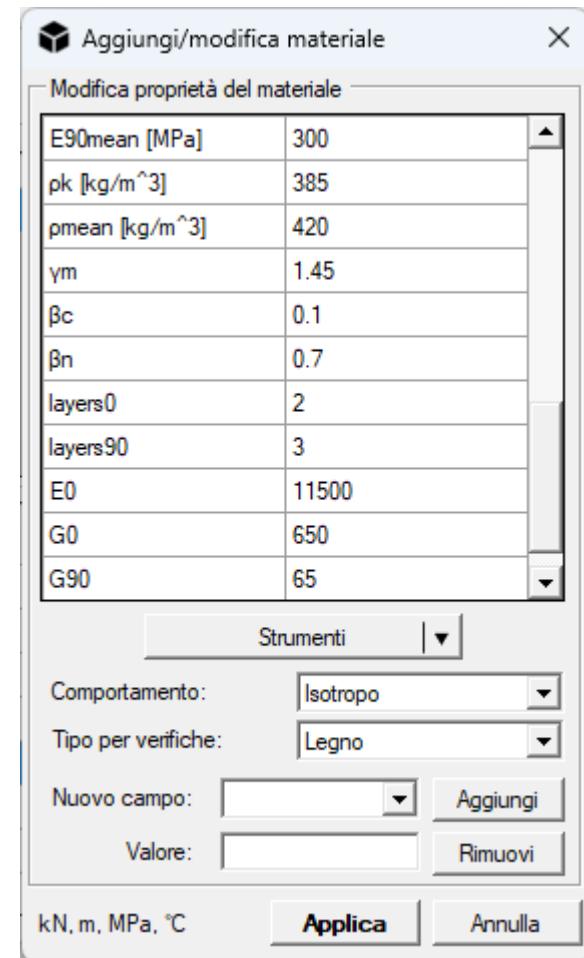
$$E_{\text{eq1}} := \frac{n_{90} \cdot s_{90}}{s_{\text{tot}}} \cdot E_{90} + \frac{n_0 \cdot s_0}{s_{\text{tot}}} \cdot E_0 = 6748 \text{ MPa}$$

media su lati a 90°: (necessaria solo se pannelli sono dispari)

$$E_{\text{eq2}} := \frac{n_0 \cdot s_{90}}{s_{\text{tot}}} \cdot E_{90} + \frac{n_{90} \cdot s_0}{s_{\text{tot}}} \cdot E_0 = 4622 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{eq}} := \frac{E_{\text{eq1}} + E_{\text{eq2}}}{2} = 5685 \text{ MPa}$$

I valori originali di E0 e G0 del materiale legno originale vengono salvati nei dati aggiuntivi del materiale.



# Calcolo delle connessioni

La rigidezza viene valutata secondo le indicazioni di EC5 7.1.

prospetto 7.1 Valori di  $K_{ser}$  per mezzi di unione e connettori in N/mm, nelle connessioni legno-legno e pannello a base di legno-legno

**n<sub>pn</sub>=0**

	Tipo di mezzo di unione	$K_{ser}$
	Spinotti Bulloni con o senza gioco <sup>a)</sup> Viti Chiodi (con preforatura)	$\rho_m^{1,5} d/23$

**n<sub>pn</sub>=1**

	Chiodi (senza preforatura)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8}/30$
	Cambrette	$\rho_m^{1,5} d^{0,8}/80$
	Connettori ad anello aperto di tipo A secondo EN 912 Connettori a tassello di tipo B secondo EN 912	$\rho_m d_c/2$
	Connettori a piastra dentata: - Connettori dei tipi da C1 a C9 secondo EN 912 - Connettori dei tipi C10 e C11 secondo EN 912	$1,5 \rho_m d_c/4$ $\rho_m d_c/2$
a)	Si raccomanda che il gioco sia aggiunto separatamente alla deformazione.	

**N.B.** La procedura di calcolo delle rigidezze trascura l'indicazione a latere dell'EC5 per non dover assumere una rigidezza diversa per gli Stati Limite Ultimi.

(2) Si raccomanda che il modulo di scorrimento di una connessione per lo stato limite ultimo,  $K_u$ , sia assunto come:

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} \quad (2.1)$$

# Calcolo delle connessioni

Il calcolo **resistente** viene eseguito con le indicazioni dell'Eurocodice 5 8.2.3.

- Per una piastra di acciaio sottile, a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,4 f_{h,k} t_1 d \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \quad (a)$$

(b)

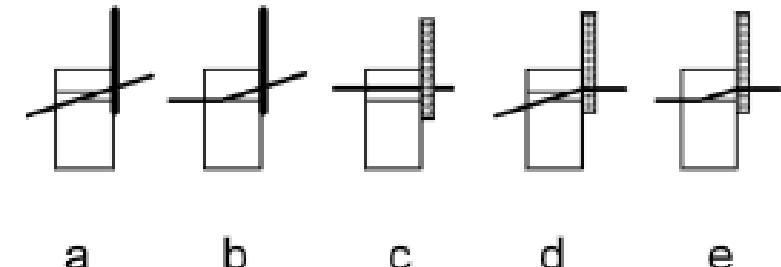
- Per una piastra di acciaio spessa, a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,k} t_1 d \\ f_{h,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \quad (c)$$

(d)

(e)

Il termine  $F_{ax,Rk}$  (estrazione) è assunto cautelativamente nullo.



La resistenza, così calcolata secondo la teoria di Johansen, usa i seguenti valori:

- Momento di snervamento caratteristico:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6}$$

in cui  $d$  = diametro chiodo, per le viti è necessario specificare sempre il diametro interno. Per

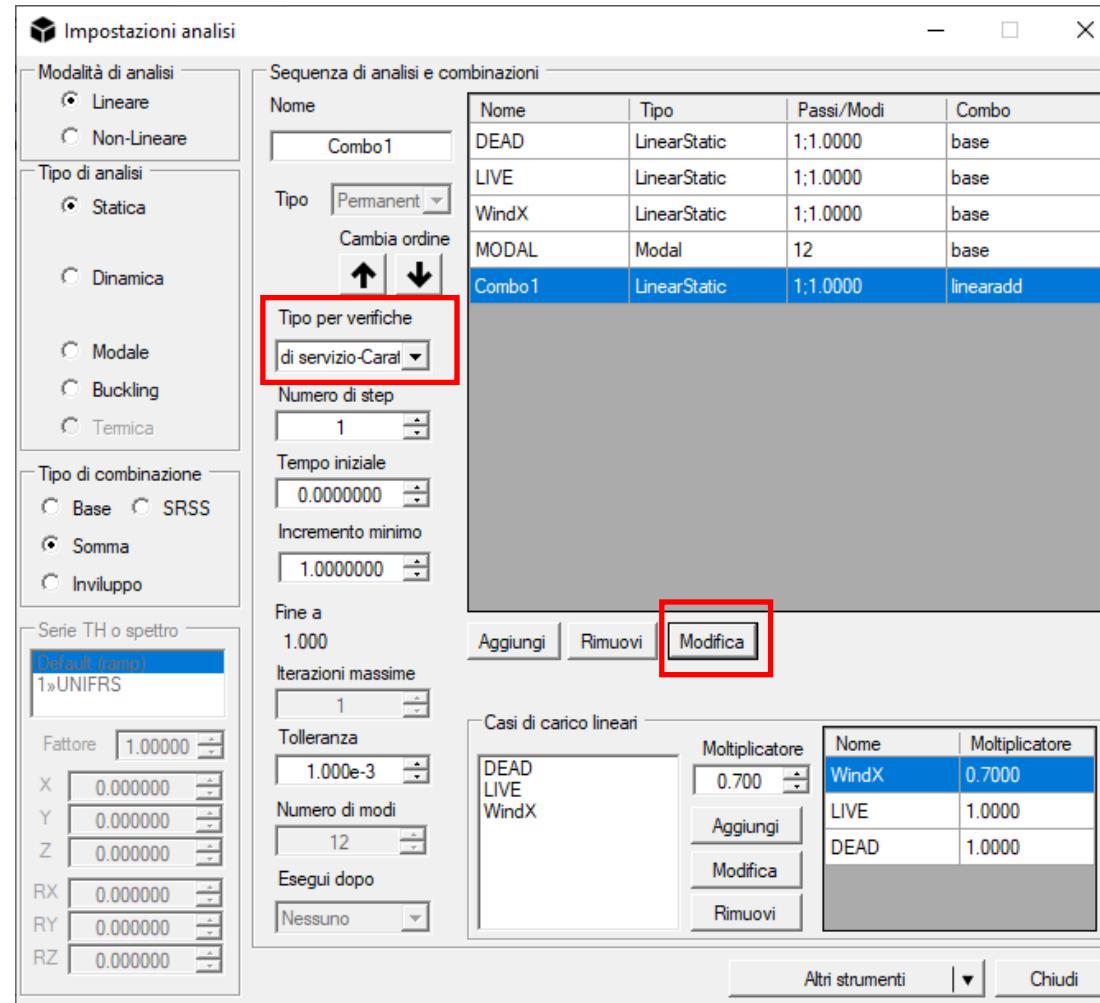
- Resistenza a rifollamento caratteristica:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_k \quad [N/mm^2]$$

# Impostazioni generali modello – Tipo di combinazioni

Il tipo di combinazioni di carico permette alle verifiche di identificare automaticamente la combinazione rara su cui effettuare le verifiche sulla freccia, includendo gli effetti visco-elastici. Di default, tutte le combinazioni sono associate allo Stato Limite Ultimo.

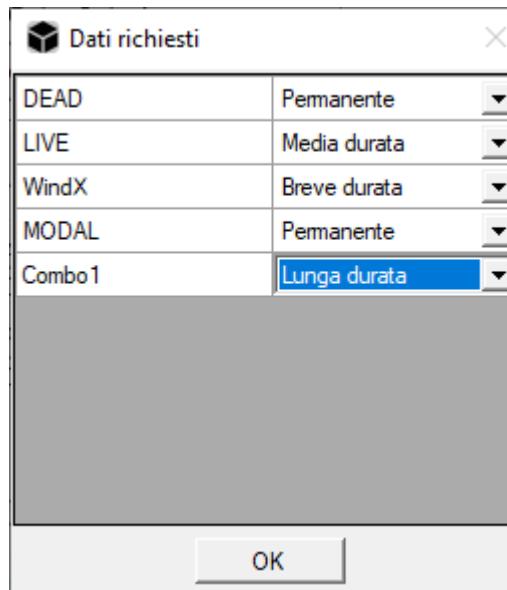
Da Assegna / *Impostazioni analisi*, selezionare la combinazione di servizio rara e modificare il campo «Tipo per verifiche», premendo poi «Modifica».



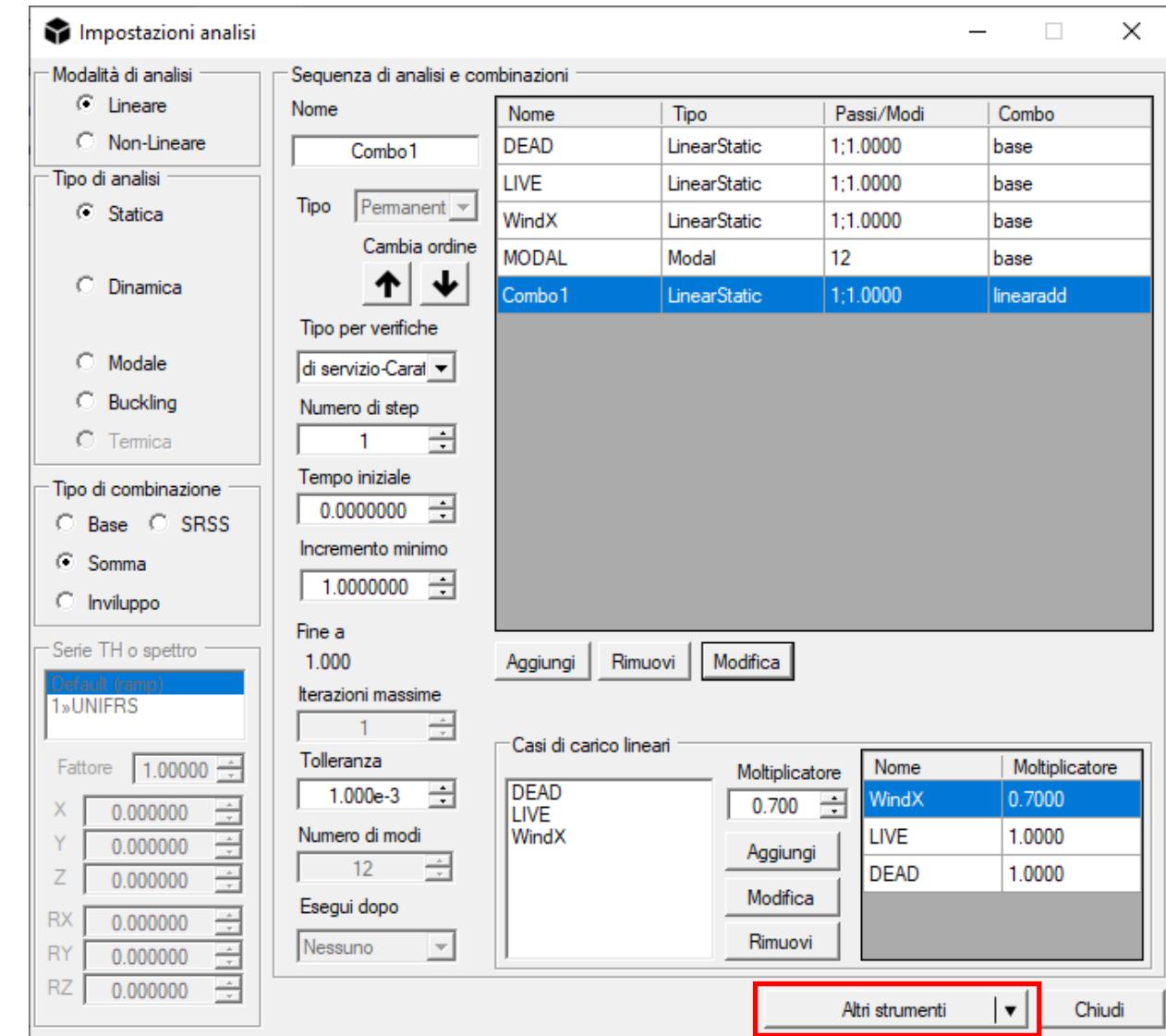
# Impostazioni generali modello – Durata del carico

Sempre da *Assegna / Impostazioni analisi*, premere il pulsante «Assegna durata ai casi di carico»

Apparirà una finestra come quella sottostante, in cui scegliere la durata per ogni caso di carico di base e la durata prevalente per le combinazioni.



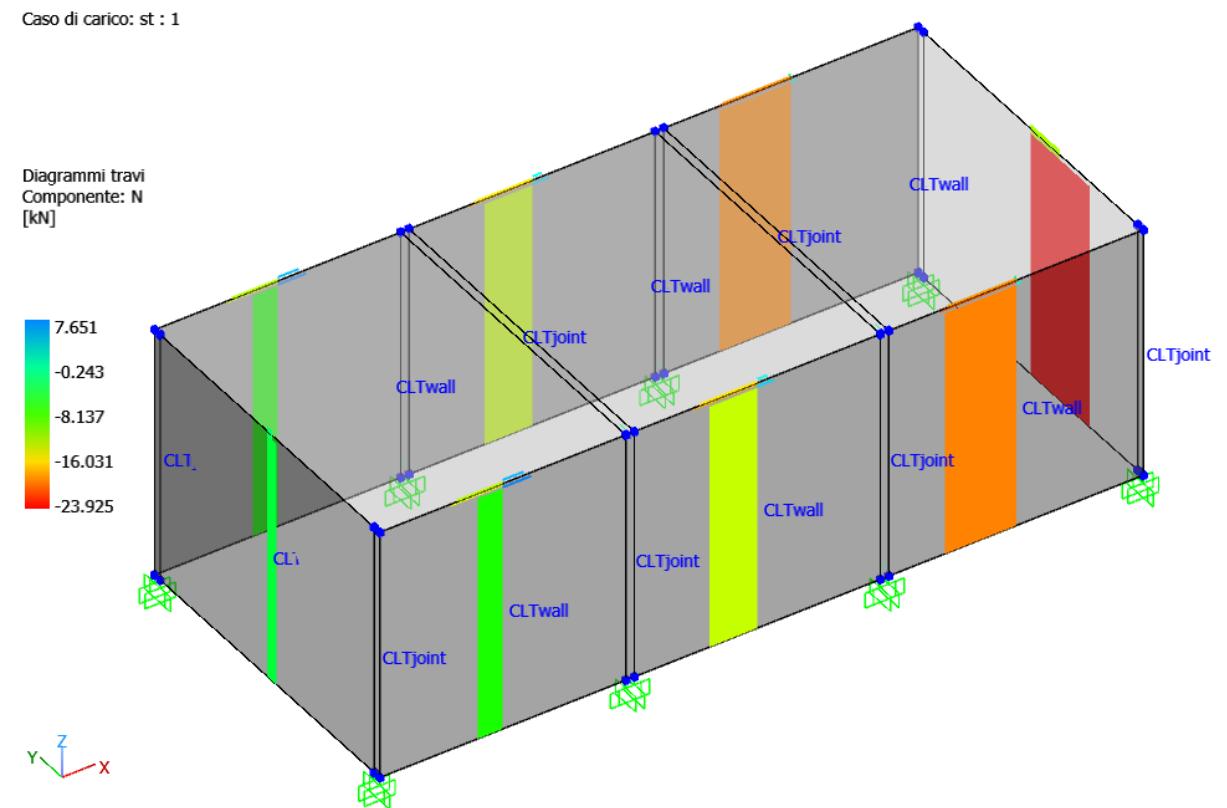
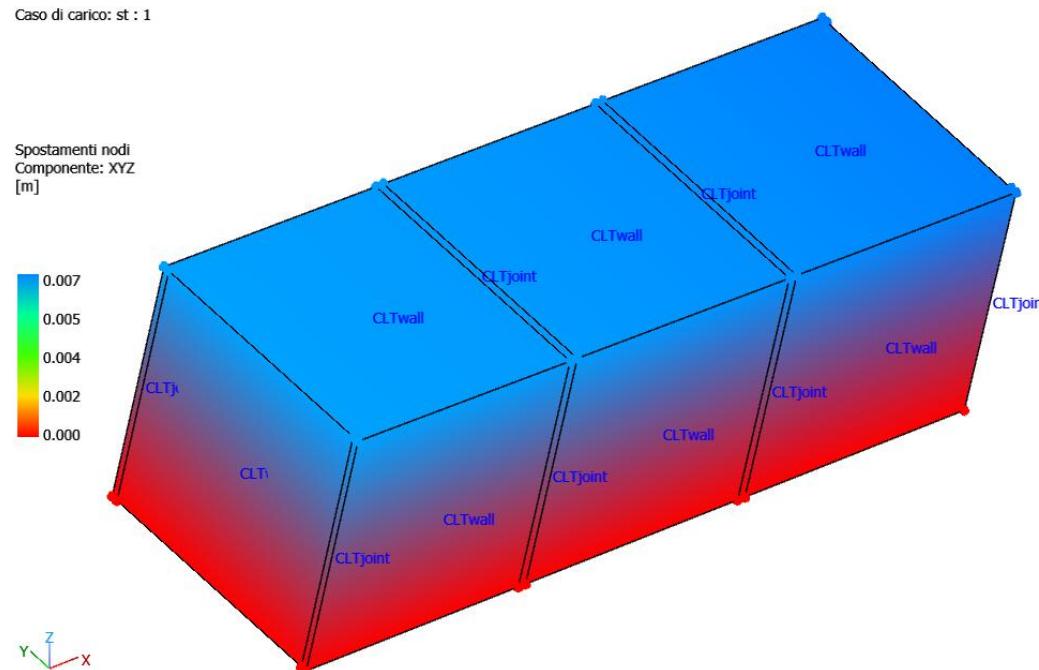
Se non viene svolta questa operazione, tutte le combinazioni e i casi di carico saranno considerati come «Permanenti».



# Analisi in NextFEM Designer

Dal menu **Strumenti**, selezionare **Lancia**, o premere ALT+R. Il programma automaticamente espande i macroelementi.

Viene eseguita l'analisi dei casi di carico impostati. Si consiglia di procedere con il solutore standard per verificare la presenza di labilità nel modello.

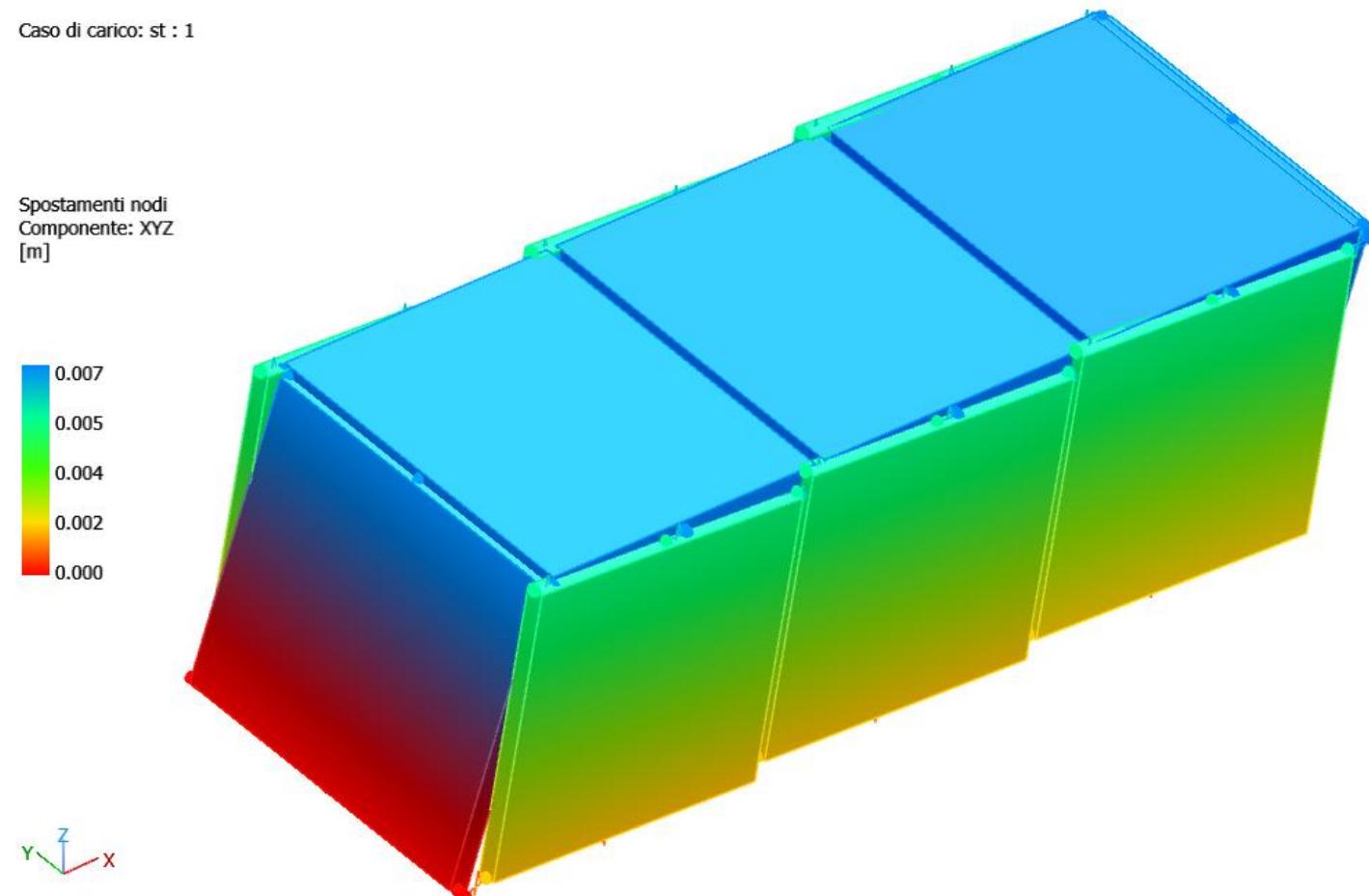


# Analisi in NextFEM Designer

I macroelementi rappresentano al loro interno anche la rotazione rigida della parete a causa della flessibilità dei connettori. Questa deformazione è invisibile a livello di macroelemento; sotto il cofano accade quanto mostrato in figura.

In questo modo, è possibile:

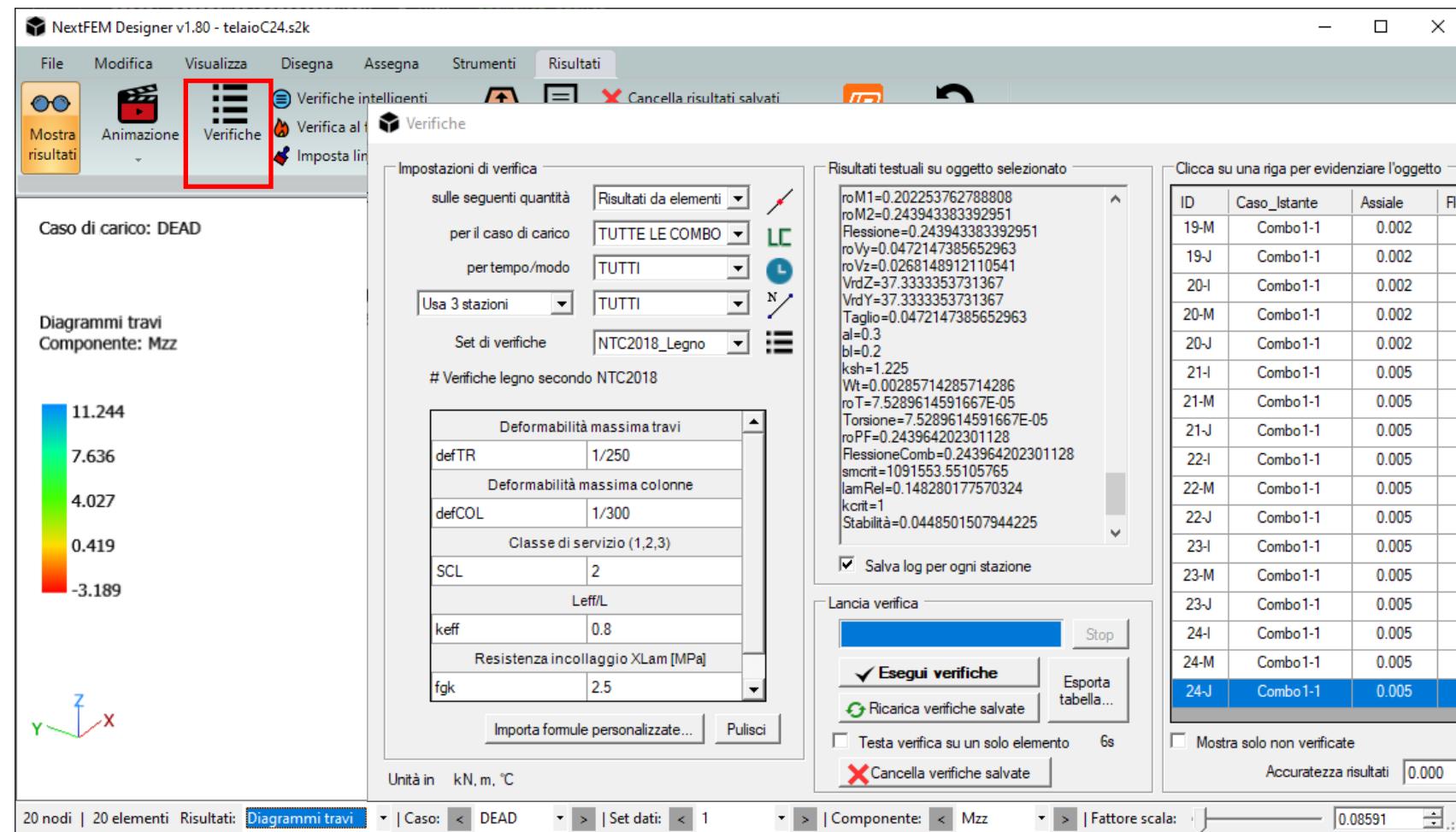
- Eseguire le verifiche dei pannelli in legno con il set di verifica *NTC2018\_Legno* o *EC5\_Timber*
- Verificare la resistenza dei connettori nei *CLTwall* (angolari in parallelo e hold-down, considerando simmetriche le connessioni inferiori e superiori)
- Verificare i giunti fra i pannelli *CLTjoint* che riportano direttamente il taglio da scorrimento.



# Verifica in NextFEM Designer – verifica pareti X-Lam

Dal menu **Risultati**, selezionare **Verifiche**, o premere CTRL+5. Impostare:

- LC il caso di carico su «TUTTE LE COMBO» per verificare tutte le combinazioni importate
- ☰ il set di verifiche su NTC2018\_Legno e il numero di stazioni su 3 (consigliato) o 5.



Premere infine  
✓ Esegui verifiche

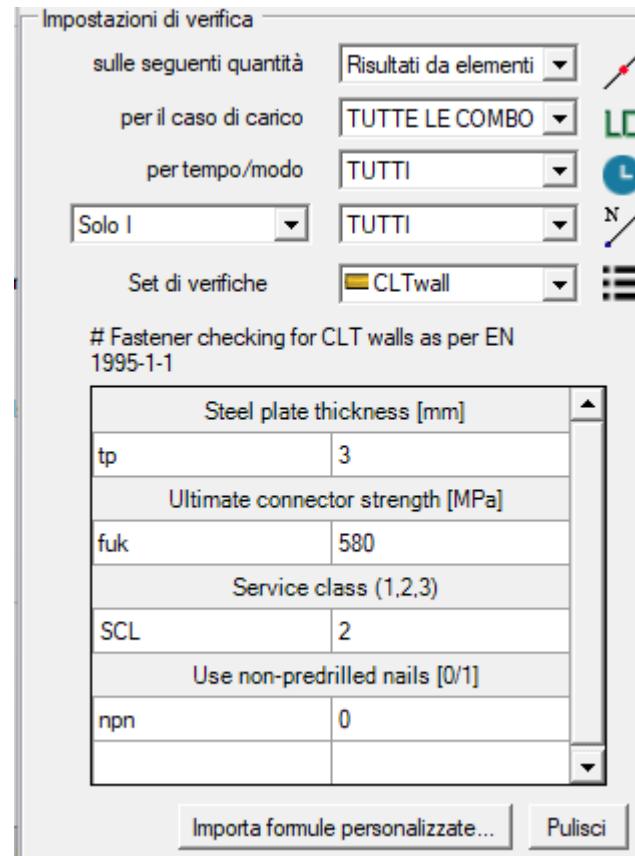
# Verifica in NextFEM Designer – verifica connessioni

Per la verifica delle connessioni, selezionare il set di verifica **CLTwall** e una sola stazione per elemento (I, M o J). Impostare inoltre i parametri per la verifica descritti nel seguito.

The screenshot shows the 'Verifiche' (Checks) module in NextFEM Designer. The interface is divided into several sections:

- Impostazioni di verifica (Check settings):** This section includes dropdown menus for 'sulle seguenti quantità' (on the following quantities), 'per il caso di carico' (for the load case), 'per tempo/modo' (for time/mode), and 'Set di verifiche' (Check set). The 'Set di verifiche' dropdown is set to 'CLTwall' and is highlighted with a red box. The 'sulle seguenti quantità' dropdown is set to 'Risultati da elementi' (Results from elements) and is also highlighted with a red box.
- Risultati testuali su oggetto selezionato (Textual results on selected object):** This section displays a list of properties for 'Element #10228 - Station I'. The properties listed include: EINum=10228, isWall=1, isSlab=0, isTruss=0, macroelem=4, Column=1, partOfMember=0, isMember=0, L=3, L0yy=3, L0zz=3, L0=3, area=9, edge1=3. A note at the bottom states: '# Fastener checking for CLT walls as per EN 1995-1-1'.
- Clicca su una riga per evidenziare l'oggetto (Click on a row to highlight the object):** This section is a table showing results for multiple elements. The columns are: ID, Caso\_Istante, Shear\_ABbot, Shear\_ABtop, Tension\_HDbot, Tension\_HDtop, and Shear\_joint. The table shows data for elements 10228-I through 10245-I, with values ranging from 0.000 to 0.191.
- Other controls and status:** The interface includes a 'Salva log per ogni stazione' (Save log for each station) checkbox, a 'Lancia verifica' (Launch check) button, and a timer showing '0s'. At the bottom, there are buttons for 'Esegui verifiche' (Run checks), 'Ricarica verifiche salvate' (Load saved checks), 'Esporta' (Export), 'Cancella verifiche salvate' (Delete saved checks), and a checkbox for 'Mostra solo non verificate' (Show only unverified). There are also buttons for 'Importa formule personalizzate...' (Import custom formulas...) and 'Pulisci' (Clear).

# Verifica in NextFEM Designer



## Impostare:

- lo spessore delle piastre metalliche di angolari e hold-down, in mm
- La resistenza ultima dell'acciaio del connettore angolare o hold-down, in MPa
- La classe di servizio (1, 2 o 3)
- Il flag per considerare chiodi senza pre-foro al posto delle viti

## LEGENDA COLONNE di verifica:

- bot/top suffisso per inferiore e superiore
- AB angle bracket
- HD hold-down o tie-down (verifica solo a trazione)
- Shear\_joint taglio a scorrimento nel giunto fra pareti

Eventuali errori di verifica o assenza di risultati vengono segnalati in rosso (colonna **Non processato** con valore 100).

Cliccando su ogni riga viene prodotto un log testuale sulla verifica svolta, che viene aperto il comando



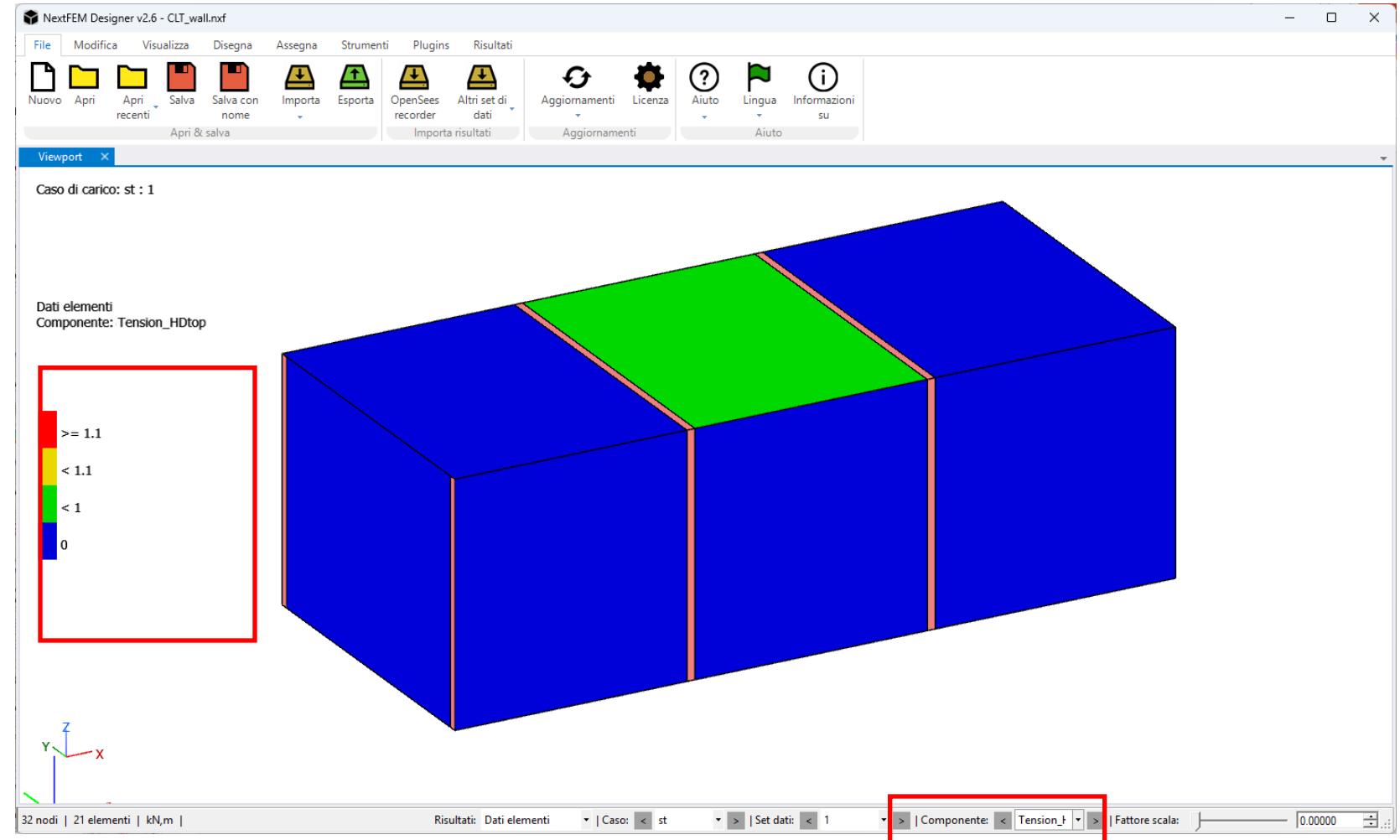
# Verifica in NextFEM Designer

Nel viewport vengono visualizzate le aste campite in funzione del rapporto D/C con la scala di colori evidenziata sotto.

La barra di stato (inferiore) contiene tutti i menu per passare da un caso di carico all'altro e mostrare i risultati di verifica («Dati elementi»).

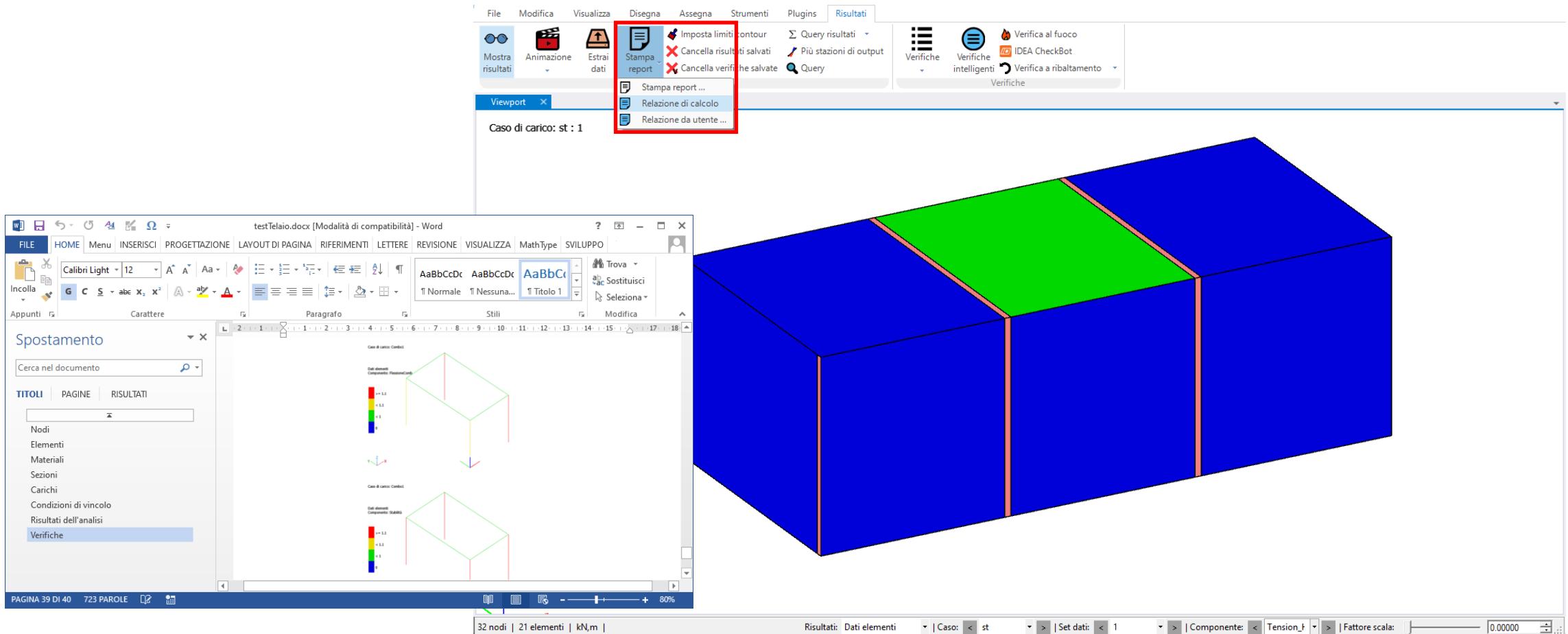
Premendo F10 è possibile visualizzare i rapporti di verifica per la verifica selezionata in barra di stato nel menu *Componente*.

Premendo F9 è possibile passare al formato decimale per i rapporti visualizzati.



# Report di verifica

Dal menu Risultati, il pulsante Stampa report permette la creazione di un report in formato DocX, con il template di default fornito con il programma, oppure uno fornito dall'utente.



## Note finali

- A. La lunghezza effettiva dei pannelli rappresentati dal macroelemento *CLTwall* è inferiore del 2% rispetto all'altezza modellata
- B. Altresì, la presenza di macroelementi *CLTjoint* fra pannelli *Xlam* adiacenti diminuisce la lunghezza effettiva di quest'ultimi. Si suggerisce di utilizzare al massimo 5% dello sviluppo di ogni pannello per posizionare i *CLTjoint*.
- C. Ai fini dell'analisi lineare, la rigidezza degli hold-down è pari al doppio della loro rigidezza a trazione. Per ulteriori approfondimenti consultare il paragrafo «**Modellazione delle connessioni metalliche**» [qui](#).
- D. Conservativamente, la rigidezza del connettore viene determinata utilizzando un numero efficace di chiodi/viti pari a  $n^{0.9}$ . Questo serve a compensare parzialmente la richiesta normativa di considerare per gli SLU una rigidezza pari a 2/3  $K_{ser}$ .
- E. Non vengono effettuate verifiche ad estrazione dei connettori. Le verifiche sono riferite solo alle connessioni al pannello modellato (es. il bullone di fondazione di un hold-down non è compreso).
- F. **Confrontare sempre gli esiti della verifica con le indicazioni del produttore per tutti i connettori** (hold-down, tie-down, ecc.). I valori resistenti stimati si trovano nel log di verifica nelle variabili *fvrd*, *fnrd* e *fjrd*.

[facebook.com/nextfem](https://facebook.com/nextfem)

[twitter.com/NextFEM](https://twitter.com/NextFEM)



[linkedin.com/company/nextfem](https://linkedin.com/company/nextfem)

**NextFEM SRLS**

*piazza del Foro Romano 12, 31046 Oderzo (TV) Italy – P.IVA 04954290260 – REA TV-413297*