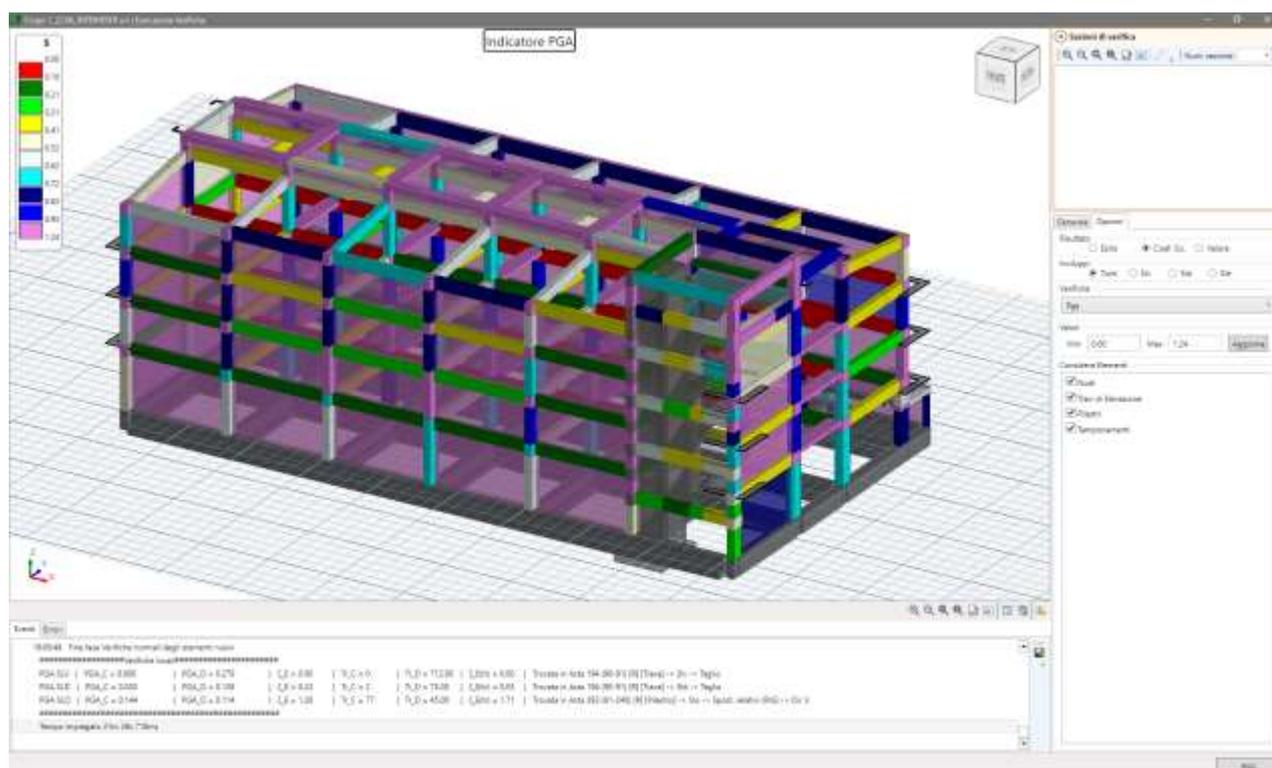


FaTA Next – Analisi e Interventi per edifici esistenti

Il rinforzo dei nodi travi-pilastro

FaTA Next è il software più completo per l'analisi delle strutture esistenti. Le varie fasi di analisi richieste per l'applicazione del **SismaBonus** sono disponibili in un'unica piattaforma di calcolo. Il software consente sia l'analisi di vulnerabilità che il rinforzo strutturale e, associato al software gratuito SismaBonus, consente l'elaborazione della **Classe di rischio sismico** ante e post-opera.

Il software calcola i livelli di capacità raggiunti per ogni stato limite e consente di ottenere l'**indicatore di sicurezza sismica** per ogni elemento strutturale: nodi, travi, pilastri, pareti, piastre, scale, tamponature. Le numerose funzioni di visualizzazione consentono di evidenziare e comprendere le varie problematiche strutturali, al fine di un utilizzo ottimizzato dei rinforzi strutturali.



Per le **strutture esistenti**, in accordo con il Capitolo 8 delle **NTC 2018**, **FaTA Next** permette di scegliere tra i seguenti tipi di calcolo:

- Vulnerabilità sismica ;
- Adeguamento struttura esistente;
- Sopraelevazione;
- Ampliamento;
- Variazione destinazione d'uso;

- Inserimento nuovi elementi;
- Modifica classe d'uso;
- Miglioramento struttura esistente.

Per ogni tipo di calcolo il software guida l'utente per la corretta applicazione delle norme. In particolare, per gli interventi di tipo *Adeguamento*, *Sopraelevazione*, *Ampliamento*, *Inserimento di nuovi elementi*, il software analizza la struttura per la domanda sismica assimilabile alle strutture nuove.

Per gli interventi di tipo *Variazione destinazione d'uso* e *Modifica classe d'uso* la domanda utilizzata è pari all'80% così come richiesto dalle norme.

Nel caso di *Miglioramento* invece è l'utente che stabilisce il valore dell'indicatore di sicurezza da raggiungere, utilizzato come domanda sismica di riferimento per l'analisi.

Qualsiasi tipo e geometria di struttura può essere rinforzata sia **aggiungendo nuovi elementi** da utilizzare come rinforzo per la modifica del comportamento globale della struttura, sia applicando i numerosi **interventi locali** presenti nella libreria CoS.CA ,CoS.Mur e CoS.Solai.

Il software consente l'utilizzo di diversi tipi di rinforzi strutturali:

- **Rinforzi per Strutture in muratura**
 - Intonaco armato
 - Diatoni artificiali
 - Iniezioni di malta
 - Cerchiature
 - Tiranti
 - FRP/FRCM rete rinforzo su parete
- **Rinforzi per Strutture in C. A.**
 - FRP/FRCM
 - Rinforzo Nodo
 - Rinforzo Pilastro
 - Rinforzo Trave
 - CAM
 - Rinforzo Nodo
 - Rinforzo Pilastro
 - Rinforzo Trave
 - Acciaio
 - Rinforzo Nodo con piastre in acciaio
 - Rinforzo Pilastro con incamiciatura in acciaio
 - C. A.
 - Allargamenti sezione di fondazione
 - Allargamento pilastro
 - Rinforzo inferiore trave
 - Allargamento trave
 - Rinforzo trave
 - Nervatura trave spessore
- **Rinforzi per Solai**
 - Rinforzo intradosso FRP/FRCM
 - Soletta in CA e connettori
- **Tamponature**
 - Anti-ribaltamento FRP/FRCM

Per i rinforzi al nodo di tipo **CAM** è possibile effettuare la verifica sia in condizioni "fessurate" che "non fessurate". Nel secondo caso viene utilizzata la verifica dei nodi mediante le tensioni (vedi C8.7.2.3.5 - Circ. 7/2019, nodi travi-pilastro).

Per entrambi i due tipi di rinforzo la verifica in condizioni **fessurate** viene verificato attraverso la seguente relazione generica (meccanismo taglio-trazione):

$$V_{rd,tra} = b_j * h_{jc} * \sqrt{(f_{ctd} + \sigma_{or}) * (f_{ctd} + v_d * f_{cd})}$$

$$\sigma_{or} = \frac{F_{Rinf}}{b_j * h_{jw}}$$

La gamma di interventi di rinforzo viene **ampliata costantemente** in base alle più recenti tecnologie e applicazioni ed al confronto diretto con i nostri utenti. L'ultimo arrivato tra i rinforzi del nodo è quello con **piastre in acciaio**, il quale viene affrontato mediante l'applicazione delle formule del capitolo 7.4.4.3.1 del NTC 2018 .

Per il caso del nodo fessurato le formule utilizzate sono le seguenti:

$$V_{jbd} \leq \eta * f_{cd} * b_j * h_{jc} * \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad [7.4.8]$$

$$\frac{A_{sh} * f_{ywd}}{b_j * h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j * h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d * f_{cd}} - f_{ctd} \quad [7.4.10]$$

La prima è relativa al meccanismo **taglio-compressione**, la seconda per il meccanismo **taglio-trazione**.

Dall'applicazione di queste formule si possono calcolare i **valori resistenti** V_{rd} considerando l'ipotesi di assenza di armature e la presenza del rinforzo.

Verifica 1 : meccanismo taglio-compressione

$$V_{rd,comp} = \eta * f_{cd} * b_j * h_{jc} * \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$$

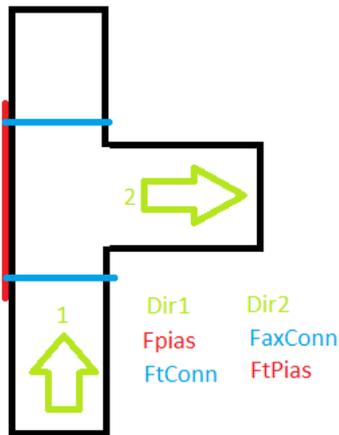
Verifica 2 : meccanismo taglio-trazione

$$V_{rd,tra} = b_j * h_{jc} * \sqrt{(f_{ctd} + \sigma_{or}) * (f_{ctd} + v_d * f_{cd})}$$

$$\sigma_{or} = \frac{F_{Rinf}}{b_j * h_{jw}}$$

In base alla direzione va calcolato il valore F_{Rinf} , che rappresenta il contributo in resistenza del rinforzo. Si rimanda ai commenti della norma per l'approfondimento dei simboli utilizzati.

Per il **nodo laterale** gli elementi di rinforzo "resistenti" sono i seguenti:



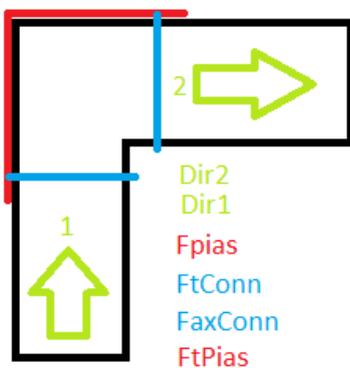
Per la **direzione 1** il valore resistente è il minimo tra:

- F_{Pias} : resistenza a trazione della piastra (resistenza funzione dell'area della sezione verticale)
- $F_{T,Conn}$: resistenza a taglio dei connettori (bulloni passanti)

Per la **direzione 2** il valore resistente è il minimo tra:

- $F_{Ax,Conn}$: resistenza a trazione dei connettori (bulloni passanti)
- $F_{T,Pias}$: resistenza a taglio della piastra

Per il **nodo d'angolo** gli elementi di rinforzo "resistenti" sono i seguenti:



Per **entrambe le direzioni** il valore resistente è il minimo tra:

- F_{Pias} : resistenza a trazione della piastra (resistenza funzione dell'area della sezione verticale)
- $F_{T,Pias}$: resistenza a taglio della piastra
- $F_{Ax,Conn}$: resistenza a trazione dei connettori (bulloni passanti)
- $F_{T,Conn}$: resistenza a taglio dei connettori (bulloni passanti)

F_{Pias} : Resistenza a trazione della piastra

$$F_{Pias} = f_{yd} \cdot \frac{(S_{piatti} \cdot h_{jw} + n_{Nerv} \cdot S_{Nerv} \cdot l_{Nerv})}{\gamma_{M0}}$$

h_{jw} : distanza tra le giaciture delle armature longitudinali delle travi.

$F_{T,Pias}$: Resistenza a taglio della piastra

$$F_{T,Pias} = f_{yd} \cdot \frac{(S_{piatti} \cdot h_{jw} + n_{Nerv} \cdot S_{Nerv} \cdot l_{Nerv})}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$F_{Ax,Conn}$: Resistenza a trazione del singolo connettore

$$F_{Ax,Conn} = \min(F_{t,Rd,1}, F_{t,Rd,2})$$

$$F_{t,Rd,1} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

Dove:

k_2 è un coefficiente pari a 0.9.

f_{ub} è la tensione di rottura a trazione del materiale acciaio.

A_s è l'area nominale in corrispondenza della porzione filettata della vite del TRF. Tale grandezza è definita per ogni tipologia di tirafondo.

γ_{M2} è un coefficiente di sicurezza del materiale acciaio pari, in genere, a 1.25.

$$F_{t,Rd,2} = \min(F_{t,Rd,2,a}, F_{t,Rd,2,b})$$

$$F_{t,Rd,2,a} = \frac{\pi}{4} \cdot (L_r^2 - \phi^2) \cdot 3 \cdot f_{cd}$$

$$F_{t,Rd,2,b} = \frac{1}{2 \cdot (L_r - \phi)} \left(\phi \cdot \pi \cdot t^2 \cdot \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} \right)$$

Dove:

L_r è il diametro della parte a contatto

ϕ è il diametro della barra di connessione

t è lo spessore della piastra

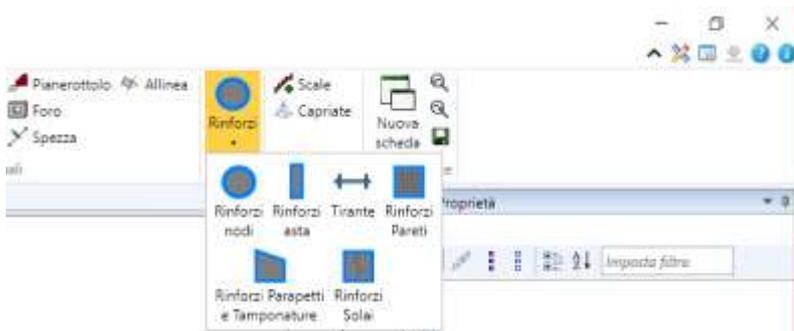
fcd è la resistenza a compressione del calcestruzzo

F_{T,Conn} : Resistenza a taglio del singolo connettore (bullone passante)

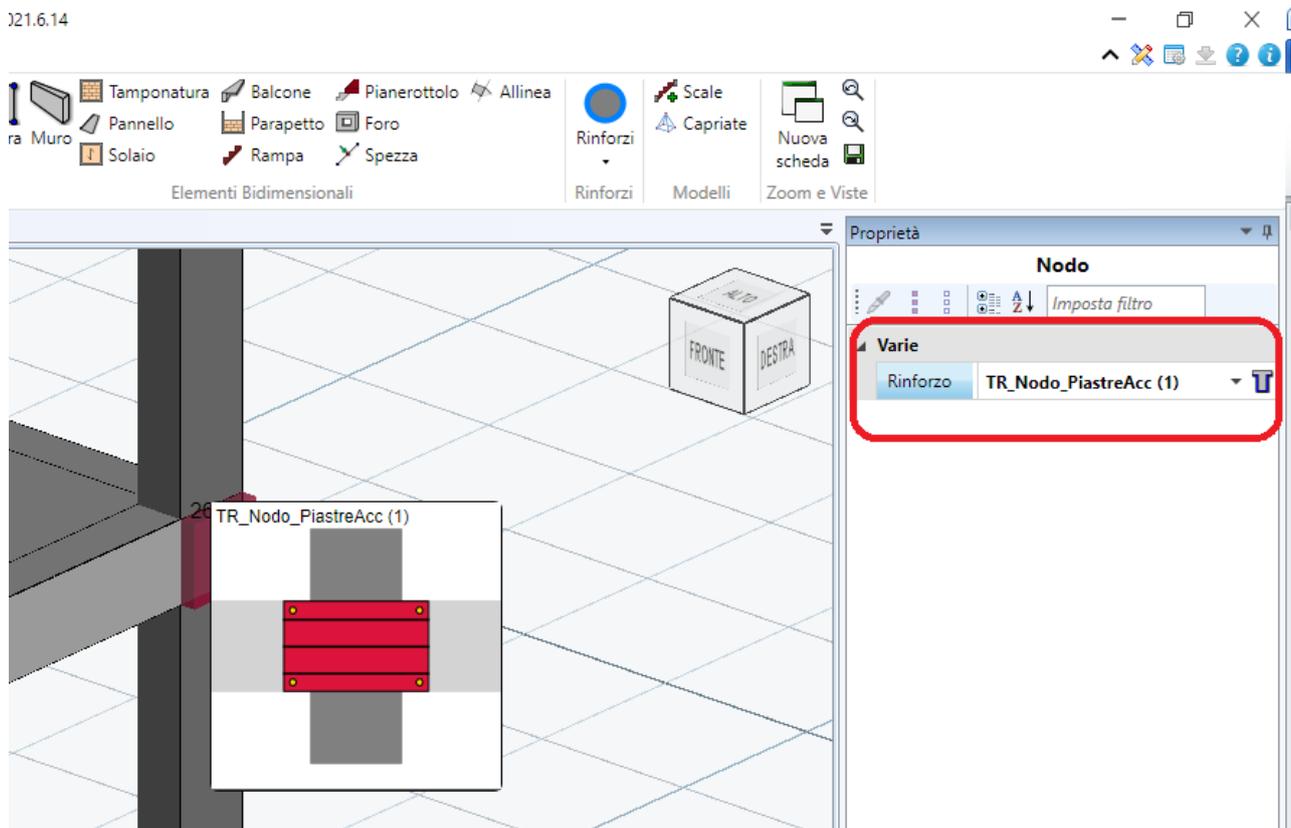
$$F_{T,Conn} = \frac{k \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}}$$

Il valore *k* dovrebbe tenere conto della riduzione di resistenza dovuta allo scorrimento ed è pari a 0.6.

L'inserimento del **rinforzo** avviene mediante l'apposito comando "Rinforzi/Nodo":



L'applicazione del rinforzo per ogni singolo nodo avviene selezionando il nodo e poi agendo dal menu a tendina scegliere la tipologia da utilizzare.



Le **opzioni** della tipologia del rinforzo, presenti nell'**editor dei rinforzi** sono le seguenti:

- **Piastre**
 - Spessore
 - Materiale (Acciaio carpenteria)
- **Connessioni**
 - Numero (da applicare su ogni trave)
 - Tipologia barra filettata
 - Diametro (d1)
 - Classe
 - Dado
 - Ancoraggio chimico (o meccanico)
 - Ft,Rd
 - Fv,Rd
- **Nervature orizzontali**
 - Numero
 - Larghezza
 - Spessore

Il software elabora lo **schema esecutivo** con tutti i dati necessari per la realizzazione dell'intervento:

Descrizione intervento	
PIASTRE	s = 0 cm (S235 (UNI EN 10025-2))
CONNESSIONI (su ogni trave)	2Ø2 - cl. 4.8
NERVATURE ORIZZONTALI	n. 4 - s = 0 cm (S235 (UNI EN 10025-2))
DIMENSIONI NERVATURE	5x0 cm
L, H da definire in opera	
Distanza 'bordo piastra - buloni' pari almeno a 1.2 volte la dimensione del foro	

NODI SIMILI	
Node 11 - Filo 4 - Impalcato 1	
Node 17 - Filo 6 - Impalcato 1	
Node 23 - Filo 8 - Impalcato 1	

In questo articolo abbiamo potuto apprezzare come siano **molteplici** le **soluzioni** fornite da **FaTA Next** per il rinforzo strutturale. Le numerose funzioni sviluppate appositamente per gli edifici esistenti rendono FaTA Next lo strumento essenziale per affrontare i progetti di intervento per il **SismaBonus**.