

## **LA CIRCOLARE DEL 21.01.2019: OTTIMO COMPLETAMENTO DELLE NTC 2018**

Ad un anno dall'entrata in vigore - volendo fare un primo bilancio - si può oggi affermare che le **NTC 2018** si sono rivelate **un'ottima legge antisismica**, tra le più avanzate in Europa; risultato tra l'altro atteso considerata l'eredità dell'ottima impostazione delle NTC 2008.

Oggi esse si arricchiscono con il rilascio della circolare esplicativa, pubblicata in G.U. lo scorso 21 gennaio e, visti i numerosi dettagli ed arricchimenti in essa contenuti, si giustifica la lunga attesa di circa un anno.

Contrariamente a quanto si è verificato in precedenza, quando le circolari, invece che chiarire, spesso sono servite a "legiferare" con pesanti modifiche alla legge di riferimento (a volte fino a stravolgerne il contenuto), quest'ultima circolare risulta effettivamente "esplicativa", confermando che non è stato necessario modificare l'impianto delle NTC 2018. Si notano nella circolare, infatti, **ricche spiegazioni e chiarimenti sui punti dei vari capitoli**, sull'utilizzo della normativa, approfondimenti, e talvolta anche motivazioni che ne hanno determinato le scelte.

I nuovi tipi di quantificazione numerica e verifica in essa contenute sono pochi ma, oserei dire, abbastanza sostanziali che, dal punto di vista delle case produttrici di software, hanno richiesto molta cura e molto tempo nelle modifiche dei prodotti; si evidenzia, in particolare, il calcolo alle azioni fuori piano dei tamponamenti per i quali l'integrazione della normativa è stata totale.

Questa parte della circolare anticipa a nostro parere una piccola parte delle prossime leggi europee sugli elementi non strutturali.

### **LA PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI E DI ELEMENTI NON STRUTTURALI**

Le NTC dividono in due le tipologie degli elementi secondari e gli elementi non strutturali:

- la prima tipologia è quella in cui gli **elementi hanno "rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in modo significativo la risposta strutturale"**. Tra questi certamente le più importati sono le **murature di tamponamento**, perché sia la massa che la rigidezza influenzano il comportamento strutturale. Il legislatore ha trattato in maniera molto esaustiva l'azione sismica relativa al comportamento fuori piano, mentre non viene affrontato il comportamento nel piano;
- la seconda tipologia è quella che tratta gli **elementi che influenzano la risposta strutturale solo attraverso la loro massa**. A questa tipologia appartengono i comignoli, i parapetti, i serbatoi, i corpi illuminanti, le apparecchiature di impianti e condizionamento e tanti altri, tra cui anche i tamponamenti ed i divisori con la loro massa.

Di seguito tratteremo, come affrontato efficacemente dal legislatore, le murature di tamponamento per la massa e gli effetti della stessa fuori piano. Per l'influenza della rigidità nel piano purtroppo bisogna ancora rifarsi ad altre indicazioni normative in quanto non affrontato dalla Circolare.

Il comportamento nel piano delle murature risulta importante quanto le azioni ortogonali e forse di più. Nelle NTC 2018 l'influenza delle murature di tamponamento nel piano viene modellata solo se le stesse sono destabilizzanti. La circolare a tal proposito non aggiunge nulla, eppure conosciamo tutti l'importante fattore di disturbo e alterazione dei risultati per le condizioni di sisma ondulatorio, dato dalla presenza delle murature di tamponamento di materiale fragile.

Le formulazioni per il **calcolo delle azioni fuori piano sulle murature di tamponamento non strutturali** sono una nuova aggiunta, come completamento della NTC 2018, e da questa si evince che il calcolo della domanda su una singola tamponatura non strutturale alle azioni fuori piano è funzione dei modi di vibrare della struttura principale. In particolare, a questo proposito, si valuta l'accelerazione della struttura nel punto in cui è posizionata la tamponatura (o altro elemento non strutturale). La risposta viene più o meno amplificata in funzione del rapporto tra i periodi di vibrazione della struttura e della tamponatura o altro elemento non strutturale.

Nella norma è anche presente una formulazione alternativa semplificata, la quale può essere usata solo nei casi in cui l'accelerazione aumenta in maniera proporzionale con l'altezza.

$$S_{ij} = \varphi_{ij} \Gamma_i S_i(T_i) \quad [C7.2.1]$$

dove:

$S(T)$  è l'ordinata dello spettro relativa al modo  $i$ -esimo normalizzata a  $(g)$  ed eventualmente ridotta al fattore di comportamento  $(q)$ ;

$\Gamma$  è il fattore di partecipazione modale definito dalla relazione

$$\Gamma_i = \frac{\varphi_i^T M \tau}{\varphi_i^T M \varphi_i} \quad [C7.2.2]$$

nel quale  $\tau$  è il vettore di trascinamento corrispondente alla direzione considerata,  $\phi$  è la forma modale del modo  $i$ -esimo normalizzata al valore massimo e la matrice  $M$  è la matrice delle masse del sistema reale.

L'accelerazione dell'elemento al piano considerato e nella direzione considerata per il modo  $i$ -esimo è data dalla relazione seguente:

$$S_{a,ij} = S_{ij} R\left(\frac{T_a}{T_i}; \xi_a\right) \quad [C7.2.3]$$

$$R = \left[ \left( 2\xi_a \frac{T_a}{T_i} \right)^2 + \left( 1 - \frac{T_a}{T_i} \right)^2 \right]^{-\beta} \quad [C7.2.4]$$

Operativamente, esiste una relazione tra i cinematismi modali e si calcolano le accelerazioni:

$$\underline{u} = \underline{\phi}_i \Gamma_i S_d(T_i) / \omega_i^2 \quad (\text{Spostamenti})$$

$$\underline{S}_i = \underline{\phi}_i \Gamma_i S_d(T_i) \quad (\text{Accelerazioni})$$

dove:  $S_d(T_i)$  = ordinata spettro di risposta orizzontale o verticale.

$$\omega_i^2 = \text{autovalore del modo } i\text{-esimo}$$

I modi di vibrare che devono essere considerati sono tutti quelli significativi per la struttura che sono stati utilizzati nella progettazione della struttura stessa. Gli effetti relativi ai modi di vibrare, possono essere combinati semplicemente utilizzando la SRSS.

$$S_a = \sqrt{(S_{ia,jj}^2)}$$

Da prove analitiche effettuate, possiamo dire che il metodo generale degli spettri di piano, contenuto nella Circolare, risulta essere molto gravoso nel caso di presenza di modi di vibrare caratterizzati da periodi di vibrazione inferiori al periodo proprio della tamponatura. Queste situazioni possono essere spesso presenti nel caso di strutture non regolari o in assenza di impalcato rigido. Anche questo fattore conferma che queste tipologie strutturali sono, per quanto possibile, da non preferire.

## IL TAGLIO RESISTENTE DIFFERENZIATO PER COMBINAZIONI SISMICHE

Altre integrazioni importanti della circolare sono le **modifiche relativo al taglio resistente**, differenziato per combinazioni di carico con presenza di sisma.

Per le combinazioni che comprendono azioni sismiche va effettuata un'ulteriore verifica a taglio considerando la resistenza a taglio ridotta in funzione di: sforzo normale, duttilità e luce di taglio.

$$V_R = \frac{1}{\gamma_{el}} \left[ \frac{h-x}{L_2 L_v} \min(N; 0.55 A_c f_c) + \left( 1 - 0.05 \min(0.5; \mu_{\Delta,pl}) \right) \left( 0.16 \max(0.5; 100 \rho_{tot}) \left( 1 - 0.16 \min\left( 5, \frac{L_v}{h} \right) \right) \sqrt{f_c} A_c + V_W \right) \right] \quad [C8.7.2.8]$$

## L'IMPEGNO DELLE SOFTWARE HOUSE

Come sempre accade, sono le software house le prime ad occuparsi dello studio delle nuove disposizioni normative e le prime a verificare, attraverso i test in fase di produzione e le segnalazioni dei "beta tester", **l'efficacia e le eventuali difficoltà di applicazione**.

Allo stato attuale si segnalano, oltre alle problematiche per le azioni nel piano dei tamponamenti, anche le **difficoltà nella verifica a duttilità al piede degli elementi resistenti verticali**. A tale scopo la circolare fornisce solo una migliore spiegazione delle variabili relative al diagramma momento curvatura. Rimangono le difficoltà applicative soprattutto nei riguardi della domanda legata al periodo di vibrazione della struttura nel caso di strutture rigide.

Altra difficoltà si riscontra per **la verifica di resistenza del nodo trave-pilastro**, per il quale l'introduzione della verifica di resistenza per tutte le classi di duttilità probabilmente avrebbe richiesto una differenziazione nei riguardi della CD"B" in modo da renderla più applicabile alle più comuni tipologie strutturali.

Nell'ambito dell'analisi statica non lineare, nelle NTC 2018 è notevole l'introduzione di più punti di controllo, necessari a prevedere eventuali variazioni delle curve di capacità per alterazioni strutturali locali ed in modo particolare per edifici con particolari irregolarità in pianta. Ci si aspettava in questo senso qualche indicazione e spiegazione aggiuntiva relativa all'applicazione del metodo.

La circolare risulta comunque ancora "giovane" per una valutazione complessiva e richiede maggiori approfondimenti. Le software house, con il loro insostituibile lavoro, e tramite AIST, daranno come sempre utili indicazioni per esaltarne i pregi e segnalare eventuali criticità. Seguiteci quindi attraverso i nostri comunicati e sul nostro sito [www.aistonline.it](http://www.aistonline.it).

A cura di Cosimo Alvaro

Coordinatore Commissione Strutture AIST