

7.4.3. TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO

7.4.3.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI

Le strutture sismo-resistenti in calcestruzzo armato previste dalle presenti norme possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

strutture a telaio, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;

strutture a pareti, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti (v. § 7.4.4.5), aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale; le pareti, a seconda della forma in pianta, si definiscono semplici o composte (v. § 7.4.4.5), a seconda della assenza o presenza di opportune "travi di accoppiamento" duttili distribuite in modo regolare lungo l'altezza, si definiscono singole o accoppiate;

strutture miste telaio-pareti, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di **strutture miste equivalenti a telai**, altrimenti si parla di **strutture miste equivalenti a pareti**;

strutture a pendolo inverso, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione e nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale;

strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione, in cui i pilastri sono incastrati in sommità alle travi lungo entrambe le direzioni principali dell'edificio. In ogni caso, per questo tipo di strutture, la forza assiale non può eccedere il 30% della resistenza a compressione della sola sezione di calcestruzzo;

strutture deformabili torsionalmente, composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r^2/I_s^2 \geq 1$, nella quale:

r^2 = raggio torsionale al quadrato è, per ciascun piano, il rapporto tra la rigidezza torsionale rispetto al centro di rigidezza laterale e la maggiore tra le rigidezze laterali, tenendo conto dei soli elementi strutturali primari, per strutture a telaio o a pareti (purché snelle e a deformazione prevalentemente flessionale), r^2 può essere valutato, per ogni piano, riferendosi ai momenti d'inerzia flessionali delle sezioni degli elementi verticali primari.

I_s^2 = per ogni piano, è il rapporto fra il momento d'inerzia polare della massa del piano rispetto ad un asse verticale passante per il centro di massa del piano e la massa stessa del piano; nel caso di piano a pianta rettangolare $I_s^2 = (L^2 + B^2)/12$, essendo L e B le dimensioni in pianta del piano.

Una struttura a pareti, nei termini sopra definiti, è da considerarsi come **struttura a pareti estese debolmente armate** se le pareti sono caratterizzate da un'estensione a buona parte del perimetro della pianta strutturale e sono dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. Inoltre, nella direzione orizzontale d'interesse, la struttura deve avere un periodo fondamentale, in condizioni non fessurate e calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a T_C .

7.4.3.2 FATTORI DI COMPORTAMENTO

Il fattore di comportamento q da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica orizzontale è calcolato come riportato nel § 7.3.1 e nella tabella 7.3.II.

Ai fini della determinazione del fattore di comportamento q , una struttura si considera *a pareti accoppiate* se è verificata la condizione che il momento totale alla base, prodotto dalle azioni orizzontali, è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dall'azione sismica.

Le strutture a pareti possono essere progettate sia in CD "A" sia in CD "B", mentre le strutture a pareti estese debolmente armate solo in CD "B".

Le strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica realizzati, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD "B" salvo che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di μ_1 :

- | | |
|--|---------------|
| a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai | |
| - strutture a telaio di un piano | $\mu_1 = 1,1$ |
| - strutture a telaio con più piani ed una sola campata | $\mu_1 = 1,2$ |
| - strutture a telaio con più piani e più campate | $\mu_1 = 1,3$ |

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale $\psi_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate $\psi_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\psi_1 = 1,2$

Per tipologie strutturali diverse da quelle sopra definite, ove s'intenda adottare un valore $q > 1,5$ il valore adottato deve essere adeguatamente giustificato dal progettista mediante l'impiego di analisi non lineari.

C7.4.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO

C7.4.3.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI

La norma identifica le tipologie strutturali, classificandole essenzialmente in base alla tipologia delle strutture verticali che contribuiscono maggiormente alla resistenza laterale. Ciò significa che l'individuazione della tipologia è possibile, a rigore, solo a progettazione avvenuta e, considerato che i fattori di comportamento e dunque l'azione sismica di progetto dipendono proprio dalla tipologia, il processo dovrebbe essere di necessità iterativo.

In realtà, almeno in prima battuta, per l'individuazione della tipologia strutturale, si può valutare la percentuale del taglio totale al piede agente su ciascun tipo di struttura verticale sismoresistente (telaio, parete, ecc.) a partire dalle rigidità relative, quindi in base alla ripartizione delle sollecitazioni ottenuta attraverso un modello elastico. Sarebbe pertanto opportuno verificare, almeno a fine progettazione, la ripartizione delle resistenze rispetto alla resistenza a taglio totale, o comunque tenere debitamente conto delle eventuali incertezze nell'individuazione della tipologia strutturale ai fini della determinazione del fattore di comportamento.

Le strutture dotate di rigidità e/o resistenza torsionale basse sono deformabili torsionalmente; per tali tipologie strutturali occorre evitare o limitare, quanto più possibile, le eccentricità tra il centro di massa e il centro di rigidità, in quanto l'attivazione di modi di vibrare torsionali può provocare amplificazioni significative degli effetti legati all'azione sismica. Qualora non si riesca, modificando opportunamente la geometria e la disposizione degli elementi strutturali, a ridurre la significatività dei modi torsionali, la norma tende a penalizzare la struttura, particolarmente nei telai perimetrali, per tener conto dell'incremento della domanda di duttilità dovuta alla torsione d'insieme.

Da un punto di vista operativo, ciò si traduce in una riduzione significativa del fattore di comportamento e nel conseguente incremento dell'azione sismica di progetto. Secondo quanto prescritto al § 7.4.3.1, le strutture deformabili torsionalmente sono tipologie strutturali la cui rigidità torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r^2/l_s^2 > 1$.

Il parametro r è il raggio torsionale, che può essere così calcolato:

$$r = \sqrt{\frac{K_\theta}{K}} \quad [C7.4.1]$$

dove:

K_θ è la rigidità torsionale di piano rispetto al centro di rigidità;

K è la maggiore tra le rigidità di piano.

Per la determinazione della rigidità torsionale e flessionale di piano occorre considerare tutti gli elementi strutturali primari.

Il parametro l_s è il raggio di inerzia delle masse, che è pari alla radice quadrata del rapporto tra il momento di inerzia polare della massa del piano, rispetto ad un asse verticale passante per il centro di massa, e la massa del piano stesso. Nel caso di pianta rettangolare e distribuzione uniforme delle masse, è valida la formulazione semplificata proposta dalla norma al § 7.4.3.1; tale espressione può essere estesa a tutte le strutture che rispettano i requisiti di regolarità in pianta, considerando L e B come le dimensioni medie dell'ingombro lungo le due direzioni principali.

Alternativamente l'individuazione delle strutture deformabili torsionalmente può essere effettuata valutando il rapporto Ω tra i periodi dei modi di vibrare:

$$\Omega = \frac{T}{T_\theta} \quad [C7.4.2]$$

dove:

T Periodo traslazionale disaccoppiato;

T_θ Periodo torsionale disaccoppiato.

Se Ω è maggiore di 1 la risposta è principalmente traslazionale, se inferiore ad 1 la risposta è dominata da un comportamento torsionale, dunque la struttura viene classificata come deformabile torsionalmente.

VAI ALLE NTC 2018

VAI ALLA CIRCOLARE NTC 2018