

Corsi di aggiornamento

Progettazione strutturale e Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

3. Progetto di edifici antisismici in c.a. con struttura a telaio

11 - Controllo di massima del periodo proprio

Spoletto

1-2 marzo 2018

Aurelio Ghersi

Controllo del dimensionamento

Approssimazioni insite nella fase precedente:

1. Il periodo proprio della struttura è stato stimato con formule semplificate
Ora occorre controllarlo
2. Le forze statiche sono state ripartite tra i pilastri "che contano" o in base a rapporti di rigidezza valutati a occhio
Ora occorre controllare meglio le rigidezze
3. Il bilanciamento delle rigidezze della struttura è stato stimato a occhio
Ora può essere verificato numericamente

Controllo del dimensionamento

Per tutti e tre gli aspetti occorre effettuare una stima più accurata delle rigidezze laterali dei pilastri

Possibili approcci:

1. Approccio globale semplificato
Molto rapido, ma utile solo per stimare il periodo
2. Approccio per tipologia di pilastro
3. Approccio dettagliato per singolo pilastro
Molto oneroso
4. Calcolo delle rigidezze a partire dai risultati di un calcolo a telaio
Utilizzabile solo in fasi successive, per un controllo delle rigidezze stimate in precedenza

Controllo del dimensionamento

Controllo del periodo proprio

Per tutti e tre gli aspetti occorre effettuare una stima più accurata delle rigidezze laterali dei pilastri

- Per un primo controllo di massima del periodo può essere comodo seguire il primo approccio (Approccio globale semplificato)

Stima delle rigidezze laterali

1. Approccio globale semplificato

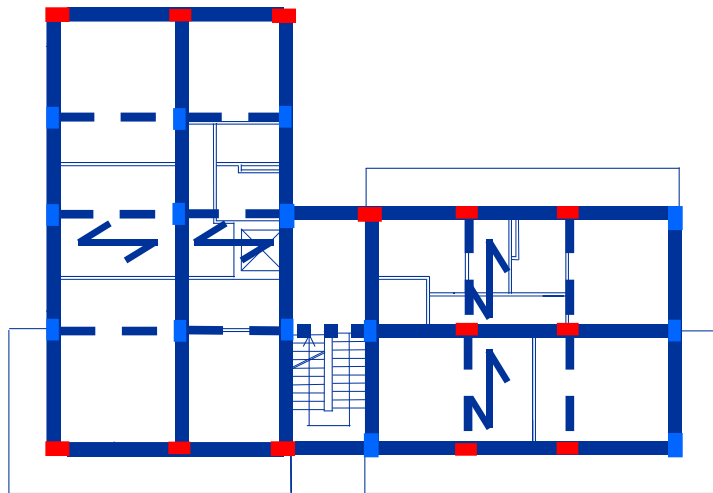
$$\text{rigidezza} = \frac{12 E \sum I_p}{L_p^3} \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{E \sum I_p / L_p}{E \sum I_{t,\text{sup}} / L_t} + \frac{E \sum I_p / L_p}{E \sum I_{t,\text{inf}} / L_t} \right)}$$

considerando solo i pilastri e le travi "che contano"

- Nel casi di edificio con travi emergenti e a spessore, i pilastri di coltello e le travi emergenti
- Nel caso di edificio con tutte travi a spessore, i pilastri "equivalenti" stimati in maniera forfaitaria e tutte le travi

Stima delle rigidezze laterali

1. Approccio globale semplificato



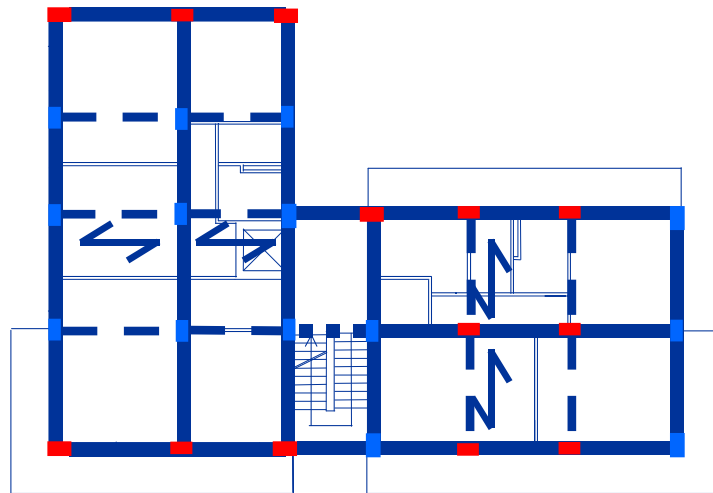
I pilastri (tutti uguali) sono:
13 allungati in direzione x
14 allungati in direzione y

Le travi emergenti sono:
15 in direzione x
16 in direzione y

Considero 13 pilastri e
15 travi (direzione x)

Stima delle rigidezze laterali

1. Approccio globale semplificato



Al piano tipo, direzione x

Pilastri 30x70 (13)

$L_p = 3.20$ m

$I_p = 857500$ cm⁴

Travi 30x60 (15)

$L_t = 4.00$ m in media

$I_t = 540000$ cm⁴

Ottengo

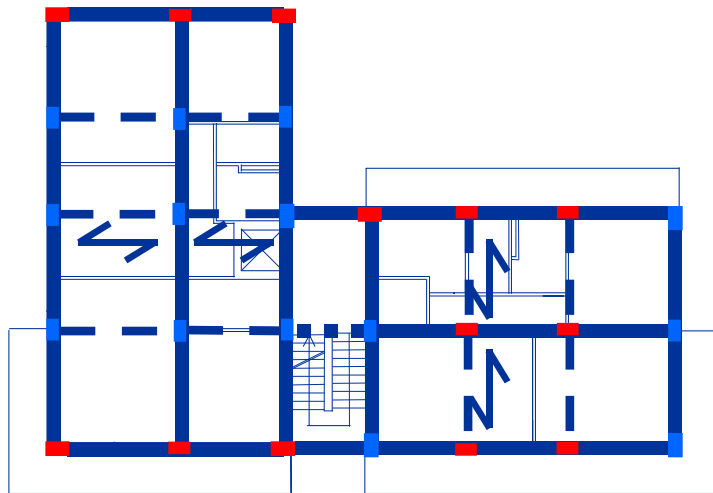
$k = 472.7$ kN/mm

Vedi file Excel

Controllo dimensionamento
foglio Rigidezza-glob

Stima delle rigidezze laterali

1. Approccio globale semplificato



ordine	Kx [kN/mm ²]	Ky [kN/mm ²]
5	384.3	411.1
4	472.7	506.0
3	472.7	506.0
2	472.7	506.0
1	511.8	548.9

Vedi file Excel
Controllo dimensionamento
foglio Rigidezza-glob

Controllo del periodo proprio

- La formula di normativa non tiene conto della effettiva rigidezza della struttura
- È opportuno controllare appena possibile se il periodo è plausibile (e quindi se le forze sono effettivamente quelle da usare)
- Possibile procedimento per valutare il periodo:

Formula di Rayleigh

m_i : massa di piano

F_i : Forza di piano

u_i : spostamento del baricentro di piano
(provocato dalla forze F_i)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i u_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i u_i}}$$

Controllo del periodo proprio

direzione x (con approccio 1)

Piano	F (kN)	V (kN)	k (kN/mm)	d _r (mm)	u (mm)
Torrino+V	506.4	506.4	384.3	1.32	12.30
IV	435.9	942.3	472.7	1.99	10.98
III	330.2	1272.5	472.7	2.69	8.99
II	224.6	1497.1	472.7	3.17	6.30
I	105.5	1602.6	511.8	3.13	3.13

Nota: forze ricalcolate con le masse più precise

Vedi file Excel
Controllo dimensionamento
foglio Periodo-glob

Controllo del periodo proprio

direzione x (con approccio 1)

Piano	m (kN s ² /m)	F (kN)	u (mm)	m u ² (kN m s ²)	F u (kN m)
Torrino+V	313.1	506.4	12.30	47.4	6229
IV	334.9	435.9	10.98	40.4	4788
III	334.9	330.2	8.99	27.1	2969
II	334.9	224.6	6.30	13.3	1414
I	297.2	105.5	3.13	2.9	330
somma				131.0	15730

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i u_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i u_i}}$$

$$T = 0.573 \text{ s}$$

Controllo del periodo proprio

direzione y (con approccio 1)

Piano	F (kN)	V (kN)	k (kN/mm)	d _r (mm)	u (mm)
Torrino+V	506.4	506.4	411.1	1.23	506.4
IV	435.9	942.3	506.0	1.86	435.9
III	330.2	1272.5	506.0	2.51	330.2
II	224.6	1497.1	506.0	2.96	224.6
I	105.5	1602.6	548.9	2.92	105.5

Controllo del periodo proprio

direzione y (con approccio 1)

Piano	m (kN s ² /m)	F (kN)	u (mm)	m u ² (kN m s ²)	F u (kN m)
Torrino+V	313.1	506.4	506.4	41.3	5817
IV	334.9	435.9	435.9	35.2	4470
III	334.9	330.2	330.2	23.6	2772
II	334.9	224.6	224.6	11.6	1320
I	297.2	105.5	105.5	2.5	308
somma				114.2	14687

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i u_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i u_i}}$$

$$T = 0.554 \text{ s}$$