

Corsi di aggiornamento

Progettazione strutturale e Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

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

05 - Carichi verticali e loro effetto: analisi preliminari

Spoletto

1-2 marzo 2018

Aurelio Ghersi

Carichi verticali
da accoppiare all'azione sismica

Carichi verticali

valori caratteristici e valori di calcolo

La normativa definisce:

- Valori caratteristici
frattile 95% della distribuzione probabilistica
(nel caso dei carichi variabili, frattile 95% dei valori
massimi misurati in un periodo di riferimento V_N)
 g_k - carichi permanenti
 q_k - carichi variabili

Carichi verticali

valori caratteristici e valori di calcolo

La normativa definisce:

- Valori caratteristici
 g_k - carichi permanenti
 q_k - carichi variabili

Per verifiche allo SLU (in assenza di sisma):

- Valori di calcolo
 g_d - carichi permanenti
 q_d - carichi variabili
- | | |
|----------------------|------------------|
| $g_d = \gamma_g g_k$ | $\gamma_g = 1.3$ |
| $q_d = \gamma_q q_k$ | $\gamma_q = 1.5$ |

Carichi verticali

valori caratteristici e valori di calcolo

La normativa definisce:

- Valori caratteristici
 g_k - carichi permanenti
 q_k - carichi variabili

Per verifiche allo SLE (in assenza di sisma):

- Combinazione frequente
 $g_k + q_k$
- Combinazione rara
 $g_k + \psi_1 q_k$
- Combinazione quasi permanente
 $g_k + \psi_2 q_k$

Carichi verticali

carichi variabili

- Il valore dei carichi variabili è fornito dalla normativa

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00

Si noti che scale e balconi ora sono associati a ciascuna categoria

Carichi verticali

carichi variabili

- Il valore dei carichi variabili è fornito dalla normativa

C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

NTC 18, punto 3.1.4

Carichi verticali

carichi variabili

- Il valore dei carichi variabili è fornito dalla normativa

D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Carichi verticali in presenza di sisma

Il sisma è un evento eccezionale:

- La probabilità di avere carichi particolarmente elevati contemporaneamente al sisma è molto bassa
- Per questo motivo si fa riferimento ai valori quasi permanenti $g_k + \psi_2 q_k$
- Questi valori sono utilizzati per valutare sia i carichi verticali agenti sulle travi (e la conseguente flessione) che lo sforzo normale nei pilastri
- Questi valori sono utilizzati anche per valutare le masse che vengono eccitate dall'azione sismica

Carichi verticali

NTC: valori di ψ_2

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

NTC 18, punto 2.5.3

Carichi verticali

NTC: valori di ψ_2

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			

Si noti che, essendo ora le scale e i balconi associati a ciascuna categoria, il coefficiente ψ_2 varia con la categoria

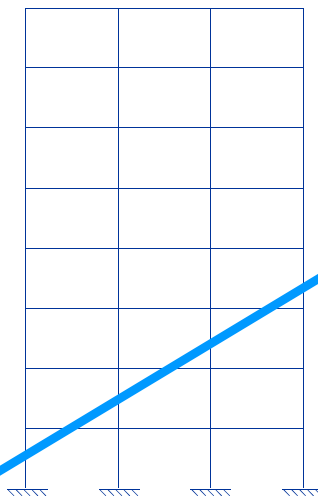
In precedenza scale e balconi rientravano nella categoria C2

Valutazione delle masse per SLU

secondo OPCM 3274 ed Eurocodice 8

$$W = g_k + \varphi \psi_2 q_k$$

φ tiene conto della probabilità di avere i carichi quasi permanenti a tutti i piani



Uso non
correlato

1.0

0.5

...

...

...

...

...

0.5

Piani con uso
correlato

0.8

0.8

0.8

Archivi

1.0

Veniva introdotto un coefficiente φ , concettualmente corretto ma tale da complicare i calcoli senza variare sostanzialmente il risultato

Analisi preliminari

Dimensionamento solaio

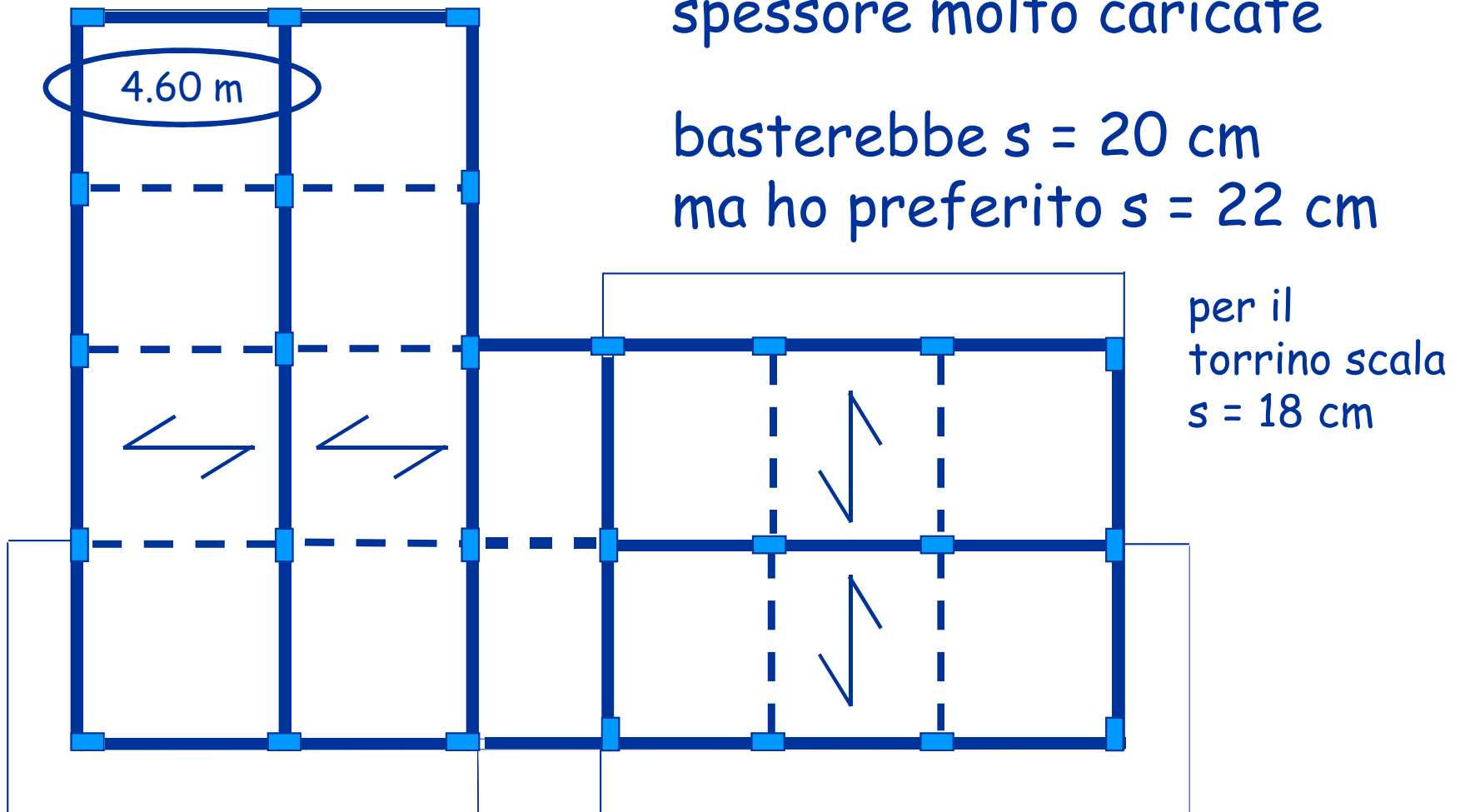
- In presenza di travi emergenti: dimensionare il solaio per gli usuali limiti di deformazione (un tempo $s \geq L_{\max} / 25$, ora limiti vari)
- Se vi sono alcune travi a spessore lunghe e molto caricate aumentare un po' lo spessore
- Se vi sono solo travi a spessore usare uno spessore del solaio sufficientemente alto (almeno 28 cm)
- L'impalcato (solaio più travi) deve trasmettere l'azione sismica agli elementi resistenti (telai)
Per questo basta una soletta di 4-5 cm con rete $\varnothing 8 / 25 \times 25$

Esempio

La luce massima delle
campate di solaio è
inferiore a 5.00 m

Non ci sono travi a
spessore molto caricate

basterebbe $s = 20$ cm
ma ho preferito $s = 22$ cm



Carichi unitari

Una volta definito lo spessore del solaio, si possono calcolare i carichi unitari più rilevanti (kN/m^2), da utilizzare per le successive analisi

	g_k	q_k	SLU solo c.v.	SLU con F
Solaio del piano tipo	4.0 + 1.2	2.0	10.0	5.8
Solaio di copertura	4.0	2.0	8.2	4.6
Solaio torrino scala	3.4	0.5	5.2	3.4
Sbalzo piano tipo	4.0	4.0	11.2	6.4
Sbalzo copertura	3.9	0.5	5.8	3.9
Scala	5.0	4.0	12.5	7.4

Carichi unitari

Per consentirmi più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi unitari**

- Riempite solo le caselle in giallo
- Se avete qualche voce che non ho previsto, aggiungetela mantenendo la stessa impostazione
- Se ci sono valori che non avete ancora stimato lasciate le caselle in bianco oppure mettete un valore che ritenete plausibile, da modificare in seguito

Solaio piano tipo				<i>valori caratteristici:</i>		
spessore	22	cm	g1k	peso proprio	2.50	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.50	kN/m2
			g2k	incidenza tramezzi	1.20	kN/m2
			qk	carico variabile	2.00	kN/m2
Solaio terrazza				<i>valori caratteristici:</i>		
spessore	22	cm	g1k	peso proprio	2.50	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.70	kN/m2
			qk	carico variabile	2.00	kN/m2
Solaio torrino				<i>valori caratteristici:</i>		
spessore	18	cm	g1k	peso proprio	2.20	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.20	kN/m2
			qk	carico variabile	0.50	kN/m2
Balconi e terrazzini				<i>valori caratteristici:</i>		
spessore	22	cm	g1k	peso proprio	2.50	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.70	kN/m2
			qk	carico variabile	4.00	kN/m2
Cornicione				<i>valori caratteristici:</i>		
spessore	22	cm	g1k	peso proprio	2.50	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.40	kN/m2
			qk	carico variabile	0.50	kN/m2
Scala				<i>valori caratteristici:</i>		
in cemento armato			g1k	peso proprio	2.50	kN/m2
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	2.50	kN/m2
			qk	carico variabile	4.00	kN/m2

file Carichi, foglio Carichi unitari

Scala				<i>valori caratteristici:</i>		
in acciaio			g1k	peso proprio	0.50	kN/m ²
			g1k	pavimento, massetto, ecc.	1.00	kN/m ²
			qk	carico variabile	4.00	kN/m ²
Trave emergente 1				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	30	cm	g1k	peso proprio	4.20	kN/m
altezza	60	cm				
Trave emergente 2				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	30	cm	g1k	peso proprio	3.45	kN/m
altezza	50	cm				
Trave a spessore				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	60	cm	g1k	peso proprio	1.62	kN/m
altezza	22	cm				
Pilastro 1				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	30	cm	g1k	peso proprio	13.65	kN
altezza	70	cm				
Pilastro 2				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	30	cm	g1k	peso proprio	15.75	kN
altezza	70	cm				
Pilastro 3				<i>valori caratteristici:</i>		
larghezza	30	cm	g1k	peso proprio	10.13	kN
altezza	50	cm				
Tramezzi				<i>valori caratteristici:</i>		
			g1k	peso proprio	3.00	kN/m

Carichi unitari

- Nel foglio vengono automaticamente riepilogati i valori che servono

RIEPILOGO CARICHI UNITARI										
		g1k	g2k	qk	ψ_2	g1d	g2d	qd	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		4.00	1.20	2.00	0.30	5.20	1.80	3.00	10.00	5.80
	senza tramezzi								8.20	4.60
Solaio terrazza		4.20	---	2.00	0.30	5.46	---	3.00	8.46	4.80
Solaio torrino		3.40	---	0.50	0.00	4.42	---	0.75	5.17	3.40
Balconi e terrazzini		4.20	---	4.00	0.30	5.46	---	6.00	11.46	5.40
Cornicione		3.90	---	0.50	0.00	5.07	---	0.75	5.82	3.90
Scala	in c.a.	5.00	---	4.00	0.30	6.50	---	6.00	12.50	6.20
Scala	in acciaio	1.50	---	4.00	0.30	1.95	---	6.00	7.95	2.70
Trave 1, 30x60		4.20	---	---		5.46	---	---	5.46	4.20
Trave 2, 30x50		3.45	---	---		4.49	---	---	4.49	3.45
Trave a spessore 60x22		1.62	---	---		2.11	---	---	2.11	1.62
Pilastro 1, 30x70		13.65	---	---		17.75	---	---	17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70		15.75	---	---		20.48	---	---	20.48	15.75
Pilastro 3, 30x50		10.13	---	---		13.17	---	---	13.17	10.13
Tramezzi		3.00	---	---		3.90	---	---	3.90	3.00
Tamponature		6.00	---	---		7.80	---	---	7.80	6.00

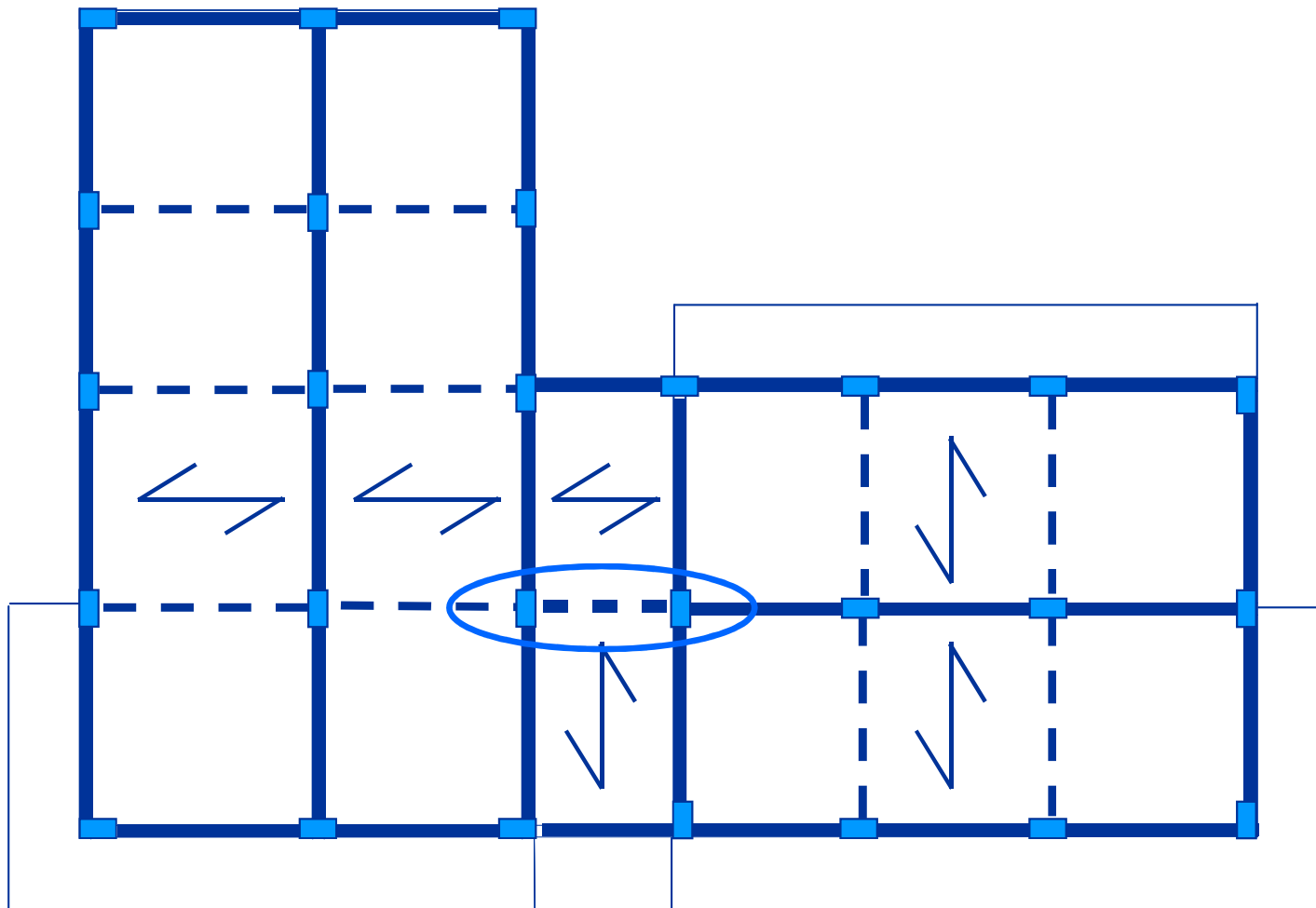
Carichi sulle travi

Determinare il carico sulle travi:

- Per ora con riferimento ad alcune campate che si ritengono significative
In seguito lo si dovrà fare per tutte
- Calcolare separatamente
il valore per SLU in assenza di sisma ($g_d + q_d$)
il valore in presenza di sisma ($g_k + \psi_2 q_k$)

Esempio

L'unica trave a spessore
che porta carichi verticali
ha luce modesta (3 m)

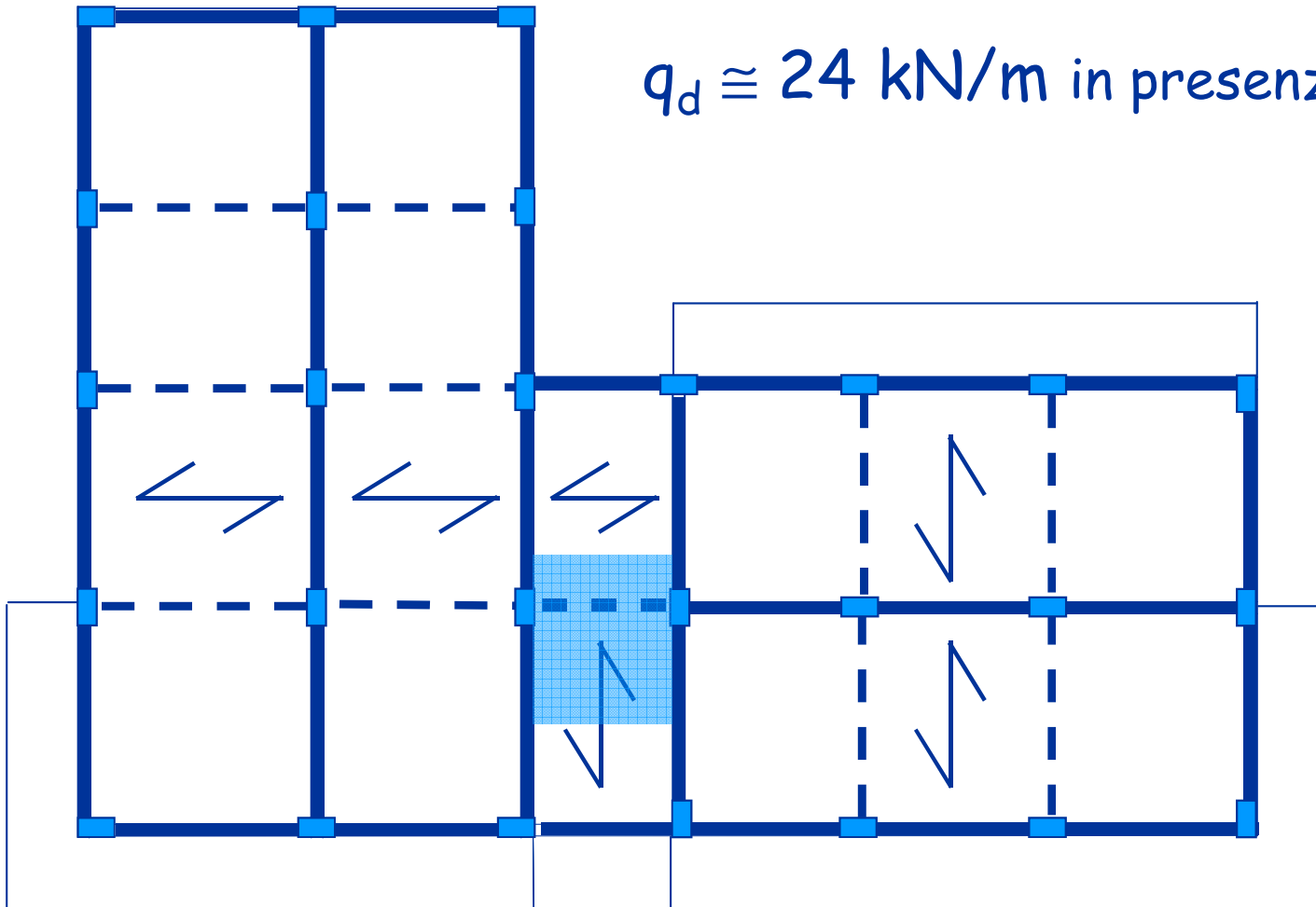


Esempio

La trave a spessore caricata
porta circa 3.0 m di scala
(incluso pianerottolo di arrivo)

$q_d \cong 40 \text{ kN/m}$ in assenza di sisma

$q_d \cong 24 \text{ kN/m}$ in presenza di sisma



Carico sulla trave a spessore campata 16-17

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi travi**

Campata	16-17						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ 2 qk
Solaio piano tipo		2.7	m				
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.	1	--	13.50	10.80	33.75	16.74
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22				1.62		2.11	1.62
Tamponature							
	TOTALE [kN/m]			15.12	10.80	35.86	18.36

Momento flettente prodotto dai carichi verticali

Momento per carichi verticali (in assenza di sisma)

$$M_{Ed} = \frac{q L^2}{10} = \frac{40 \times 3.0^2}{10} \cong 36 \text{ kNm}$$

Il momento totale in presenza di sisma certamente non è più grande

Momento per carichi verticali (con sisma)

$$M_{Ed} = \frac{q L^2}{10} = \frac{24 \times 3.0^2}{10} \cong 22 \text{ kNm}$$

Momento per azione sismica

è certamente molto piccolo

Dimensione trave a spessore

Può essere valutata in assenza di sisma

Dati:

Sezione rettangolare

b = da determinare

h = 22 cm

c = 4 cm

$M_{Ed} = 36$ kNm

Calcestruzzo C25/30

$R_{ck} = 30$ MPa

$f_{ck} = 25$ MPa

Calcolo della larghezza:

$$b = \frac{r^2 M}{d^2} = \frac{0.020^2 \times 36}{0.18^2} = 0.44 \text{ m}$$

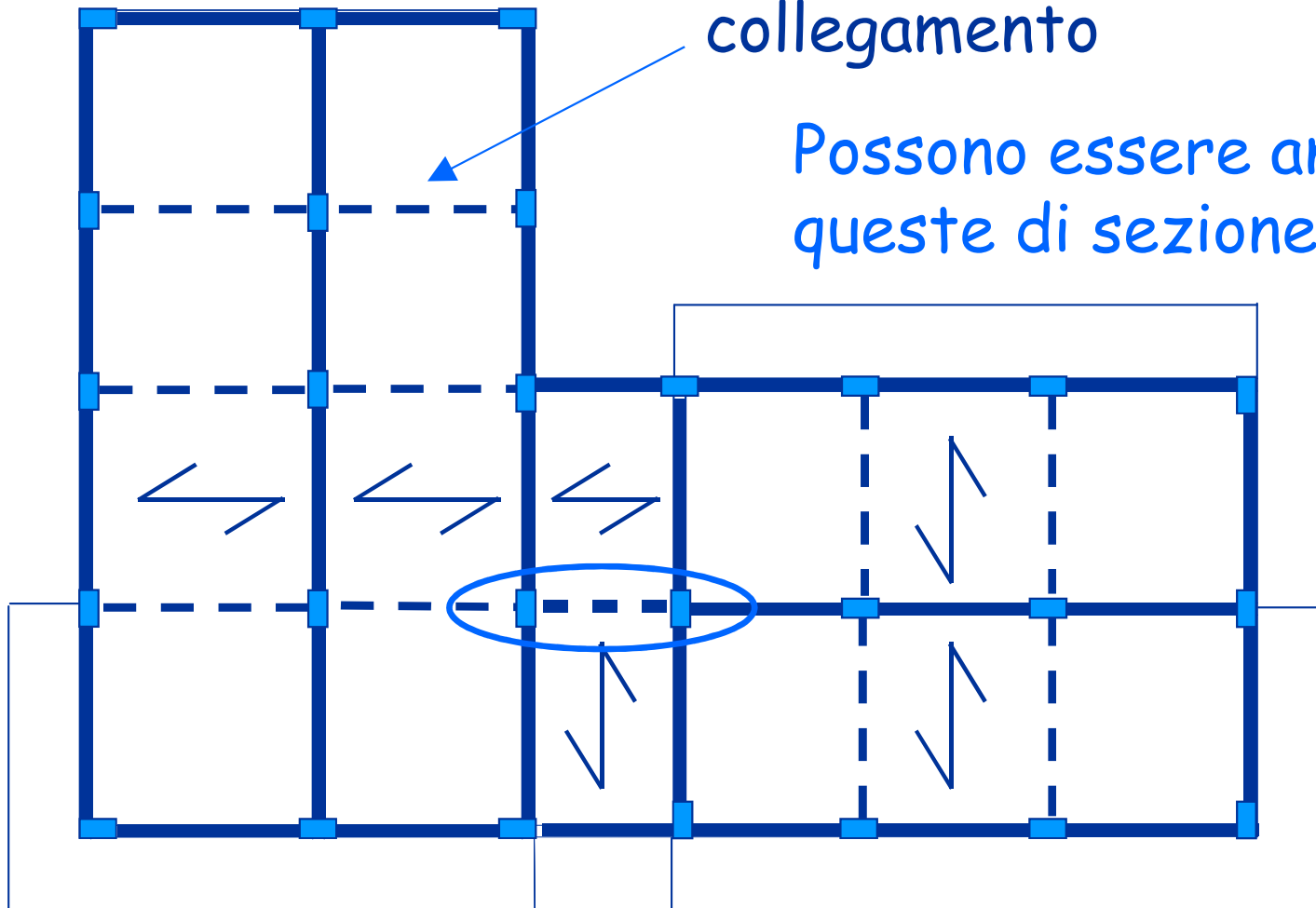
Si sceglie la
sezione 60x22

Esempio

L'unica trave a spessore
che porta carichi verticali
ha luce modesta (3 m)

Le altre travi sono solo di
collegamento

Possono essere anche
queste di sezione 60x22

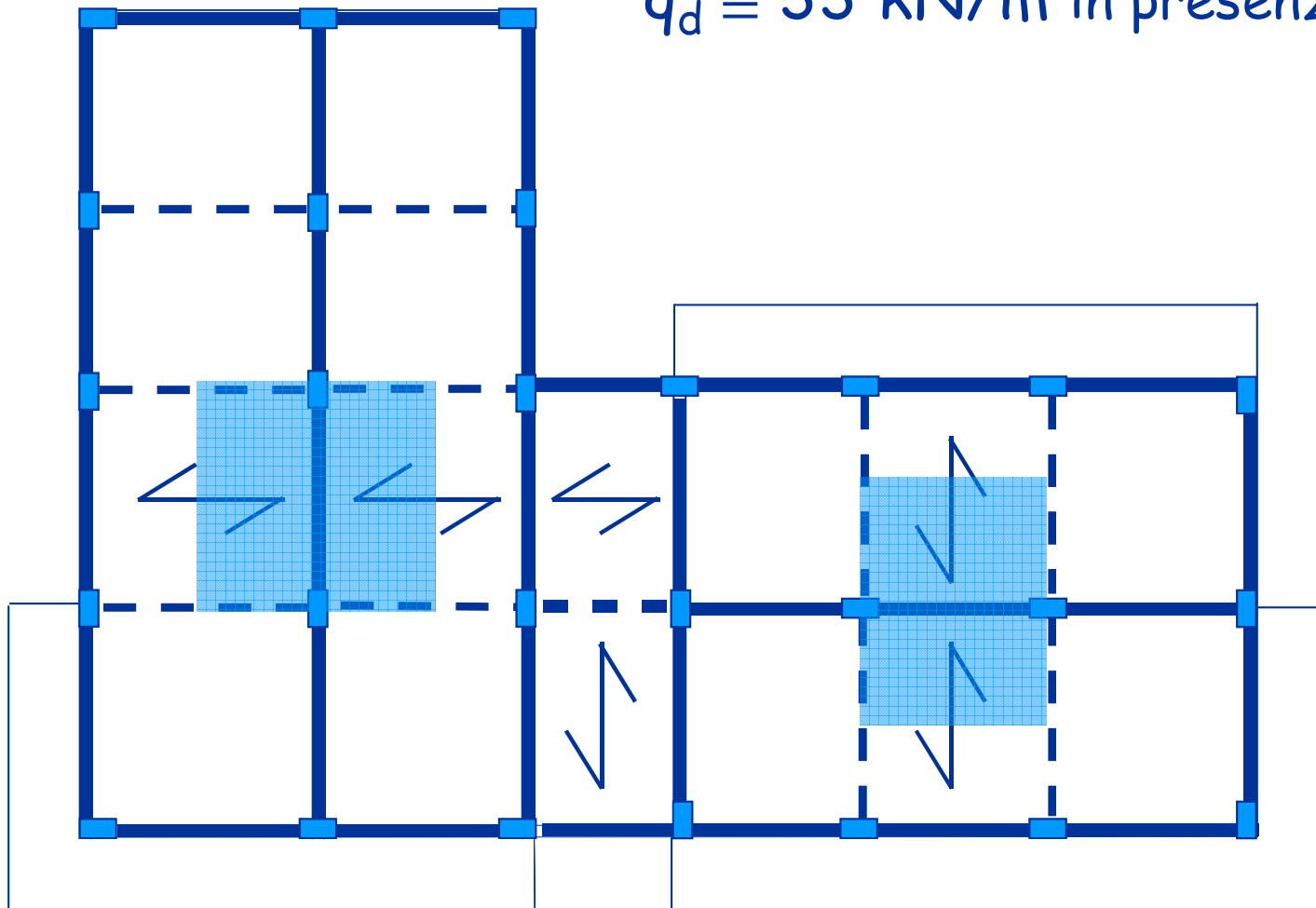


Esempio: travi

Le travi di spina portano
circa 5 m di solaio

$q_d \cong 55 \text{ kN/m}$ in assenza di sisma

$q_d \cong 33 \text{ kN/m}$ in presenza di sisma



Carico sulla trave emergente campata 17-18

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi travi**

Campata	17-18, 18-19, 19-20						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ 2 qk
Solaio piano tipo		4.73	m	18.92	15.14	47.30	27.43
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		1	--	4.20		5.46	4.20
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Tamponature							
	TOTALE [kN/m]			23.12	15.14	52.76	31.63

file Carichi, foglio Carichi trave

Carico sulla trave emergente campata 8-5

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi travi**

Campata	8-5 e 5-2						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ 2 qk
Solaio piano tipo		5.1	m	20.40	16.32	51.00	29.58
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		1	--	4.20		5.46	4.20
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Tamponature							
	TOTALE [kN/m]			24.60	16.32	56.46	33.78

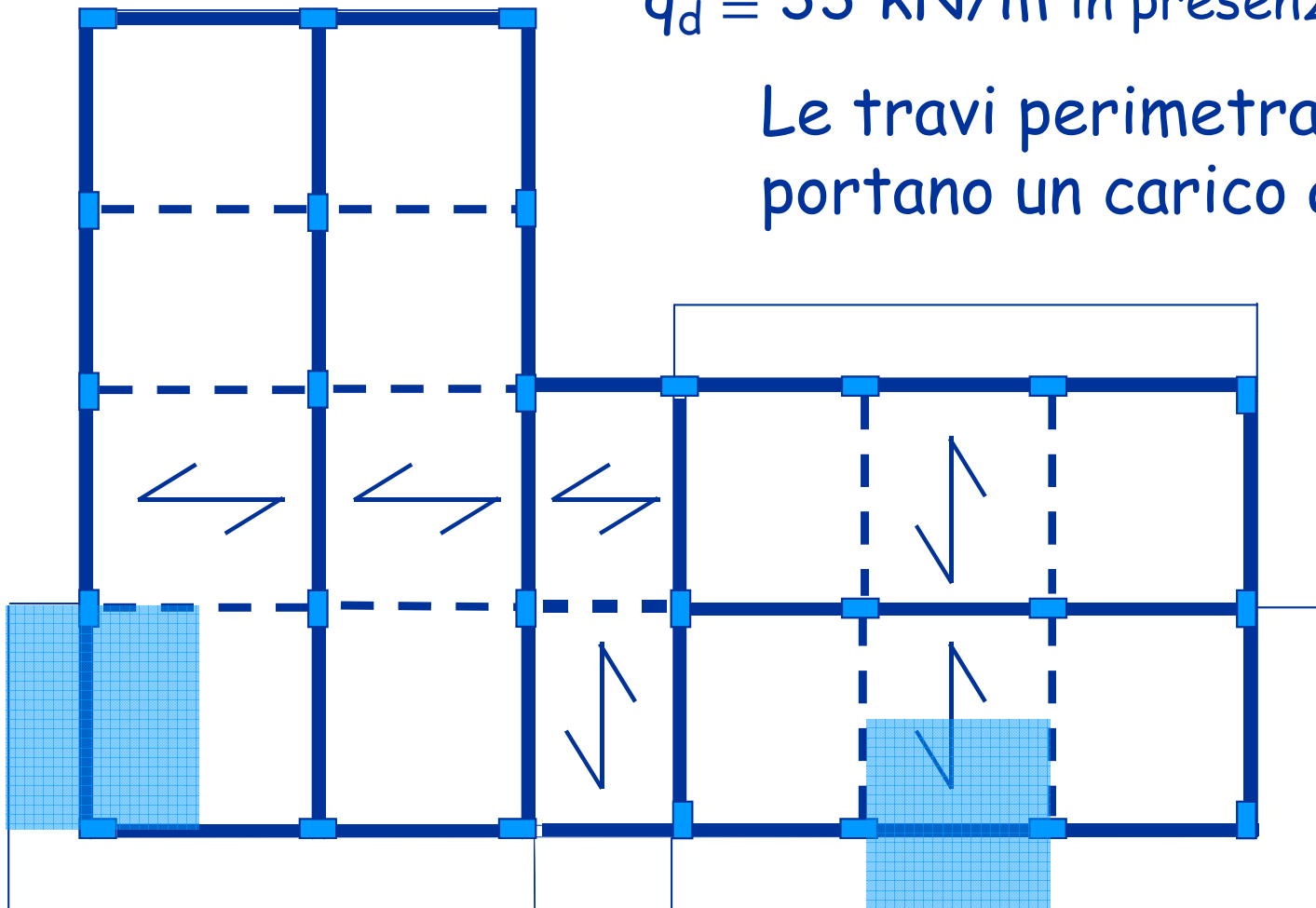
Esempio: travi

Le travi di spina portano
circa 5 m di solaio

$q_d \cong 55 \text{ kN/m}$ in assenza di sisma

$q_d \cong 33 \text{ kN/m}$ in presenza di sisma

Le travi perimetrali
portano un carico analogo



Carico sulla trave emergente campata 21-14

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi travi**

Campata	21-14						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ 2 qk
Solaio piano tipo		2.35	m	9.40	7.52	23.50	13.63
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini		1.55	m	6.51	6.20	17.76	8.37
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		1	--	4.20		5.46	4.20
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Tamponature		0.85	--	5.10		6.63	5.10
	TOTALE [kN/m]			25.21	13.72	53.35	31.30

file Carichi, foglio Carichi trave

Momento flettente

prodotto dai carichi verticali

Momento per carichi verticali (con sisma)

$$M = \frac{q L^2}{10} = \frac{33 \times 4.20^2}{10} \cong 60 \text{ kNm}$$

Andrà sommato all'effetto del sisma

Momento per carichi verticali (senza sisma)

$$M = \frac{q L^2}{10} = \frac{55 \times 4.20^2}{10} \cong 100 \text{ kNm}$$

Può essere condizionante solo per travi molto lunghe
(non è il nostro caso)

Carichi sui pilastri e corrispondente sforzo normale

Determinare il carico sui pilastri:

- Per ora con riferimento ad alcuni pilastri che si ritengono significativi

In seguito lo si dovrebbe fare per tutti, ma si potrà usare direttamente il valore fornito dalla risoluzione dello schema per carichi verticali

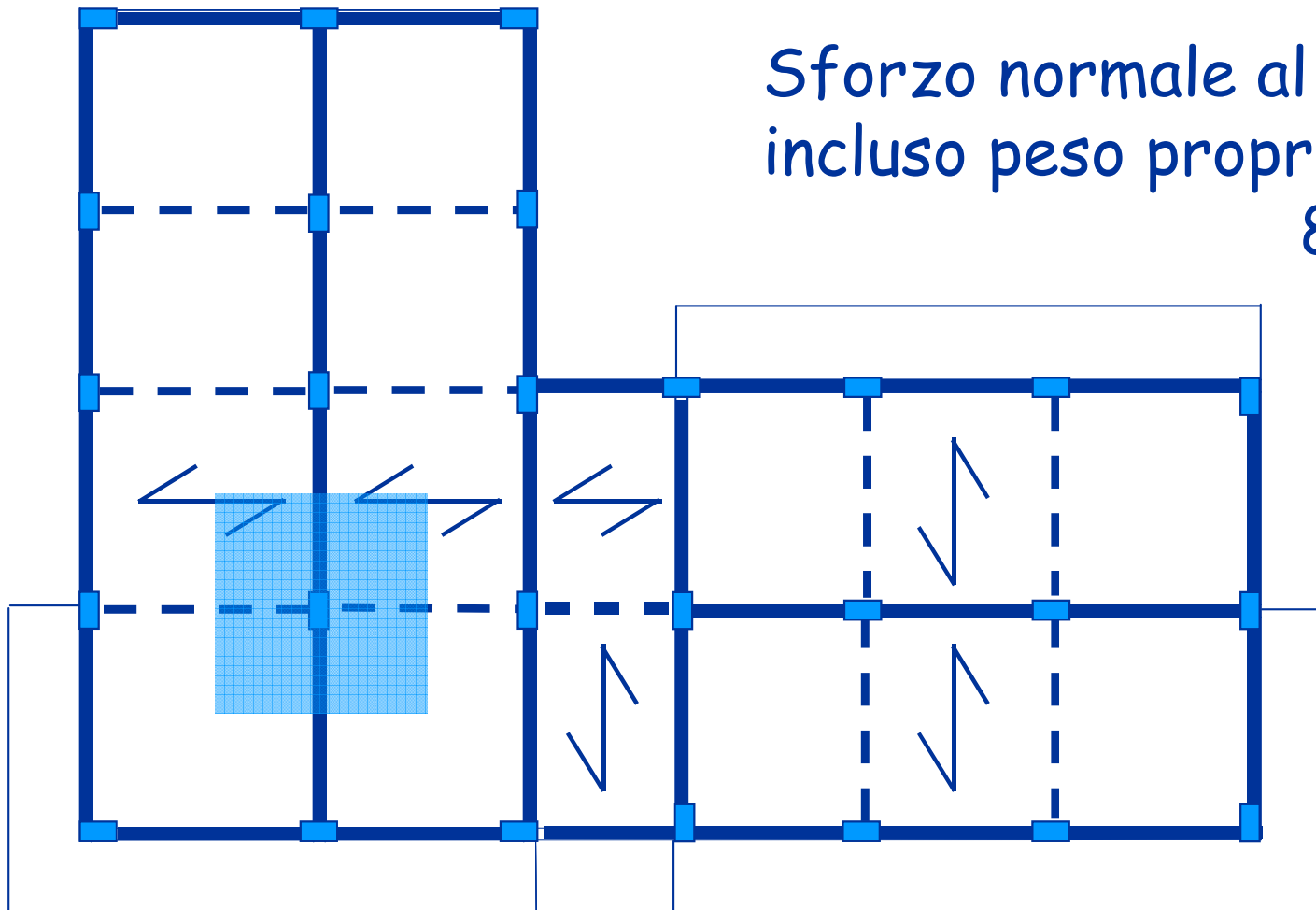
- Calcolare separatamente
il valore per SLU in assenza di sisma ($g_d + q_d$)
il valore in presenza di sisma ($g_k + \psi_2 q_k$)

Esempio: pilastri

Pilastro interno, porta
8 m di trave
21 m² di solaio

Carico al piano: 150 kN

Sforzo normale al piede,
incluso peso proprio:
800 kN



In assenza
di sisma:
1330 kN

Esempio: pilastri

Pilastro laterale con sbalzo
pilastro d'angolo con sbalzi

Più o meno lo stesso

Sforzo normale al piede,
incluso peso proprio:
800 kN

In assenza
di sisma:
1200 kN



Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 15

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	15 (centrale) - piano tipo						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		20.83	m2	83.31	66.65	208.27	120.80
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		4.46	m	18.71		24.32	18.71
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22		4.68	m	7.57		9.85	7.57
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature							
	TOTALE [kN]			123.24	66.65	260.19	160.73

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 15

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

5	223.8	136.6
4	484.0	297.3
3	744.1	458.0
2	1004.3	618.8
1	1264.5	779.5

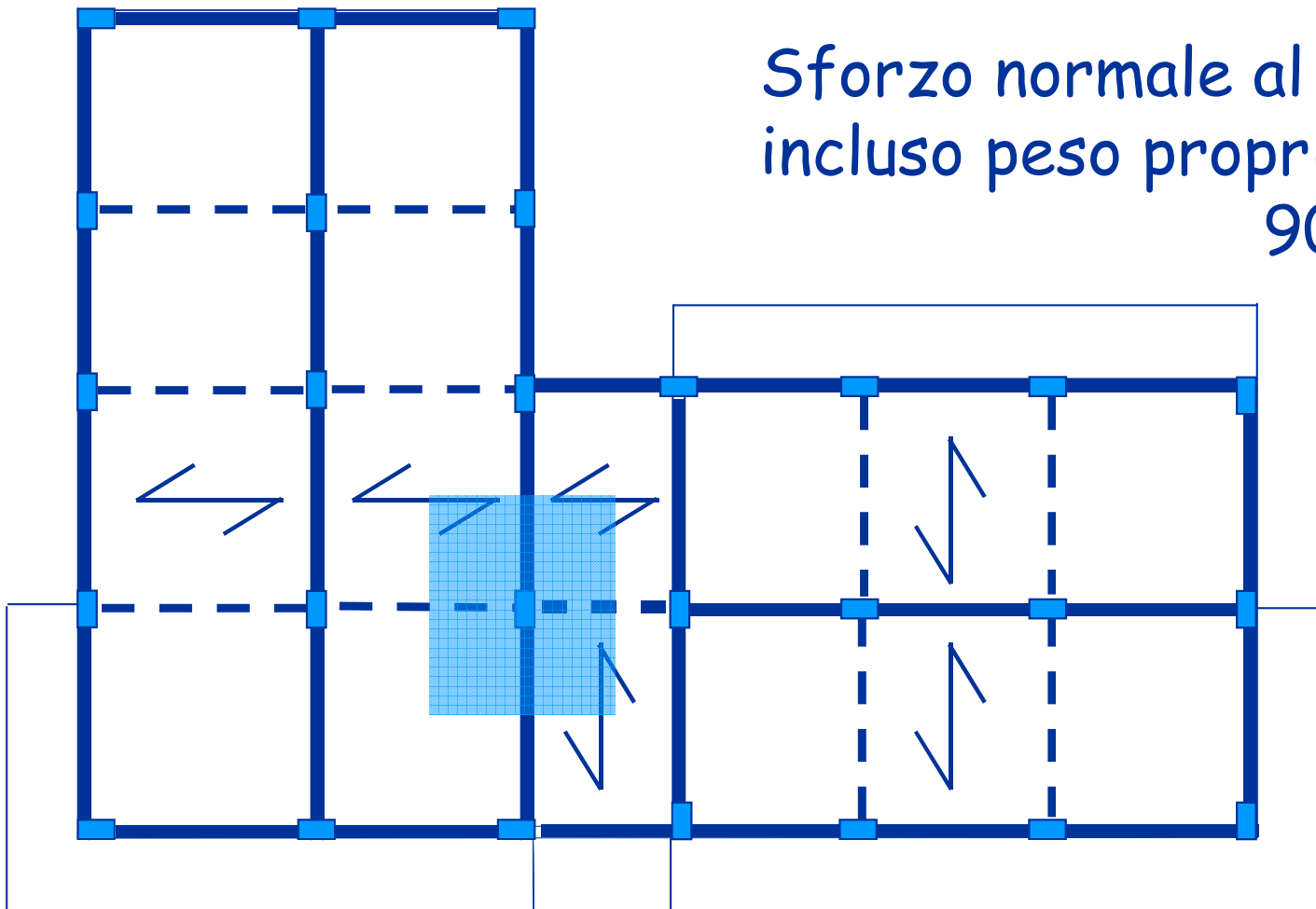
PILASTRO	15 (centrale) - piano copertura						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		20.83	m2	87.47	41.65	176.20	99.97
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.	4.46	m	15.37		19.98	15.37
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature							
	TOTALE [kN]			124.07	41.65	223.77	136.56

Esempio: pilastri

Pilastro interno in
corrispondenza della scala
Di più, a causa del torrino

Sforzo normale al piede,
incluso peso proprio:
900 kN

In assenza
di sisma:
1450 kN



Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 15

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	16 (interno, scala) - piano tipo						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		8.99	m2	35.95	28.76	89.87	52.12
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.	7.10	m2	35.48	28.38	88.69	43.99
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		4.73	m	19.87		25.83	19.87
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22		3.40	m	5.51		7.16	5.51
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature		4.73	m	28.38		36.89	28.38
	TOTALE [kN]			138.83	57.14	266.18	163.52

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 15

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	16 (interno, scala) - piano copertura						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo							
Solaio terrazza		8.99	m2	37.75	17.97	76.03	43.14
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.	7.10	m2	35.48	28.38	88.69	43.99
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50		4.73	m	16.32		21.21	16.32
Trave a spessore 60x22		3.40	m	5.51		7.16	5.51
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature		4.73	m	28.38		36.89	28.38
	TOTALE [kN]			137.08	46.35	247.73	150.98

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 15

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	16 (interno, scala) - piano torrino						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	g1k+q1k
Solaio piano tipo		6.45					
Solaio terrazza							
Solaio torrino			m2	21.93	3.23	33.35	21.93
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50		4.73	m	16.32		21.21	16.32
Trave a spessore 60x22		1.50	m	2.43		3.16	2.43
Pilastro 1, 30x70							
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50		1.00	--	10.13		13.17	10.13
Tamponature		4.73	m	28.38		36.89	28.38
	TOTALE [kN]			79.19	3.23	107.78	79.19

6	107.8	79.2
5	355.5	230.2
4	621.7	393.7
3	887.9	557.2
2	1154.1	720.7
1	1420.2	884.2

Esempio: pilastri

Pilastro laterale privo di
sbalzo o d'angolo con uno
sbalzo

Carico al piano minore

Sforzo normale al piede,
incluso peso proprio:
550 kN



In assenza
di sisma:
800 kN

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 7

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	7 (laterale) - piano tipo						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		9.17	m2	36.66	29.33	91.65	53.16
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		3.90	m	16.38		21.29	16.38
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22		2.35	m	3.81		4.95	3.81
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature		3.90	m	23.40		30.42	23.40
	TOTALE [kN]			93.90	29.33	166.06	110.39

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 7

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

5	117.7	74.9
4	283.8	185.3
3	449.8	295.7
2	615.9	406.1
1	782.0	516.5

PILASTRO	7 (laterale) - piano copertura						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		9.17					
Solaio terrazza			m2	38.49	18.33	77.54	43.99
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50			m	13.46		17.49	13.46
Trave a spessore 60x22			m	3.81		4.95	3.81
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature							
	TOTALE [kN]			69.41	18.33	117.72	74.90

Esempio: pilastri

Pilastro d'angolo
privo di sbalzo

Carico al piano ancora
minore

Sforzo normale al piede,
incluso peso proprio:
380 kN

In assenza
di sisma:
550 kN



Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 1

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	1 (angolo) - piano tipo						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		4.23	m2	16.92	13.54	42.30	24.53
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.						
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60		4.15	m	17.43		22.66	17.43
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature		4.15	m	24.90		32.37	24.90
	TOTALE [kN]			72.90	13.54	115.07	80.51

Carico e sforzo normale nei pilastri

pilastro 1

Per consentire più facilmente un controllo, si può usare il foglio **Carichi pilastri**

PILASTRO	1 (angolo) - piano copertura						
carico		sviluppo	un.mis.	g1k	g2k+qk	gd+qd	gk+ ψ_2 qk
Solaio piano tipo		4.23	m2	17.77	8.46	35.79	20.30
Solaio terrazza							
Solaio torrino							
Balconi e terrazzini							
Cornicione							
Scala	in c.a.	4.15	m	14.32		18.61	14.32
Scala	in acciaio						
Trave 1, 30x60							
Trave 2, 30x50							
Trave a spessore 60x22							
Pilastro 1, 30x70		1.00	--	13.65		17.75	13.65
Pilastro 2, 30x70							
Pilastro 3, 30x50							
Tamponature							
	TOTALE [kN]			45.73	8.46	72.14	48.27

5	72.1	48.3
4	187.2	128.8
3	302.3	209.3
2	417.4	289.8
1	532.4	370.3

Masse

o peso delle masse

In un edificio in cemento armato con struttura intelaiata il peso delle masse di piano corrisponde in genere ad una incidenza media di $8\div 11 \text{ kN/m}^2$

Una valutazione di prima approssimazione del peso delle masse a ciascun piano può essere ottenuta moltiplicando la superficie totale dell'impalcato per 10 kN/m^2 (9 kN/m^2 in copertura, per la minore incidenza delle tamponature)

Esempio

peso delle masse

La superficie degli impalcati nell'edificio in esame è

Torrino scala: $S = 48.0 \text{ m}^2$

V impalcato: $S = 331.9 \text{ m}^2$

Piano tipo: $S = 323.5 \text{ m}^2$

Per il piano terra: $S = 263.2 \text{ m}^2$

Nota: il torrino scala può essere accorpato al 5° impalcato, ottenendo

Torrino + V impalcato: $S = 379.9 \text{ m}^2$

Esempio

peso delle masse

Impalcato	Superficie m ²	Incidenza kN/m ²	Peso kN
Torrino + V	379.9	9.0	3419
IV, III, II	323.5	10.0	3235
I	263.2	10.0	2632

Peso totale = 15756 kN

Nota: dopo aver definito le sezioni strutturali si possono calcolare le masse con più precisione, ma i valori a metro quadro qui indicati restano un utile punto di riferimento