

## Seconda esercitazione progettuale Progetto di un telaio piano in c.a.

### Esempio numerico di predimensionamento delle colonne

## Predimensionamento dei pilastri

Nella valutazione dello stato tensionale dei pilastri si può partire dalla stima degli sforzi normali cui essi sono soggetti. Con riferimento al pilastro 5, ad esempio, è possibile definire i due contributi allo scarico forniti dalla trave 4-5-6 e dalla trave 2-5-8-11; in altre parole, per le due travi citate si devono valutare le reazioni vincolari degli appoggi che corrispondono al pilastro 5. In linea di principio tali reazioni andrebbero valutate risolvendo gli schemi di trave riportati sopra. Per lo schema 1, in maniera semplificata, si può ricorrere ad un prontuario di calcolo che fornisce il seguente valore della reazione del vincolo centrale:

$$V_5 = N_{5,tr}^{(i)} = \frac{p_d \cdot (L_1 + L_2)}{2} + M_B \cdot \left( \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right) = 396.763 \text{ kN} \quad (1)$$

In maniera alternativa si sarebbe potuto calcolare tale scarico considerando che in assenza di continuità la parte di carico che compete all'appoggio 5 vale  $p_d(L_1+L_2)/2$  e l'effetto della continuità può essere preso in conto moltiplicando tale valore per un coefficiente amplificativo che ne esprima l'entità e che per uno schema su tre appoggi con campate di luce non troppo diversa può essere posto pari a  $C_c=1.25$ . In tal modo si otterrebbe:

$$V_5 = 390.6635 \text{ kN} \quad (2)$$

Constatata la sostanziale equivalenza dei due metodi nel caso in oggetto, nel seguito si farà riferimento al valore determinato con l'ausilio della (1):

$$\Delta N_{5,tr}^{(i)} = 396.763 \text{ kN} \quad i=1,2$$

che rappresenta lo scarico della trave 4-5-6 sul pilastro 5 per i primi due impalcati. Quanto al terzo, essendo i sovraccarichi leggermente diversi si avrebbe, un valore di  $p_d$  lievemente minore:

$$p_d^{(3)} = 56.00 \text{ kN/m}$$

in maniera proporzionale si ottiene

$$\Delta N_{5,tr}^{(3)} = 337.6626 \text{ kN}$$

Quanto al contributo della trave 2-5-8-11 si può fare uso del concetto di lunghezza di influenza tenendo conto della continuità tramite un opportuno coefficiente  $C_c$  che per lo schema in oggetto può essere quantificato in 1.10

$$\Delta N_{5,long}^{(i)} = 102.19 \text{ kN} \quad i=1,2$$

e, tenendo conto del diverso sovraccarico in copertura,

$$\Delta N_{5,long}^{(3)} = 97.51 \text{ kN}$$

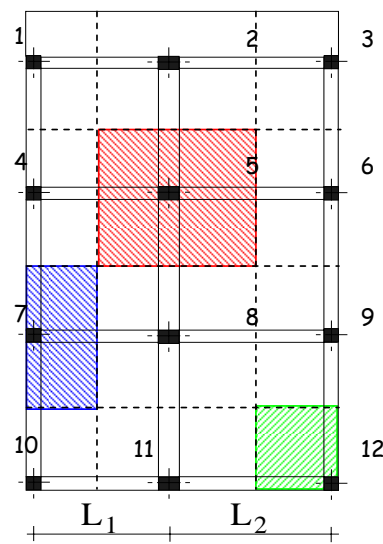
In definitiva, la variazione di sforzo normale al piano  $i$  per il pilastro 5 si può valutare sommando i due contributi relativi alle travi appartenenti al telaio trasversale e a quello longitudinale

$$\Delta N_5^{(i)} = 498.95 \text{ kN} \quad i=1,2 \quad \Delta N_5^{(3)} = 435.17 \text{ kN}$$

Un modo più rapido per valutare lo sforzo normale che

competere al generico pilastro consiste nel considerare opportune **aree di influenza**, dividendo a metà le campate delle travi che concorrono nello stesso pilastro come mostrato nella figura a lato.

In questo modo la variazione di sforzo normale al livello  $i$ -esimo per effetto dello scarico dell'impalcato si otterrebbe considerando che al pilastro competono tutti i carichi (distribuiti lungo la superficie o concentrati lungo una linea) che ricadono all'interno di tali aree. In questo modo, però, non si terrebbe conto dalla continuità delle travi nelle due direzioni. In maniera surretta l'effetto della continuità si potrebbe quindi riprendere considerando la presenza di coefficienti di continuità in entrambe le direzioni (per i pilastri interni) o lungo una di esse (pilastri laterali); per i pilastri d'angolo i coefficienti di continuità lungo  $x$  e  $y$  possono porsi pari all'unità.



Pilastro	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	Piano	$p_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{c,x}$	$C_{c,y}$	$p_{tomp,d}$ [kN/m]	$L_{tomp}$ [m]	$p_{travi,d}$ [kN/m]	$\Delta N^{(i)}$ [kN]
1	8.31	2.20	3.78	3	8.49	1.00	1.00	1.95	5.98	4.88	111.29
				2	12.04			10.92			194.37
				1	12.04			10.92			194.37
2	17.93	4.75	3.78	3	8.49	1.25	1.00	1.95	4.75	4.88	246.91
				2	12.04			10.92			369.08
				1	12.04			10.92			369.08
3	9.63	2.55	3.78	3	8.49	1.00	1.00	1.95	6.33	4.88	124.89
				2	12.04			10.92			215.80
				1	12.04			10.92			215.80
4	12.49	2.20	5.68	3	8.49	1.00	1.10	1.95	5.68	4.88	168.82
				2	10.54			10.92			247.88
				1	10.54			10.92			247.88
5	26.96	4.75	5.68	3	8.49	1.25	1.10	1.95	0.00	4.88	374.06
				2	10.54			10.92			450.04
				1	10.54			10.92			450.04
6	14.47	2.55	5.68	3	8.49	1.00	1.10	1.95	5.68	4.88	189.08
				2	10.54			10.92			272.61
				1	10.54			10.92			272.61
7	11.55	2.20	5.25	3	8.49	1.00	1.10	1.95	5.25	4.88	156.98
				2	10.54			10.92			230.12
				1	10.54			10.92			230.12
8	24.94	4.75	5.25	3	8.49	1.25	1.10	1.95	0.00	4.88	348.21
				2	10.54			10.92			418.51
				1	10.54			10.92			418.51
9	13.39	2.55	5.25	3	8.49	1.00	1.10	1.95	5.25	4.88	175.85
				2	10.54			10.92			253.13
				1	10.54			10.92			253.13
10	4.84	2.20	2.20	3	8.49	1.00	1.00	1.95	4.40	4.88	71.12
				2	10.54			10.92			120.51
				1	10.54			10.92			120.51
11	10.45	4.75	2.20	3	8.49	1.25	1.00	1.95	4.75	4.88	159.83
				2	10.54			10.92			229.22
				1	10.54			10.92			229.22
12	5.61	2.55	2.20	3	8.49	1.00	1.00	1.95	4.75	4.88	80.05
				2	10.54			10.92			134.16
				1	10.54			10.92			134.16

Nella tabella precedente si è tenuto conto anche della presenza della tompagnatura e delle travi progettate sopra. In

Nella tabella precedente si è tenuto conto anche della presenza della tompagnatura e delle travi progettate sopra. In questo modo la valutazione degli scarichi sui pilastri risulta sufficientemente accurata. Con riferimento al pilastro 5 i valori in tabella risultano più piccoli di quelli calcolati in precedenza: la differenza (non superiore del 10%) si giustifica per il fatto che, ragionando per linee di influenza, si evita di considerare due volte le fasce di solaio adiacenti alle travi longitudinali. I valori degli incrementi di sforzo normale presenti nella tabella precedente si possono utilizzare nel seguito per calcolare lo sforzo normale nei pilastri ai vari piani e valutare la sezione minima imponendo generalmente come condizione di progetto che risulti  $\xi=0.40$  ovvero  $v=0.32$ .

Si ipotizza, inoltre,

$$f'_{cd} = 11.33 \text{ MPa}$$

Pilastro	Piano	$\Delta N^{(i)}$ [kN]	$N^{(i)}$ [kN]	$\xi$	$v$	$b$ [cm]	$h_{calc}$ [cm]	$h$ [cm]	Sezione Minima
1	3	111.29	111.29	0.40	0.32	30	10.23	30	30x30
	2	194.37	305.66	0.40	0.32	30	28.09	30	30x30
	1	194.37	500.02	0.50	0.40	30	36.77	40	30x40
2	3	246.91	246.91	0.40	0.32	30	22.69	30	30x30
	2	369.08	615.99	0.40	0.32	40	42.46	50	40x50
	1	369.08	985.07	0.50	0.40	40	54.32	60	40x60
3	3	124.89	124.89	0.40	0.32	30	11.48	30	30x30
	2	215.80	340.70	0.40	0.32	30	31.31	40	30x40
	1	215.80	556.50	0.50	0.40	30	40.92	50	30x50
4	3	168.82	168.82	0.40	0.32	30	15.52	30	30x30
	2	247.88	416.70	0.50	0.40	30	30.64	40	30x40
	1	247.88	664.58	0.40	0.32	40	45.81	50	40x50
5	3	374.06	374.06	0.40	0.32	30	34.38	40	30x40
	2	450.04	824.10	0.45	0.36	40	50.50	60	40x60
	1	450.04	1274.14	0.50	0.40	40	70.27	80	40x80
6	3	189.08	189.08	0.40	0.32	30	17.38	30	30x30
	2	272.61	461.69	0.50	0.40	30	33.95	40	30x40
	1	272.61	734.30	0.50	0.40	40	40.49	50	40x50
7	3	156.98	156.98	0.40	0.32	30	14.43	30	30x30
	2	230.12	387.10	0.40	0.32	30	35.58	40	30x40
	1	230.12	617.22	0.40	0.32	40	42.55	50	40x50
8	3	348.21	348.21	0.40	0.32	30	32.00	40	30x40
	2	418.51	766.72	0.45	0.36	40	46.98	50	40x50
	1	418.51	1185.22	0.50	0.40	40	65.36	70	40x70
9	3	175.85	175.85	0.40	0.32	30	16.16	30	30x30
	2	253.13	428.98	0.50	0.40	30	31.54	40	30x40
	1	253.13	682.11	0.50	0.40	40	37.62	40	40x40
10	3	71.12	71.12	0.40	0.32	30	6.54	30	30x30
	2	120.51	191.63	0.40	0.32	30	17.61	30	30x30
	1	120.51	312.14	0.40	0.32	30	28.69	30	30x30
11	3	159.83	159.83	0.40	0.32	30	14.69	30	30x30
	2	229.22	389.05	0.40	0.32	30	35.76	40	30x40
	1	229.22	618.27	0.50	0.40	30	45.46	50	30x50
12	3	80.05	80.05	0.40	0.32	30	7.36	30	30x30
	2	134.16	214.20	0.40	0.32	30	19.69	30	30x30
	1	134.16	348.36	0.40	0.32	30	32.02	40	30x40

Nella tabella sono stati evidenziati in grigio i pilastri che rientrano nel telaio che sarà oggetto di studio.