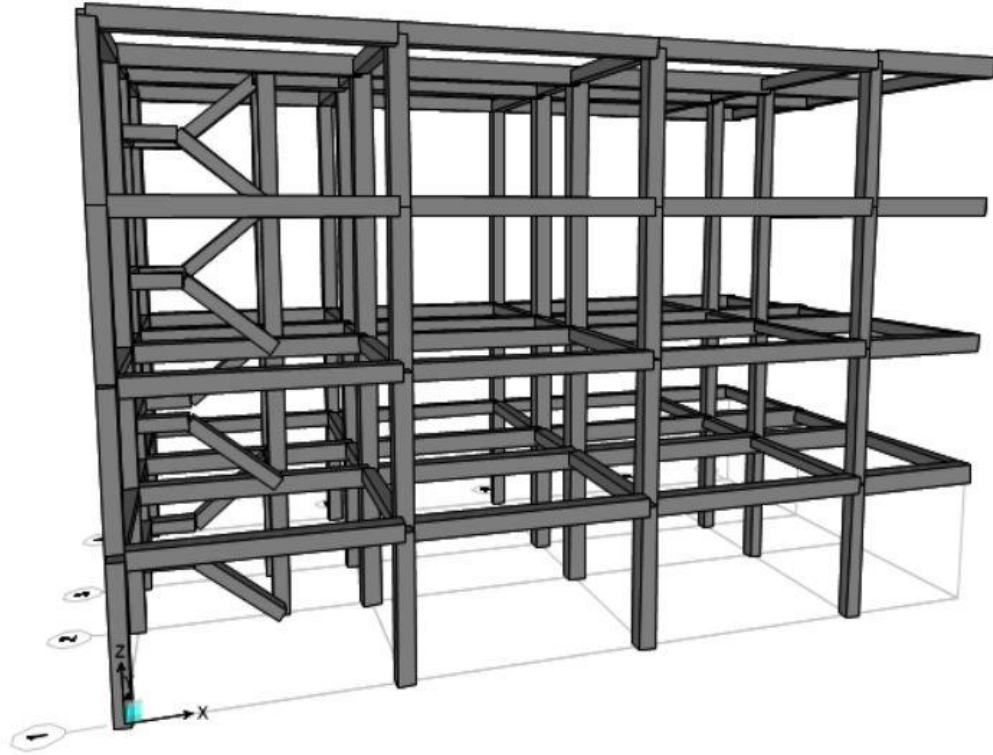
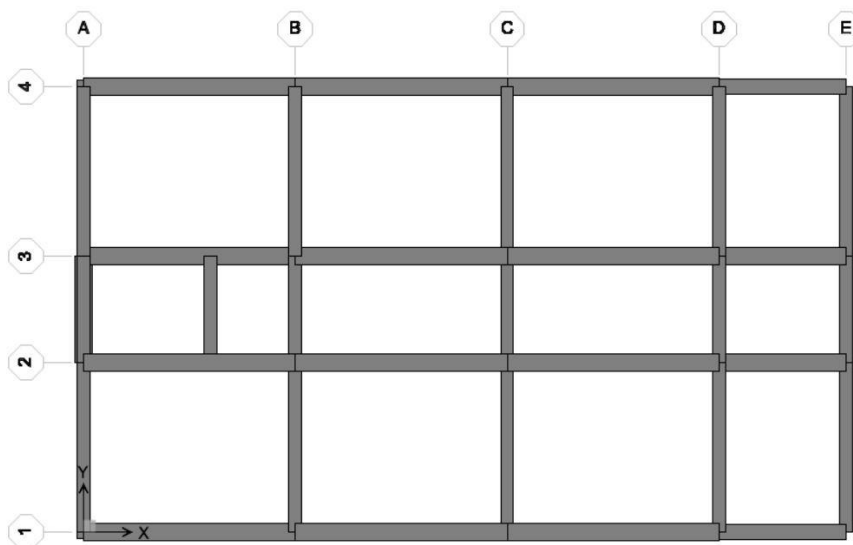


ESERCITAZIONE 1 – PROGETTO DI UN EDIFICIO MULTIPIANO IN CALCESTRUZZO

Studenti: Roberta Reali; Dhirendra Sanz De Galdeano



La struttura in esame, a destinazione d'uso residenziale, in calcestruzzo armato presenta le seguenti dimensioni 10,50x18 m ed è composta da quattro piani fuori terra.



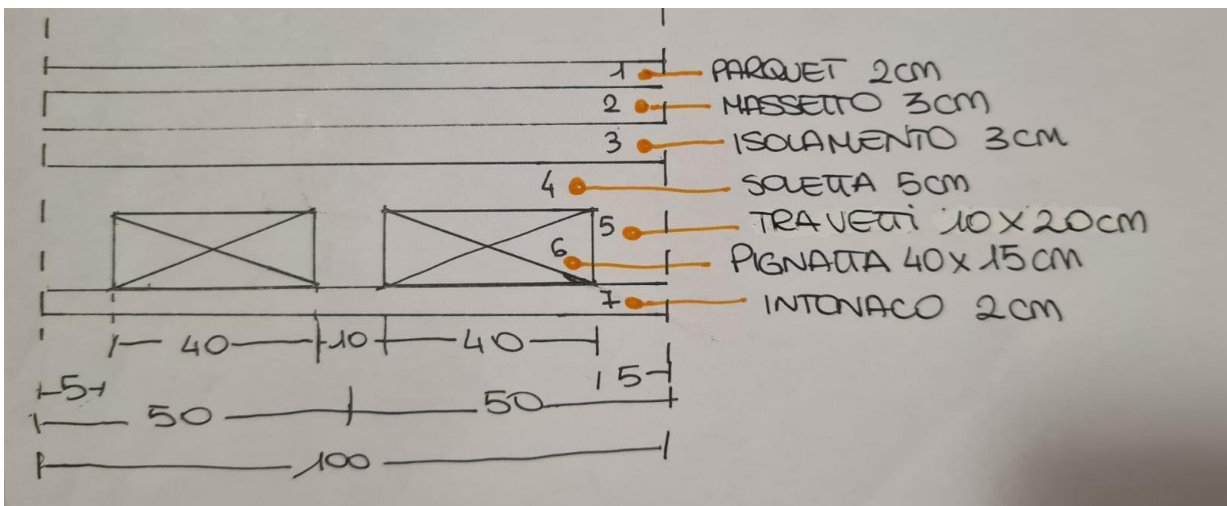
DEFINIZIONE DELL'IMPIANTO

È stato progettato un edificio regolare in calcestruzzo armato con le seguenti caratteristiche :

- Dimensioni della pianta: 10.50x18 m
- Numero di piani: 4
- Altezza totale: 12 m
- Altezza interpiano: 3,00 m
- Aggetto: mensole di 3,00 m
- Gabbia scala con trave a ginocchio

ANALISI DEI CARICHI

Per effettuare il predimensionamento degli elementi che compongono il telaio il primo passaggio è stato l'analisi dei carichi.



Si è ipotizzato l'utilizzo di un solaio in latero-cemento e abbiamo considerato come carico strutturale permanente (Q_s) la somma dei pesi propri di tutti quegli elementi che costituiscono la struttura permanente del solaio: i travetti, le pignatte e la soletta collaborante. Per il carico permanente non strutturale (Q_p) abbiamo invece considerato tutti quei elementi che sono posizionati sopra al pacchetto strutturale permanente: la pavimentazione in legno, allettamento + massetto porta impianti, l'isolante acustico e l'intonaco in gesso. Il sovraccarico accidentale (Q_a) è definito dalla normativa in base alla destinazione d'uso, che in questo caso essendo residenziale corrisponde a 2 KN/m².

Analisi dei carichi di un solaio in laterocemento (Q_s)

- PIGNATTE

$$\gamma = 12 \text{ KN/m}^3$$

$$q_p = (0.4 \times 0.15) \times 2 = 0.12 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

- TRAVETTI

$$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$$

$$q_t = (0.2 \times 0.1) \times 2 = 0.04 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

- SOLETTA

$$\gamma = 25 \text{ Kn/m}^3$$

$$q_s = (0.5 \times 0.1) = 0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q_s = (0.05 + 0.04) \times 25 + (12 \times 0.12) = 2.25 + 1.44 = 3.69 \text{ KN/m}^2$$

Calcolo del carico distribuito superficiale (Qp)

- MASSETTO

$$\gamma = 23 \text{ KN/m}^3$$

$$q_m = (0.3 \times 23) = 0.69 \text{ KN/m}^2$$

- ISOLANTE

$$\gamma = 1.5 \text{ KN/m}^3$$

$$q_{iso} = (0.015 \times 1.5) = 0.022 \text{ KN/m}^2$$

- INTONACO

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$q_{int} = (0.02 \times 20) = 0.4 \text{ KN/m}^2$$

- PARQUET

$$\gamma = 7 \text{ KN/m}^3$$

$$q_p = (0.02 \times 7) = 0.14 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_p = 0.69 + 0.022 + 0.4 + 0.14 = 1.25 \text{ KN/m}^2$$

Carico SLU

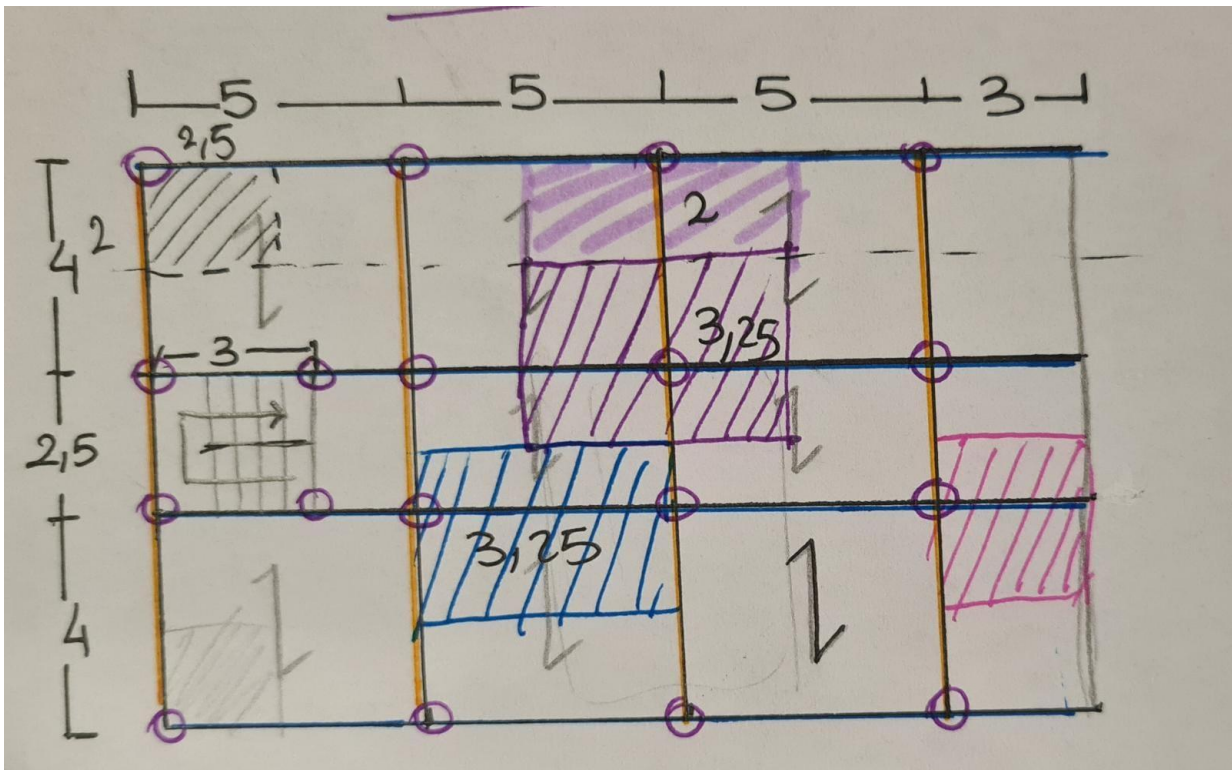
A questo punto abbiamo considerato le combinazioni di carico fornite dalla normativa per le verifiche allo stato limite, utilizzando coefficienti parziali di sicurezza sfavorevoli.

Combinazione di carico allo stato limite ultimo SLU:

$$Q_u = \gamma_s Q_s + \gamma_p Q_p + \gamma_a Q_a = 1,30 \times 3,69 \text{ KN/m}^2 + 1,50 \times 1,25 \text{ KN/m}^2 + 1,50 \times 2,00 \text{ KN/m}^2 = 9,75 \text{ KN/m}^2$$

PREDIMENSIONAMENTO

Per il pre-dimensionamento delle travi la prima cosa che abbiamo fatto è stata definire l'orditura dei solai per capire quali travi fossero principali e quali secondarie.



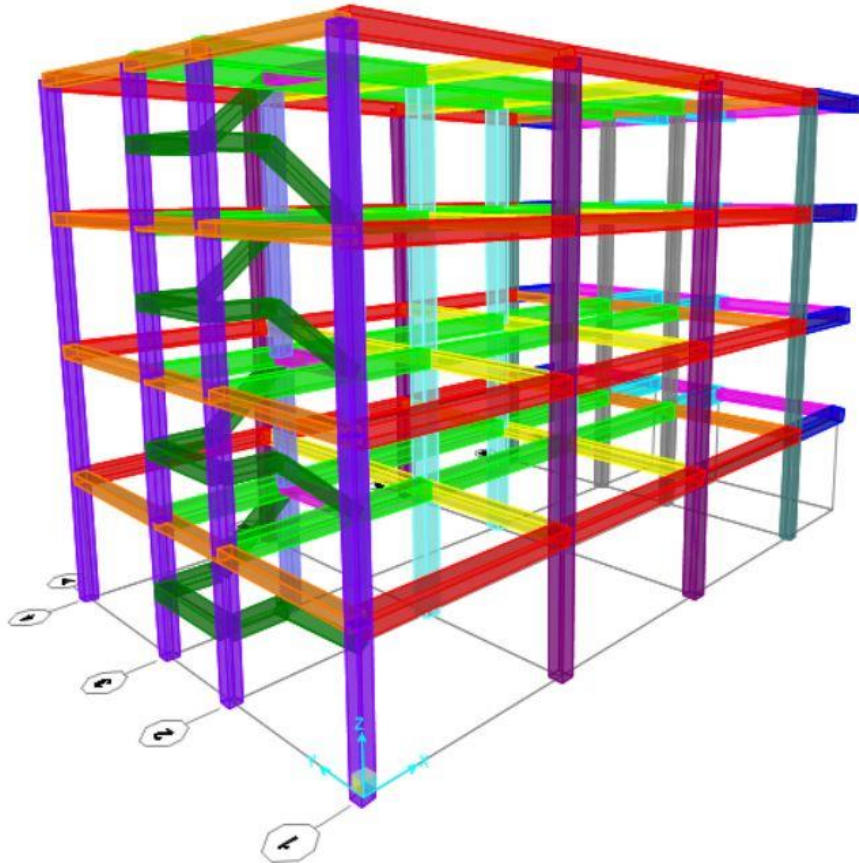
TRAVI

Considerando le travi come modello di travi doppiamente appoggiate il momento massimo d'esame sarà pari a $(Q_u)L^2/8$. Definito il modello e il relativo momento, abbiamo scelto la classe di resistenza del calcestruzzo e delle armature interne da utilizzare e che permetterà di trovare il parametro β e "r".

Successivamente, abbiamo determinato a priori come base per gli elementi strutturali una sezione rettangolare che ci permette di individuare l'altezza utile (h_u) della trave e che corrisponde al valore minimo (h_{min}) da utilizzare per il dimensionamento della sezione di

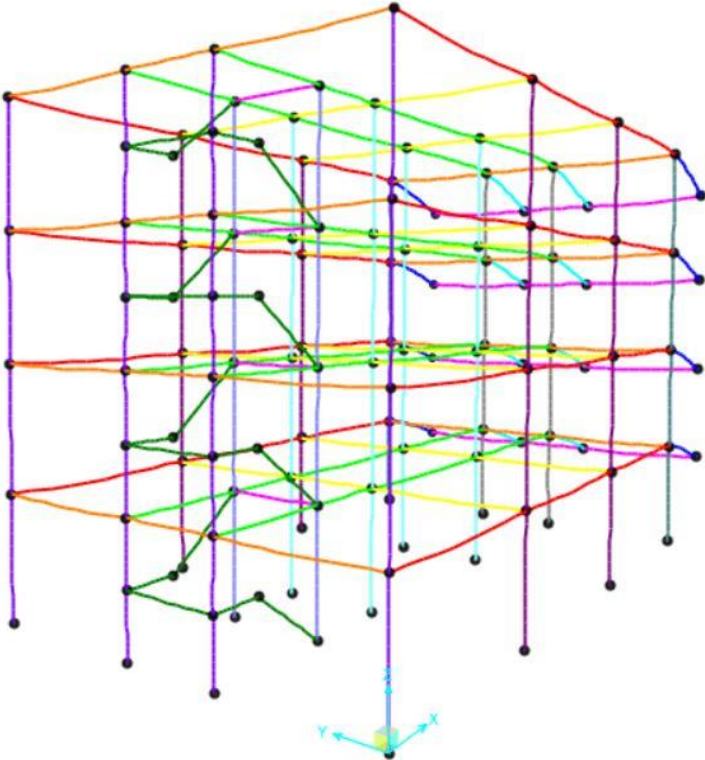
MODELLO SAP

Una volta effettuato il predimensionamento degli elementi del solaio in c.a. si è andato a realizzare il modello su SAP della struttura, assegnando le varie sezioni precedentemente calcolate.

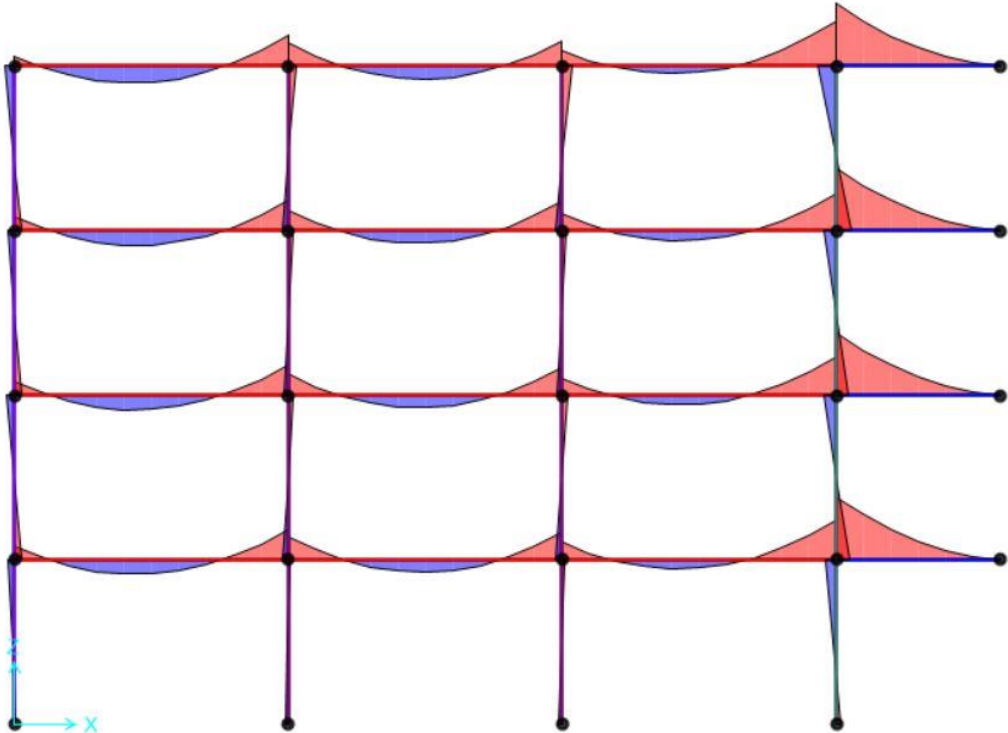


Dato che il solaio deve comportarsi come un elemento rigido si applica un vincolo interno (diaphragm) per ogni interpiano mentre per l'attacco a terra viene applicato un vincolo esterno (incastro). Per la combinazione di carichi vengono utilizzati: Combinazione SLU (Stato limite Ultimo) = $Q_s \times 1,3$, $Q_p \times 1,5$, $Q_a \times 1,5$ E Per la combinazione del Vento = $Q_s \times 1$, $Q_p \times 1$, $Q_a \times 1$, vento $\times 1$ dove il carico del vento, di $0,5 \text{ KN/m}^2$, è applicato sui piani x e y per l'altezza dei pilastri.

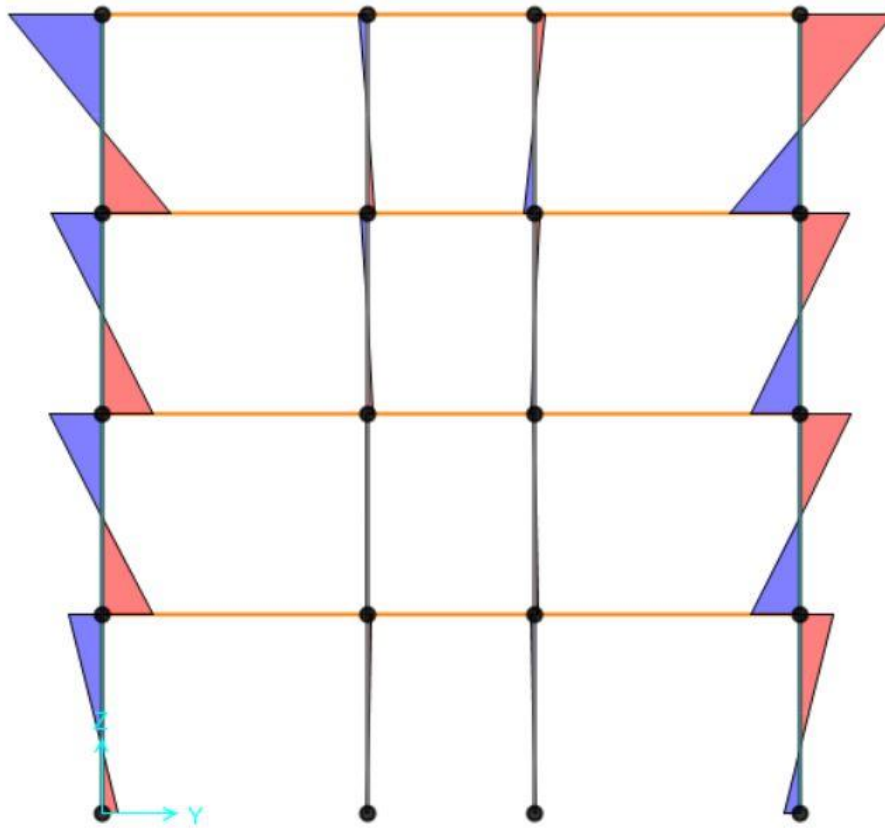
ANALISI DELLA DEFORMATA



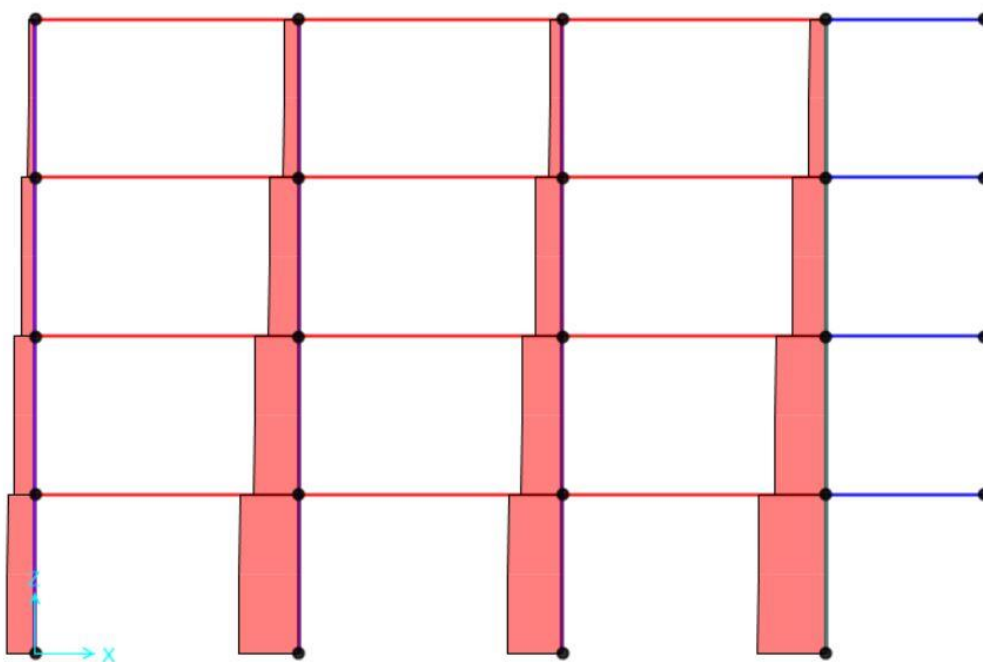
MOMENTO FLETTENTE TRAVI



MOMENTO FLETTENTE PILASTRI



SFORZO NORMALE PILASTRI



Verifica delle sezioni con i valori delle tabelle SAP 2000

- Travi

interasse (m)	q _k (KN/m ²)	q _s (KN/m ²)	q ₀ (KN/m ²)	q ₁ (KN/m)	luce (m)	M _{max} (KN·m)	f _{td} (N/mm ²)	f _{td} (N/mm ²)	f _{sd} (N/mm ²)	f _{sd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
2,00	3,69	1,25	2,00	19,34	5,00	60,45	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	40,00	24,61	5,00	29,61	50,00	0,10	0,20	5,00
TRAVI PRINCIPALI PERIMETRALI				53,60	5,00	167,50	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	40,00	40,96	5,00	45,96	40,00			5,00
3,25	3,69	1,25	2,00	31,43	5,00	98,23	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	40,00	31,37	5,00	36,37	40,00	0,08	0,16	4,00
TRAVI PRINCIPALI CENTRALI				85,27	5,00	85,27	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	40,00	29,23	5,00	34,23	40,00			5,00
0,50	3,69	1,25	2,00	4,84	4,00	9,67	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	30,00	11,37	5,00	16,37	30,00	0,08	0,09	2,25
TRAVI SECONDARIE CENTRALI				1,84	4,00	1,82	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	30,00	4,93	5,00	9,93	40,00			5,00
0,25	3,69	1,25	2,00	2,42	4,00	4,84	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	30,00	8,04	5,00	13,04	25,00	0,06	0,08	1,88
TRAVI SECONDARIE PERIMETRALI				1,82	4,00	1,84	450,00	428,57	28,00	15,87	0,36	2,52	30,00	4,96	5,00	9,96	40,00			5,00

- Mensole

3,25	3,69	1,25	2,00	31,43	3	141,45	450	428,57	29,05	16,46	0,37	2,50	40	36,58	5	41,58	65			
				77,93	3,00	350,69	450	428,57	29,05	16,46	0,37	2,50	40,00	57,60	5	62,60	verificata			
2	3,69	1,25	2,00	19,34	3	87,05	450	428,57	29,05	16,46	0,37	2,50	35	30,68	5	35,68	45			
				24,46	3,00	120,94	450	428,57	29,05	16,46	0,37	2,50	35,00	36,16	5	41,16	verificata			

- Pilastri

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$

	f _{ck}	f _{cd}	b	h	A	I _x	W _x	N	M _x	e	h/6	sigma _N	sigma _M	sigma _{max}	VERIFICA	
	Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa		
32	29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	-264,431	0,575	-0,22	5,00	-2,94	0,13	-2,81	Si	P1
32	29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	22,883	-16,9448	-74,05	5,00	0,25	-3,77	-3,51	Si	
40	29,1	16,5	40	40	1600	213333	10667	-796,229	-0,3998	0,05	6,67	-4,98	-0,04	-5,01	Si	
40	29,1	16,5	40	40	1600	213333	10667	31,349	-56,645	-180,69	6,67	0,20	-5,31	-5,11	Si	
43	29,1	16,5	35	35	1225	125052	7146	-522,261	-0,8322	0,16	5,83	-4,26	-0,12	-4,38	Si	
43	29,1	16,5	35	35	1225	125052	7146	-25,121	-31,4431	125,17	5,83	-0,21	-4,40	-4,61	Si	
48	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-971,549	-0,1664	0,02	5,00	-10,79	-0,04	-10,83	Si	
48	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	5,762	-22,9316	-397,98	5,00	0,06	-5,10	-5,03	Si	
52	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	-436,59	0,0161	0,00	5,83	-4,16	0,00	-4,16	Si	
52	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	26,396	-18,6644	-70,71	5,83	0,25	-3,05	-2,80	Si	
92	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-197,922	1,66	-0,84	5,00	-2,20	0,37	-1,83	Si	P2
92	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	13,283	-8,4076	-63,30	5,00	0,15	-1,87	-1,72	Si	
98	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	-598,642	-1,1226	0,19	6,67	-3,74	-0,11	-3,85	Si	
98	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	17,898	-26,584	-148,53	6,67	0,11	-2,49	-2,38	Si	
100	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-392,369	-2,5236	0,64	5,83	-3,20	-0,35	-3,56	Si	
100	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-14,959	-10,3367	69,10	5,83	-0,12	-1,45	-1,57	Si	
105	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-727,267	-0,3314	0,05	5,00	-8,08	-0,07	-8,15	Si	
105	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	3,846	-16,8505	-438,13	5,00	0,04	-3,74	-3,70	Si	
109	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	-327,398	-0,0418	0,01	5,83	-3,12	-0,01	-3,12	Si	
109	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	18,829	-10,5439	-56,00	5,83	0,18	-1,72	-1,54	Si	
147	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-131,39	-8,81	6,71	5,00	-1,46	-1,96	-3,42	Si	P3
147	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	5,601	7,397	132,07	5,00	0,06	1,64	1,71	Si	
153	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	-397,935	9,722	-2,44	6,67	-2,49	0,91	-1,58	Si	
153	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	7,149	5,039	70,49	6,67	0,04	0,47	0,52	Si	
155	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-260,315	6,572	-2,52	5,83	-2,13	0,92	-1,21	Si	
155	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-6,612	1,779	-26,91	5,83	-0,05	0,25	0,19	Si	
160	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-485,636	-22,514	4,64	5,00	-5,40	-5,00	-10,40	Si	
160	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	1,627	2,363	145,24	5,00	0,02	0,53	0,54	Si	
164	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	-217,596	10,982	-5,05	5,83	-2,07	1,79	-0,28	Si	
164	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	10,929	3,915	35,82	5,83	0,10	0,64	0,74	Si	
202	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-64,691	-11,99	18,53	5,00	-0,72	-2,66	-3,38	Si	P4
202	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	1,041	6,502	624,59	5,00	0,01	1,44	1,46	Si	
208	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	-195,221	17,411	-8,92	6,67	-1,22	1,63	0,41	Si	
208	29,1	16,5	40	40	1600	213333,33	10666,67	2,019	1,845	91,38	6,67	0,01	0,17	0,19	Si	
210	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-126,692	11,152	-8,80	5,83	-1,03	1,56	0,53	Si	
210	29,1	16,5	35	35	1225	125052,08	7145,83	-1,96	0,763	-38,93	5,83	-0,02	0,11	0,09	Si	
215	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	-245,846	-29,665	12,07	5,00	-2,73	-6,59	-9,32	Si	
215	29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	0,693	0,889	128,28	5,00	0,01	0,20	0,21	Si	
219	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	-107,998	13,077	-12,11	5,83	-1,03	2,14	1,11	Si	
219	29,1	16,5	30	35	1050	107187,50	6125,00	5,352	0,882	16,48	5,83	0,05	0,14	0,19	Si	