

## Laboratorio di Progettazione Strutturale 1M – Prof. Ginevra Salerno

### Esercitazione 3: Dimensionamento di massima di un telaio in C.A. in zona sismica

Studenti: *Patryk Rynkowski, Luca Santilli*

Poiché nell'esercitazione precedente i pilastri a sezione quadrata risultavano non verificati, abbiamo iniziato sostituendo quest'ultimi con dei nuovi a sezione rettangolare di dimensioni:

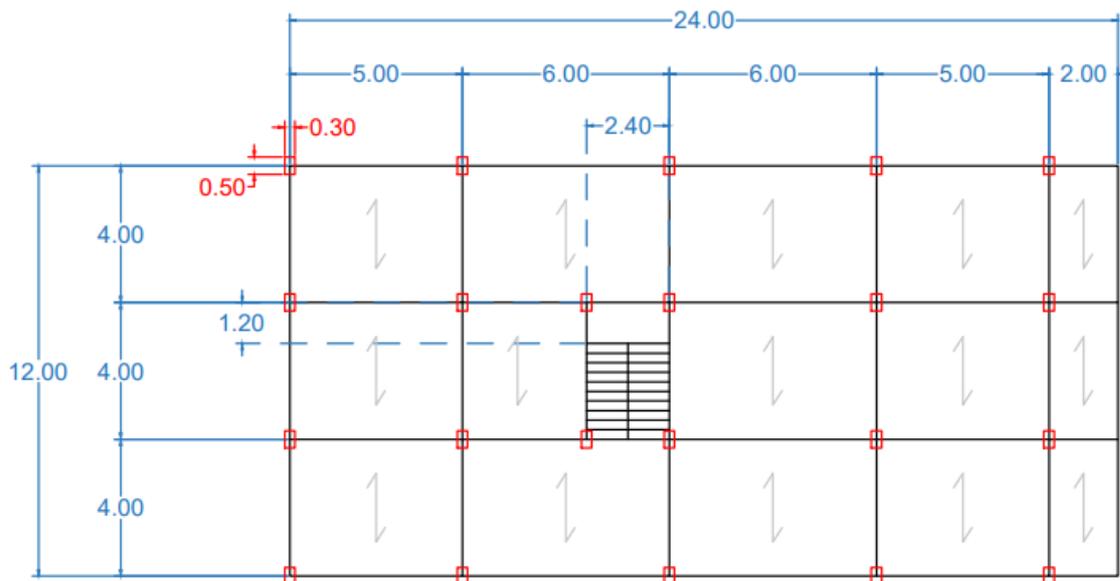
- PT: 40x40 -> 55x35
- P1: 35x35 -> 50x30
- P2: 30x30 -> 45x25

Visualizziamo i valori dei nuovi pilastri sulla tabella Excel della scorsa esercitazione.

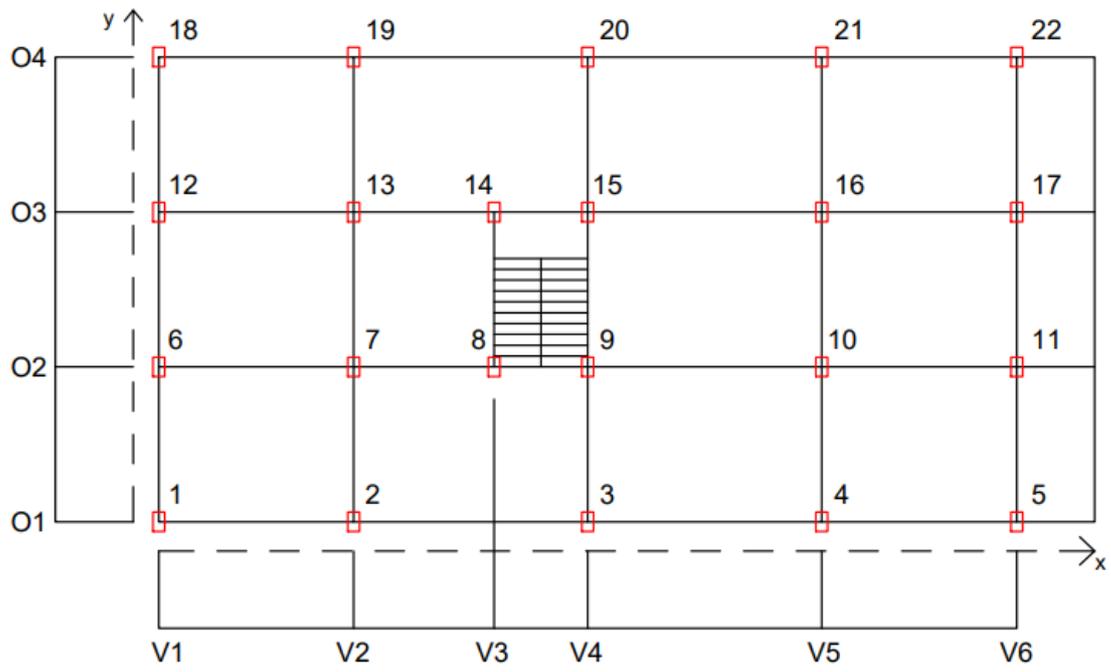
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	L <sub>p</sub>	L <sub>s</sub>	Area	trave <sub>s</sub>	trave <sub>n</sub>	q <sub>trave</sub>	q <sub>s</sub>	q <sub>p</sub>	q <sub>a</sub>	q <sub>solo</sub>	n <sub>piani</sub>	N	f <sub>ck</sub>	f <sub>od</sub>	f <sub>cd</sub>	A <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	E	β	l	A*	p <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	b	h <sub>min</sub>	h	A <sub>secc</sub>
2	m	m	m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa	Mpa	Mpa	cm <sup>2</sup>	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>
4	5.50	4.00	22.00	4.13	2.19	40.87	3.50	3.00	2.00	265.10	1	306	28.0	15.9	7.9	385.7	19.6	32308	1.00	3.50	141.76	2.47	8.55	55.00	7.01	35.00	1925
5	5.50	4.00	22.00	4.13	2.19	40.87	3.50	3.00	2.00	265.10	2	612	28.0	15.9	7.9	771.3	27.8	32308	1.00	3.50	141.76	2.47	8.55	50.00	15.43	30.00	1500
6	5.50	4.00	22.00	4.13	2.19	40.87	3.50	3.00	2.00	265.10	3	918	28.0	15.9	7.9	1157.0	34.0	32308	1.00	3.50	141.76	2.47	8.55	45.00	25.71	25.00	1125

## Autocad

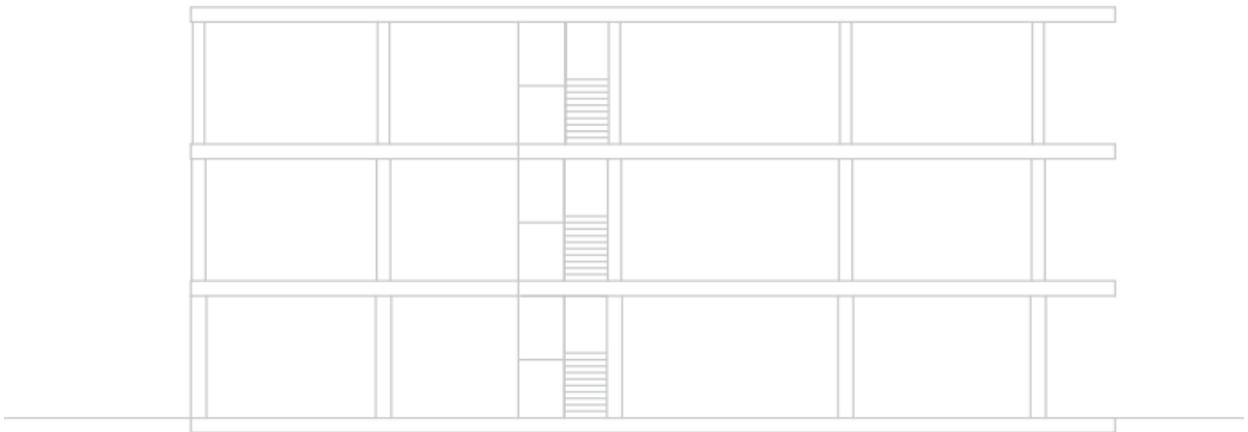
Pianta P1:



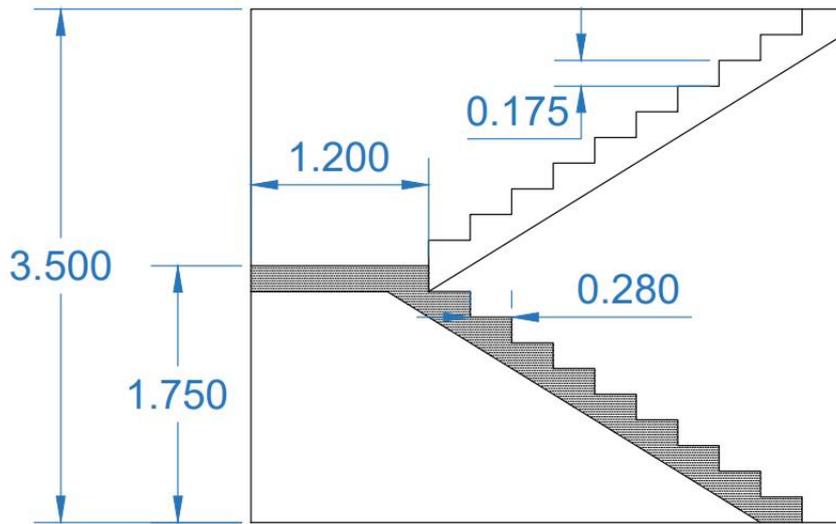
Pianta controventi:



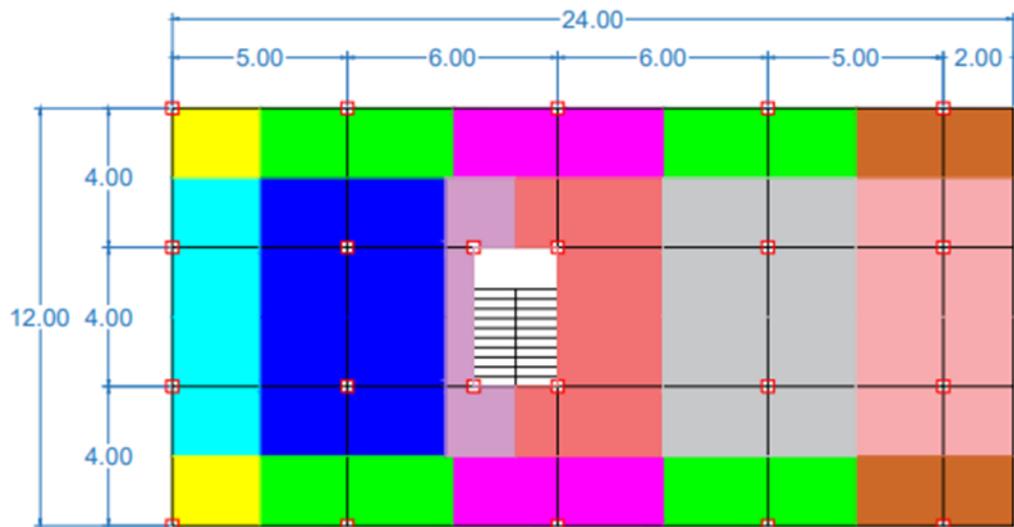
Prospetto:



Sezione corpo scala:



Ora raggruppiamo le **aree d'influenza Ai** dei pilastri e le calcoliamo.



	Ai = 10mq x (2) Tot. 20mq		Ai = 5,6mq x (2) Tot. 11,2mq
	Ai = 5mq x (2) Tot. 10mq		Ai = 14,4mq x (2) Tot. 28,8mq
	Ai = 10mq x (4) Tot. 40mq		Ai = 22mq x (2) Tot. 44mq
	Ai = 11mq x (2) Tot. 22mq		Ai = 9mq x (2) Tot. 18mq
	Ai = 12mq x (2) Tot. 24mq		Ai = 18mq x (2) Tot. 36mq

Con i risultati ottenuti dal dimensionamento dei nuovi pilastri, calcoliamo le rigidzze traslanti dei controventi del nostro telaio e le inseriamo nella tabella:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio</b>									
2	P0 55x35									
3										
4	<b>Telaio 1v</b>	<b>1-6-12-18</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 1o</b>	<b>1-2-3-4-5</b>	pilastri che individuano il telaio			
5	E (N/mmq)	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young			
6	H (m)	3,50	altezza dei pilastri		H	3,50	altezza dei pilastri			
7	I 1 (cm <sup>4</sup> )	196510,41	momento d'inerzia pilastro 1		I 1	196510,41	momento d'inerzia pilastro 1			
8	I 6	196510,41	momento d'inerzia pilastro 6		I 2	196510,41	momento d'inerzia pilastro 2			
9	I 12	196510,41	momento d'inerzia pilastro 12		I 3	196510,41	momento d'inerzia pilastro 3			
10	I 18	196510,41	momento d'inerzia pilastro 18		I 4	196510,41	momento d'inerzia pilastro 4			
11					I 5	196510,41	momento d'inerzia pilastro 5			
12	<b>K_T (KN/m)</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 1		<b>K_T</b>	57750,00	rigidezza traslante telaio 7			
13										
14	<b>Telaio 2v</b>	<b>2-7-13-19</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 2o</b>	<b>6-7-8-9-10-11</b>	pilastri che individuano il telaio			
15	E	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young			
16	H	3,50	altezza dei pilastri		H	3,50	altezza dei pilastri			
17	I 2	196510,41	momento d'inerzia pilastro 2		I 6	196510,41	momento d'inerzia pilastro 6			
18	I 7	196510,41	momento d'inerzia pilastro 7		I 7	196510,41	momento d'inerzia pilastro 7			
19	I 13	196510,41	momento d'inerzia pilastro 13		I 8	196510,41	momento d'inerzia pilastro 8			
20					I 9	196510,41	momento d'inerzia pilastro 9			
21					I 9	196510,41	momento d'inerzia pilastro 10			
22	I 19	196510,41	momento d'inerzia pilastro 19		I 11	196510,41	momento d'inerzia pilastro 11			
23	<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 2		<b>K_T</b>	69300,00	rigidezza traslante telaio 8			
24										
25	<b>Telaio 3v</b>	<b>8-14</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 3o</b>	<b>12-13-14-15-16-17</b>	pilastri che individuano il telaio			
26	E	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young			
27	H	3,50	altezza dei pilastri		H	3,50	altezza dei pilastri			
28	I 8	196510,41	momento d'inerzia pilastro 8		I 12	196510,41	momento d'inerzia pilastro 12			
29	I 14	196510,41	momento d'inerzia pilastro 14		I 13	196510,41	momento d'inerzia pilastro 13			
30	I	0,00	momento d'inerzia pilastro		I 14	196510,41	momento d'inerzia pilastro 14			
31	I	0,00	momento d'inerzia pilastro		I 15	196510,41	momento d'inerzia pilastro 15			
32					I 16	196510,41	momento d'inerzia pilastro 16			
33					I 17	196510,41	momento d'inerzia pilastro 17			
34	<b>K_T</b>	23100,00	rigidezza traslante telaio 3		<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 9			
35										
36	<b>Telaio 4v</b>	<b>3-9-15-20</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 4o</b>	<b>18-19-20-21-22</b>	pilastri che individuano il telaio			
37	E	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young			
38	H	3,50	altezza dei pilastri		H	3,50	altezza dei pilastri			
39	I 3	196510,41	momento d'inerzia pilastro 3		I 18	196510,41	momento d'inerzia pilastro 18			
40	I 9	196510,41	momento d'inerzia pilastro 9		I 19	196510,41	momento d'inerzia pilastro 19			
41	I 15	196510,41	momento d'inerzia pilastro 15		I 20	196510,41	momento d'inerzia pilastro 20			
42	I 20	196510,41	momento d'inerzia pilastro 20		I 21	196510,41	momento d'inerzia pilastro 21			
43					I 22	196510,41	momento d'inerzia pilastro 22			
44	<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 4		<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 10			
45										
46	<b>Telaio 5v</b>	<b>4-10-16-21</b>	pilastri che individuano il telaio							
47	E	21000,00	modulo di Young							
48	H	3,50	altezza dei pilastri							
49	I 4	196510,41	momento d'inerzia pilastro 4							
50	I 10	196510,41	momento d'inerzia pilastro 10							
51	I 16	196510,41	momento d'inerzia pilastro 16							
52	I 21	196510,41	momento d'inerzia pilastro 21							
53	<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 5							
54										
55	<b>Telaio 6v</b>	<b>5-11-17-22</b>	pilastri che individuano il telaio							
56	E	21000,00	modulo di Young							
57	H	3,50	altezza dei pilastri							
58	I 5	196510,41	momento d'inerzia pilastro 5							
59	I 11	196510,41	momento d'inerzia pilastro 11							
60	I 17	196510,41	momento d'inerzia pilastro 17							
61	I 22	196510,41	momento d'inerzia pilastro 22							
62	<b>K_T</b>	46200,00	rigidezza traslante telaio 6							
63										
64										

Nella successiva tabella inseriamo i valori della rigidzza di ogni controvento e le relative distanze:

98			
99	<b>Step 2: tabella sinottica controventi e distanze</b>		
100			
101			
102	Kv1(KN/m)	46200,00	rigidezza traslante contr.vert.1
103	Kv2	46200,00	rigidezza traslante contr.vert.2
104	Kv3	23100,00	rigidezza traslante contr.vert.3
105	Kv4	46200,00	rigidezza traslante contr.vert.4
106	Kv5	46200,00	rigidezza traslante contr.vert.5
107	Kv6	46200,00	rigidezza traslante contr.vert.6
108	dv2 (m)	5,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
109	dv3	8,60	distanza orizzontale controvento dal punto O
110	dv4	11,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
111	dv5	17,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
112	dv6	22,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
113	Ko1(KN/m)	57750,00	rigidezza traslante contr.orizz.1
114	Ko2	69300,00	rigidezza traslante contr.orizz.2
115	Ko3	46200,00	rigidezza traslante contr.orizz.3
116	Ko4	46200,00	rigidezza traslante contr.orizz.4
117	do2	4,00	distanza verticale controvento punto O
118	do3	8,00	distanza verticale controvento punto O
119	do4	12,00	distanza verticale controvento punto O
120			

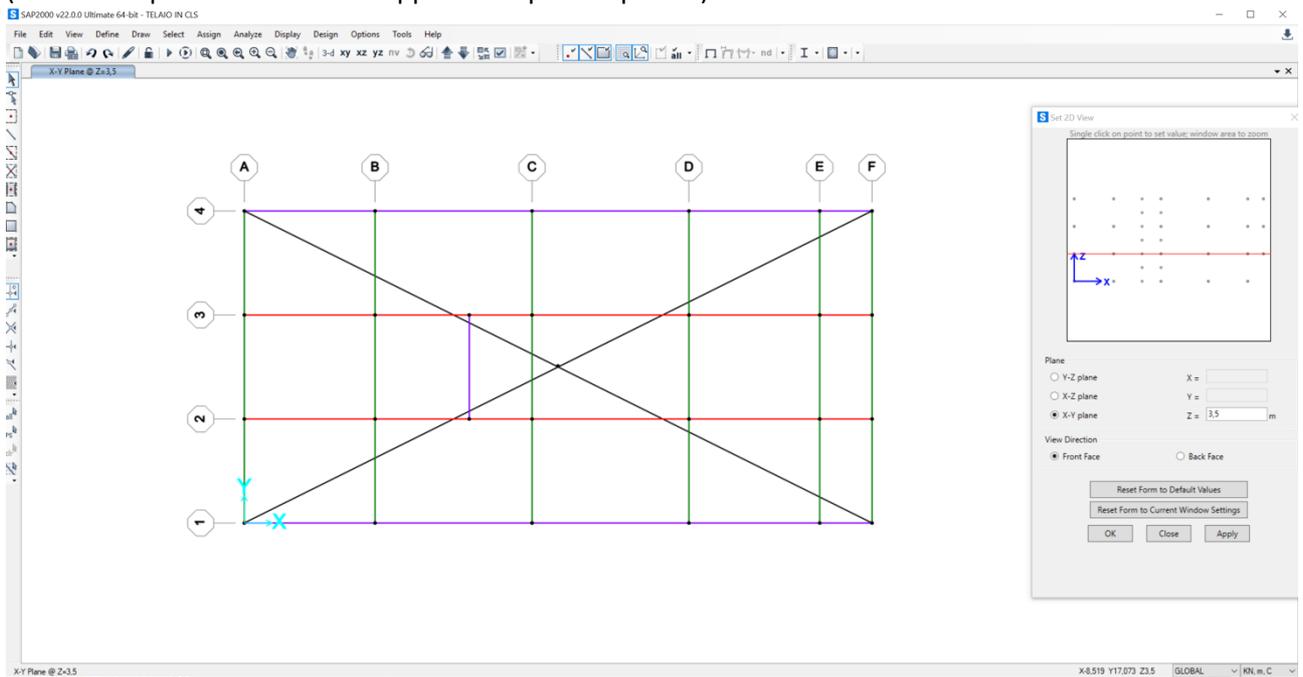
Vediamo la rigidezza orizzontale, verticale e a torsione del telaio.

134			
135	<b>Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali</b>		
136			
137			
138	Ko_tot	219449,99	rigidezza totale orizzontale
139	Kv_tot	254099,99	rigidezza totale verticale
140	X_C (m)	10,78	coordinata X centro rigidezze
141	Y_C	5,47	coordinata Y centro rigidezze
142			
143	dd_v1	-10,78	distanze controvento dal centro rigidezze
144	dd_v2	-5,78	distanze controvento dal centro rigidezze
145	dd_v3	-2,18	distanze controvento dal centro rigidezze
146	dd_v4	0,22	distanze controvento dal centro rigidezze
147	dd_v5	6,22	distanze controvento dal centro rigidezze
148	dd_v6	11,22	distanze controvento dal centro rigidezze
149	dd_o1	-5,47	distanze controvento dal centro rigidezze
150	dd_o2	-1,47	distanze controvento dal centro rigidezze
151	dd_o3	2,53	distanze controvento dal centro rigidezze
152	dd_o4	6,53	distanze controvento dal centro rigidezze
153	K_φ (KN*m)	18771169,89	rigidezza torsionale totale
154			

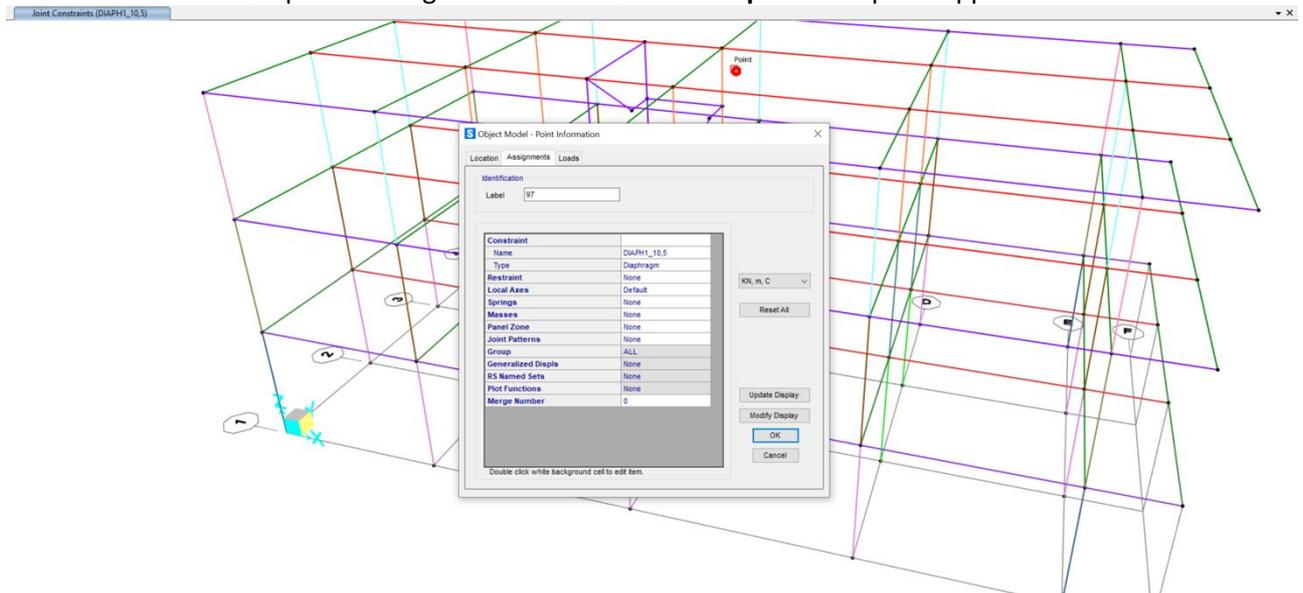
Individuiamo il centro di massa.

1	<b>Step 3: calcolo del centro di massa</b>		
2			
3			
4	area_1 (mq)	288,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
5	x_G1 (m)	12,00	coordinata X centro area 1
6	y_G1	6,00	coordinata Y centro area 1
7	area_2	0,00	misura dell'area superficie 2
8	x_G2	0,00	coordinata X centro area 2
9	y_G2	0,00	coordinata Y centro area 2
10	Area tot (mq)	288,00	Area totale impalcato
11	X_G	12,00	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
12	Y_G	6,00	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)
13			
14			

A questo punto torniamo su **SAP** e delineiamo il centro di massa grazie all'intersezione delle due diagonali. (Medesimo procedimento sarà applicato ai piani superiori)



Tramite il comando Diaphragm assegniamo la **condizione di impalcato** ai punti appena creati.



Passiamo a definire i **casi di carico** (Load Patterns) per le due direzioni dove agiranno le forze sismiche: X e Y,  $F_x$  e  $F_y$ .



Calcoliamo adesso la **Forza Sismica** orizzontale, ricavando i seguenti valori:

- $q_s=3,5$
- $q_p=3$
- $q_a=2$

Step 5: analisi dei carichi sismici		
$q_s$ (KN/mq)	3,50	carico permanente di natura strutturale
$q_p$	3,00	sovraccarico permanente
$q_a$	2,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	1248,00	carico totale permanente
Q (KN)	384,00	carico totale accidentale
y	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	1555,20	Pesi sismici
c	0,20	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	311,04	Forza sismica orizzontale

$Q_s$	3265,92 kN		
$Q_p$	2799,36 kN		
$Q_a$	1866,24 kN		
P	7558,272 kN	P1	251,94 kN
$F_s$	1511,654 kN	P2	503,88 kN
		P3	755,83 kN

$$P = Q_s + Q_p + (y * Q_a)$$

- $Q_s = F \times \text{npiani} \times q_s = 311,04 \times 3 \times 3,5 = 3265,92 \text{ kN}$
- $Q_p = F \times \text{npiani} \times q_p = 311,04 \times 3 \times 3 = 2799,36 \text{ kN}$
- $Q_a = F \times \text{npiani} \times q_a = 311,04 \times 3 \times 2 = 1866,24 \text{ kN}$

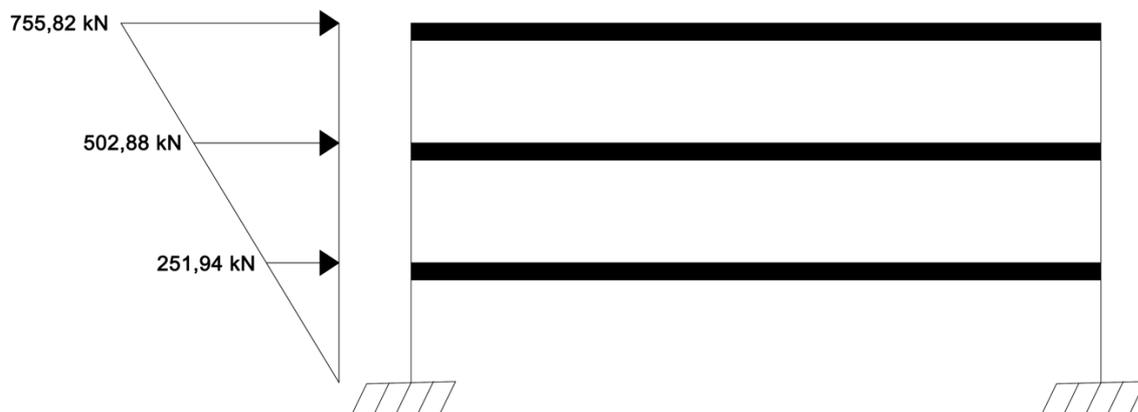
$$P = 7558,27 \text{ kN}$$

$$F_s = P \times c = 7558,27 \times 0,2 = 1511,65 \text{ kN} \quad (c = \text{coefficiente di intensità sismica di Roma})$$

La forza sismica va distribuita per i 3 piani (h3,5m).

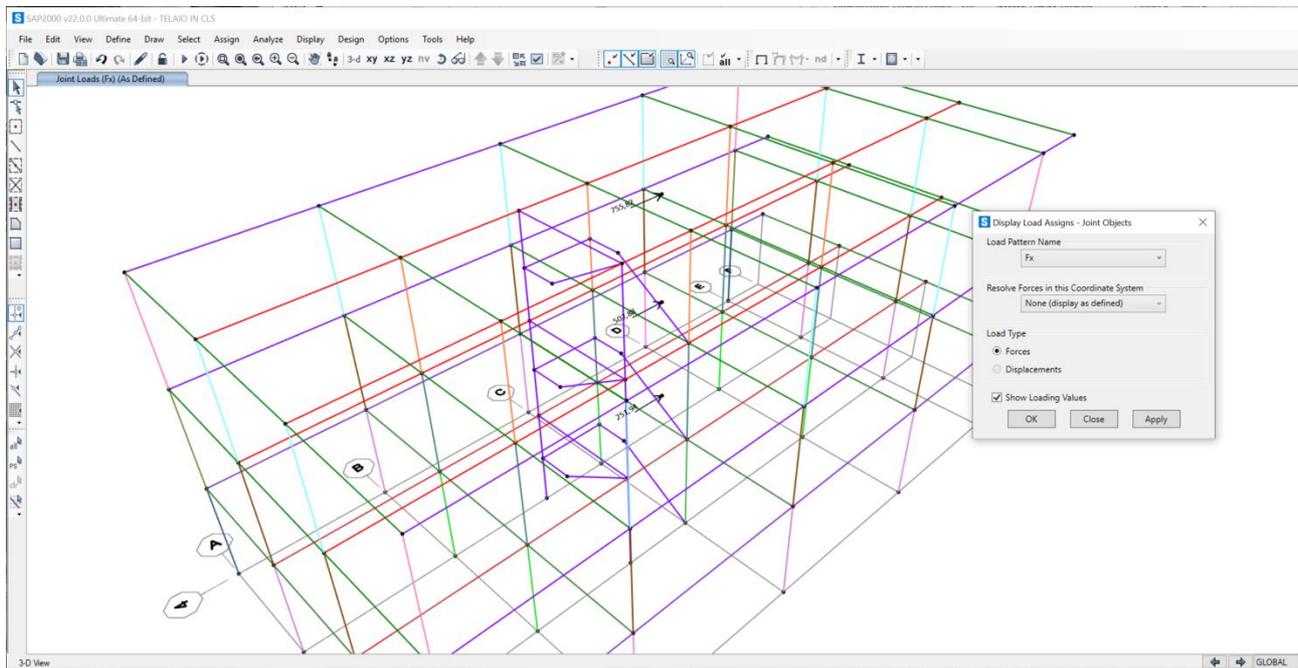
$$F_i = (h_i \times F_s) / \sum h_i$$

- $FP_1 = (1511,65 \times 3,5) / 21 = 251,94 \text{ kN}$
- $FP_2 = (1511,65 \times 7) / 21 = 503,88 \text{ kN}$
- $FP_3 = (1511,65 \times 10,5) / 21 = 755,82 \text{ kN}$

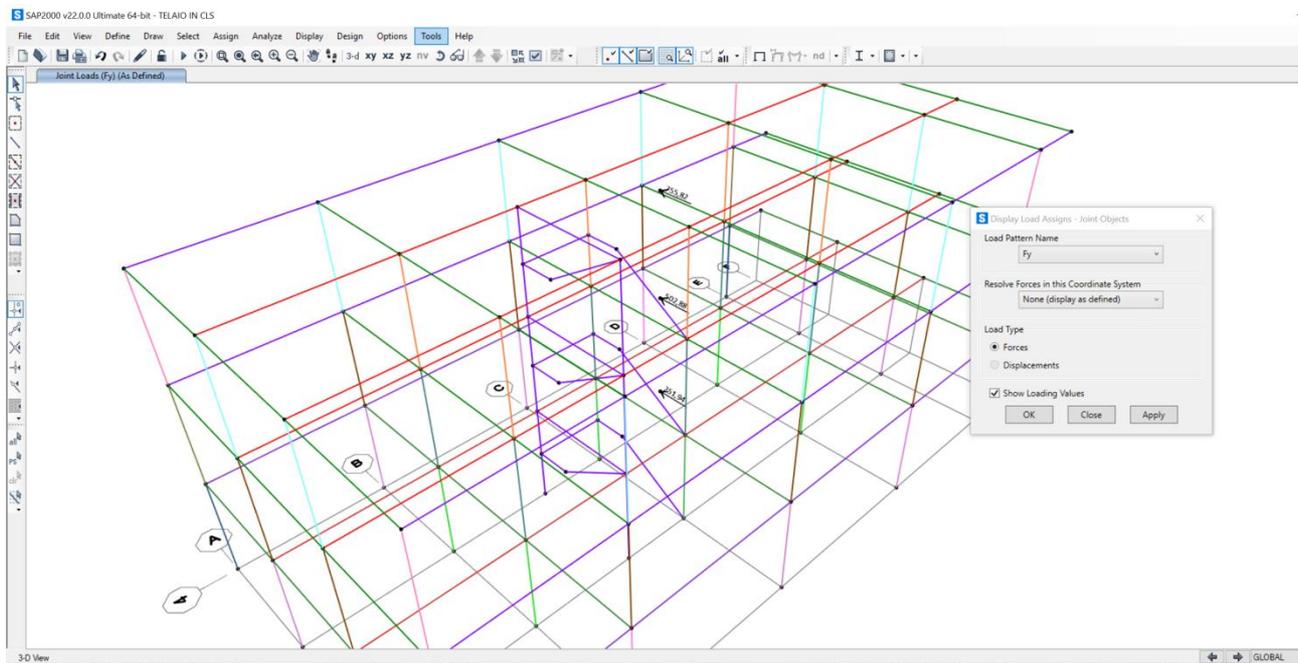


Ora assegniamo le forze ricavate su X e Y per tutti i piani:

Fx:



Fy:



Visualizziamo i dati di ogni punto tramite il comando Point Information:

P1

Object Model - Point Information

Location Assignments Loads

Identification

Label 17

Load Pattern	Fx
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in X Dir	251,94
Load Pattern	Fy
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in Y Dir	251,94

Assign Load...

KN, m, C

Reset All

Update Display

Modify Display

OK

Cancel

Double click white background cell to edit item.

P2

Object Model - Point Information

Location Assignments Loads

Identification

Label 66

Load Pattern	Fx
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in X Dir	502,88
Load Pattern	Fy
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in Y Dir	502,88

Assign Load...

KN, m, C

Reset All

Update Display

Modify Display

OK

Cancel

Double click white background cell to edit item.

P3

Object Model - Point Information

Location Assignments Loads

Identification

Label 97

Load Pattern	Fx
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in X Dir	755,82
Load Pattern	Fy
Joint Force	
Coordinate System	GLOBAL
Force in Y Dir	755,82

Assign Load...

KN, m, C

Reset All

Update Display

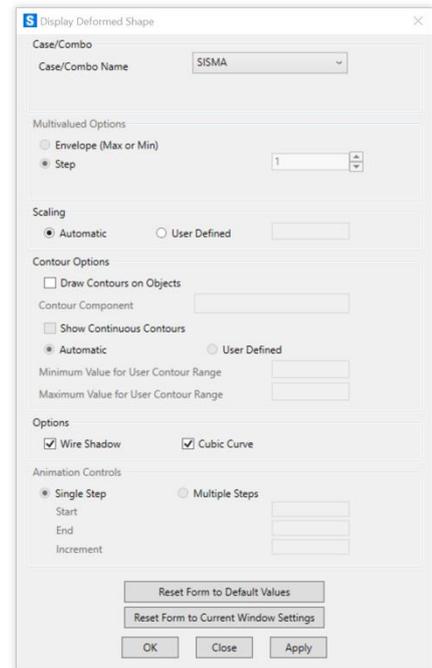
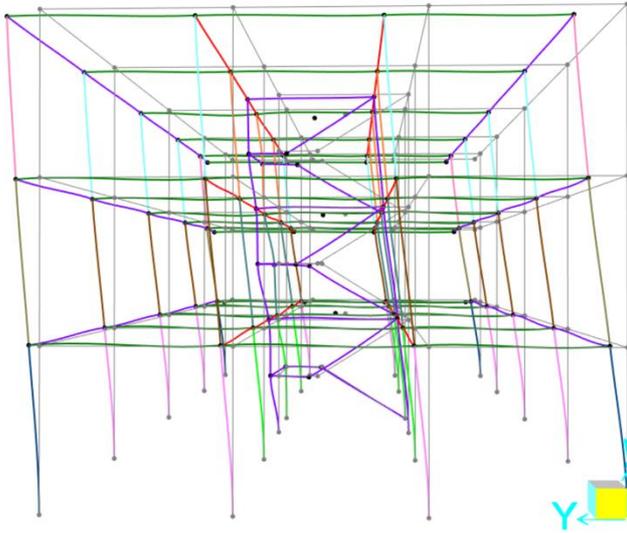
Modify Display

OK

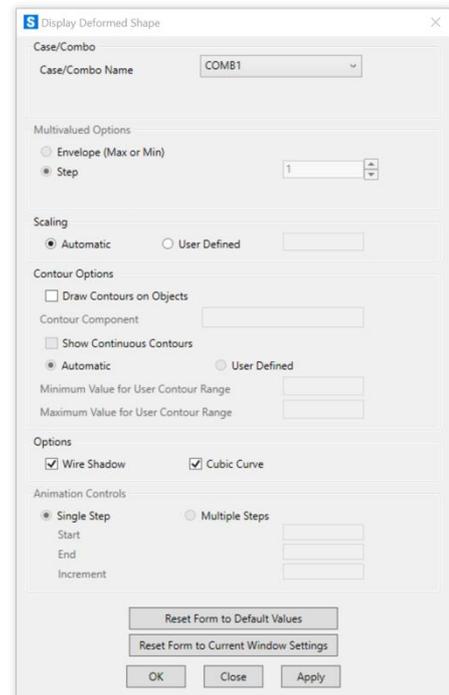
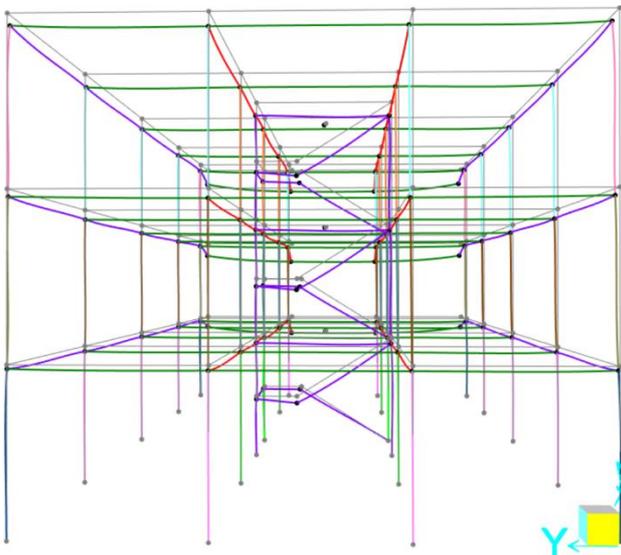
Cancel

Double click white background cell to edit item.

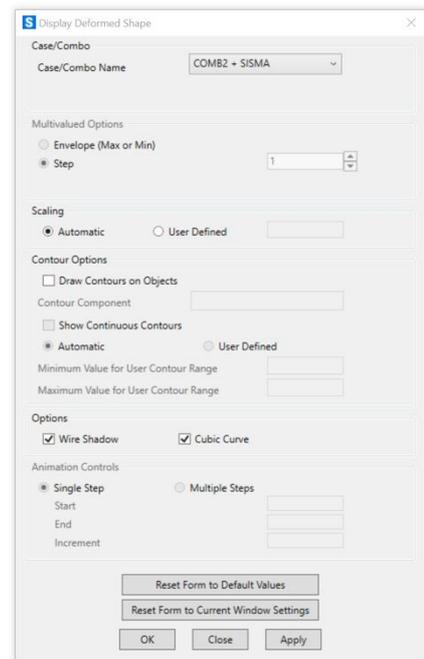
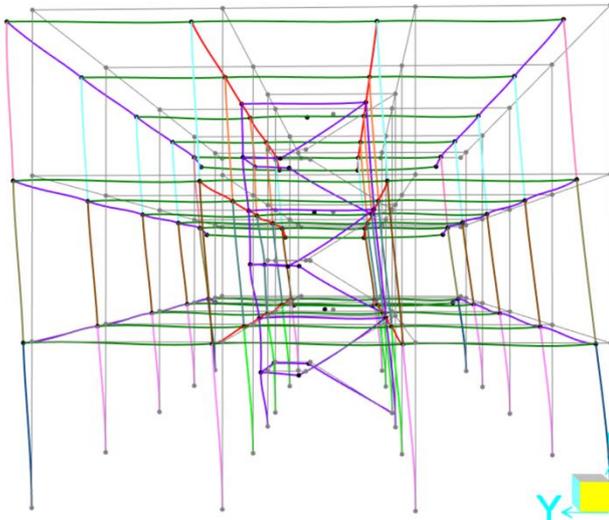
Avviamo una prima analisi che prenda in esame soltanto le deformazioni dovute allo **sfuerzo sismico**.



Una seconda analisi prenderà invece in esame soltanto i **carichi**, senza considerare momentaneamente gli sforzi dovuti alla presenza della zona sismica.

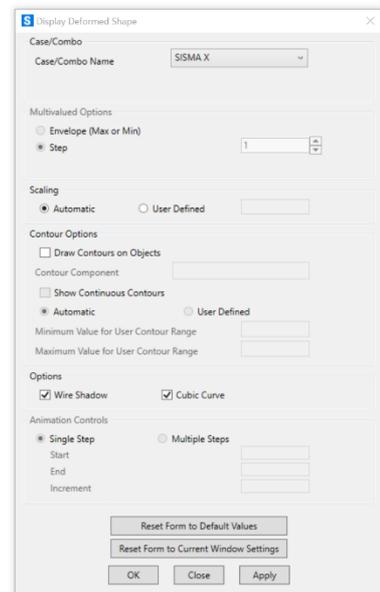
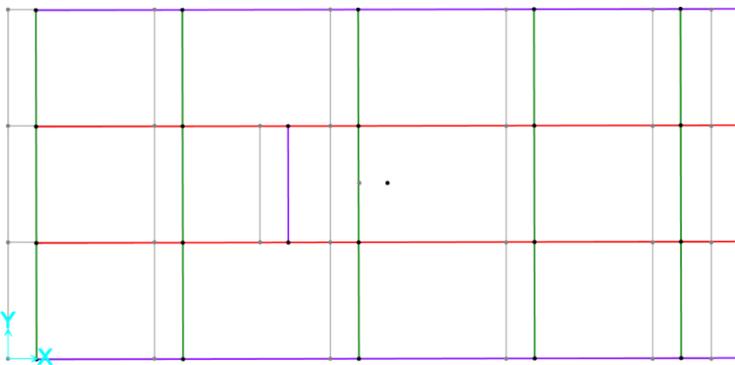


Infine, avviamo l'analisi considerando **tutti i carichi in zona sismica**.



Visualizziamo la forza agente lungo l'asse x:

Deformed Shape (SISMA X)



$$G_m = (12,00; 6,00) \quad G_c = (10,78; 5,44) \quad d_c = -0,56m$$

$$\Phi = (f_x * d_c / k_0) \quad P_1 \rightarrow -7,51 * 10^{-5} \quad P_2 \rightarrow -2,25 * 10^{-5}$$

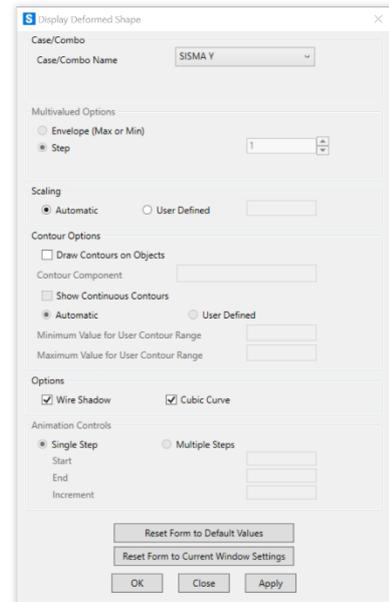
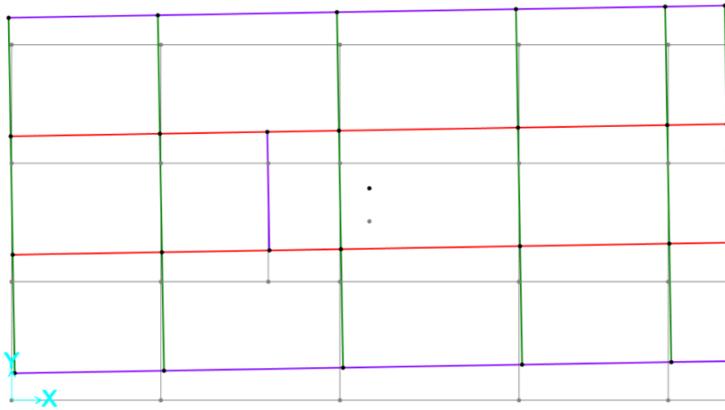
$$F_0 = F_x / K_0$$

$$P_1 = 251,94 / 18771169,89 = 0,000013m$$

$$P_3 = 755,82 / 18771169,89 = 0,000040m$$

Visualizziamo la forza agente lungo l'asse y:

Deformed Shape (SISMA Y)



$G_m = (12,00;6,00)$   $G_c = (10,78;5,44)$   $d_c = -1,22m$   
 $\Phi = (f_x * d_c / k_o)$   $P_1 \rightarrow -1,64 * 10^{-5}$   $P_3 \rightarrow -4,91 * 10^{-5}$   
 $F_o = F_x / K_o =$   
 $P_1 = 0,000013m$   
 $P_3 = 0,000040m$

Esportiamo i risultati dell'analisi relativi agli sforzi in direzione x sulla tabella Excel:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	TABLE: Element Forces - Frames												
2	name	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation	
3	49	0	COMB1 + sisma x	Combination	-3369,521	135,63	60,767	-0,2611	52,4787	199,462	49-1	0	
4	49	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-3249,124	135,63	60,767	-0,2611	-53,8642	-37,8902	49-1	1,75	
5	22	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-3148,968	-56,264	-5,302	0,1637	4,0352	155,8173	22-1	3,5	
6	25	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-3124,261	-41,889	2,945	0,1637	-6,4691	139,6434	25-1	3,5	
7	45	0	COMB1 + sisma x	Combination	-3120,358	41,292	2,536	0,1637	5,9984	138,0542	45-1	0	
8	49	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-3050,871	84,294	-42,475	0,5885	-32,7921	115,3815	49-2	0	
9	48	0	COMB1 + sisma x	Combination	-3047,308	103,249	1,808	0,1637	4,6969	207,7675	48-1	0	
10	23	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-3036,552	-103,44	2,357	0,1637	-5,3288	208,8997	23-1	3,5	
11	22	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-3028,57	-56,264	-5,302	0,1637	-5,2432	57,3561	22-1	1,75	
12	25	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-3003,864	-41,889	2,945	0,1637	-1,3152	66,3376	25-1	1,75	
13	45	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2999,961	41,292	2,536	0,1637	1,5609	65,7938	45-1	1,75	
14	49	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2930,475	84,294	-42,475	0,5885	41,5399	-32,1321	49-2	1,75	
15	48	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2926,91	103,249	1,808	0,1637	1,5337	27,0816	48-1	1,75	
16	23	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2916,155	-103,44	2,357	0,1637	-1,2038	27,8792	23-1	1,75	
17	22	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2908,173	-56,264	-5,302	0,1637	-14,5216	-41,105	22-1	0	
18	25	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2883,467	-41,889	2,945	0,1637	3,8386	-6,9682	25-1	0	
19	45	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2879,563	41,292	2,536	0,1637	-2,8766	-6,4666	45-1	3,5	
20	8	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2835,14	97,841	0,937	0,1637	2,5822	202,5999	8-1	0	
21	48	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2806,513	103,249	1,808	0,1637	-1,6296	-153,6043	48-1	3,5	
22	52	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2797,018	99,232	0,804	0,1637	2,4289	203,2476	52-1	0	
23	23	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2795,757	-103,44	2,357	0,1637	2,9211	-153,1412	23-1	0	
24	50	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2773,864	80,209	11,253	0,1637	15,0006	180,9265	50-1	0	
25	21	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2761,541	-82,59	-7,979	0,1637	7,113	186,3561	21-1	3,5	
26	8	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2714,743	97,841	0,937	0,1637	0,9418	31,3775	8-1	1,75	
27	52	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2676,621	99,232	0,804	0,1637	1,0217	29,5915	52-1	1,75	
28	51	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2675,221	74,828	10,591	0,1637	13,6829	174,8719	51-1	0	
29	6	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2672,198	77,288	-8,55	0,1637	-8,3269	180,391	6-1	0	
30	50	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2653,467	80,209	11,253	0,1637	-4,6918	40,5603	50-1	1,75	
31	21	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2641,144	-82,59	-7,979	0,1637	-6,8496	41,8241	21-1	1,75	
32	8	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2594,346	97,841	0,937	0,1637	-0,6987	-139,8448	8-1	3,5	
33	52	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2556,223	99,232	0,804	0,1637	-0,3854	-144,0645	52-1	3,5	
34	51	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2554,824	74,828	10,591	0,1637	-4,8519	43,9224	51-1	1,75	
35	6	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2551,801	77,288	-8,55	0,1637	6,6354	45,1366	6-1	1,75	
36	47	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2549,411	97,222	11,764	0,1637	16,1453	200,0689	47-1	0	
37	24	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2539,901	-99,654	-8,347	0,1637	6,9798	205,5561	24-1	3,5	
38	50	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2533,069	80,209	11,253	0,1637	-24,3842	-99,8059	50-1	3,5	
39	21	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2520,747	-82,59	-7,979	0,1637	-20,8122	-102,7078	21-1	0	
40	46	0	COMB1 + sisma x	Combination	-2448,031	59,109	16,074	0,1637	21,5659	157,185	46-1	0	
41	26	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2441,519	-61,28	-11,771	0,1637	10,453	162,379	26-1	3,5	
42	51	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2434,427	74,828	10,591	0,1637	-23,3867	-87,0272	51-1	3,5	
43	6	3,5	COMB1 + sisma x	Combination	-2431,403	77,288	-8,55	0,1637	21,5976	-90,1178	6-1	3,5	
44	47	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2429,013	97,222	11,764	0,1637	-4,4415	29,9303	47-1	1,75	
45	24	1,75	COMB1 + sisma x	Combination	-2419,504	-99,654	-8,347	0,1637	-7,6279	31,1622	24-1	1,75	

Tabella degli sforzi in direzione X (b55cmxh35cm) C28/35

FRAME 49

N = 3369,52 kN M3 = 199,46 kN

e = M:N = 0,06 -> 6cm >h/6

MODERATA ECCENTRICITÀ  $h/6(5,8) < e < h/2(17,5)$

(Prima piccola eccentricità)

$$I = b \cdot h^3 / 12 = 196510,4 \text{ cm}^4$$

$$W_x = b \cdot h^2 / 6 = 11229,16 \text{ cm}^3$$

Fcd = 15,9 Mpa

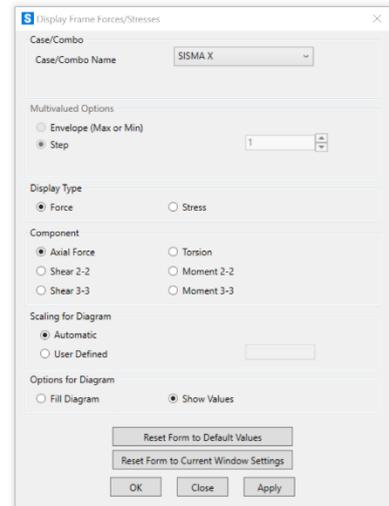
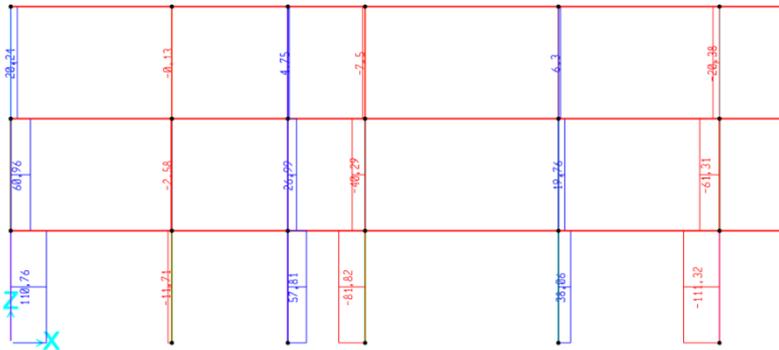
$$U = h/2 - e \rightarrow 35/2 - 6 = 11,5$$

$$\Sigma_{\max} = (2 \cdot N \cdot 1000) / (3 \cdot u \cdot b \cdot 100) = 35,51 \text{ Mpa} < f_{cd} \quad \text{NON VERIFICATO}$$

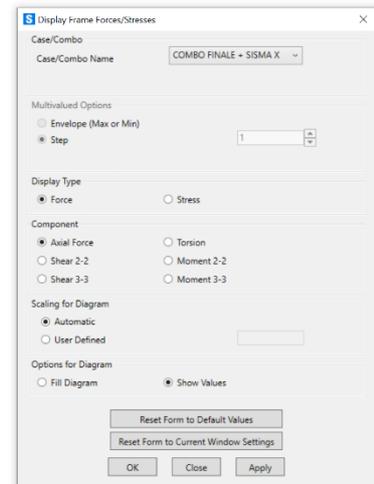
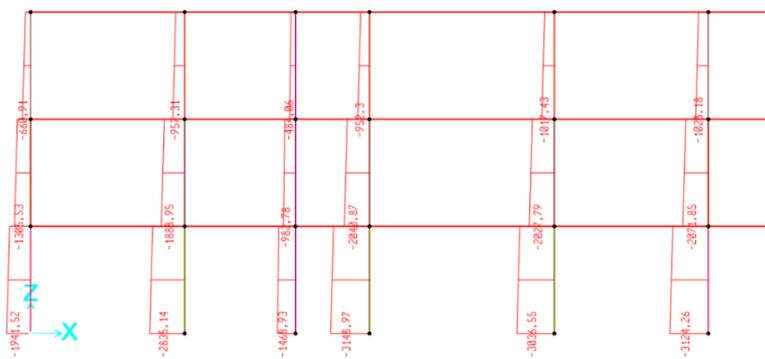
(dovremmo scegliere una sezione maggiore)

Vediamo i diagrammi su SAP.

Forza sismica in X:



Totale in X:



Esportiamo i risultati dell'analisi relativi agli sforzi in direzione y sulla tabella Excel:

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
49	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3830,114	7,604	22,445	-19,8207	60,1605	2,4776	49-1	0
49	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3709,716	7,604	22,445	-19,8207	20,8813	-10,8294	49-1	1,75
49	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3365,693	-29,844	284,99	23,3262	277,689	26,8541	49-2	0
49	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3245,296	-29,844	284,99	23,3262	-221,0425	79,0812	49-2	1,75
48	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3081,569	23,303	60,64	1,7527	138,1629	34,2467	48-1	0
23	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3073,394	-31,189	61,485	1,7527	-139,1342	52,9382	23-1	3,5
25	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-3035,788	16,066	69,295	1,7527	-153,0849	-0,2323	25-1	3,5
45	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2988,21	-22,178	68,872	1,7527	152,5985	-16,9275	45-1	0
48	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2961,172	23,303	60,64	1,7527	32,0427	-6,533	48-1	1,75
23	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2952,997	-31,189	61,485	1,7527	-31,5358	-1,6424	23-1	1,75
25	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2915,391	16,066	69,295	1,7527	-31,8184	27,8834	25-1	1,75
50	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2880,294	-4,663	54,908	1,7527	125,6076	-7,0383	50-1	0
45	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2867,812	-22,178	68,872	1,7527	32,0722	21,8843	45-1	1,75
48	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2840,774	23,303	60,64	1,7527	-74,0775	-47,3126	48-1	3,5
52	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2837,76	14,274	48,848	1,7527	112,6756	24,0873	52-1	0
23	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2832,599	-31,189	61,485	1,7527	76,0626	-56,2229	23-1	0
25	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2794,994	16,066	69,295	1,7527	89,4481	55,9992	25-1	0
8	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2784,615	27,964	50,419	1,7527	114,4821	49,3098	8-1	0
50	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2759,897	-4,663	54,908	1,7527	29,519	1,1228	50-1	1,75
45	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2747,415	-22,178	68,872	1,7527	-88,454	60,6962	45-1	3,5
52	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2717,362	14,274	48,848	1,7527	27,1919	-0,8914	52-1	1,75
51	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2708,972	-14,21	49,805	1,7527	113,7762	-17,78	51-1	0
47	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2681,69	8,491	58,755	1,7527	135,9957	7,7624	47-1	0
21	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2674,5	-22,454	35,291	1,7527	-103,0512	52,9283	21-1	3,5
8	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2664,218	27,964	50,419	1,7527	26,2491	0,3724	8-1	1,75
50	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2639,5	-4,663	54,908	1,7527	-66,5697	9,2839	50-1	3,5
117	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2608,239	-14,87	-54,941	-22,5434	-81,8211	-58,4611	117-1	0
52	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2596,965	14,274	48,848	1,7527	-58,2918	-25,8702	52-1	3,5
51	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2588,574	-14,21	49,805	1,7527	26,6175	7,0877	51-1	1,75
6	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2564,882	14,25	30,491	1,7527	91,5679	43,6969	6-1	0
47	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2561,293	8,491	58,755	1,7527	33,1738	-7,0961	47-1	1,75
21	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2554,103	-22,454	35,291	1,7527	-41,2915	13,6331	21-1	1,75
8	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2543,82	27,964	50,419	1,7527	-61,9838	-48,5649	8-1	3,5
22	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2516,797	16,319	51,264	1,7527	-121,4181	-0,5167	22-1	3,5
117	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2487,841	-14,87	-54,941	-22,5434	14,3257	-32,4391	117-1	1,75
24	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2483,861	-36,377	38,604	1,7527	-112,8248	68,5937	24-1	3,5
51	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2468,177	-14,21	49,805	1,7527	-60,5411	31,9554	51-1	3,5
6	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2444,485	14,25	30,491	1,7527	38,2084	18,7594	6-1	1,75
47	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2440,895	8,491	58,755	1,7527	-69,6481	-21,9546	47-1	3,5
21	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2433,705	-22,454	35,291	1,7527	20,4683	-25,662	21-1	0
46	0	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2433,094	-14,786	69,668	1,7527	153,5135	-18,4284	46-1	0
22	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2396,4	16,319	51,264	1,7527	-31,7056	28,0414	22-1	1,75
24	1,75	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2363,464	-36,377	38,604	1,7527	-45,267	4,9341	24-1	1,75
6	3,5	COMBO FINALE + SISMA Y	Combination	-2324,887	14,25	30,491	1,7527	15,1513	6,1781	6-1	3,5

Tabella degli sforzi in direzione X (b55cmxh35cm) C28/35

**FRAME 49**

N = 3830,11 kN M2 = 60,16 kN

e = M:N = 0,015 -> 1cm e>H/6 (PICCOLA ECCENTRICITÀ, come prima)

I = 196510,4 cm<sup>4</sup>

Wx = 11229,16 cm<sup>3</sup>

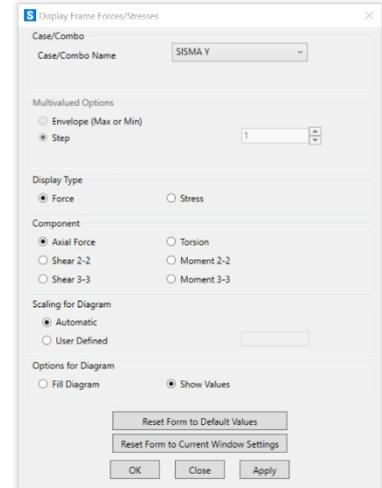
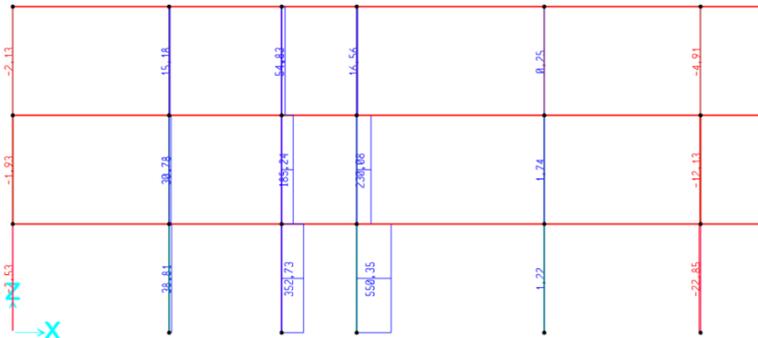
U = h/2 - e → 16,5

Fcd = 15,9 Mpa

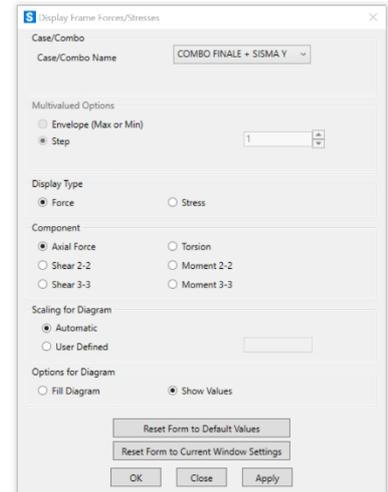
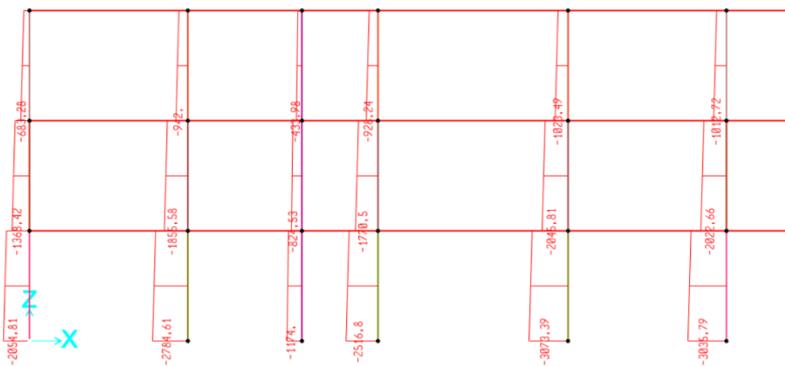
Σmax = 2\*N\*1000/3\*u\*b\*100 = 28Mpa > fcd **NON VERIFICATO**

Vediamo i diagrammi su SAP.

Forza sismica in Y:



Totale in Y:



Render:



