

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:

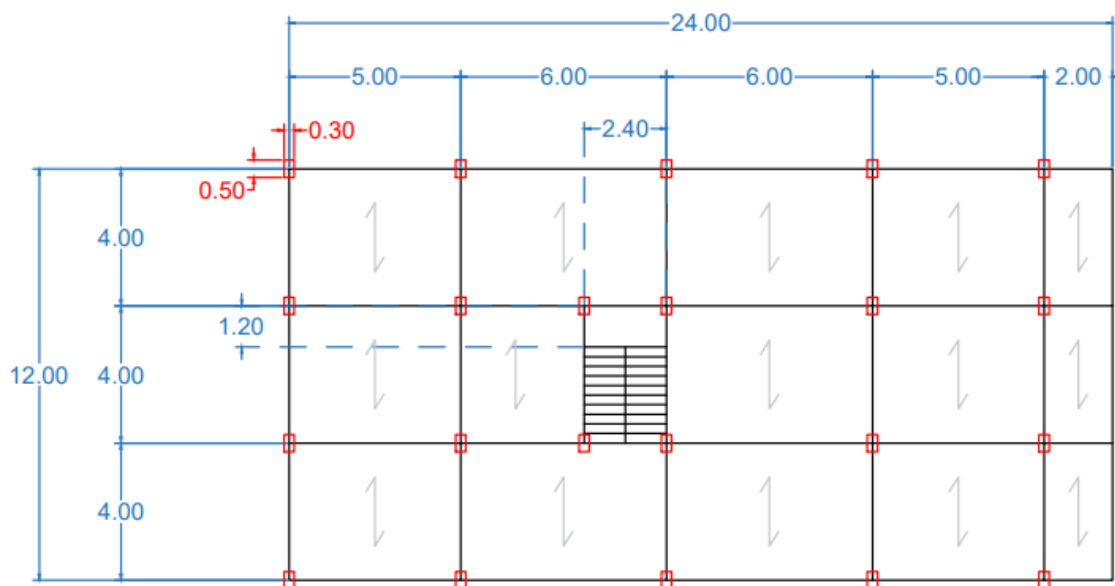
- PT: 40x40 -> 55x35
- P1: 35x35 -> 50x30
- P2: 30x30 -> 45x25

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

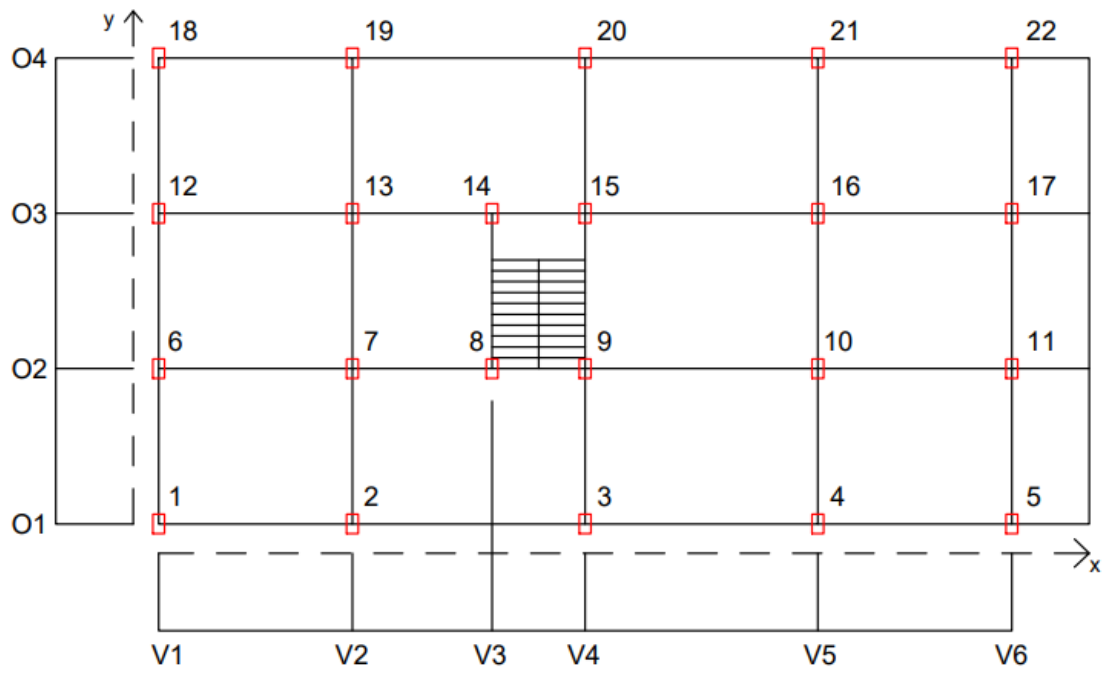
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB |
|---|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|--------------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------|------|------|--------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|-------------------|
| 1 | L _p | L _s | Area | trave _s | trave _n | q _{trave} | q _s | q _p | q _a | q _{solario} | n _{piani} | N | f _{ck} | f _{od} | f _{cd} | A _{min} | b _{min} | E | β | l | A* | p _{min} | b _{min} | b | h _{min} | h | A _{secc} |
| 2 | m | m | m ² | kN/m | kN/m | kN | kN/mq | kN/mq | kN/mq | kN | | kN | Mpa | Mpa | Mpa | cm ² | cm | Mpa | | m | | cm | cm | cm | cm | cm | cm ² |
| 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

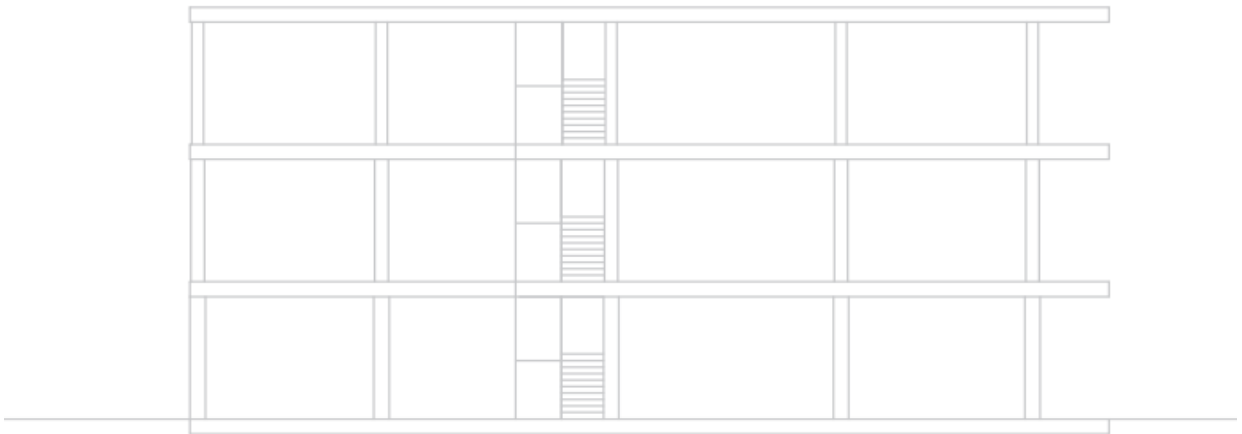
Pianta P1:



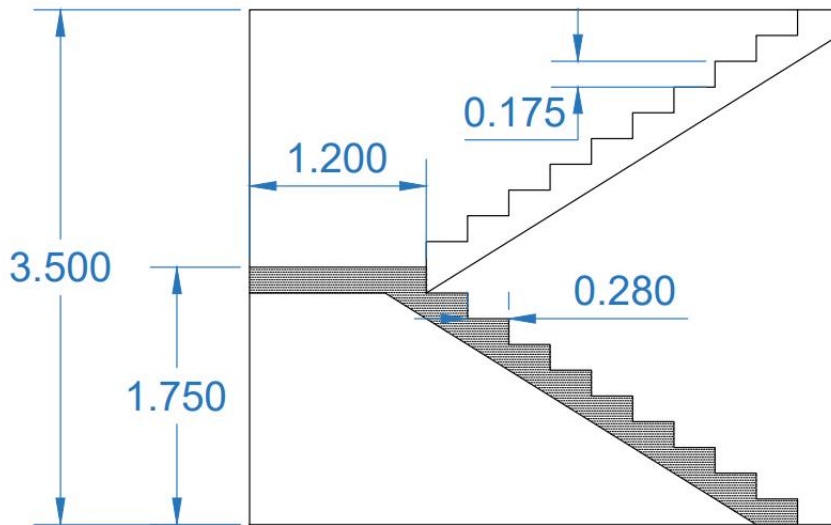
Pianta controventi:



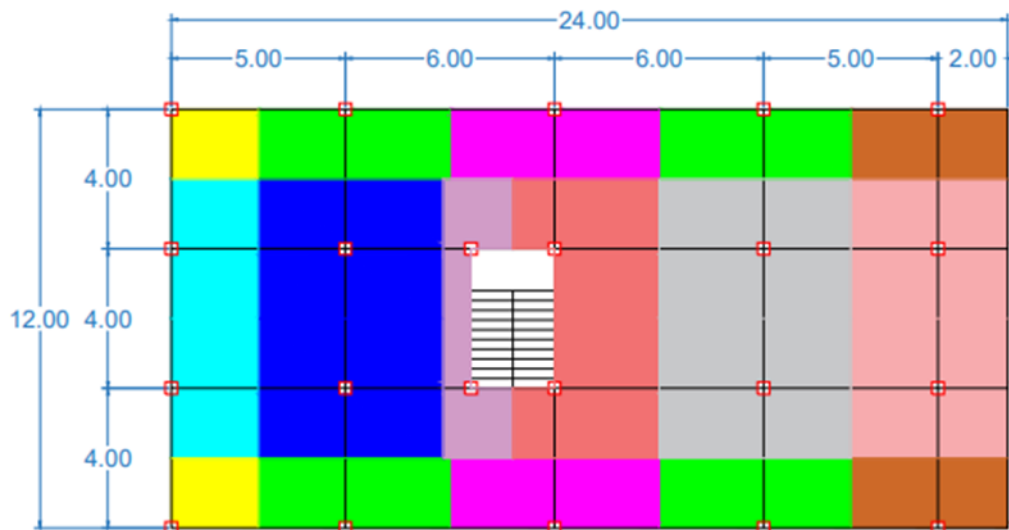
Prospetto:




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 | Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio | | | | | | | | | |
| 2 | P0 55x35 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | Telaio 1v | 1-6-12-18 | pilastri che individuano il telaio | | Telaio 1o | 1-2-3-4-5 | 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 ⁴) | 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 | K_T (KN/m) | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 1 | | K_T | 57750,00 | rigidezza traslante telaio 7 | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | Telaio 2v | 2-7-13-19 | pilastri che individuano il telaio | | Telaio 2o | 6-7-8-9-10-11 | 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 | K_T | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 2 | | K_T | 69300,00 | rigidezza traslante telaio 8 | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | Telaio 3v | 8-14 | pilastri che individuano il telaio | | Telaio 3o | 12-13-14-15-16-17 | 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 | K_T | 23100,00 | rigidezza traslante telaio 3 | | K_T | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 9 | | | |
| 35 | | | | | | | | | | |
| 36 | Telaio 4v | 3-9-15-20 | pilastri che individuano il telaio | | Telaio 4o | 18-19-20-21-22 | 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 | K_T | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 4 | | K_T | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 10 | | | |
| 45 | | | | | | | | | | |
| 46 | Telaio 5v | 4-10-16-21 | 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 | K_T | 46200,00 | rigidezza traslante telaio 5 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | |
| 55 | Telaio 6v | 5-11-17-22 | 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 | K_T | 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 | Step 2: tabella sinottica controventi e distanze | | |
| 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 | | | |

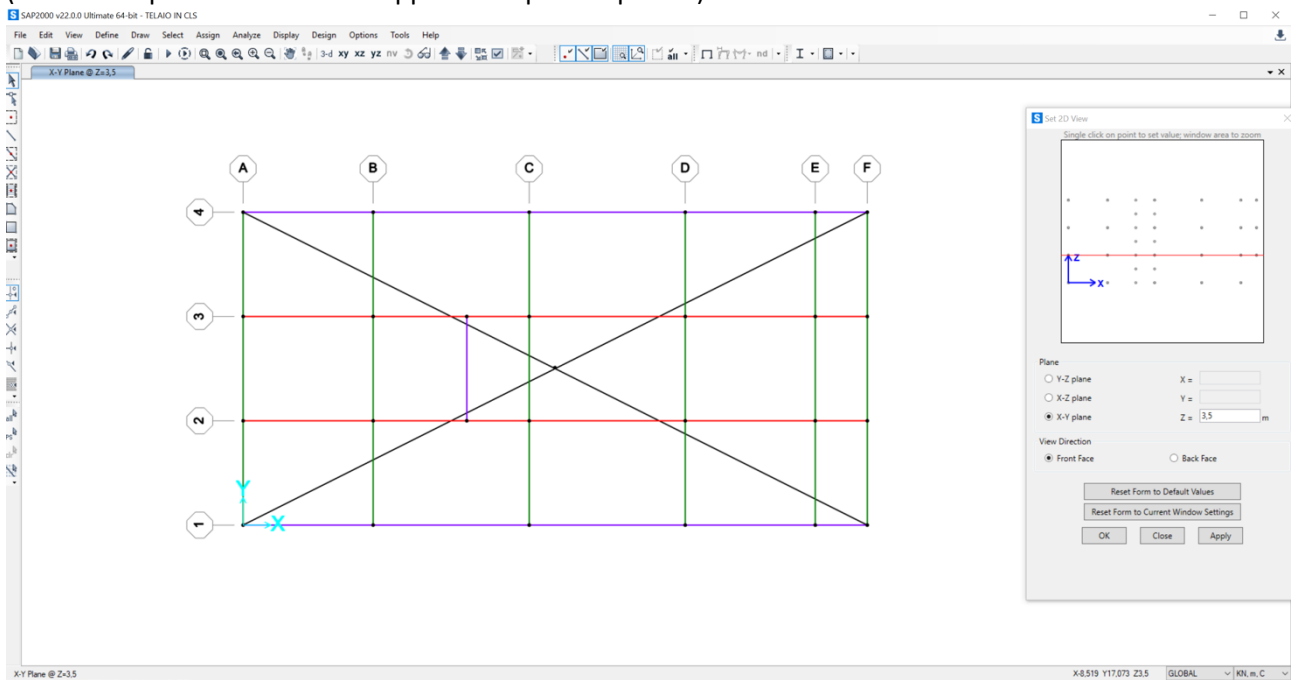
Vediamo la rigidezza orizzontale, verticale e a torsione del telaio.

| | | | |
|-----|--|-------------|---|
| 134 | | | |
| 135 | Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali | | |
| 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 | | | |

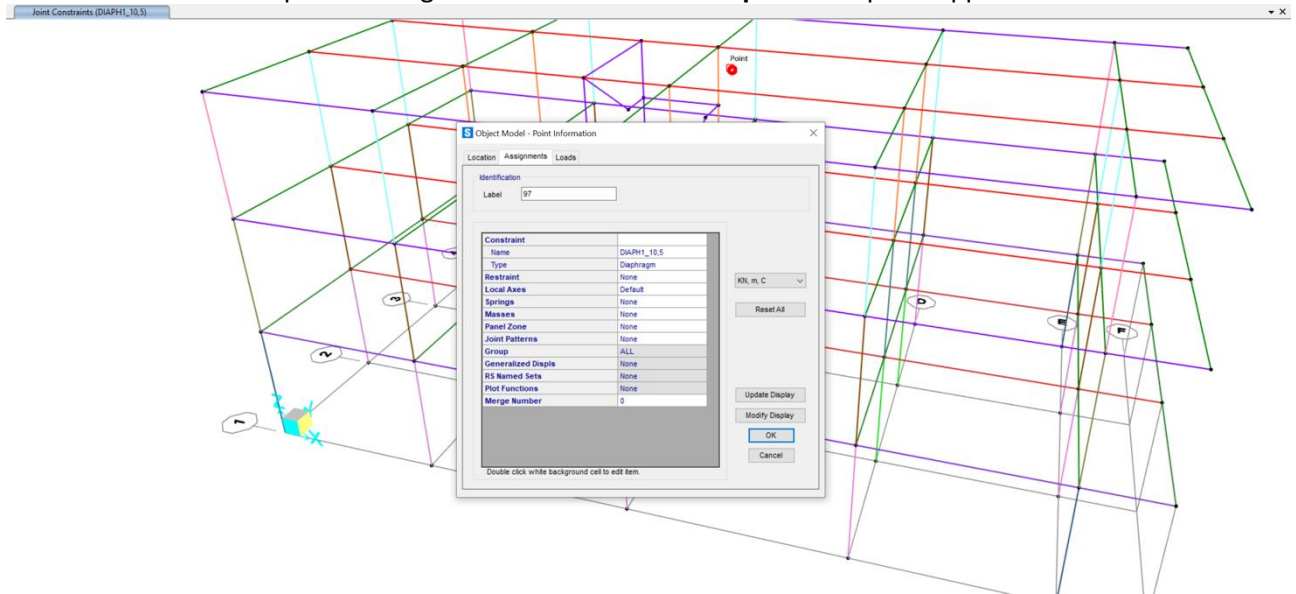
Individuiamo il centro di massa.

| | | | |
|----|--|--------|---|
| 1 | Step 3: calcolo del centro di massa | | |
| 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 | | | |

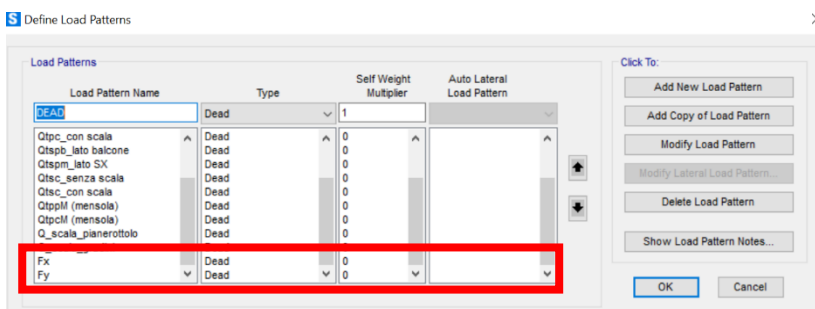
A questo punto torniamo su **SAP** e delineiamo il centro di massa grazie all'intersezione delle due diagonali. (Medesimo procedimento sarà applicato ai piani superiori)



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 |

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

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

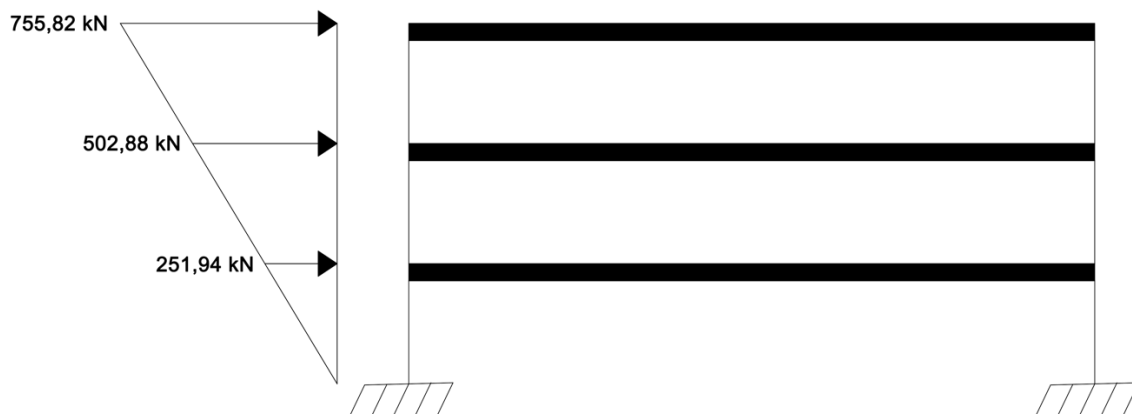
$$P = 7558,27 \text{ kN}$$

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

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

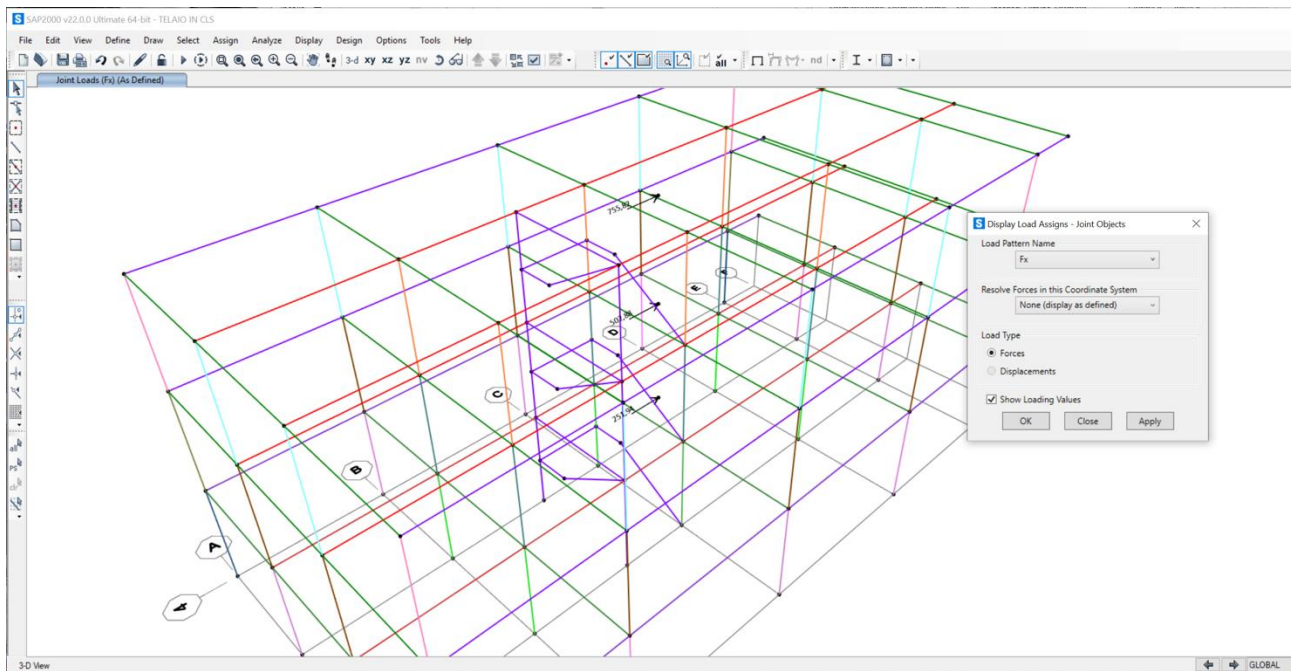
$$F_i = (h_i \times F_s) / \sum h_i$$

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

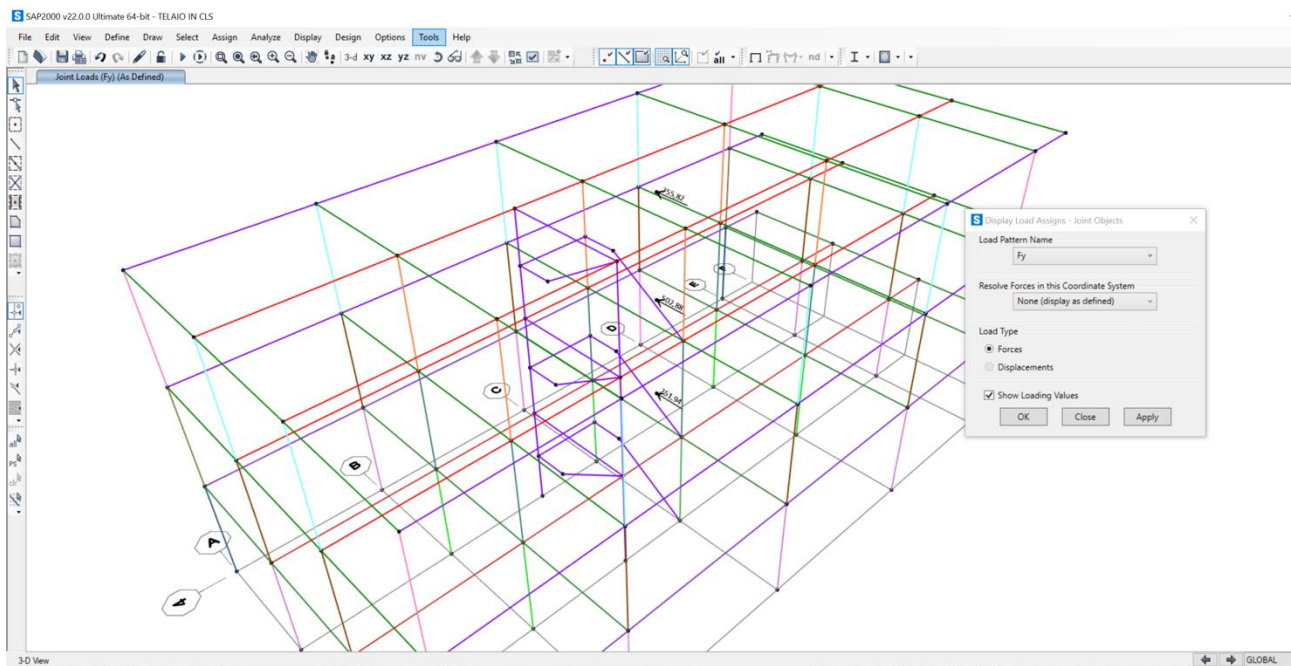


Ora assegniamo le forze ricavate su X e Y per tutti i piani:

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

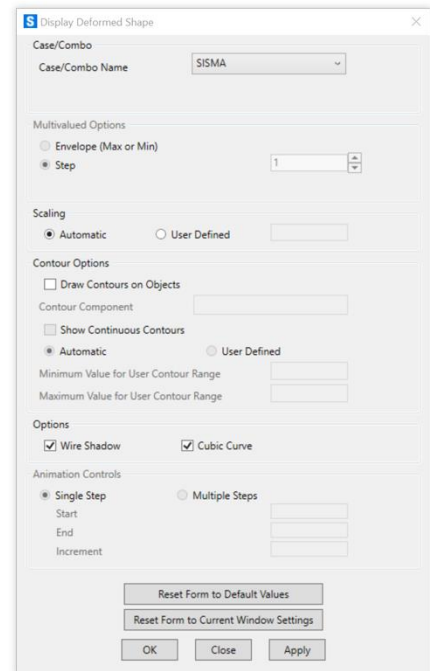
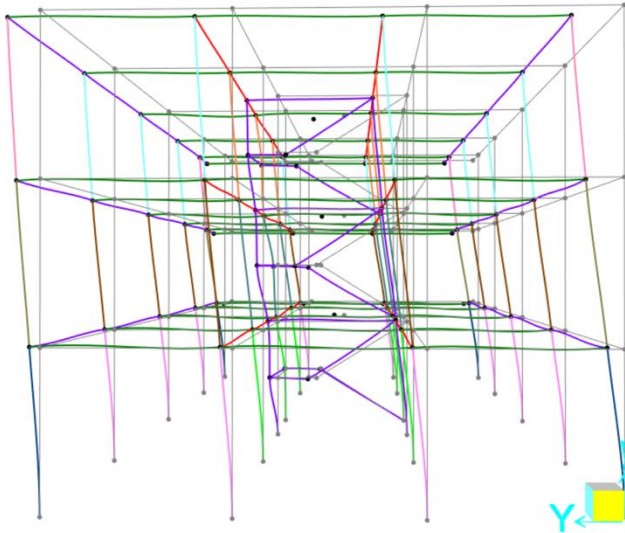
Label 97

| | |
|-------------------|--------|
| 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 |

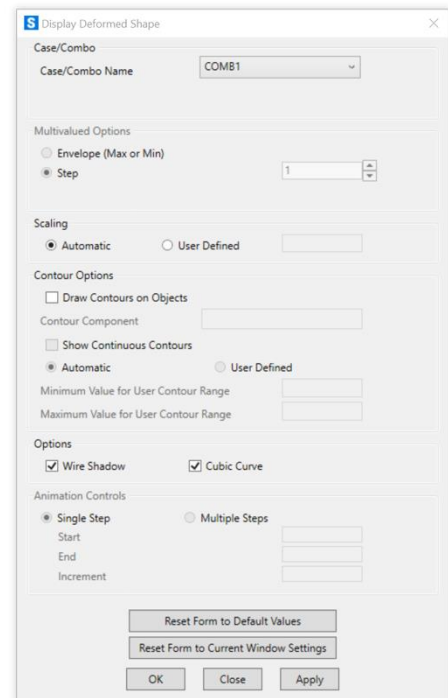
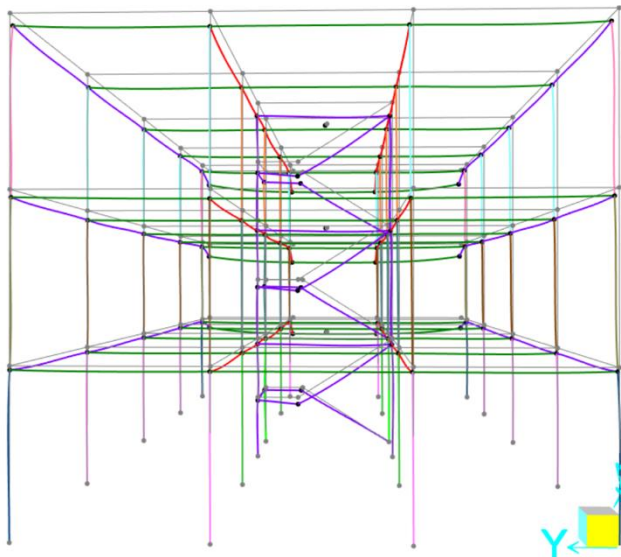
Assign Load...
KN, m, C
Reset All
Update Display
Modify Display
OK
Cancel

Double click white background cell to edit item.

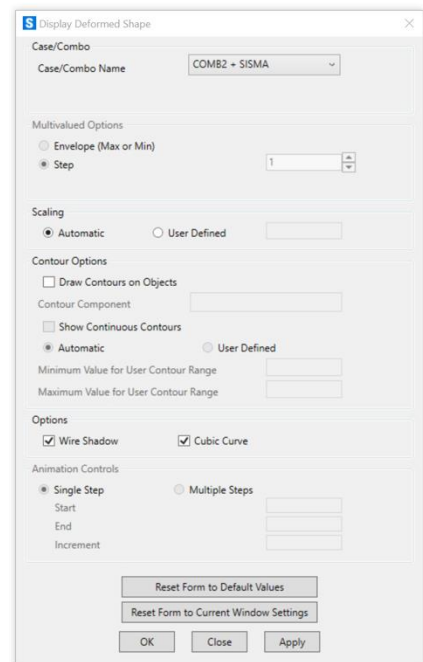
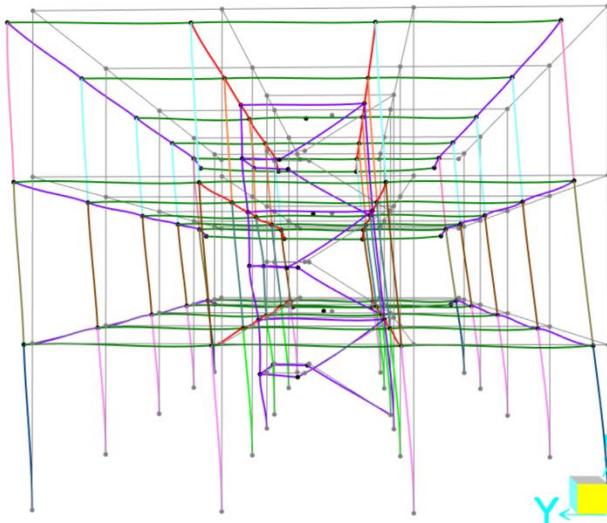
Avviamo una prima analisi che prenda in esame soltanto le deformazioni dovute allo **sfuerzo sismico**.



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

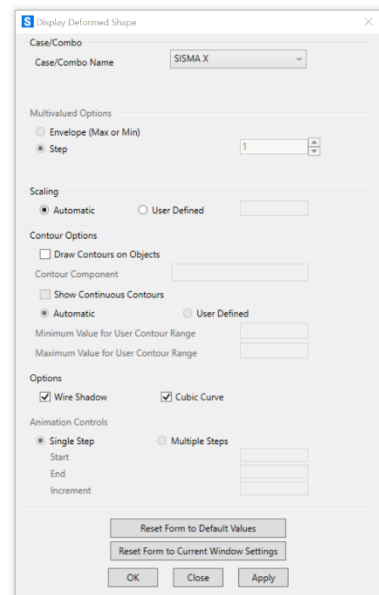
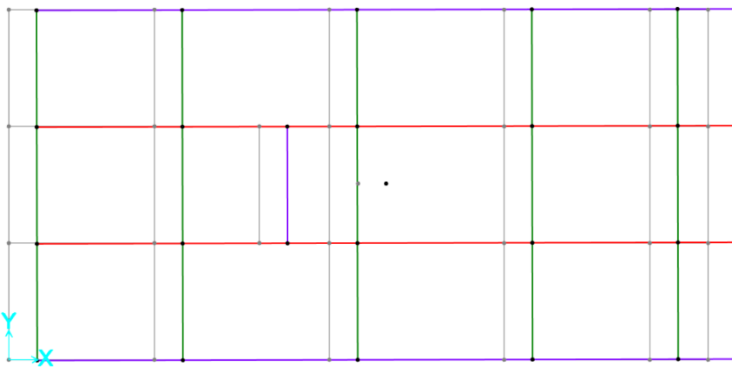


Infine, avviamo l'analisi considerando **tutti i carichi in zona sismica**.



Visualizziamo la forza agente lungo l'asse x:

Deformed Shape (SISMA X)



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

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

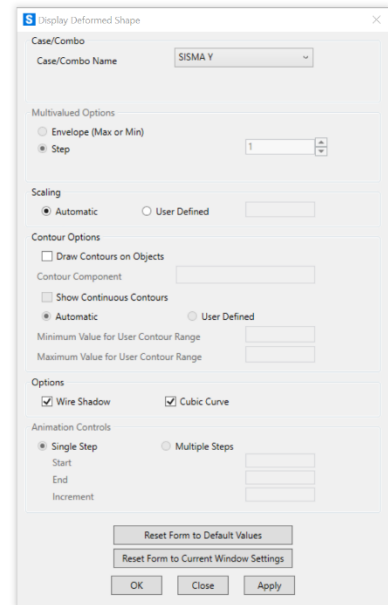
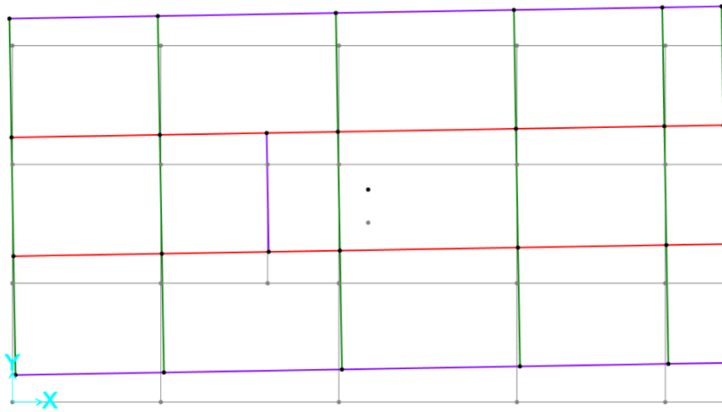
$$F_0 = F_x / K_0$$

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

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

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

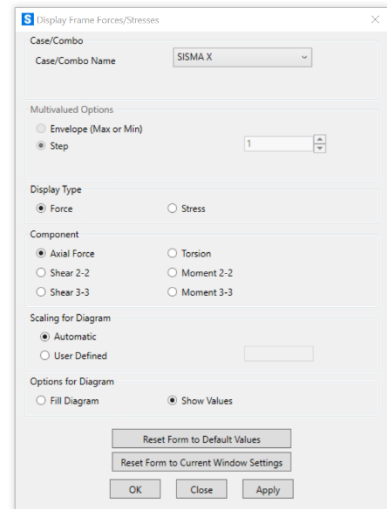
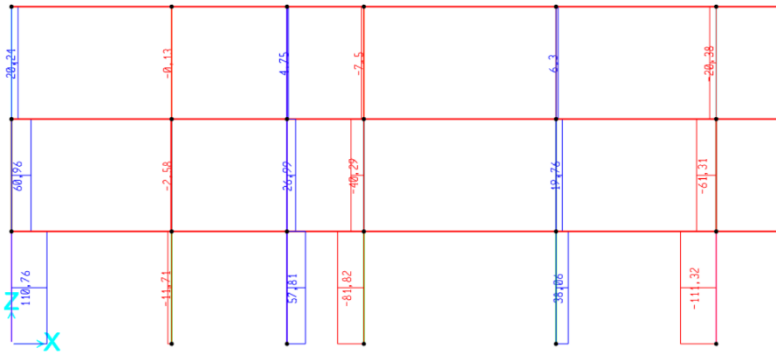
$U = h/2 - e \rightarrow 35/2 - 6 = 11,5$

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

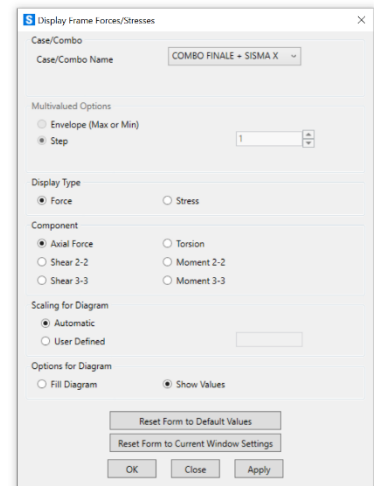
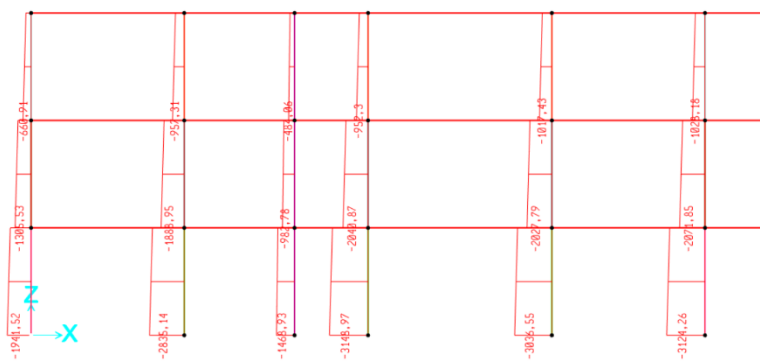
(dovremmo scegliere una sezione maggiore)

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 cm⁴

Wx = 11229,16 cm³

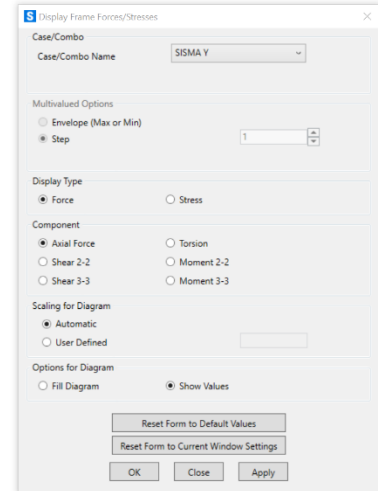
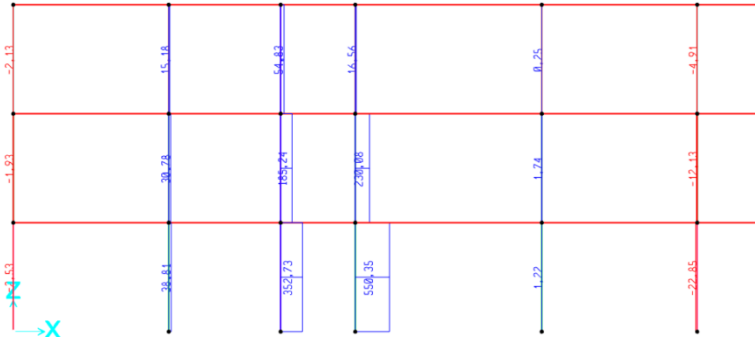
U = h/2 - e → 16,5

Fcd = 15,9 Mpa

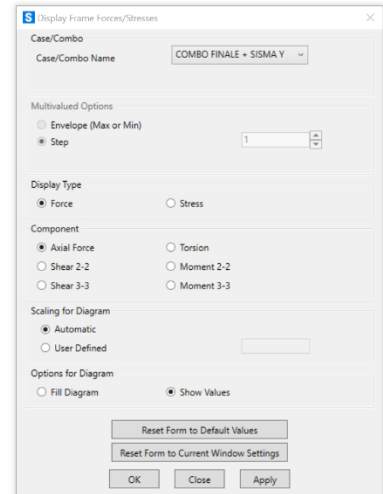
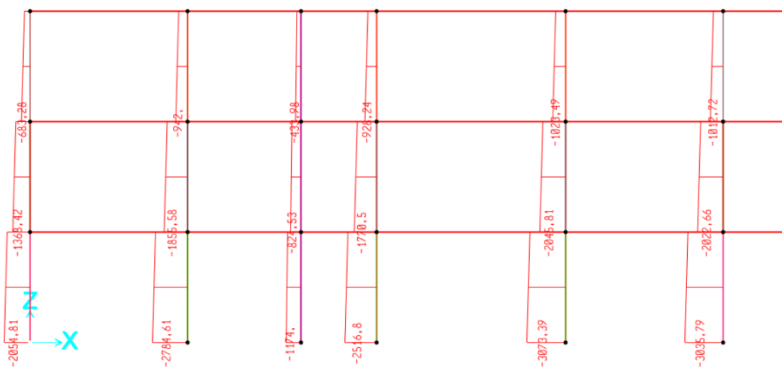
Σmax = 2*N*1000/3*u*b*100 = 28Mpa > fcd **NON VERIFICATO**

Vediamo i diagrammi su SAP.

Forza sismica in Y:



Totale in Y:



Render:

