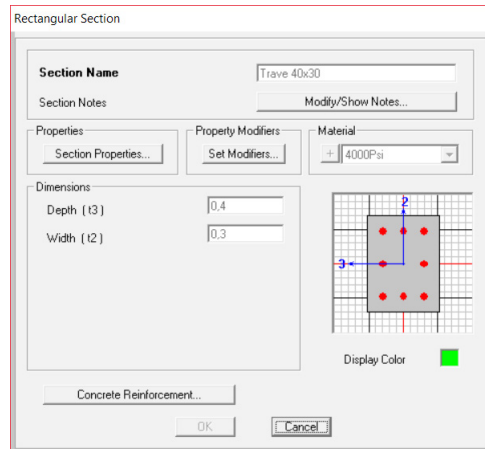


# VERIFICA DEL TELAIO IN CLS ARMATO

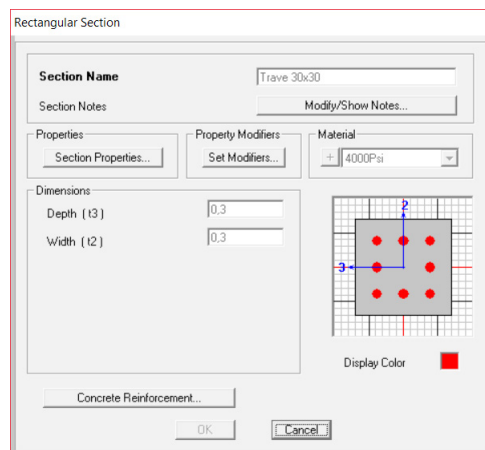
Inserire la struttura in SAP2000 utilizzando la griglia di base.

Riportare le misure delle sezioni delle travi rettangolari ricavate dall'esercizio precedente.

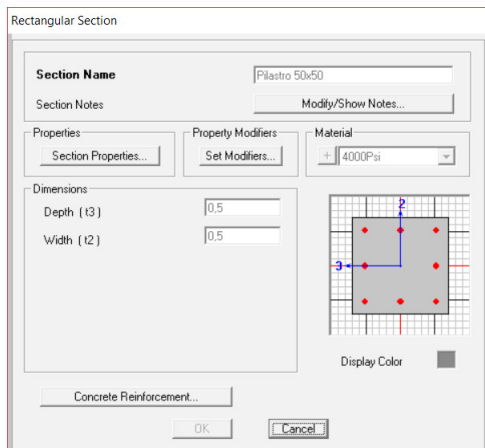
*Trave principale*



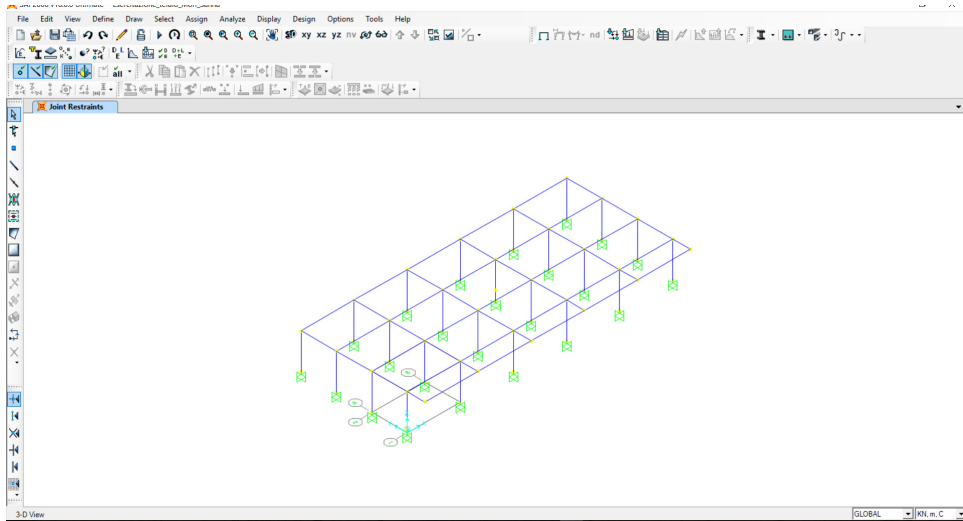
*Trave secondaria*



*Pilastro*



Disegnare il piano tipo.



Definire le condizioni di carico strutturale, permanente e accidentale per le travi (qs, qp e qa).  
Assegnare i carichi.

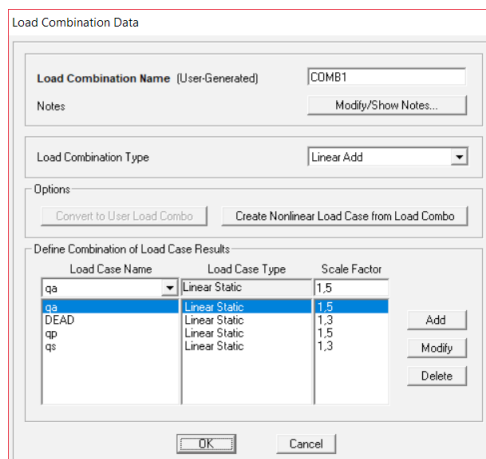
### Trave 30x30 (secondaria)

$$\begin{aligned} \text{interasse} &= 6 \text{ m} \\ Q_s &= 2,98 \times 6 = 17,88 \text{ KN/m} \\ Q_p &= 3,16 \times 6 = 18,96 \text{ KN/m} \\ Q_a &= 2 \times 6 = 12 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

### Trave 40x 30 (principale)

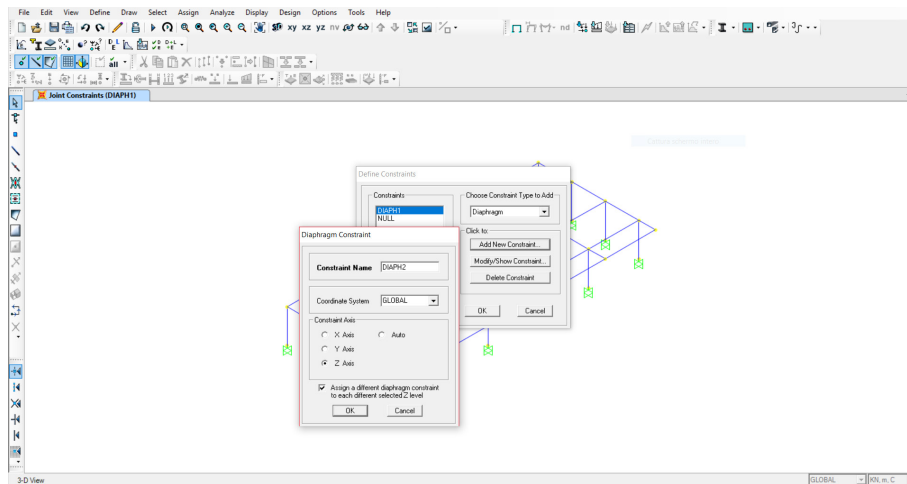
$$\begin{aligned} \text{interasse} &= 4 \text{ m} \\ Q_s &= 2,98 \times 4 = 11,92 \text{ KN/m} \\ Q_p &= 3,16 \times 4 = 12,64 \text{ KN/m} \\ Q_a &= 2 \times 4 = 8 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Definire una combinazione di carichi per eseguire l'analisi utilizzando come fattore di scala il coefficiente di sicurezza relativo.



Trovare il centro di massa e definirlo con un punto.

Selezionare i punti del telaio e assegnare ad essi il diaphragm. Questi punti avranno tutti la stessa rotazione intorno all'asse verticale: la condizione di impalcato rigido.



### *CARICO NEVE - $Q_n$*

Si aggiunge il carico della neve in copertura. Nel caso della progettazione in territorio romano si considera un valore di 0,5 KN/mq.

### *VENTO*

Considerare inoltre l'azione del vento sulle facciate contro e sottovento. Essendo un'azione dinamica e derivante da molti fattori, per Roma si considera un valore di circa 0,5 KN/mq moltiplicati per un coefficiente di 0,8 per la struttura sopravvento e 0,4 per quella sottovento.

### *SISMA*

$$F_s = c * w$$

Dove

$c = 0,3$  accelerazione del terreno in rapporto all'accelerazione di gravità  $g$

$$w = Q_s \text{ tot} + Q_p \text{ tot} + 20\% Q_n + 30\% Q_a \text{ tot}$$

$$F_s = 6194,6 \text{ KN}$$

La forza del sisma dipende dal piano sul quale è applicata e cresce linearmente all'aumentare dei piani. Si può calcolare attraverso la formula:

$$F_i = F_s z_i w_i / (\sum z_i w_i)$$

# COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione SLU fondamentale:

$$\gamma_{qs} * Q_s + \gamma_{qp} * Q_p + \gamma_{q1} * Q_{a1} + \sum_i \gamma_{qi} * \psi_{0i} * Q_{ai} \quad (i > 2)$$

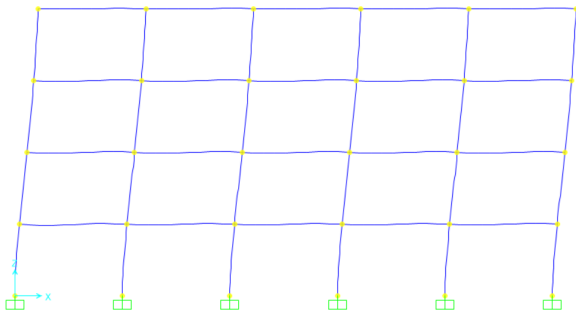
$\gamma$  = coefficienti maggiorativi

$\psi$  = coefficienti minorativi

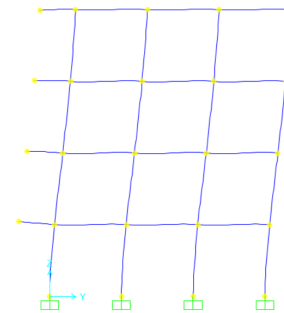
Combinazione sismica:

$$Q_s + Q_p + F_s + \psi_{21} * Q_{a1} + \sum_i \psi_{2i} * Q_{ai} \quad (i \geq 2)$$

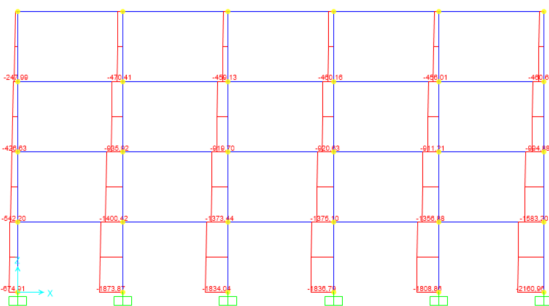
Dopo aver svolto le analisi in SAP2000 si può notare come la struttura è maggiormente sollecitata nelle combinazioni di carico dove il sisma agisce sull'asse X. Dato che le travi e gli sbalzi sono soggette a momento si procede con la verifica a flessione mentre per i pilastri, che sono soggetti a compressione e flessione, si effettuerà una verifica a pressoflessione.



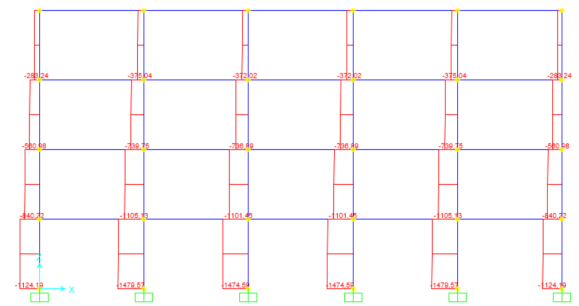
Sisma X - Deformazione struttura



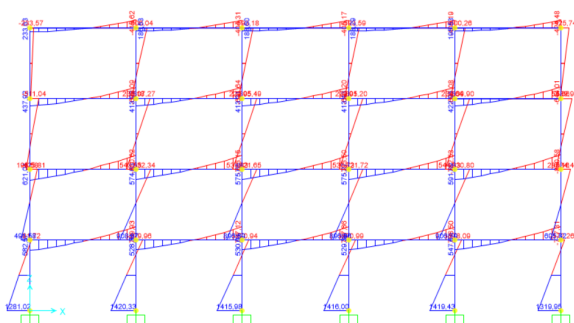
Sisma Y - Deformazione struttura



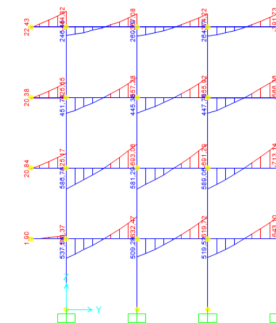
Sisma X - Sforzi Assiali



Sisma Y - Sforzi Assiali



Sisma X - Momento



Sisma Y - Momento

## VERIFICA

Verificare gli elementi strutturali, ottenendo le tabelle da SAP 2000.

### Travi (Flessione)

Inserire nel foglio di calcolo per il dimensionamento delle travi il Mmax ricavato da quella più sollecitata.

interasse (m)	q <sub>g</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>s</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>g</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>s</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>g</sub> (KN/m)	luce (m)	M <sub>max</sub> (KN*m)	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β	r	b (cm)	h <sub>v</sub> (cm)	δ (cm)	H <sub>min</sub> (cm)	H	H/I	area (m <sup>2</sup> )	peso unitario (KN/m)
4.00	2.98	3.16	2.00	46.46	6.00	209.05	450.00	391.30	50.00	28.33	0.52	2.16	30.00	33.81	4.00	37.81	40.00	0.06	0.12	3.00	
4.00	2.98	3.16	2.00	46.46	6.00	905,0187	450.00	391.30	50.00	28.33	0.52	2.16	30.00	70.35	4.00	74.35	40.00	0.12	0.12	3.00	

La sezione non è verificata, in quanto l'altezza necessaria a sopportare la flessione data dalla combo compressiva di sisma\_Y è decisamente minore alla minima.

### Pilastri (Pressoflessione)

La sezione dovrebbe resistere alla combinazione di sforzo assiale e momento flettente. Si esegue la verifica sul pilastro con lo sforzo N più alto, su quello con M maggiore e su quello con la combinazione più alta di M ed N.

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
7	4	COMB_Sisma_X	Combination	-2819,81	-476,001	-17,591	10,0526	128,3971	1482,6786	7-1	4
7	2	COMB_Sisma_X	Combination	-2784,465	-476,001	-17,591	10,0526	93,2145	530,6768	7-1	2
7	0	COMB_Sisma_X	Combination	-2749,121	-476,001	-17,591	10,0526	58,0319	-421,325	7-1	0
13	4	COMB_Sisma_X	Combination	-2692,711	-472,792	-2,777	10,0526	66,2621	1478,4965	13-1	4
13	2	COMB_Sisma_X	Combination	-2657,367	-472,792	-2,777	10,0526	60,7073	532,9123	13-1	2

La verifica a pressoflessione nel calcestruzzo si effettua a seconda del rapporto tra eccentricità ( $e = M/N$ ) e altezza della sezione:

1- se  $e \leq h/6$  la sezione si considera totalmente compressa e si esegue la verifica a compressione considerando che  $\sigma_{max} = N/A + M/W \leq f_{cd}$ ;

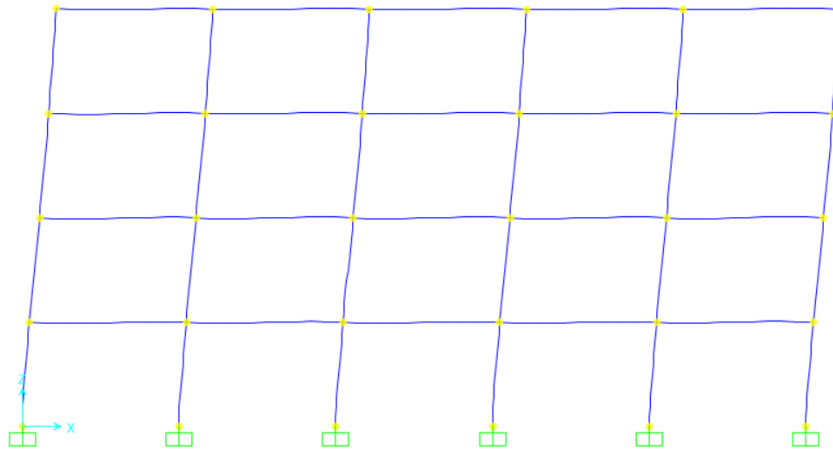
2 - se  $h/6 < e < h/2$  allora si considera la sezione come se avesse una compressione variabile e, ignorando le verifiche per la parte tesa, si considera  $\sigma_{max} = 2 \cdot N / 3u \cdot b$  dove  $u = h/2 - e$ . La verifica è soddisfatta se  $\sigma_{max} \leq \sigma_{cd}$ ;

3- se  $e \geq h/2$  si effettua solo la verifica flessione.

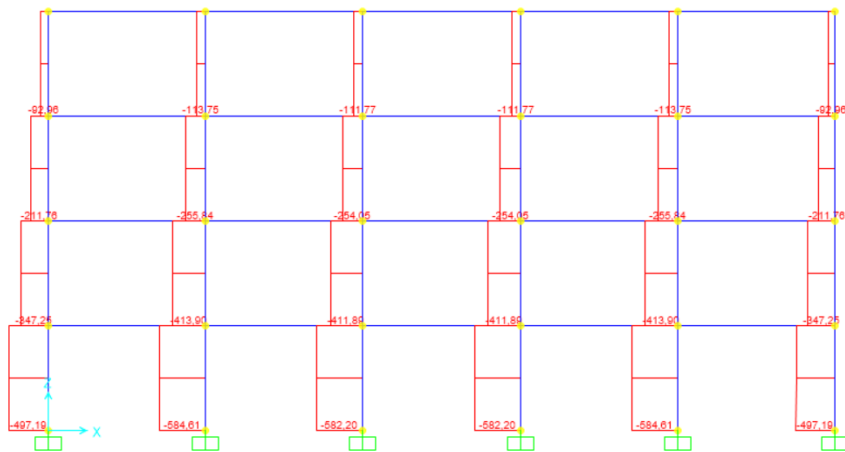
L <sub>p</sub>	L <sub>s</sub>	Area	I <sub>trave<sub>y</sub></sub>	I <sub>trave<sub>x</sub></sub>	q <sub>trave</sub>	q <sub>x</sub>	q <sub>y</sub>	q <sub>z</sub>	q <sub>totale</sub>	n <sub>pianti</sub>	N	f <sub>yk</sub>	f <sub>td</sub>	A <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	E	β	I	λ*	ρ <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	b	h <sub>min</sub>	h	A <sub>cezione</sub>	I <sub>cezione</sub>	I <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>	q <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>	σ <sub>max</sub>	
m	m	m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa	Mpa	cm <sup>2</sup>	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	kN/m	kN*m	Mpa	
6.00	4.00	24.00	2.16	1.44	24.34	2.98	3.17	2.00	279.10	4	1214	30.0	17.0	714.0	28.7	21000	0.80	4.00	110.42	2.90	10.04	50.00	14.28	50.00	2500	520833	520833	20833.33	46.52	1482.00	75.99	No

I pilastri non sono verificati.

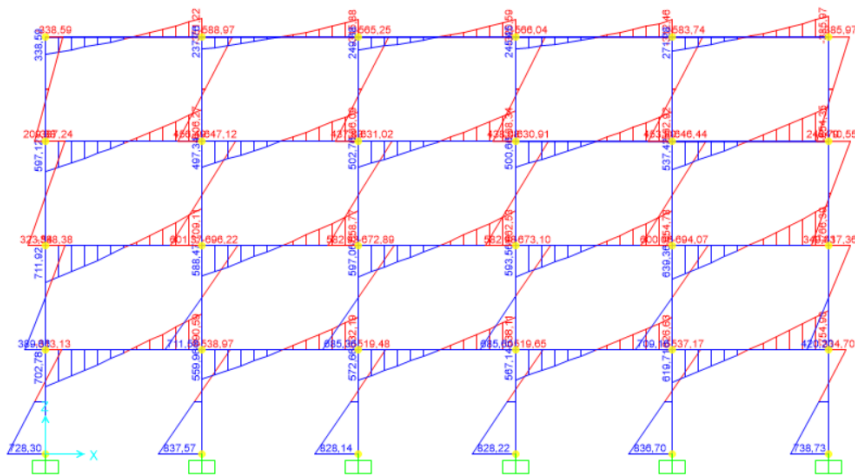
# VERIFICA DEL TELAIO IN ACCIAIO



*Sisma X - Deformazione*



*Sisma X - Sforzo assiale*



*Sisma X - Momento*

## VERIFICA

Verificare gli elementi strutturali, ottenendo le tabelle da SAP 2000.

### Travi (Flessione)

Inserire nel foglio di calcolo per il dimensionamento delle travi il  $M_{max}$  ricavato da quella più sollecitata.

interasse (m)	$q_s$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_p$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_a$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_u$ (KN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (KN*m)	$f_{y,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	$W_{x,min}$ (cm <sup>3</sup> )	$W_x$ (cm <sup>3</sup> )	
4,00	0,47	1,58	2,00	23,92	6,00	107,66	235,00	223,81	481,03	557,10	IPE 300
4,00	0,47	1,58	2,00	23,92	6,00	880,0137	235,00	223,81	3931,98	557,10	

La sezione non è verificata.

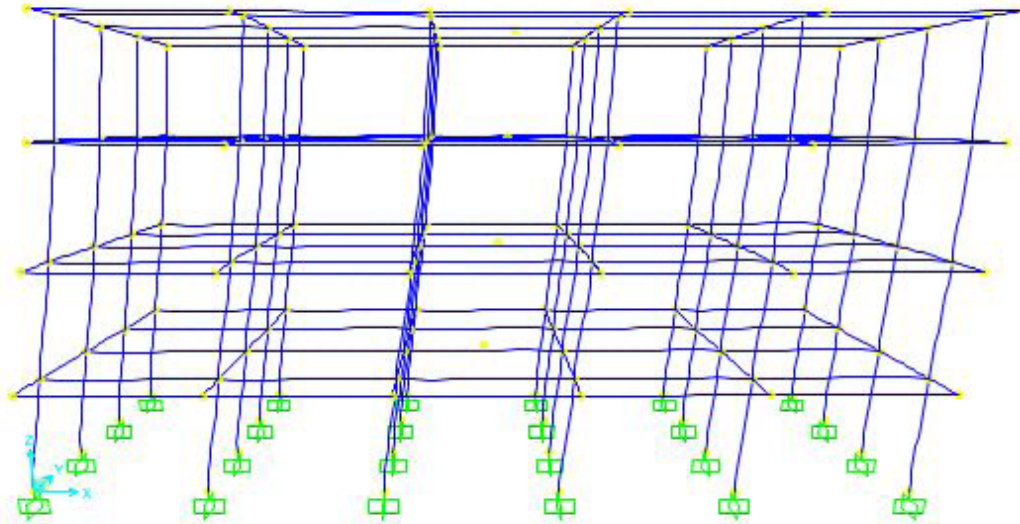
### Pilastri (Pressoflessione)

La sezione dovrebbe resistere alla combinazione di sforzo assiale e momento flettente. Si esegue la verifica sul pilastro con lo sforzo N più alto, su quello con M maggiore e su quello con la combinazione più alta di M ed N.

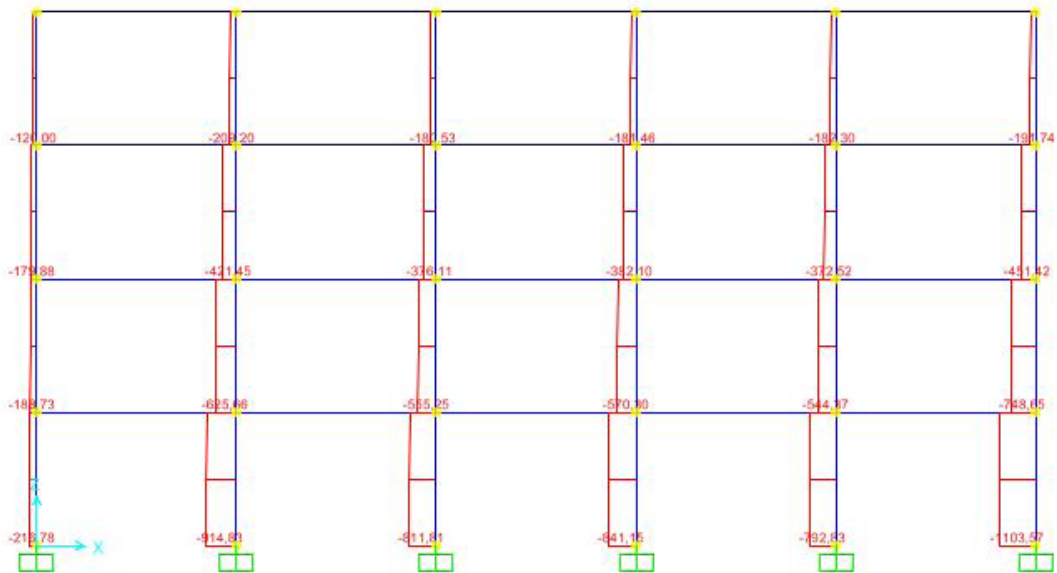
TABLE: Element Forces - Frames											
frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
28	4	COMB_sisma x	Combination	-1237,23	-282,578	32,161	0,0155	-68,159	776,5541	28-1	4
28	2	COMB_sisma x	Combination	-1236,591	-282,578	32,161	0,0155	-3,8376	211,3973	28-1	2
28	0	COMB_sisma x	Combination	-1235,952	-282,578	32,161	0,0155	60,4839	-353,7596	28-1	0
27	4	COMB_sisma x	Combination	-1157,187	-268,358	31,627	0,0155	-67,4498	738,7335	27-1	4
27	2	COMB_sisma x	Combination	-1156,548	-268,358	31,627	0,0155	-4,1956	202,0178	27-1	2

La sezione non è verificata.

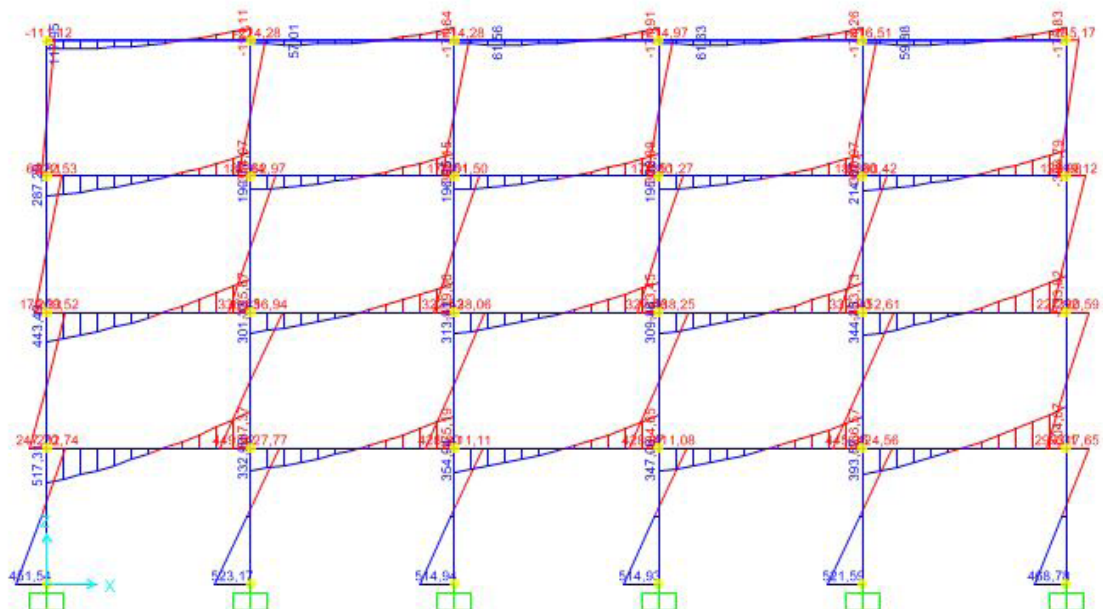
# VERIFICA DEL TELAIO IN LEGNO



*Sisma X - Deformazione*



*Sisma X - Sforzo assiale*



*Sisma X - Momento*



## VERIFICA

Verificare gli elementi strutturali, ottenendo le tabelle da SAP 2000.

### Travi (Flessione)

Inserire nel foglio di calcolo per il dimensionamento delle travi il  $M_{max}$  ricavato da quella più sollecitata.

interasse (m)	$q_s$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_p$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_a$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_u$ (KN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (KN*m)	$f_{m,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$k_{mod}$	$\gamma_m$	$f_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	b (cm)	$h_{min}$ (cm)	H (cm)
4,00	1,01	1,72	2,00	27,57	6,00	546,63	27,00	0,80	1,45	14,90	30,00	85,67	45,00
8,00	1,50	1,50	2,00	57,60	6,00	259,20	24,00	0,80	1,50	12,80	30,00	63,64	65,00
10,00	1,00	1,00	2,00	58,00	8,00	464,00	24,00	0,80	1,50	12,80	30,00	85,15	85,00

La sezione non è verificata.

### Pilastrini (Pressoflessione)

La sezione dovrebbe resistere alla combinazione di sforzo assiale e momento flettente. Si esegue la verifica sul pilastro con lo sforzo N più alto, su quello con M maggiore e su quello con la combinazione più alta di M ed N.

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
18	4	COMB_SISMA_x	Combination	-1834,136	-248,495	5,747	2,0069	-9,8881	546,6345	18-1	4
6	4	COMB_SISMA_x	Combination	-914,834	-237,737	-14,271	2,0069	29,0173	523,1743	6-1	4
22	4	COMB_SISMA_x	Combination	-792,826	-236,536	12,472	2,0069	-24,9774	521,5852	22-1	4
4	6	COMB_SISMA_x	Combination	0	-110,935	-4,721E-16	-0,162	3,776E-15	517,3059	4-1	6

La sezione non è verificata.