

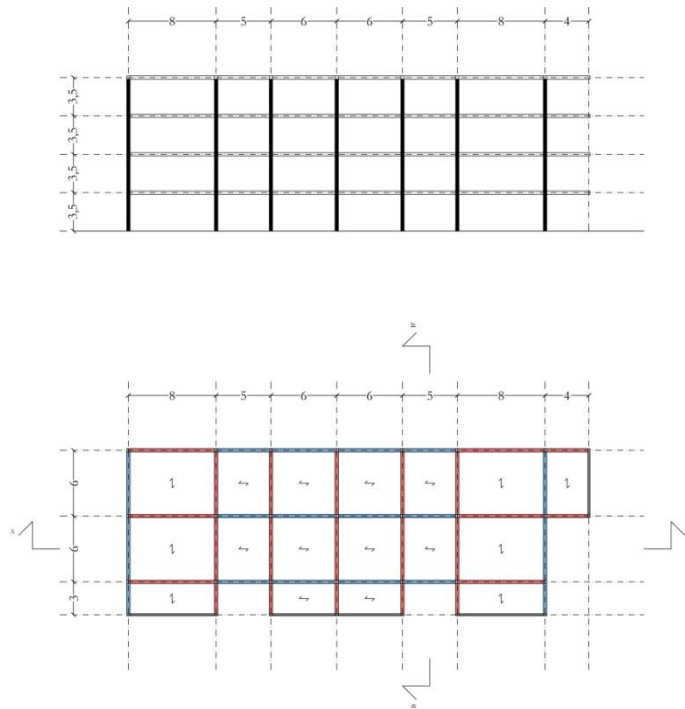
## ESERCITAZIONE 2- Parte II – Creazione del modello su SAP; verifica a flessione per le travi e a pressoflessione per i pilastri sottoposti a carico neve, vento e sisma.

Il primo passo è disegnare i telai progettati nella precedente esercitazione su SAP aventi due piante differenti, una per legno e calcestruzzo armato, considerando una luce massima di 5/6 metri, e una per l'acciaio, che può raggiungere luci maggiori (circa 7/8 m di luce massima), entrambi di 4 piani con interpiano di 3,5 metri.

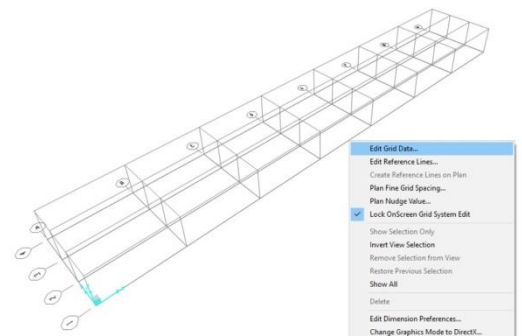
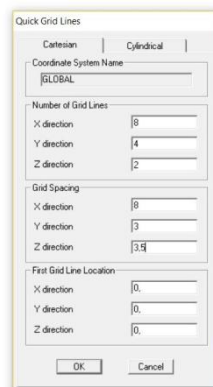
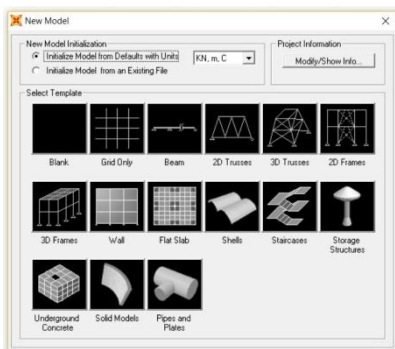
### - FASE 1: Creazione del modello e verifica preliminare

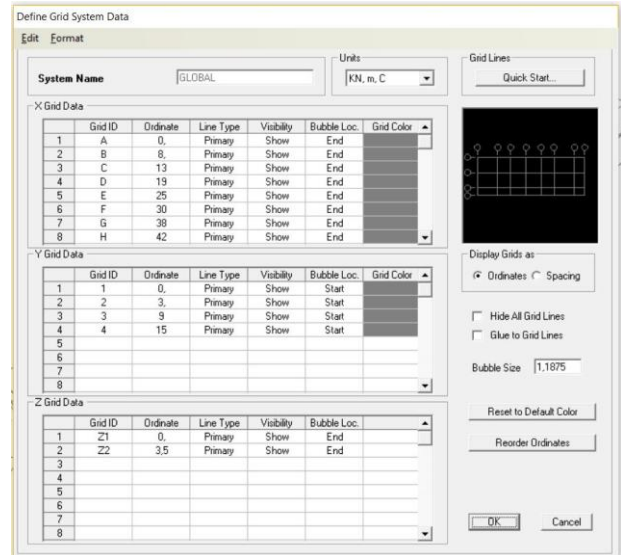
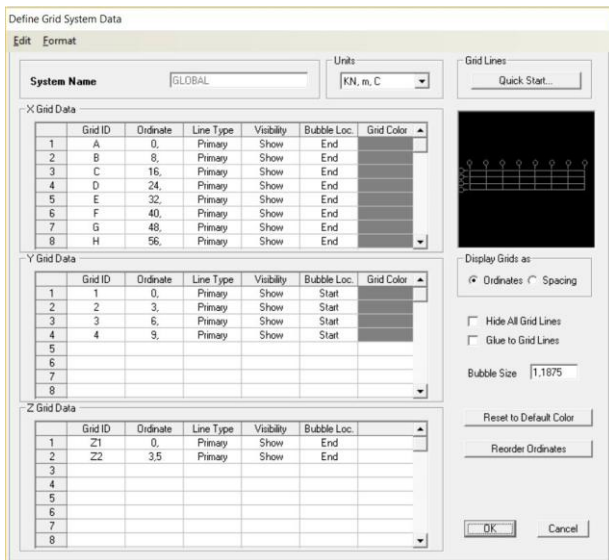
Sono stati aperti tre file SAP per il telaio in acciaio, legno e calcestruzzo armato e si è proceduto ai seguenti passaggi.

#### ACCIAIO

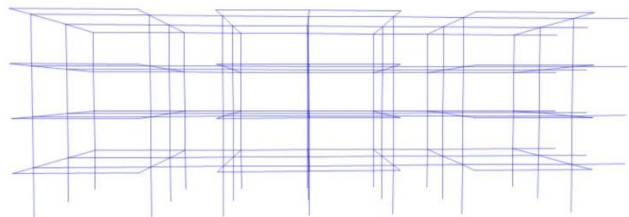
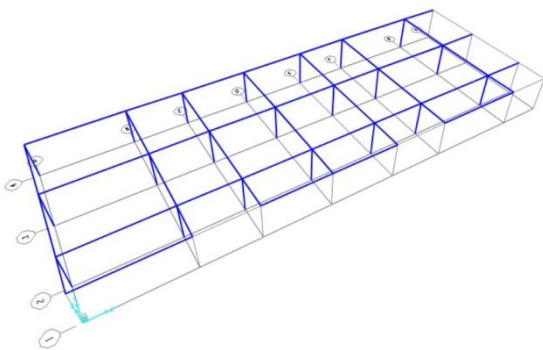


E' stata creata la griglia su SAP e inserito i valori in modo da costruire il solaio precedentemente progettato.

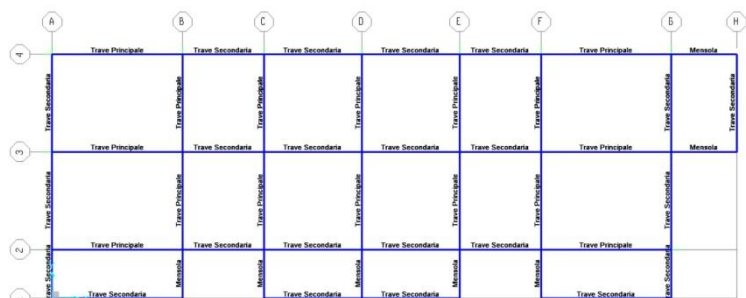
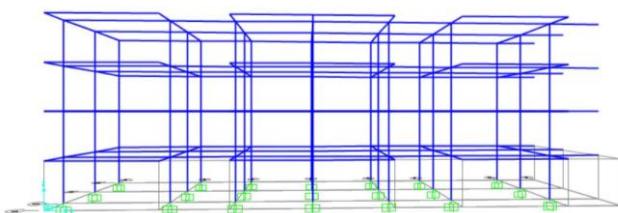




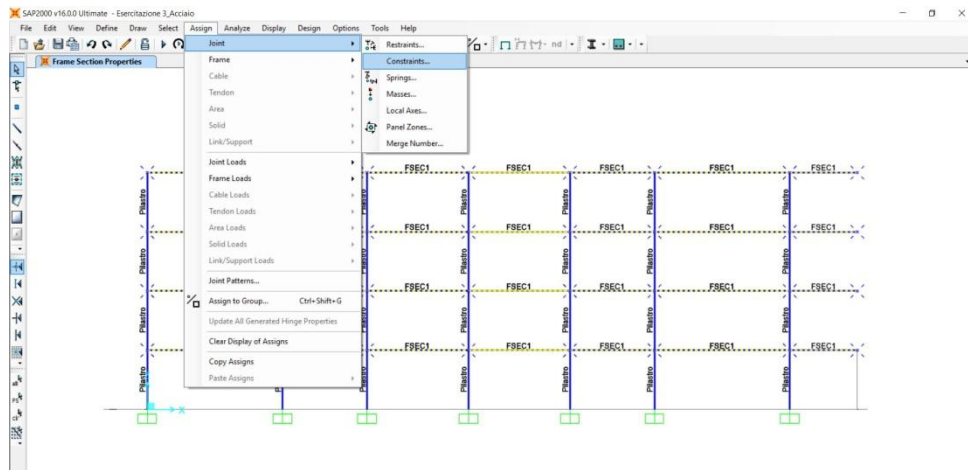
Una volta creato il primo solaio, questo viene copiato per un valore di interpiano di 3,5 m in modo da costruire tutto il telaio.



Si procede con l'assegnazione dei vincoli, inserendo l'incastro in tutti i punti della base, assegnando le sezioni e selezionando i profili scelti in fase di calcolo.



Sono state poi inserite le densità di carico verticali agenti sulla struttura, quindi  $Q_s$ ,  $Q_p$  e  $Q_a$  ed è stato assegnato il "Diaphragm" alle travi e ai punti che collegano le travi ad ogni impalcato. Questo serve a collegarli e a "costringerli" a muoversi come se fosse un corpo rigido.



Si è proceduto alla definizione della combinazione di carico fondamentale per carichi verticali (SLU), si è fatta correre l'analisi e sono stati visualizzati i seguenti diagrammi delle sollecitazioni.

Diagramma dei momenti sulle travi:

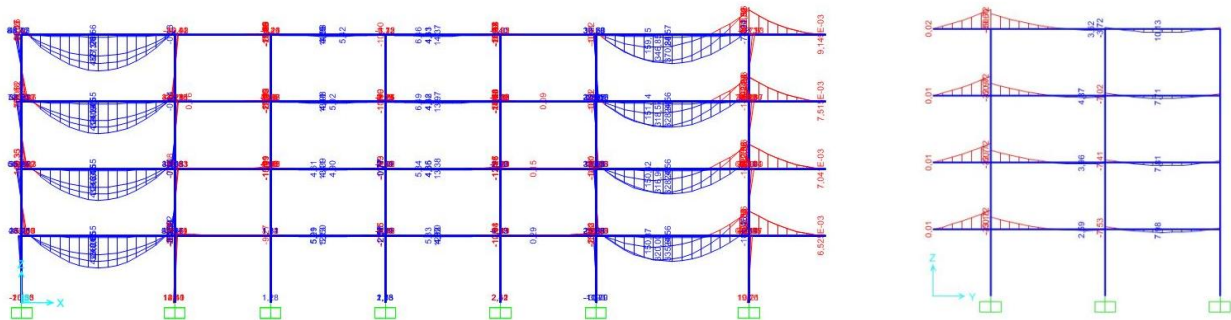
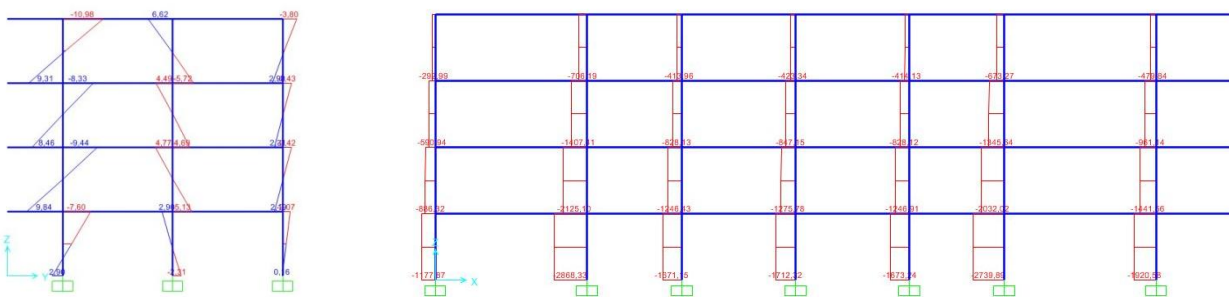
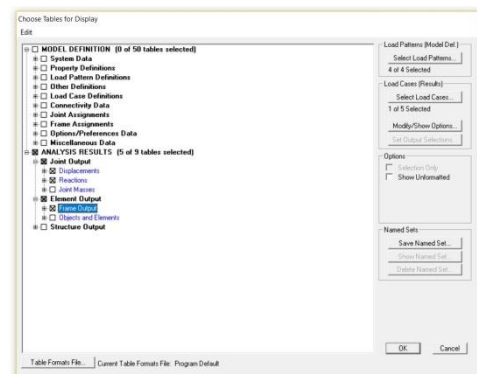
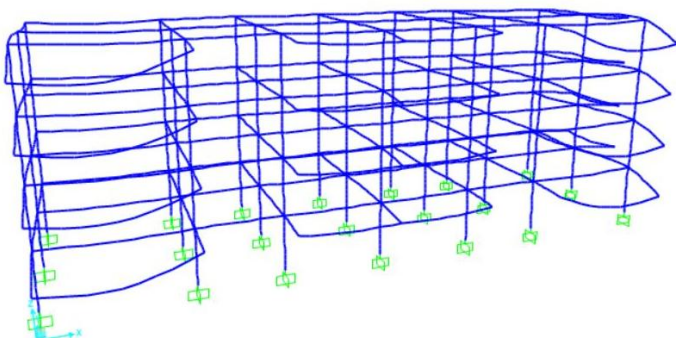


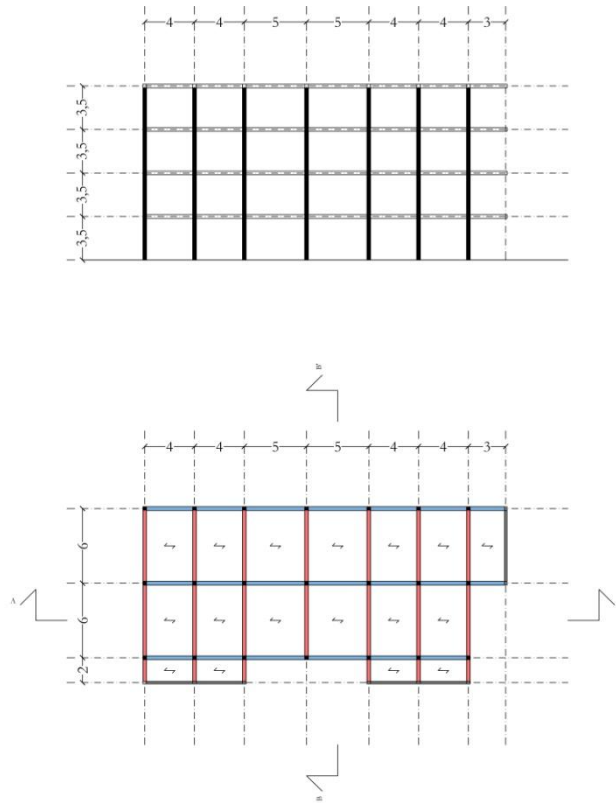
Diagramma delle sollecitazioni su pilastri:



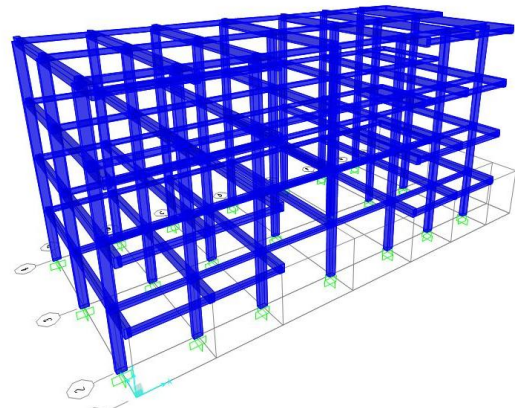
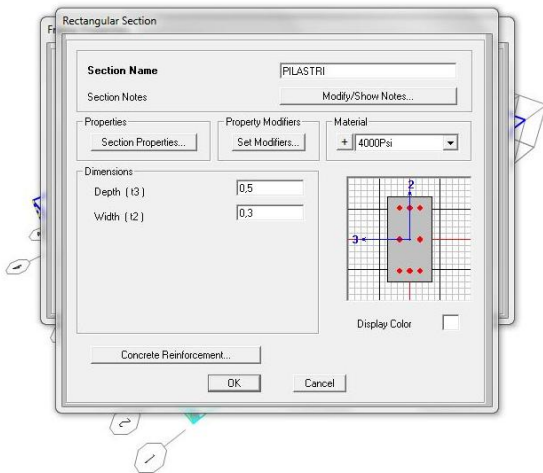
E' stata quindi visualizzata la struttura in stato di deformata ed esportato le tabelle Excel (Element Output-Frame Output, Joint Output – Reactions e Displacements) per una verifica preliminare.



## CALCESTRUZZO ARMATO



I passaggi per la creazione del modello su SAP sono stati i medesimi dell'acciaio, differivano la pianta del solaio, il materiale e la sezione.



Si è proceduto allo stesso modo dell'acciaio, inserendo quindi i carichi distribuiti agenti sulla struttura, assegnando il "Diaphragm", definendo la combinazione di carico fondamentale e facendo correre l'analisi. Sono stati visualizzati quindi i diagrammi delle sollecitazioni e sono state esportate le tabelle Excel per una verifica preliminare.

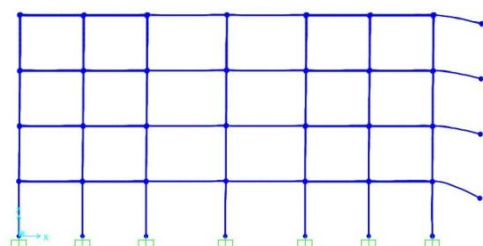
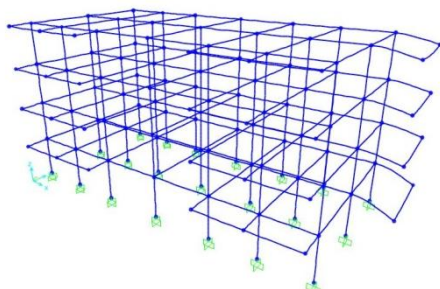


Diagramma dei momenti sulle travi:

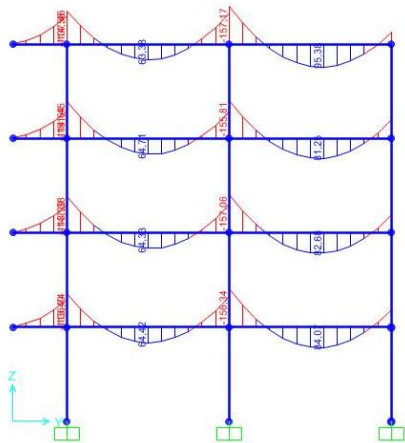
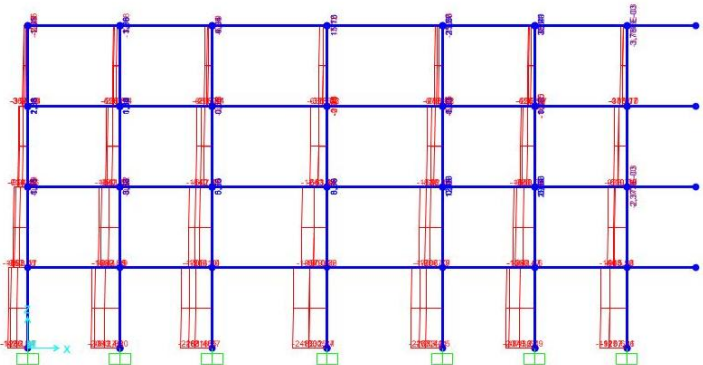
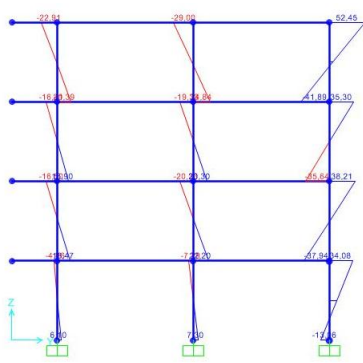
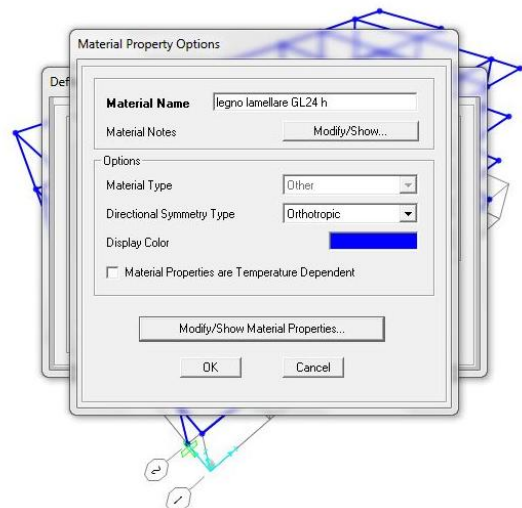
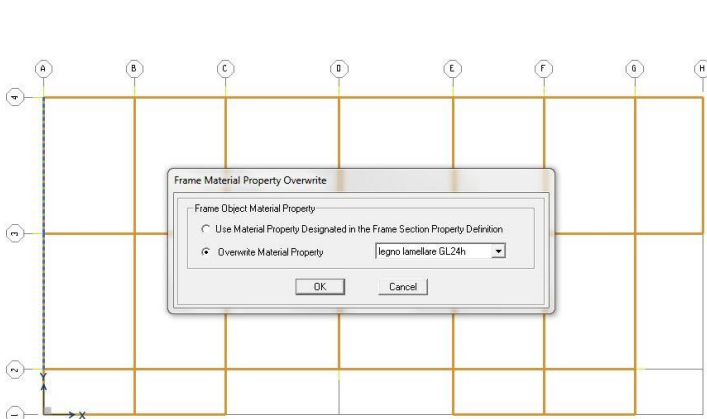


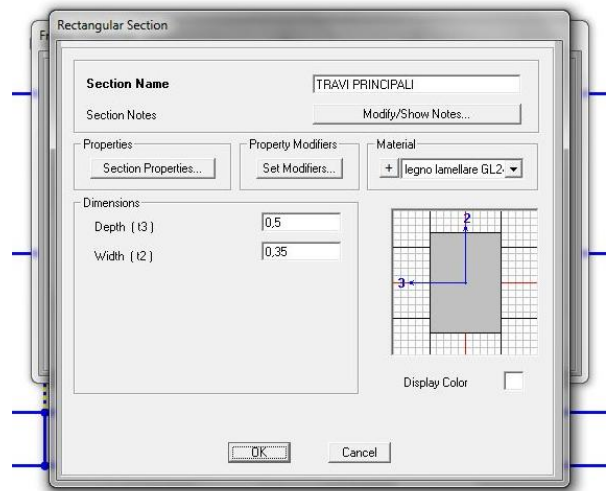
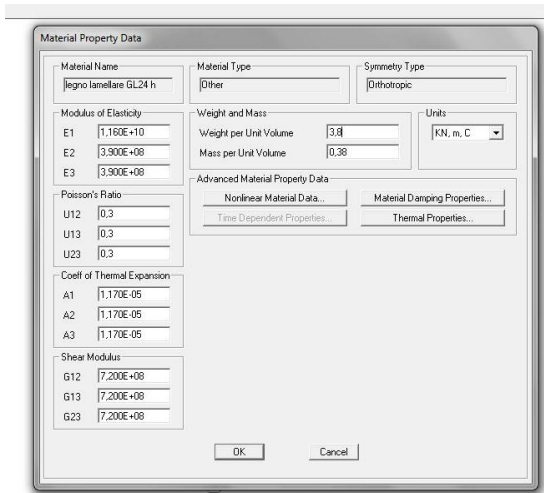
Diagramma delle sollecitazioni su pilastrata:



## LEGNO

I solai in legno hanno la stessa pianta dei solai in calcestruzzo armato descritti qui sopra. Anche in questo caso i passaggi sono stati gli stessi dei due telai precenti, quello che cambia è il materiale che, a differenza dell'acciaio e del cls, dove i profili sono preinseriti e si deve solo scegliere la sezione relativa al primo dimensionamento, nel legno, invece, il materiale non è presente nella libreria installata. E' stato quindi creato un nuovo materiale specificando la sua natura ortotropa, il peso specifico e il modulo elastico (questi ultimi due cambiano a seconda del tipo di legno). E' stato inserito un legno lamellare GL 24 h come deciso nell'esercitazione precedente.





Una volta inserite le sezioni rettangolari con il nuovo materiale creato, si è proceduto con gli stessi passaggi descritti precedentemente fino ad arrivare alla configurazione della struttura in stato di deformata e sono state esportate anche qui le tabelle Excel per una verifica preliminare.

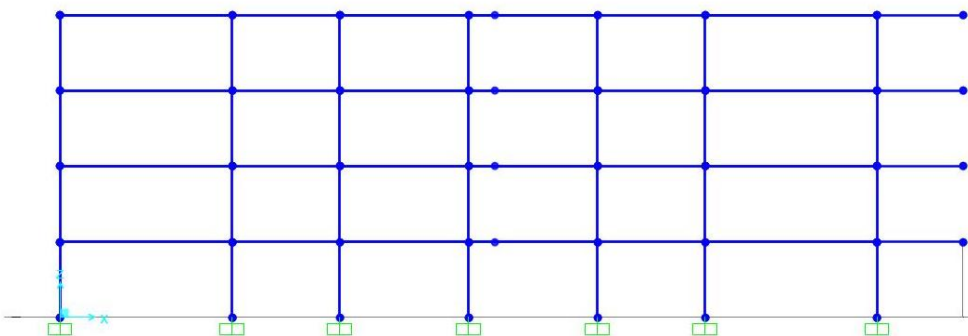
- **FASE 2: Inserimento dei carichi neve, vento e sisma e verifica finale a flessione per le travi e a presso-flessione per i pilastri.**

Per prima cosa si è calcolato il baricentro dei due solai in acciaio e cls/legno o “centro di massa dell’impalcato” attraverso la somma dei rettangoli e grazie a un foglio Excel, da noi creato, sono stati calcolati con velocità i due baricentri.

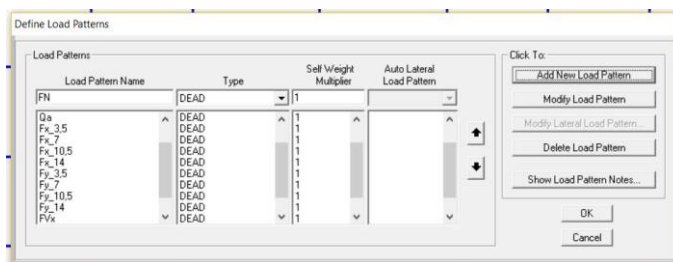
$$c = (x_c, y_c) \quad x_c = \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad y_c = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

MATERIALE	A1	A2	A3	A4	A5	ΣA	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	y <sub>5</sub>	x <sub>c</sub>	y <sub>c</sub>
Acciaio	456	24	24	36	24	564	19	40	4	19	34	9	12	1,5	1,5	1,5	19,8936170213	8,0106382979
C.A./Legno	312	18	16	16	0	362	13	27,5	4	22	/	8	11	1	1	/	13,7209944751	7,5303867403

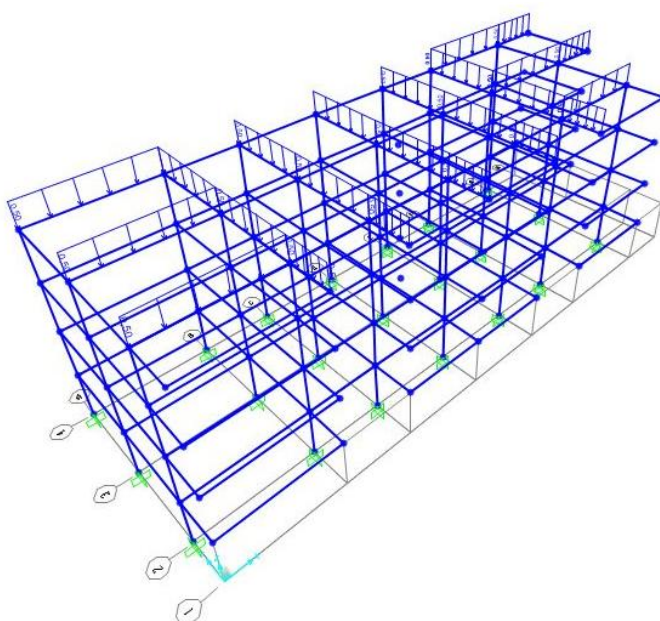
Sono stati inseriti su SAP i baricentri calcolati e sono stati copiati ad ogni impalcato. Questi serviranno per l’assegnazione delle forze sismiche che si concentrano su ogni impalcato.



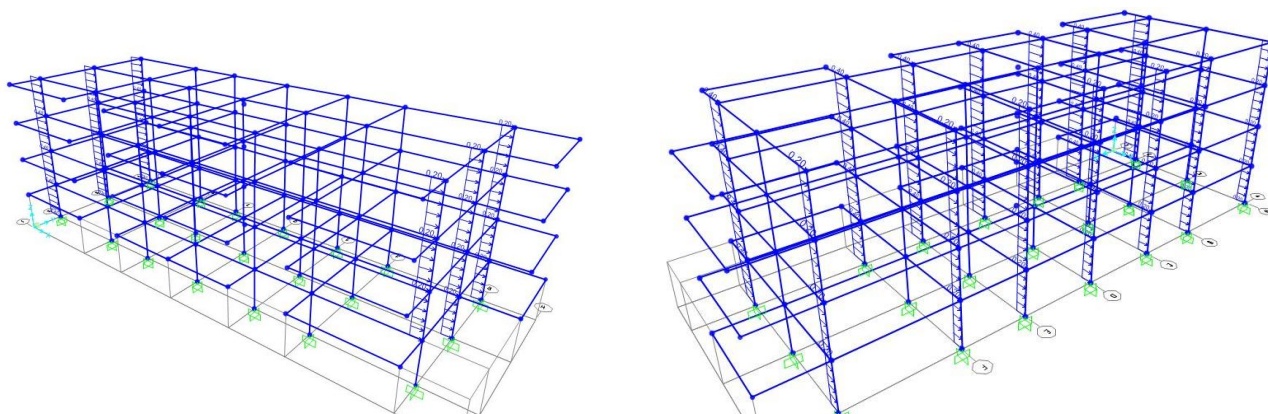
Si è proceduto con l'assegnazione del "Diaphragm" ad ogni impalcato e con la definizione dei carichi neve, vento e sisma attraverso il comando "Define Load Patterns". Per quanto riguarda il carico neve è stato preso in considerazione un valore di  $0,5 \text{ KN/m}^2$  per gli edifici situati a Roma, mentre per il vento è stato considerato un valore di  $0,5 \text{ KN/m}^2$  moltiplicato per 0,8 per la parete sopravvento e 0,4 per la parete sottovento.



Il **carico verticale neve** è stato assegnato come carico distribuito sulle travi principali dell'ultimo impalcato in quanto agisce solo in copertura.



Mentre per il **carico orizzontale vento**, sono state divise le due forze nelle due direzioni perpendicolari al telaio,  $F_x$  e  $F_y$ , e, moltiplicate per 0,8 per i pilastri sopravvento e 0,4 per quelli sottovento. Quindi si è moltiplicato il valore trovato per l'area d'influenza. Il vento è considerato un agente dinamico che cambia intensità e direzione nel corso del tempo. Non essendo in grado di valutare la reale direzione del vento con cui investirà la struttura, si procede con un'analisi statica, quindi dividendo le forze a direzione x e le forze a direzione y.



Per quanto riguarda, invece, il calcolo delle **forze sismiche** è stato utilizzato un foglio Excel per ricavare il valore per ogni impalcato, in quanto le forze si concentrano nel centro di massa di ogni impalcato. Per ricavare le forze sismiche per piano, maggiore ai piani superiori, minore a quelli inferiori, si deve calcolare la Forza sismica tot. dell'edificio ricavata moltiplicando **W** (peso dei carichi strutturali e carichi permanenti) con **c** ( frazione dell'accelerazione di gravità 0,2)

$$F_s = c W \qquad W = (p + 20\% N + 30\% Q_a) \qquad F_i = F_s \frac{z_i w_i}{\sum_i z_i w_i}$$

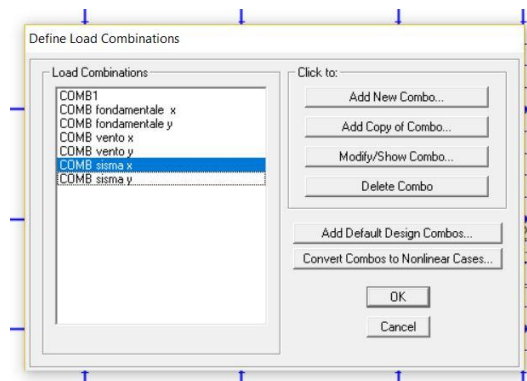
Si considera che ogni piano ha lo stesso peso sismico quindi non c'è differenza tra  $w_1, w_2, w_3, w_4$  (ipotesi ragionevole per edifici regolari) perciò togliendo l'indice si mette in evidenza la W, che è costante per tutti i piani, e si semplifica con la W posta al dividendo. In questo modo si ottiene tale formula:  $F_i = F_s \frac{z_i}{\sum_i z_i}$

Nel nostro caso, per facilitarci i calcoli, è stata creata una tabella Excel con tutti i valori e si sono ricavati i valori ( $F_1, F_2, F_3, F_4$ ) delle forze sismiche da inserire nei baricentri di ogni impalcato.

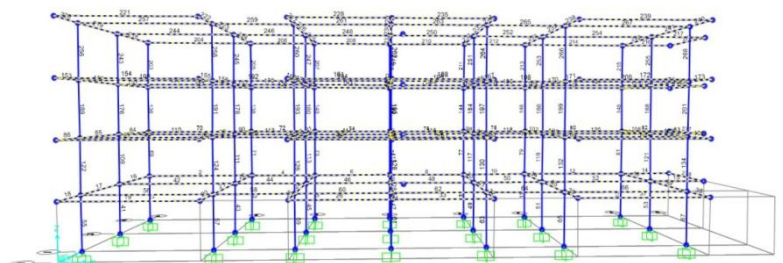
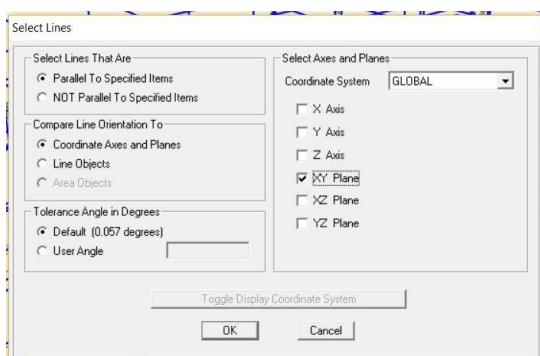
MATERIALE	c	Q <sub>s</sub>	Q <sub>p</sub>	P	Q <sub>n</sub>	20%	Neve	Q <sub>a</sub>	30%	Q <sub>a</sub> %	W	F <sub>s</sub>	z <sub>1</sub>	z <sub>2</sub>	z <sub>3</sub>	z <sub>4</sub>	Σz	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
Acciaio	0,2	1,33	2,99	4,32	0,5	0,2	0,1	2	0,3	0,6	5,02	1,004						0,1004	0,2008	0,3012	0,4016
C.A.	0,2	3,76	2,68	6,44	0,5	0,2	0,1	2	0,3	0,6	7,14	1,428	3,5	7	10,5	14	35	0,1428	0,2856	0,4284	0,5712
Legno	0,2	0,34	2,89	3,23	0,5	0,2	0,1	2	0,3	0,6	3,93	0,786						0,0786	0,1572	0,2358	0,3144

Si sono inserite quindi su SAP le forze sismiche lungo x e lungo y.

Sono state poi definite le combinazioni di carico allo SLU in cui successivamente sono stati aggiunti ai carichi distribuiti anche le forze orizzontali del sisma e del vento, creando 4 diverse combinazioni per forze sismiche lungo x, forze sismiche lungo y, forza vento lungo x e forza vento lungo y, in modo da poter analizzare la struttura in maniera distinta a seconda delle diverse forze agenti su di essa.



Per la fase successiva di verifica a flessione per le travi e a pressoflessione dei pilastri si è fatta partire l'analisi e, per poter esportarle tabelle Excel con i soli valori delle sollecitazioni delle travi o solo dei pilastri, si è deciso di selezionare su SAP solo gli assi paralleli all'asse xy, per quanto riguarda le travi, o solo l'asse z per quanto riguarda i pilastri.





## VERIFICA

Una volta terminata l'analisi in SAP della struttura è stata fatta la verifica degli elementi precedentemente progettati ma sostituendo le sollecitazioni di progetto con quelle ottenute dall'analisi.

### 1- VERIFICA A FLESSIONE DELLA TRAVE

Dalle tabelle Excel esportate da SAP si cerca il valore massimo del momento e si inserisce nelle tabelle del predimensionamento verificando se la sezione progettata è verificata.

### ACCIAIO

interasse (m)	q <sub>s</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>p</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>a</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>0</sub> (KN/m)	luce (m)	M <sub>max</sub> (KN*m)	f <sub>y,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	W <sub>x,min</sub> (cm <sup>3</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )					
6,00	1,33	2,99	2,00	55,32	8,00	442,59	275,00	261,90	1689,88	1928,00					
6,00	1,33	2,99	2,00	56,51	8,00	452,05	275,00	261,90	1726,02	1928,00	0,91	verificata	trave principale n. 244	IPE 500	Dimensionamento
1,00	1,33	2,99	2,00	9,22	8,00	73,76	275,00	261,90	281,65	324,30					
1,00	1,33	2,99	2,00	9,62	8,00	76,96	275,00	261,90	293,84	324,30	0,307	verificata	travi secondarie	IPE 240	
6,00	1,33	2,99	2,00	55,32	8,00	442,59	275,00	261,90	1689,88	1928,00					
6,00	1,33	2,99	2,00	56,51	8,00	345,07	275,00	261,90	1317,54	1928,00	0,91	verificata	trave principale n. 244	IPE 500	verifica sisma x
6,00	1,33	2,99	2,00	55,32	8,00	442,59	275,00	261,90	1689,88	1928,00					
6,00	1,33	2,99	2,00	56,51	8,00	345,07	275,00	261,90	1317,54	1928,00	0,91	verificata	trave principale n. 244	IPE 500	verifica sisma y
6,00	1,33	2,99	2,00	55,32	8,00	442,59	275,00	261,90	1689,88	1928,00					
6,00	1,33	2,99	2,00	56,51	8,00	438,27	275,00	261,90	1673,40	1928,00	0,91	verificata	trave principale n. 244	IPE 500	verifica vento x
6,00	1,33	2,99	2,00	55,32	8,00	442,59	275,00	261,90	1689,88	1928,00					
6,00	1,33	2,99	2,00	56,51	8,00	438,43	275,00	261,90	1674,02	1928,00	0,91	verificata	trave principale n. 244	IPE 500	verifica vento y

### CALCESTRUZZO ARMATO

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
interasse (m)	q <sub>s</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>p</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>a</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>0</sub> (KN/m)	luce (m)	M <sub>max</sub> (KN*m)	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β	r	b (cm)	h <sub>0</sub> (cm)	δ (cm)	H <sub>0</sub> (cm)	H	H/I	area (m <sup>2</sup> )	peso unitario (KN/m)			
5,00	3,76	2,68	2,00	59,51	6,00	267,80	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	41,18	5,00	46,18	50,00	0,08	0,15	3,75			
				64,39	6,00	289,73	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	42,83	5,00	47,83	50,00	0,07	0,15	3,75			
4,00	3,76	2,68	2,00	47,61	6,00	214,24	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	36,83	5,00	41,83	50,00	0,05	0,06	1,50			
				52,48	6,00	236,17	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	38,67	5,00	43,67	50,00	0,05	0,06	1,50			
1,00	3,76	2,68	2,00	11,90	6,00	53,56	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	20,00	22,56	5,00	27,56	30,00						
				13,85	6,00	62,33	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	20,00	24,33	5,00	29,33	30,00						
5,00	3,76	2,68	2,00	59,51	6,00	267,80	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	41,18	5,00	46,18	50,00	0,08	0,15	3,75			
				64,39	6,00	135,34	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	29,28	5,00	34,28	50,00	0,08	0,15	3,75			
5,00	3,76	2,68	2,00	59,51	6,00	267,80	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	41,18	5,00	46,18	50,00	0,08	0,15	3,75			
				64,39	6,00	135,33	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	29,27	5,00	34,27	50,00	0,08	0,15	3,75			
5,00	3,76	2,68	2,00	59,51	6,00	267,80	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	41,18	5,00	46,18	50,00	0,08	0,15	3,75			
				64,39	6,00	159,68	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	31,80	5,00	36,80	50,00	0,08	0,15	3,75			
5,00	3,76	2,68	2,00	59,51	6,00	267,80	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	41,18	5,00	46,18	50,00	0,08	0,15	3,75			
				64,39	6,00	159,38	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49	2,20	30,00	31,77	5,00	36,77	50,00	0,08	0,15	3,75			

### LEGNO

interasse (m)	q <sub>s</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>p</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>a</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	q <sub>0</sub> (KN/m)	luce (m)	M <sub>max</sub> (KN*m)	f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	k <sub>mod</sub>	γ <sub>m</sub>	f <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	b (cm)	h <sub>min</sub> (cm)	H (cm)				
5,00	0,34	2,89	2,00	40,11	6,00	180,51	24,00	0,80	1,45	13,24	30,00	52,22	45,00	0,95	non verificata	trave maggiormente sollecitata	
5,00	0,34	2,89	2,00	40,47	6,00	182,12	24,00	0,80	1,45	13,24	35,00	48,56	50,00	1,22	verificata	sollecitata	
4,00	0,34	2,89	2,00	32,47	6,00	146,13	24,00	0,80	1,45	13,24	30,00	46,98	50,00	1,05	verificata	altra trave	Dimensionamento
1,00	0,34	2,89	2,00	8,45	6,00	38,04	24,00	0,80	1,45	13,24	25,00	26,26	30,00	0,52		trave secondaria	
1,00	0,34	2,89	2,00	7,78	6,00	35,00	24,00	0,80	1,45	13,24	25,00	25,19	30,00				
5,00	0,34	2,89	2,00	40,50	6,00	65,51	24,00	0,80	1,45	13,24	35,00	29,12	50,00	1,22	verificata	trave maggiormente sollecitata	Verifica sisma x
5,00	0,34	2,89	2,00	40,50	6,00	65,51	24,00	0,80	1,45	13,24	35,00	29,12	50,00	1,22	verificata	trave maggiormente sollecitata	Verifica sisma y
5,00	0,34	2,89	2,00	40,50	6,00	89,96	24,00	0,80	1,45	13,24	35,00	34,13	50,00	1,22	verificata	trave maggiormente sollecitata	Verifica vento x
5,00	0,34	2,89	2,00	40,50	6,00	89,96	24,00	0,80	1,45	13,24	35,00	34,13	50,00	1,22	verificata	trave maggiormente sollecitata	Verifica vento y

1- VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEL PILASTRO

ACCIAIO

Per la verifica a presso-flessione del pilastro, la tensione massima è fornita dalle due diverse sollecitazioni agenti sullo stesso, cioè lo sforzo normale di compressione (N) e il momento flettente trasmesso dalla trave al pilastro (M<sub>t</sub>).  
La tensione massima è pari a:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_{max}}$$

Da cui la verifica di una sezione presso-inflessa:

$$\frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_{max}} < f_{yd}$$

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	AC	AD	AE	AF	
L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Area	trave <sub>1</sub>	trave <sub>2</sub>	Q <sub>trave</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>o</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>scario</sub>	Q <sub>pari</sub>	N	f <sub>yk</sub>	γ <sub>m</sub>	f <sub>yd</sub>	A <sub>min</sub>	E	β	I	λ*	I <sub>min</sub>	I <sub>max</sub>	A <sub>assegn</sub>	I <sub>assegn</sub>	I <sub>min</sub>	λ	W <sub>max</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>	Mpa		m		cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm		cm <sup>3</sup>	kN*m	Mpa				
6,00	6,50	39,00	0,91	0,91	14,79	1,33	2,99	2,00	359,60	4	1498	275,00	1,05	261,90	57,2	210000	1,00	3,50	88,96	3,93	885	64,3	1955	5,51	63,52						HEA220	Dimensionamento
3,00	4,00	12,00	0,91	0,91	8,28	1,33	2,99	2,00	110,65	1	2143	275,00	1,05	261,90	81,8	210000	1,00	3,50	88,96	3,93	1267	86,8	3668	6,50	53,85	282,10	6,72	24,71	verificata	HEA260	Verifica a sforzo normale sisma x (n. pilastro 43)	
3,00	4,00	12,00	0,91	0,91	8,28	1,33	2,99	2,00	110,65	1	2143	275,00	1,05	261,90	81,8	210000	1,00	3,50	88,96	3,93	1266	86,8	3668	6,50	53,85	282,10	6,72	24,70	verificata	HEA260	Verifica a sforzo normale sisma y (n. pilastro 43)	
3,00	4,00	12,00	0,91	0,91	8,28	1,33	2,99	2,00	110,65	1	2696	275,00	1,05	261,90	102,9	210000	1,00	3,50	88,96	3,93	1593	112,5	6310	7,49	46,73	420,60	6,72	23,98	verificata	HEA300	Verifica a sforzo normale vento x (n. pilastro 43)	
3,00	4,00	12,00	0,91	0,91	8,28	1,33	2,99	2,00	110,65	1	2693	275,00	1,05	261,90	102,8	210000	1,00	3,50	88,96	3,93	1592	112,5	6310	7,49	46,73	420,60	6,72	23,95	verificata	HEA300	Verifica a sforzo normale vento y (n. pilastro 43)	

CALCESTRUZZO ARMATO

Nella verifica delle sezioni in cls si deve tener conto dell'eccentricità, in quanto la presso-flessione è detta anche compressione eccentrica cioè equivale a uno sforzo normale non centrato. Quindi si calcola  $e = \frac{M}{N}$   
Se  $e \leq \frac{H}{6}$  lo sforzo normale si trova nel terzo medio quindi la sezione risulta tutta compressa (soluzione più semplice), se  $\frac{H}{6} < e < \frac{H}{2}$  la distribuzione delle tensioni risulta con una configurazione triangolare, mentre se  $e > \frac{H}{2}$  la flessione è talmente grande che lo sforzo normale non conta e si dimensiona solo a flessione.

Nel nostro caso  $e \leq \frac{H}{6}$  quindi la sezione risulta tutta compressa e la verifica si ha con:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_t}{W_{max}} \quad \frac{N}{A} + \frac{M_t}{W_{max}} < f_{cd}$$

N	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	A <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	E	β	I	λ*	e <sub>pari</sub>	b <sub>min</sub>	b	h <sub>min</sub>	h	A <sub>trave</sub>	I <sub>trave</sub>	I <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>	g <sub>l</sub>	M <sub>t</sub>	σ <sub>max</sub>	e	W <sub>max</sub>	σ <sub>max</sub>							
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	m	cm <sup>3</sup>	Mpa							
1643	45,0	25,5	644,2	25,4	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	21,47	30,00	900	67500	67500	4500,00	59,51	178,53	57,93				No						Dimensionamento
1643	45,0	25,5	644,2	25,4	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	21,47	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	178,53	25,23				Si						
2228	45,0	25,5	873,5	29,6	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	29,12	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	17,89	16,28	0,01	12500,00	1,49	verificata						Verifica sisma x (Mmax) (n. pilastro 14)
318	45,0	25,5	124,6	11,2	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	4,15	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	70,58	7,76	0,22	12500,00	0,22	verificata						Verifica sisma x (e max) (n. pilastro 205)
2228	45,0	25,5	873,5	29,6	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	29,12	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	17,66	16,26	0,01	12500,00	1,49	verificata						Verifica sisma y (Mmax) (n. pilastro 14)
318	45,0	25,5	124,6	11,2	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	4,15	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	70,57	7,76	0,22	12500,00	0,22	verificata						Verifica sisma y (e max) (n. pilastro 205)
2450	45,0	25,5	960,8	31,0	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	32,03	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	37,92	19,37	0,02	12500,00	1,64	verificata						Verifica vento x (Mmax) (n. pilastro 14)
312	45,0	25,5	122,4	11,1	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	4,08	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	60,81	6,95	0,19	12500,00	0,21	verificata						Verifica vento x (e max) (n. pilastro 205)
2450	45,0	25,5	960,7	31,0	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	32,02	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	15,02	17,53	0,01	12500,00	1,63	verificata						Verifica vento y (Mmax) (n. pilastro 14)
312	45,0	25,5	122,2	11,1	21000	1,00	3,50	90,15	3,88	13,45	30,00	4,07	50,00	1500	112500	312500	12500,00	59,51	59,51	6,84	0,19	12500,00	0,21	verificata						Verifica vento y (e max) (n. pilastro 205)

## LEGNO

Per la verifica a presso-flessione di un pilastro in legno si ha  $\sigma_c$  dalla compressione N e  $\sigma_f$  dalla flessione M.

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \quad \sigma_f = \frac{M}{W}$$

Da cui la verifica di una sezione presso-inflessa:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cd}} + \frac{\sigma_f}{f_{fd}} \leq 1$$

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	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ		
L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Area	trave <sub>s</sub>	trave <sub>a</sub>	Q <sub>trave</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>b</sub>	Q <sub>a</sub>	Q <sub>soleno</sub>	ρ <sub>bianc</sub>	N	f <sub>c0,k</sub>	k <sub>mod</sub>	γ <sub>m</sub>	f <sub>c0,d</sub>	A <sub>min</sub>	E,005	β	I	λ <sub>max</sub>	ρ <sub>min</sub>	b <sub>min</sub>	b	h <sub>min</sub>	h	A <sub>design</sub>	b <sub>design</sub>	f <sub>m,k</sub>	f <sub>td</sub>	M <sub>t</sub>	W <sub>max</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>r</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>	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	Mpa	Mpa	KN*m	cm <sup>3</sup>	Mpa	Mpa			
6,00	5,00	30,00	1,05	1,05	15,02	0,34	2,89	2,00	233,31	4	993	24,00	0,80	1,45	13,24	750,2	8800	1,0	3,50	80,95	4,32	14,98	30,00	25,01	30,00	900	67500									Dimensionamento	
6,00	5,00	30,00	1,05	1,05	15,02	0,34	2,89	2,00	233,31	4	812	24,00	0,80	1,45	13,24	613,2	8800	1,0	3,50	80,95	4,32	14,98	30,00	20,44	30,00	900	67500	24	13,24	1,21	4500,00	0,90	0,00027	verificata	Verifica sisma x (n. pilastro 14)		
6,00	5,00	30,00	1,05	1,05	15,02	0,34	2,89	2,00	233,31	4	812	24,00	0,80	1,45	13,24	613,2	8800	1,0	3,50	80,95	4,32	14,98	30,00	20,44	30,00	900	67500	24	13,24	1,21	4500,00	0,90	0,00027	verificata	Verifica sisma y (n. pilastro 14)		
6,00	5,00	30,00	1,05	1,05	15,02	0,34	2,89	2,00	233,31	4	1077	24,00	0,80	1,45	13,24	813,4	8800	1,0	3,50	80,95	4,32	14,98	30,00	27,11	30,00	900	67500	24	13,24	17,25	4500,00	1,20	0,00383	verificata	Verifica vento x (n. pilastro 14)		
6,00	5,00	30,00	1,05	1,05	15,02	0,34	2,89	2,00	233,31	4	1077	24,00	0,80	1,45	13,24	813,4	8800	1,0	3,50	80,95	4,32	14,98	30,00	27,11	30,00	900	67500	24	13,24	17,25	4500,00	1,20	0,00383	verificata	Verifica vento y (n. pilastro 14)		

Dalle tabelle Excel si può notare come le sezioni risultino verificate.