

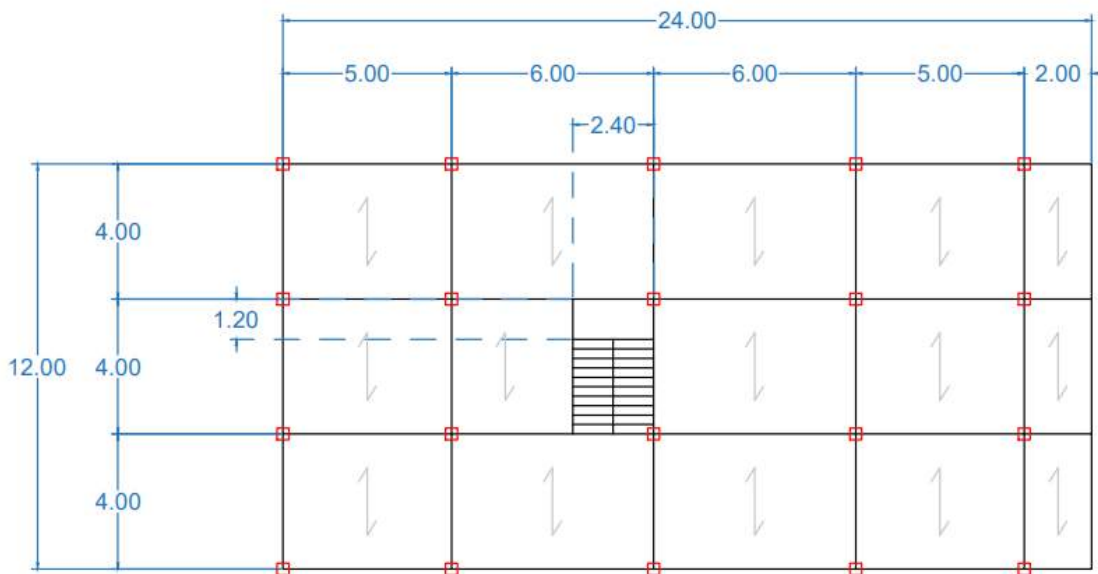
Laboratorio di Progettazione Strutturale 1M – Prof. Ginevra Salerno

Esercitazione 2: Dimensionamento struttura a telaio in C.A.

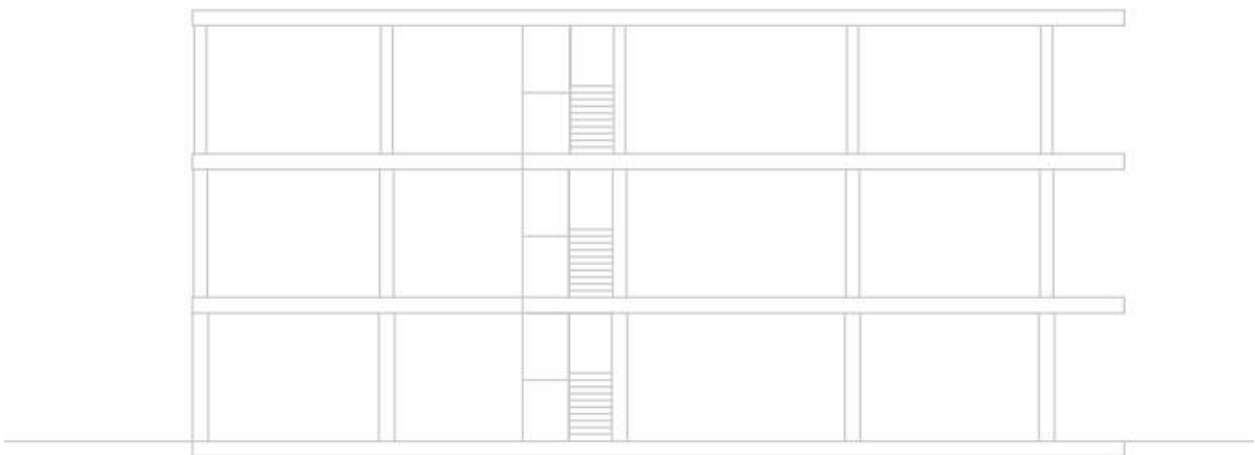
Studenti: *Patryk Rynkowski, Luca Santilli*

Iniziamo con il disegno su Autocad della pianta del solaio del caso di progetto, con le seguenti dimensioni: 24m lungo l'asse x, 12m lungo l'asse y, 3,5m lungo l'asse z (altezza interpiano), con 3 piani totali. Il corpo scala misura 4m x 2,4m, con un'alzata di 17,5cm, una pedata di 28cm e il pianerottolo 1,2m x 2,4m. Lo sbalzo lungo l'asse x misura 2m.

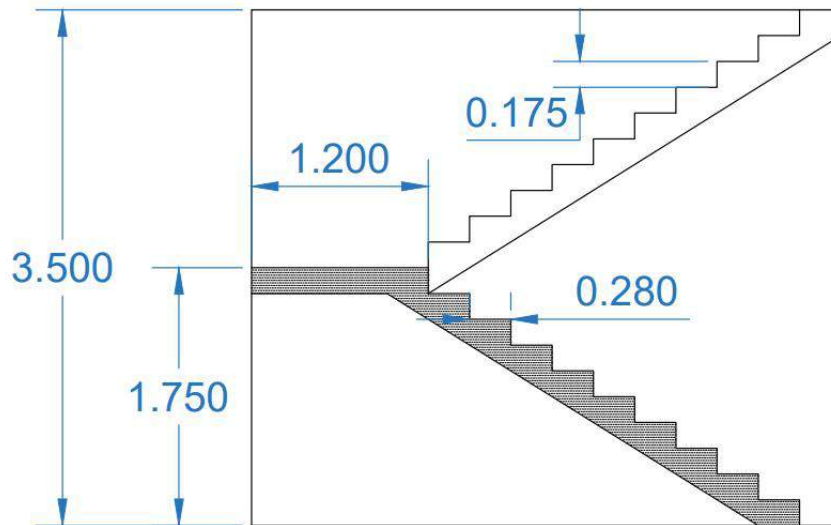
Pianta:



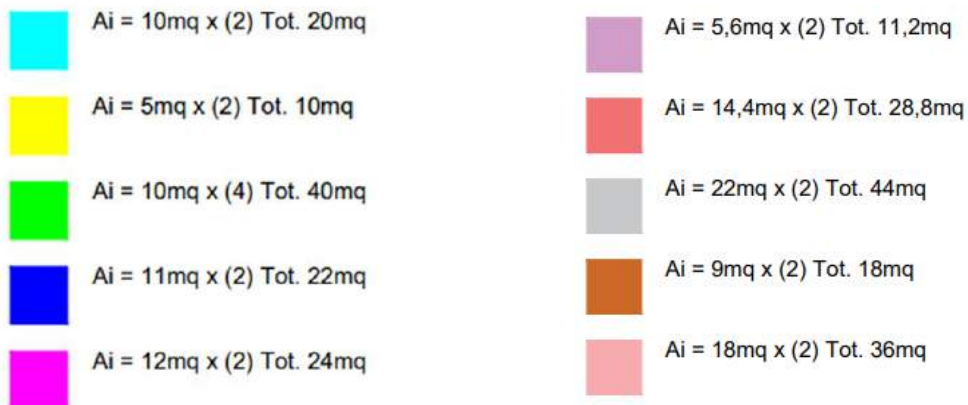
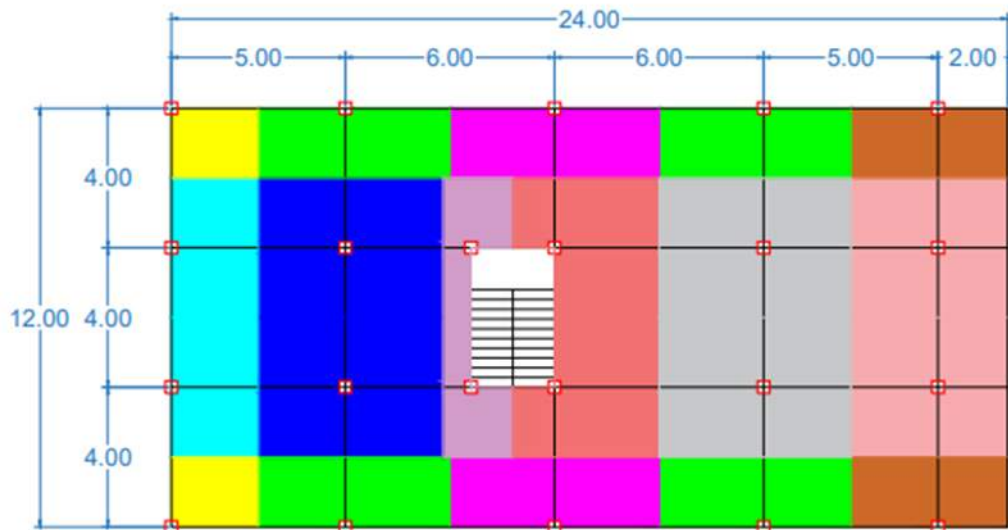
Prospetto:



Sezione corpo scala:



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



Passiamo su SAP2000 e procediamo al ridisegno della struttura.

Define Grid System Data

System Name: GLOBAL

Grid Lines: Quick Start...

X Grid Data

Grid ID	Ordnate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
A	0	Primary	Yes	End	
B	5	Primary	Yes	End	
C	11	Primary	Yes	End	
D	17	Primary	Yes	End	
E	22	Primary	Yes	End	
F	24	Primary	Yes	End	

Y Grid Data

Grid ID	Ordnate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
1	0	Primary	Yes	Start	
2	4	Primary	Yes	Start	
3	8	Primary	Yes	Start	
4	12	Primary	Yes	Start	

Z Grid Data

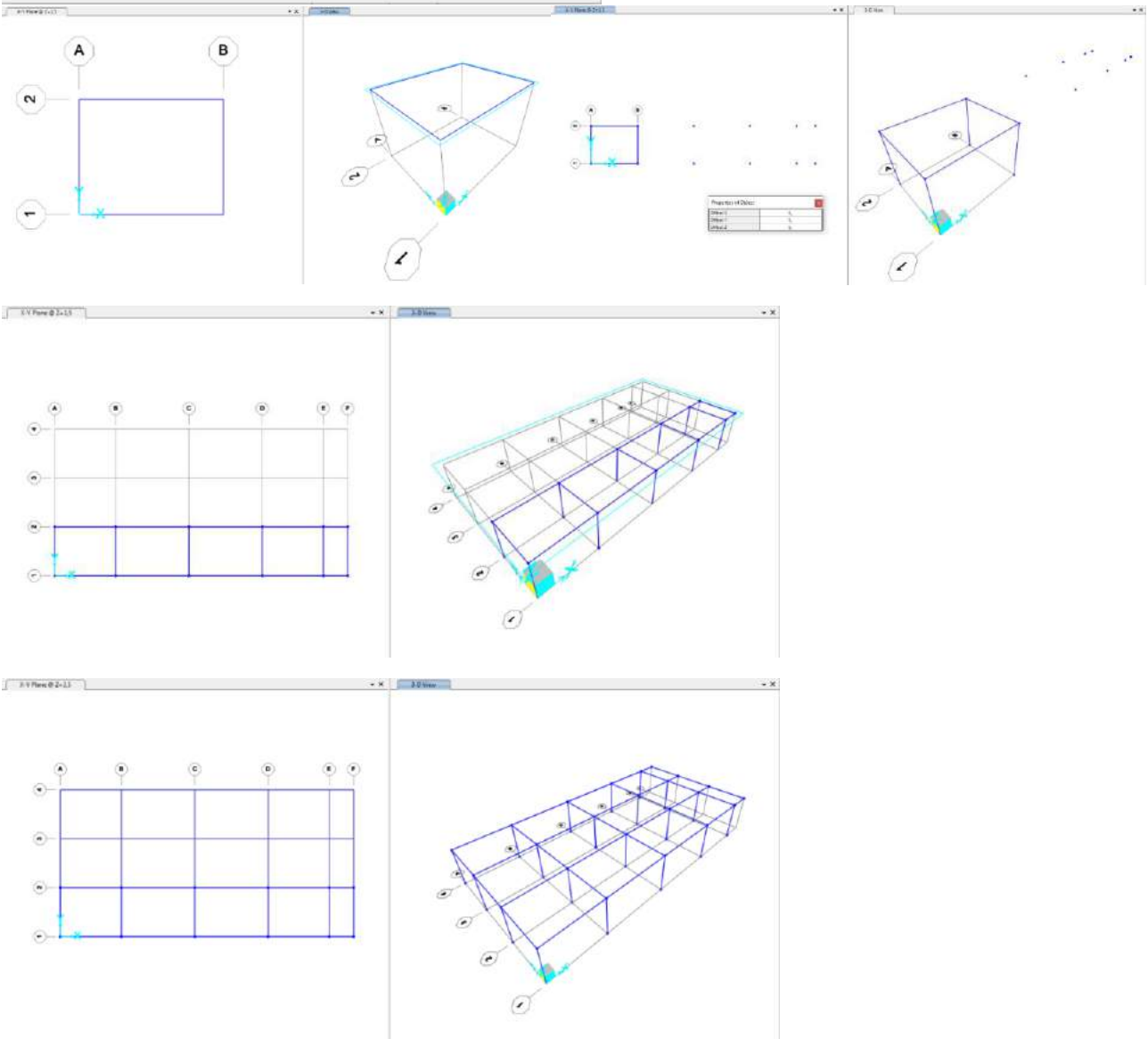
Grid ID	Ordnate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
Z1	0	Primary	Yes	End	
Z2	3.5	Primary	Yes	End	

Grid Lines: Ordnates Spacing

Hide All Grid Lines
 Glue to Grid Lines

Bubble Size: 1

Buttons: Add, Delete, Reset to Default Color, Reorder Ordinates, OK, Cancel

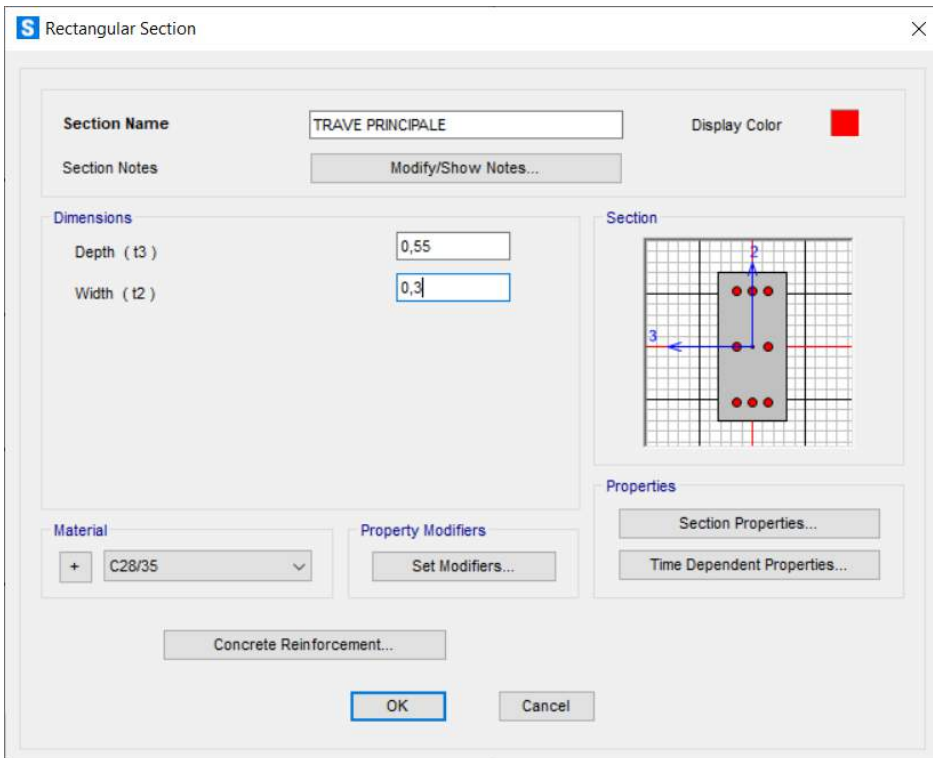


A questo punto iniziamo con il **pre-dimensionamento della trave principale**, scegliendo innanzitutto il materiale da SAP C28/35.

Dal foglio Excel abbiamo modificato l'interasse e la luce e Fck (28). Mettendo come base b 30cm, come altezza h 55cm, la sezione è verificata.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
1	interasse (m)	q_k (KN/m ²)	q_k (KN/m ²)	q_k (KN/m ²)	q_k (KN/m ²)	q_k (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KN·m)	f_{pk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	I_x (cm ⁴)	δ (cm)	H_{tot} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)	
2																							
3	4,00	3,90	3,00	2,00	48,20	5,00	150,63	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	30,00	43,76	5,00	48,76	55,00	0,10	0,17	4,13		
4					53,96	5,00	167,38	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	30,00	46,13	5,00	51,13	55,00	0,07	0,10	3,90	verificata	
5	10,00	3,42	2,56	2,00	112,80	8,00	902,88	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,10	30,00	70,27	5,00	75,27	52,00	0,07	0,10	3,90	non verificata	
6					117,93	8,00	943,44	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,10	30,00	71,85	5,00	76,83	80,00	0,10	0,16	4,00	non verificata	
7	10,00	2,00	2,00	3,00	101,00	8,00	806,00	450,00	391,30	60,00	34,00	0,57	2,09	20,00	71,95	5,00	76,95	80,00	0,10	0,16	4,00	verificata	
8					106,20	8,00	849,60	450,00	391,30	60,00	34,00	0,57	2,09	20,00	73,77	5,00	78,77						
9					0,00		0,00																
10					0,00		0,00																
11					0,00		0,00																
12					0,00		0,00																
13					0,00		0,00																
14					0,00		0,00																
15					0,00		0,00																
16					0,00		0,00																
17					0,00		0,00																
18					0,00		0,00																
19					0,00		0,00																
20					0,00		0,00																
21					0,00		0,00																
22					0,00		0,00																
23					0,00		0,00																
24					0,00		0,00																
25					0,00		0,00																
26					0,00		0,00																
27					0,00		0,00																
28					0,00		0,00																
29					0,00		0,00																
30					0,00		0,00																
31					0,00		0,00																

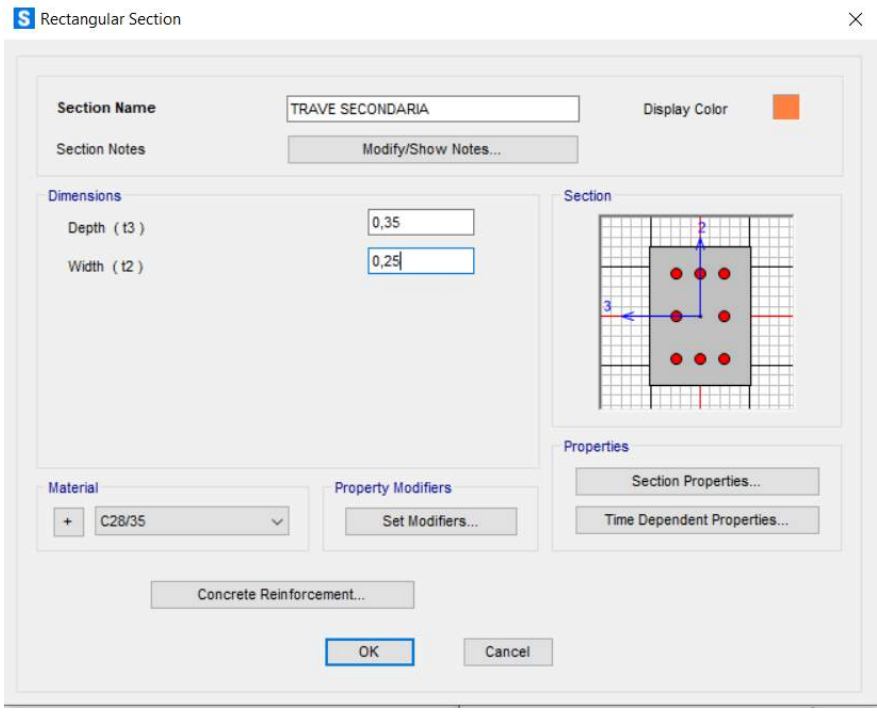
Su SAP, aggiungiamo una nuova sezione chiamata **TRAVE PRINCIPALE** (rosso), con il materiale scelto C28/35 e gli riportiamo le dimensioni ottenute dal foglio Excel (h0,55 b0,3).



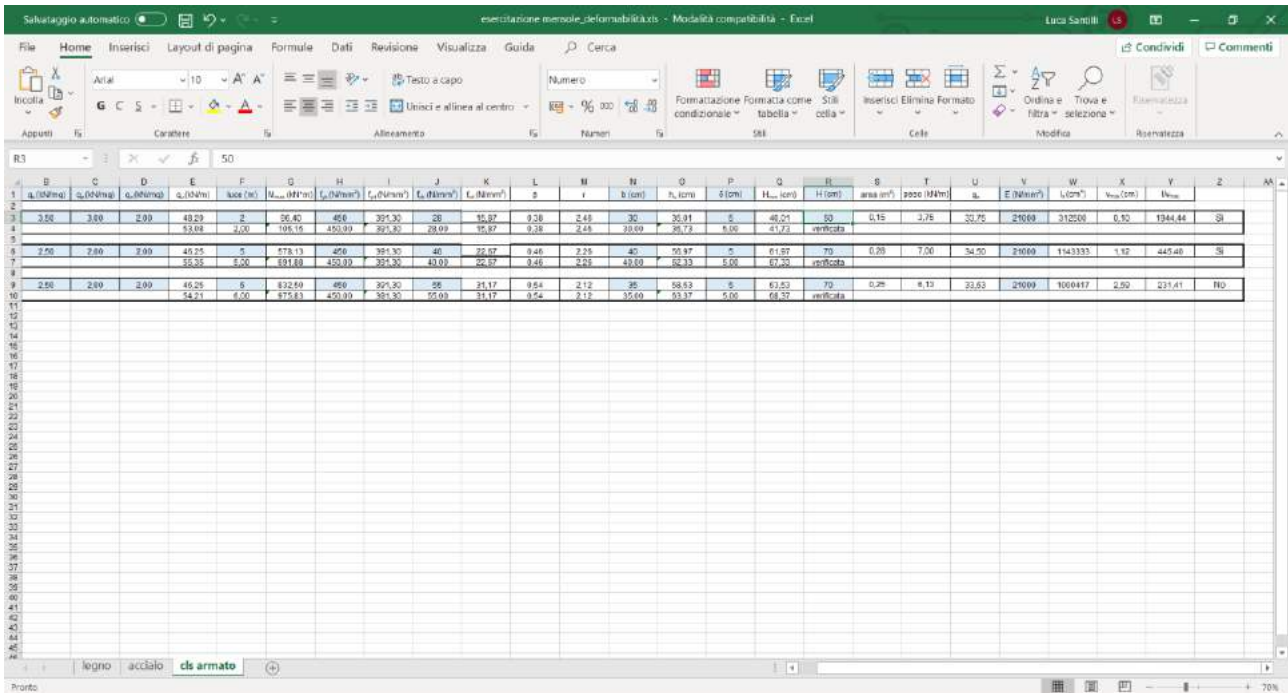
Tornando al foglio Excel passiamo alla seconda trave, modificando l'interasse e la luce e Fck(28). Scegliendo come base b25 cm, come altezza h 35cm, la sezione risulta verificata.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
	interasse (m)	q_d (KN/m ²)	q_s (KN/m ²)	q_{tot} (KN/m ²)	q_l (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KN/m)	f_{td} (N/mm ²)	f_{sd} (N/mm ²)	f_{sc} (N/mm ²)	f_{sc} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h_0 (cm)	δ (cm)	H_{tot} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)	
1	4.00	3.50	3.00	2.00	48.20	5.00	150.63	450.00	391.30	28.00	15.87	0.38	2.46	30.00	43.76	5.00	48.76	55.00	0.10	0.17	4.13	
2					53.56	5.00	167.38	450.00	391.30	28.00	15.87	0.38	2.46	30.00	46.13	5.00	51.13	55.00	0.10	0.17	4.13	
3					12.05	4.00	24.10	450.00	391.30	28.00	15.87	0.38	2.46	25.00	19.17	5.00	24.17	35.00	0.09	0.09	2.19	
4					14.08	4.00	29.79	450.00	391.30	28.00	15.87	0.38	2.46	25.00	21.39	5.00	26.32	35.00	0.09	0.09	2.19	
5	1.00	3.50	3.00	2.00	101.00	8.00	849.60	450.00	391.30	60.00	34.00	0.57	2.09	20.00	71.95	5.00	76.95	80.00	0.10	0.16	4.00	
6					106.20	8.00	849.60	450.00	391.30	60.00	34.00	0.57	2.09	20.00	73.77	5.00	78.77	80.00	0.10	0.16	4.00	
7	10.00	2.00	2.00	5.00	0.00		0.00															
8					0.00		0.00															
9					0.00		0.00															
10					0.00		0.00															
11					0.00		0.00															
12					0.00		0.00															
13					0.00		0.00															
14					0.00		0.00															
15					0.00		0.00															
16					0.00		0.00															
17					0.00		0.00															
18					0.00		0.00															
19					0.00		0.00															
20					0.00		0.00															
21					0.00		0.00															
22					0.00		0.00															
23					0.00		0.00															
24					0.00		0.00															
25					0.00		0.00															
26					0.00		0.00															
27					0.00		0.00															
28					0.00		0.00															
29					0.00		0.00															
30					0.00		0.00															
31					0.00		0.00															

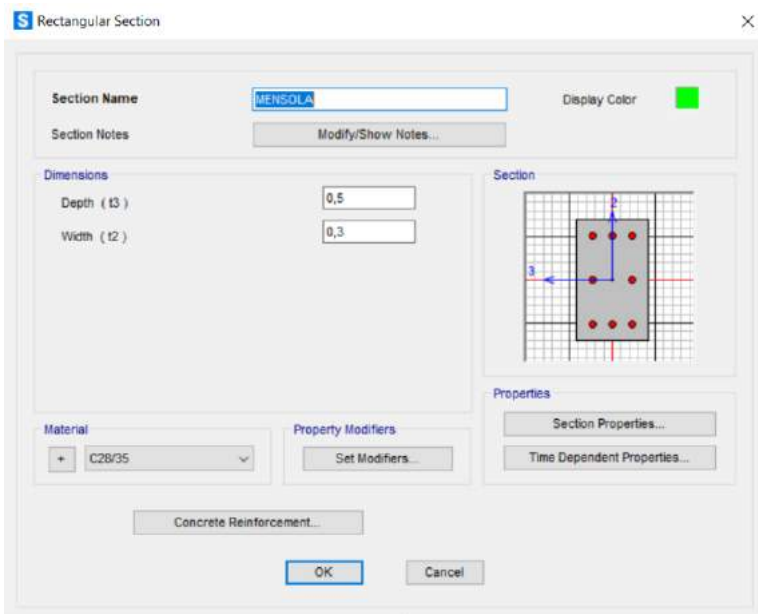
Su SAP, definiamo una nuova sezione chiamata **TRAVE SECONDARIA** (arancione), con il materiale scelto C28/35 e gli riportiamo le dimensioni ottenute dal foglio excel (h0,35 b0,25).



Passiamo al dimensionamento delle mensole tramite il foglio Excel, qui modifichiamo i valori base b 30cm e altezza h 50cm, così la sezione risulta verificata.



Definiamo una nuova sezione su SAP chiamata **MENSOLA**(verde) dello stesso materiale C28/35 ma con altezza h 50cm e base b 30cm, così da foglio Excel.

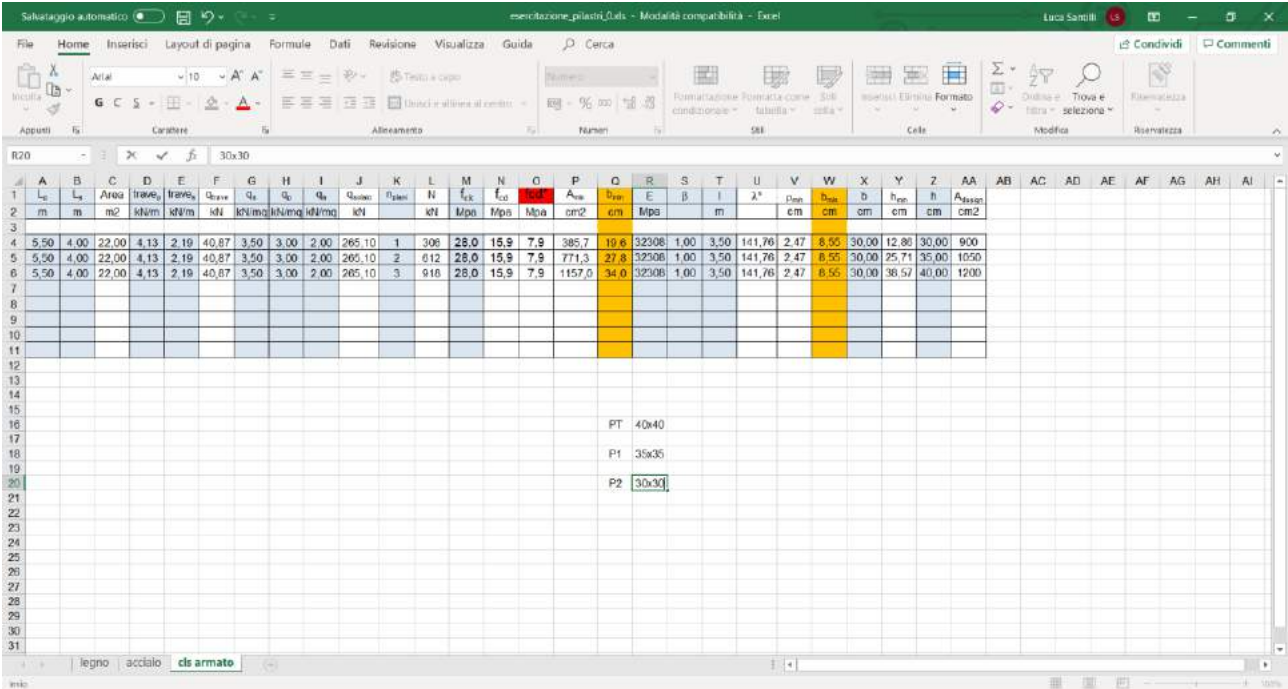


Ora dobbiamo definire il peso delle travi principali e secondarie che poggiano sul pilastro. Su SAP utilizziamo i comandi: DEFINE-SECTION PROPERTIES-SHOW MATERIALS, da lì vediamo il peso per unità di volume (25).

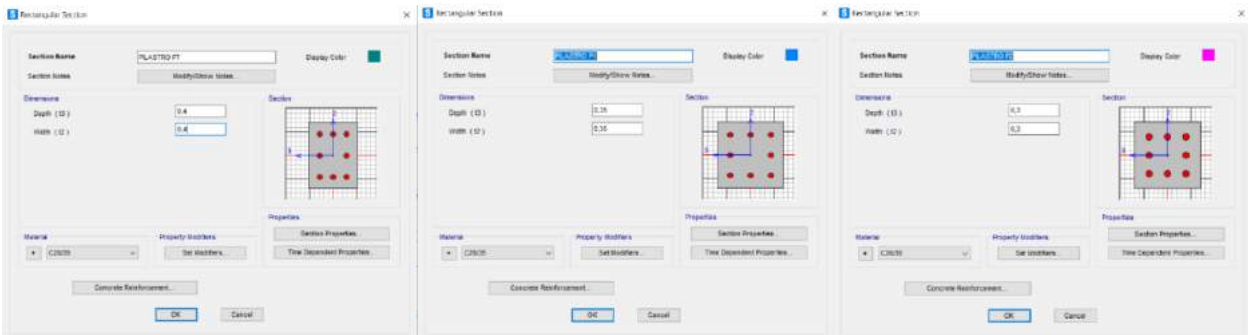
Sul foglio excel, nel peso della trave principale facciamo l'operazione $=25*0,3*0,55$ e otteniamo il peso in kN/m 4,13. Ripetiamo l'operazione per la trave secondaria e otteniamo il peso in kN/m 2,19. Copiamo la fila per il numero dei piani (3). Aggiungiamo il modulo elastico E alla tabella (32308 Mpa).

Abbiamo definito la **sezione dei tre pilastri** dei vari piani:

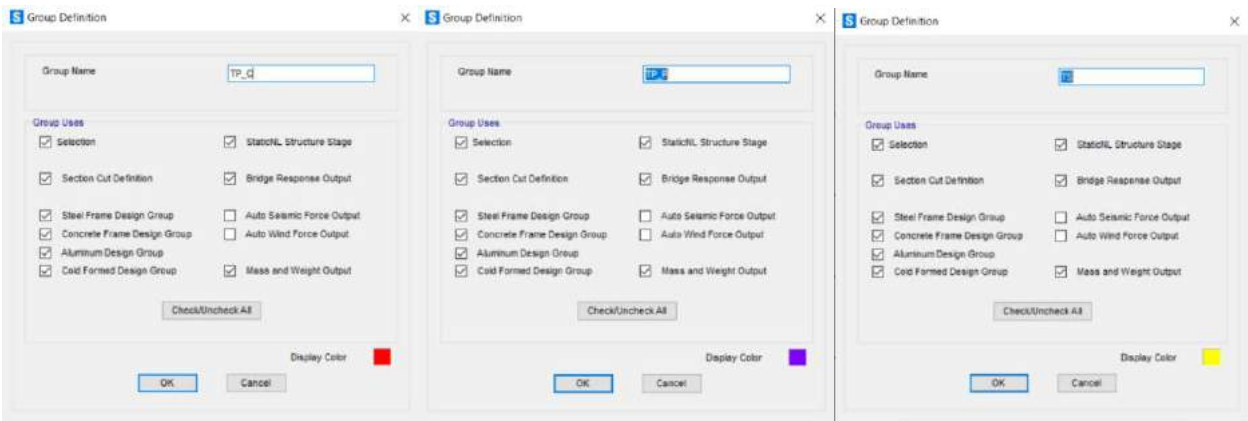
- (PT=40cmx40cm)
- (P1=35cmx35cm)
- (P2=30cmx30cm)

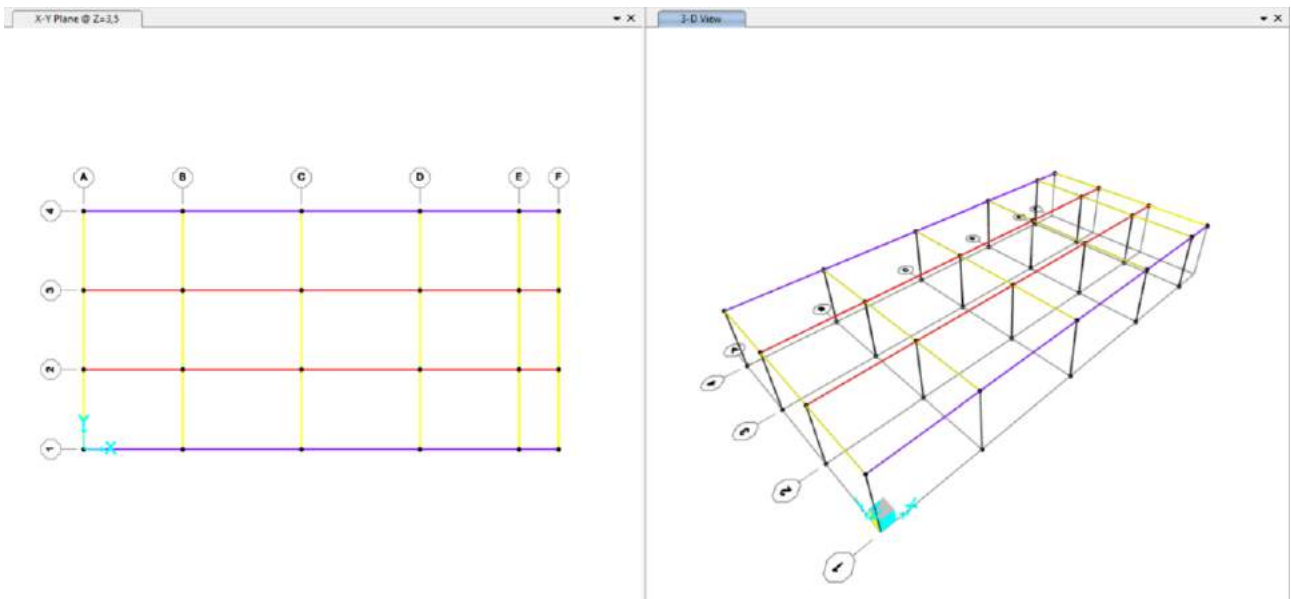


Su SAP, definiamo i vari pilastri.

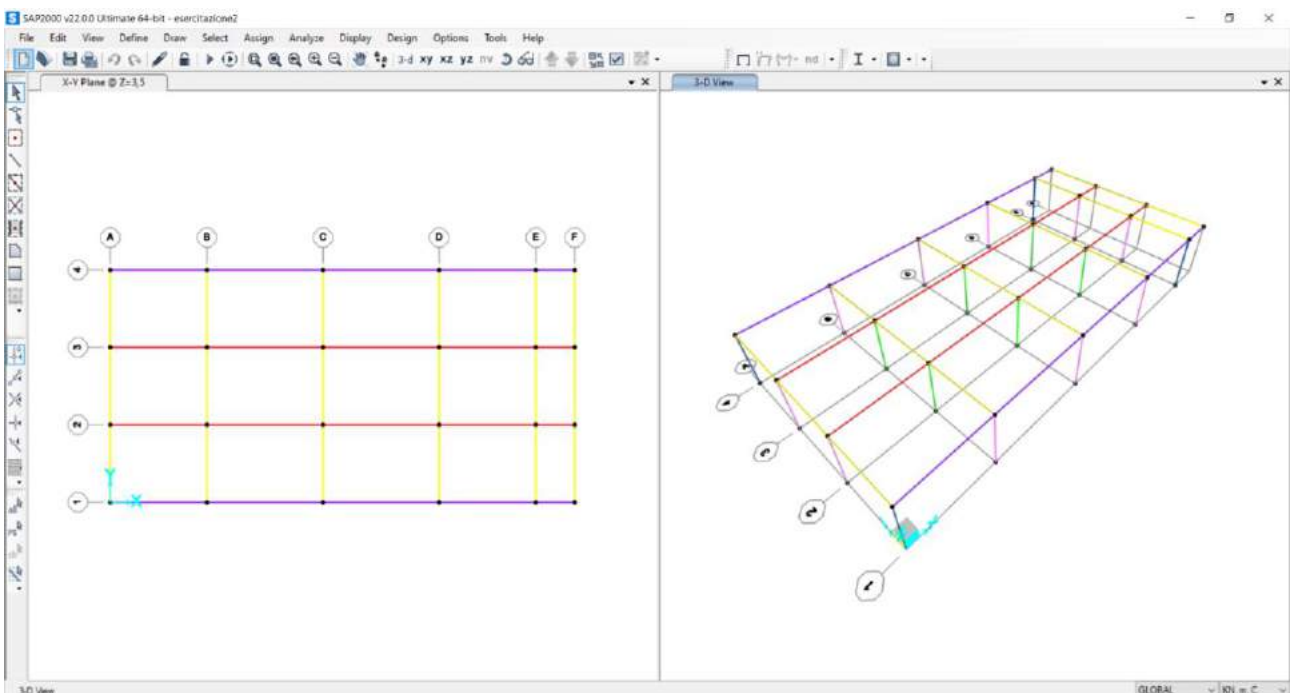
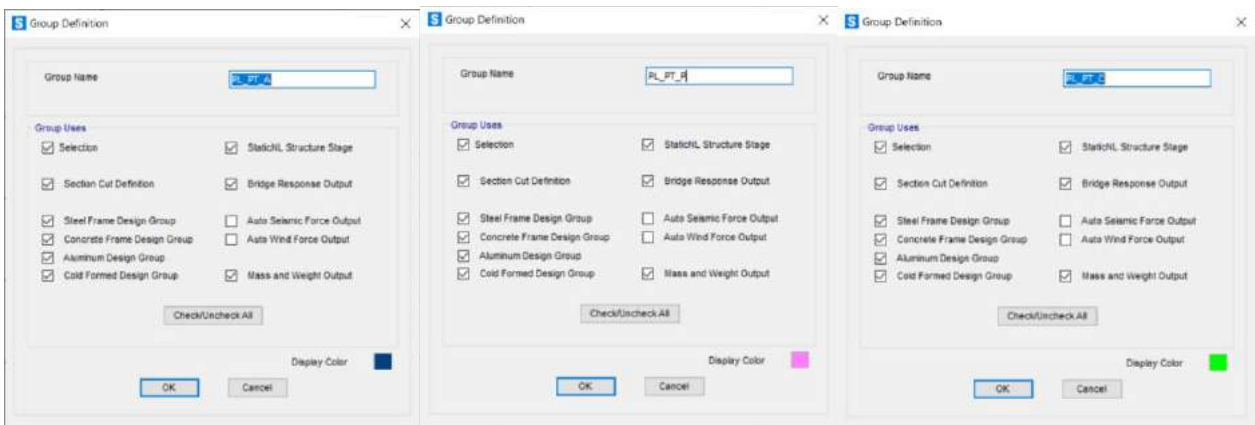


Definiamo travi principali centrali (TP_C), principali perimetrali (TP_P), secondarie (TS).

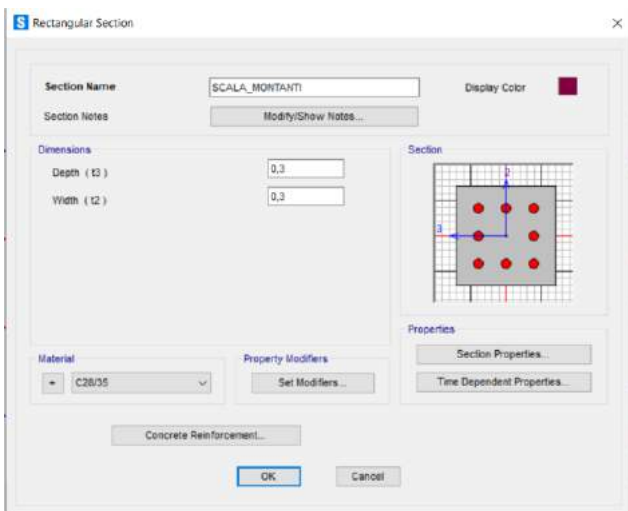
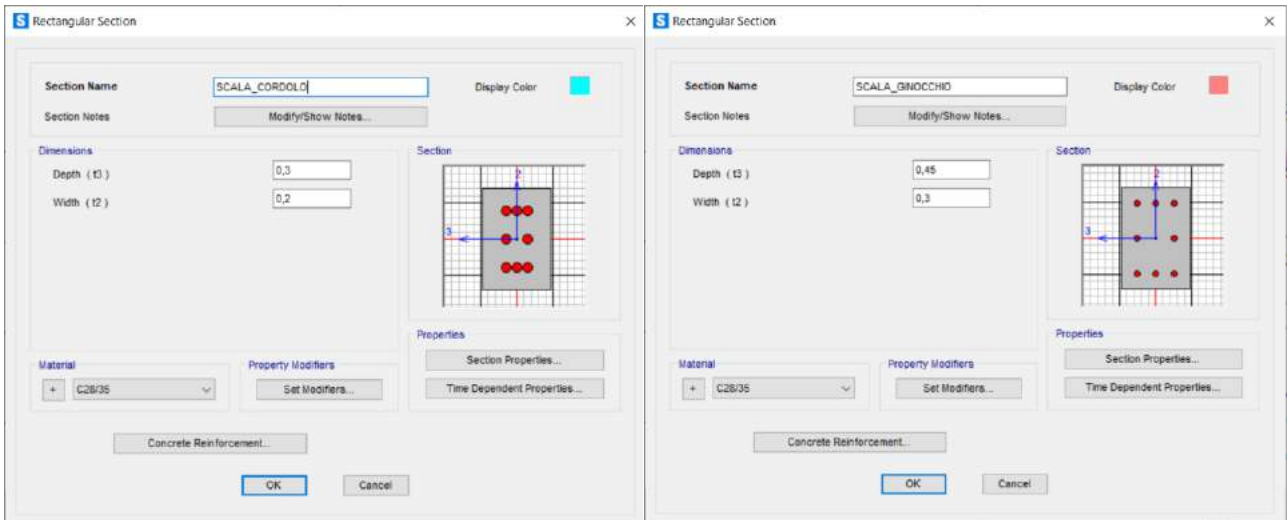




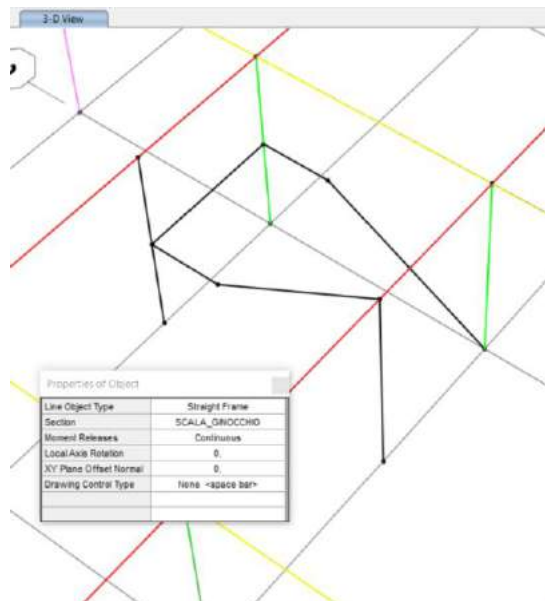
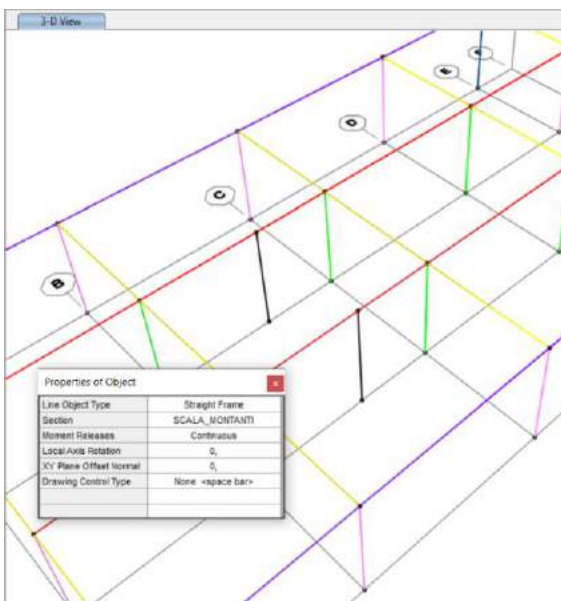
Ora definiamo i pilastri: pilastri piano terra angolari (PL_PT_A), pilastri piano terra perimetrali (PL_PT_P), pilastri piano terra centrali (PL_PT_C).

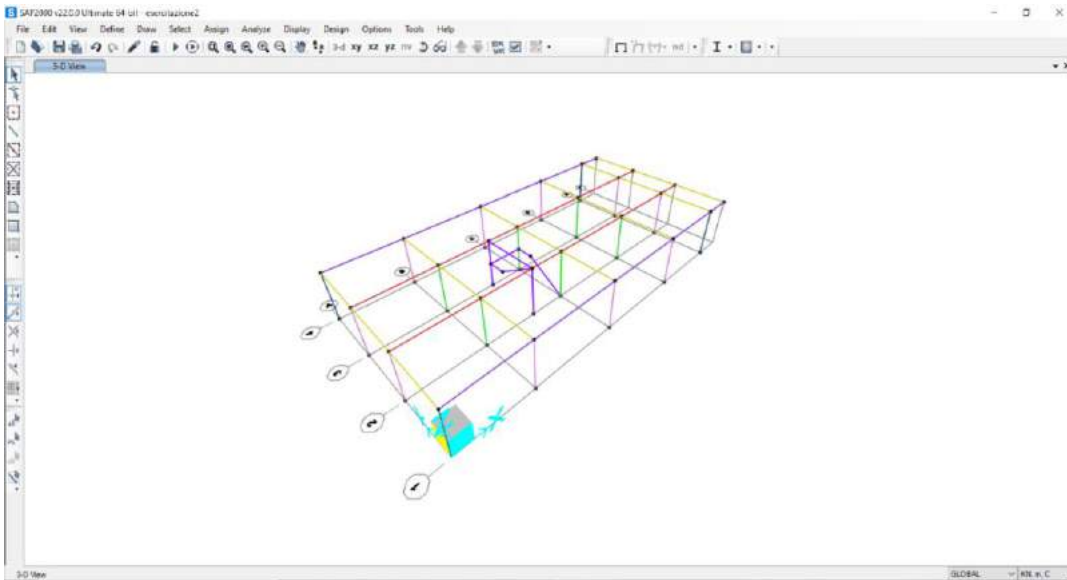
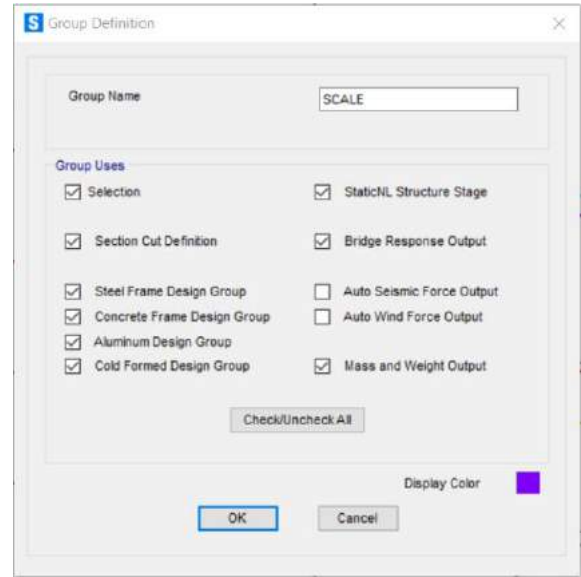
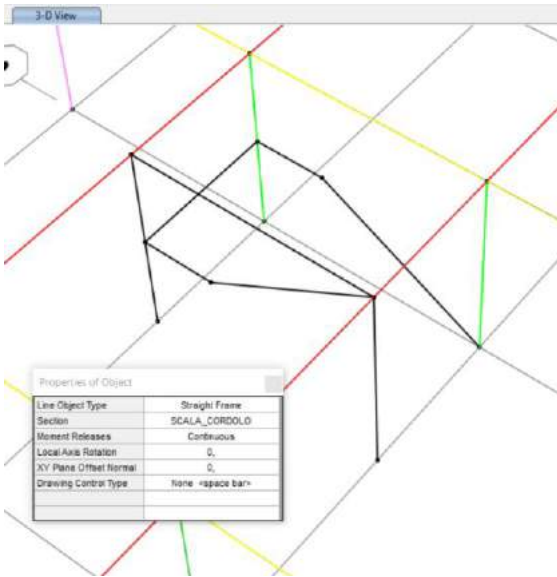


Aggiungiamo nuove sezioni per il corpo scala: cordolo (SCALA_CORDOLO: ciano), ginocchio (SCALA_GINOCCHIO: rosa antico), montanti (SCALA_MONTANTI: rosso vino).

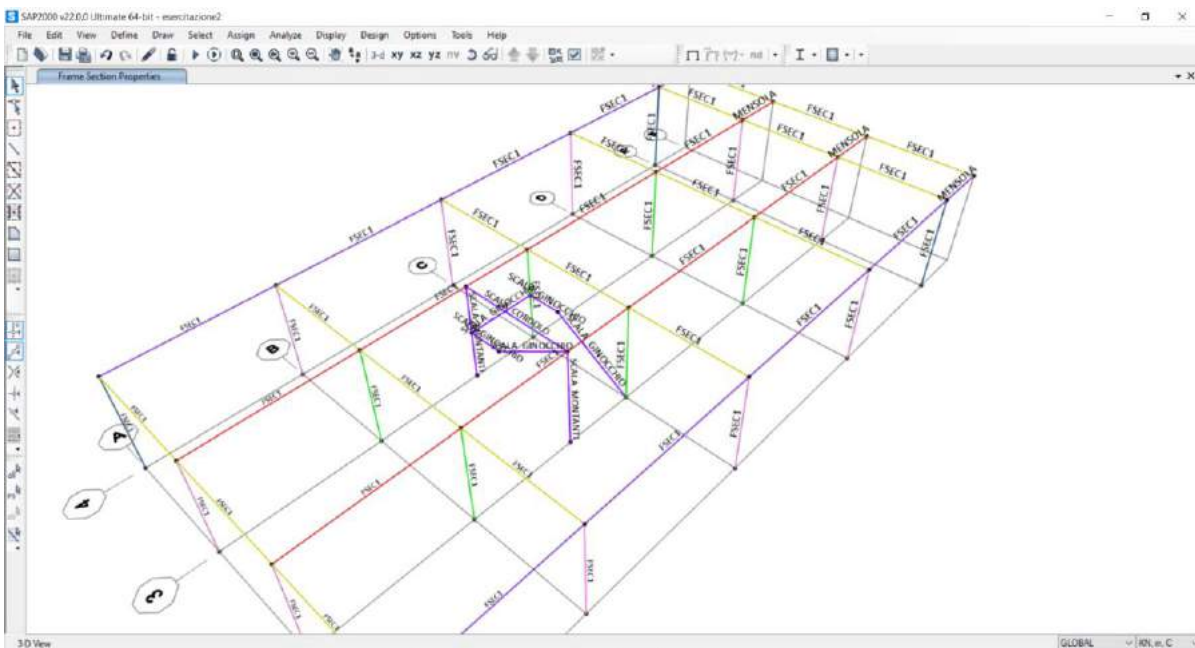


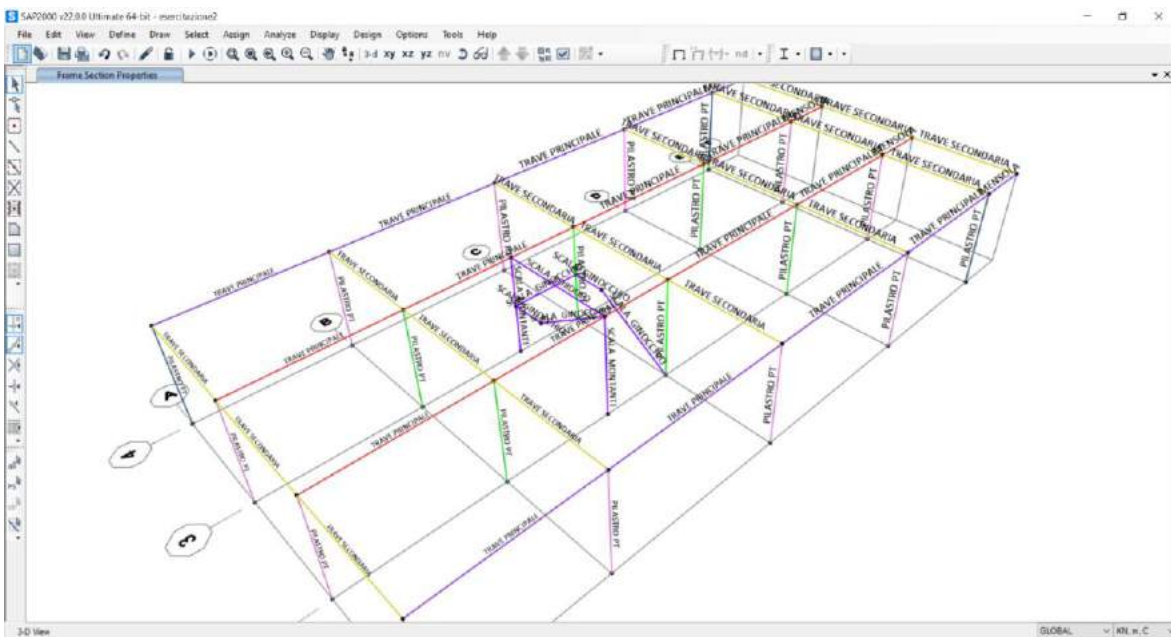
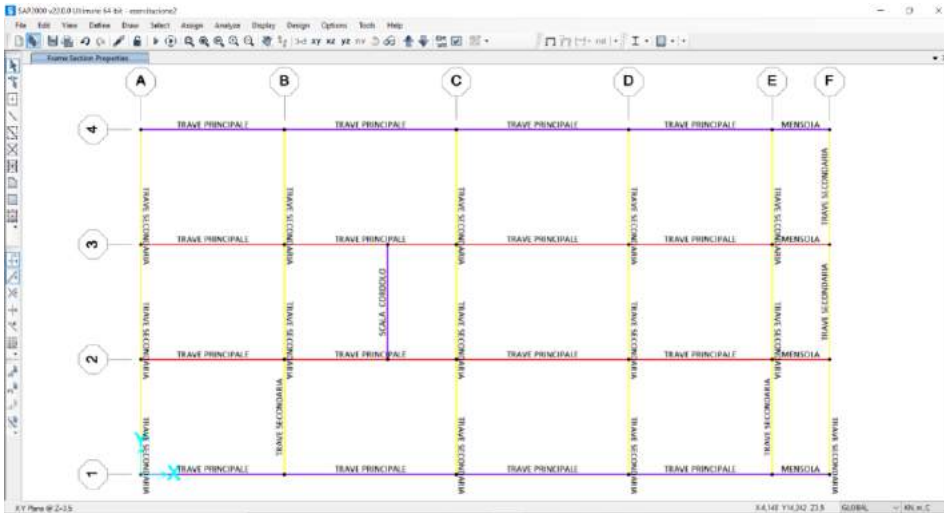
Disegniamo dalla vista 3d il **corpo scale**, e creiamo un unico gruppo che contenga tutti gli altri (SCALE: viola). Assegniamo le sezioni alle travi principali, secondarie, mensole e pilastri. Separiamo la trave principale nel punto di congiunzione con il cordolo della scala.



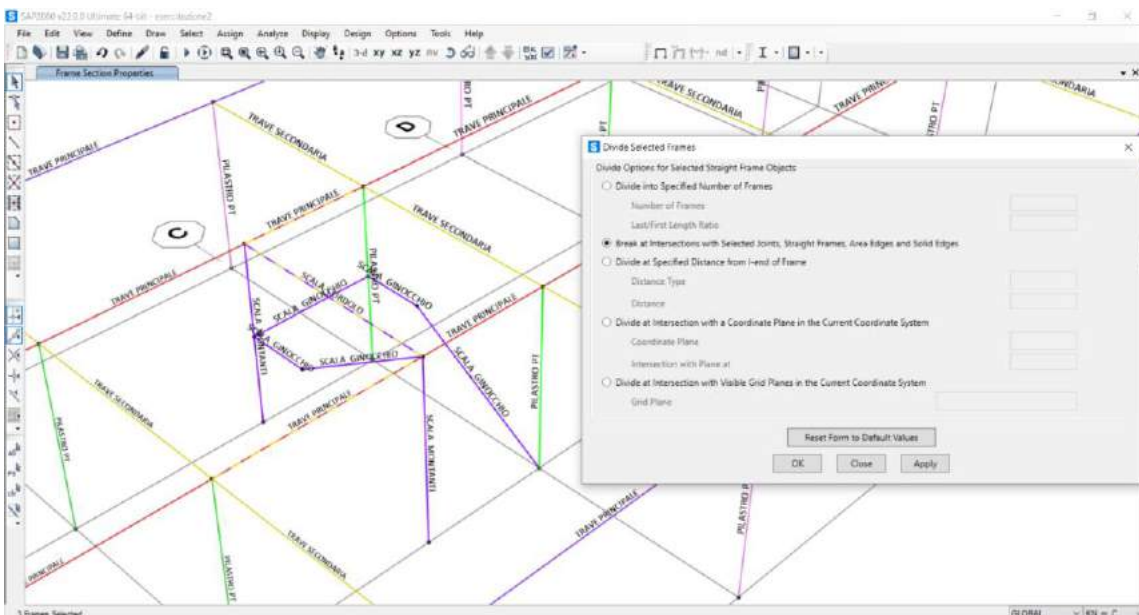


Tramite il comando SET DISPLAY OPTIONS scegliamo di visualizzare i gruppi finora creati.

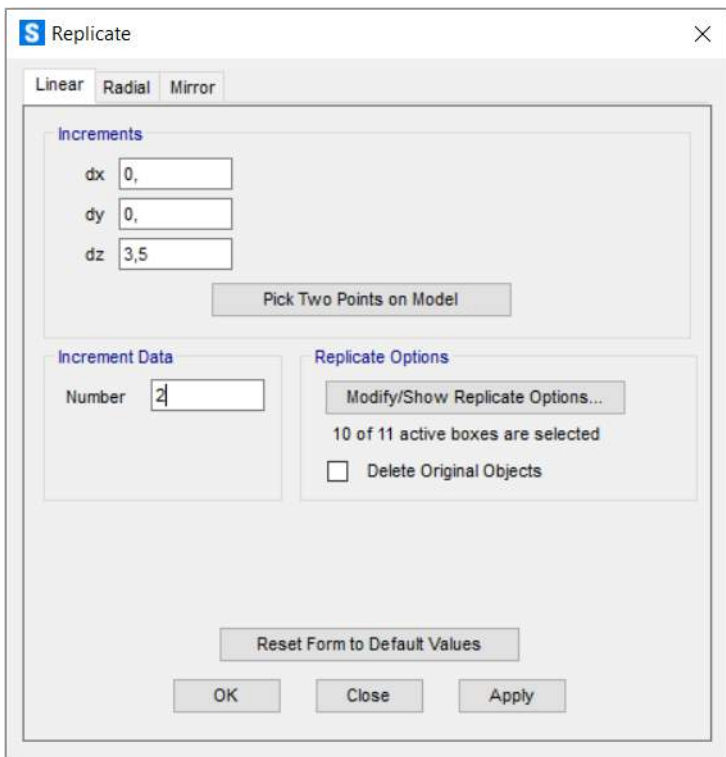




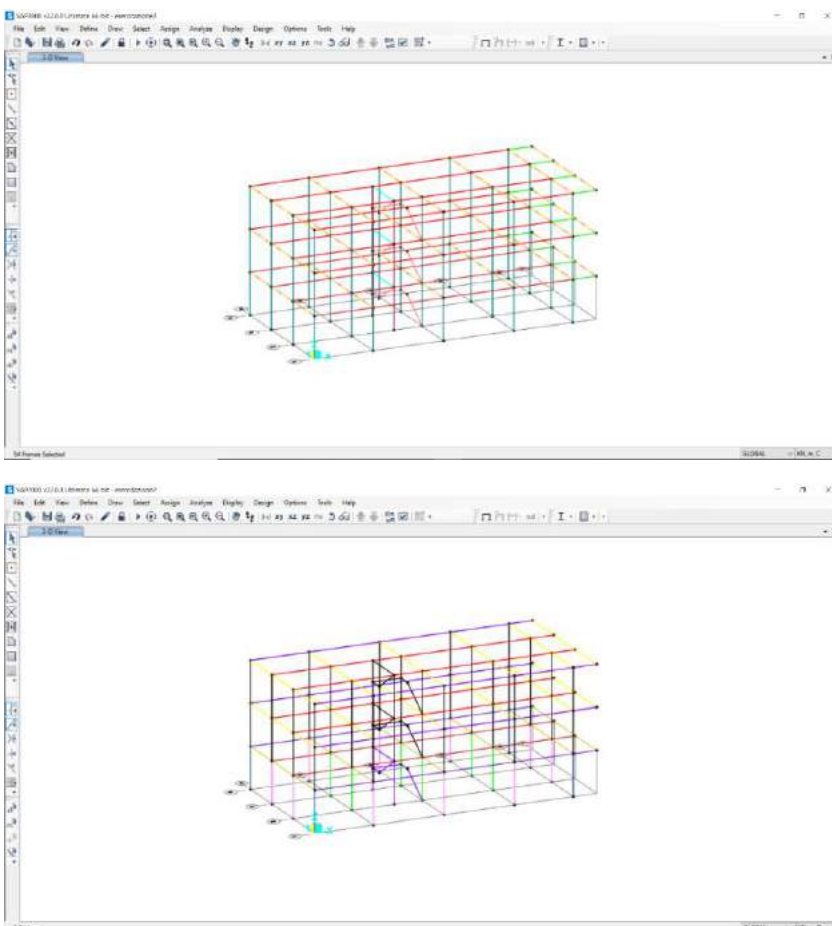
Ora tramite il comando **DIVIDE SELECTED FRAMES** interrompiamo la trave nel punto di congiunzione con il corpo scala, in modo da avere due travi distinte.



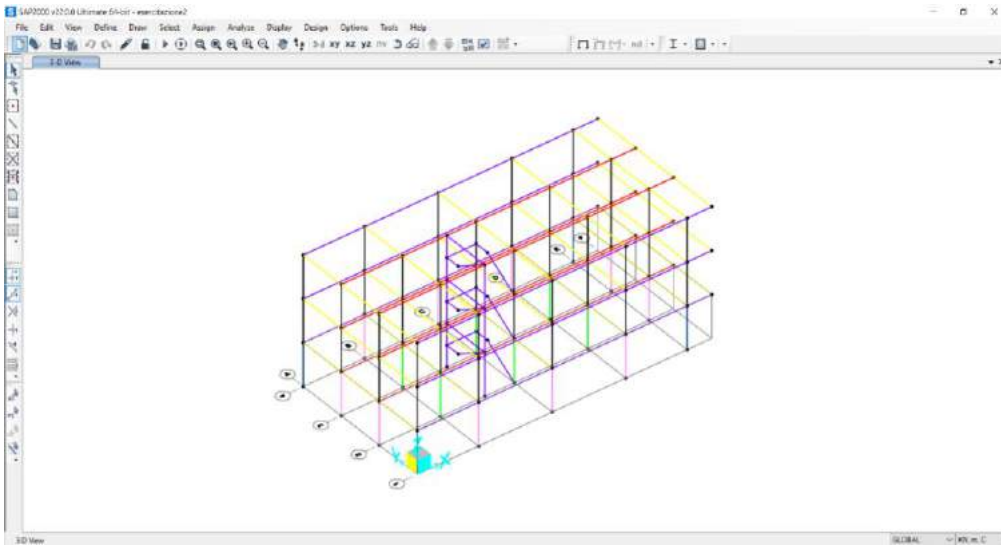
A questo punto dobbiamo creare i piani superiori, per farlo selezioniamo il piano 0 e con il comando CTRL+R copiamo anche la proprietà dei frame, ovvero la sezione, ma non i gruppi.



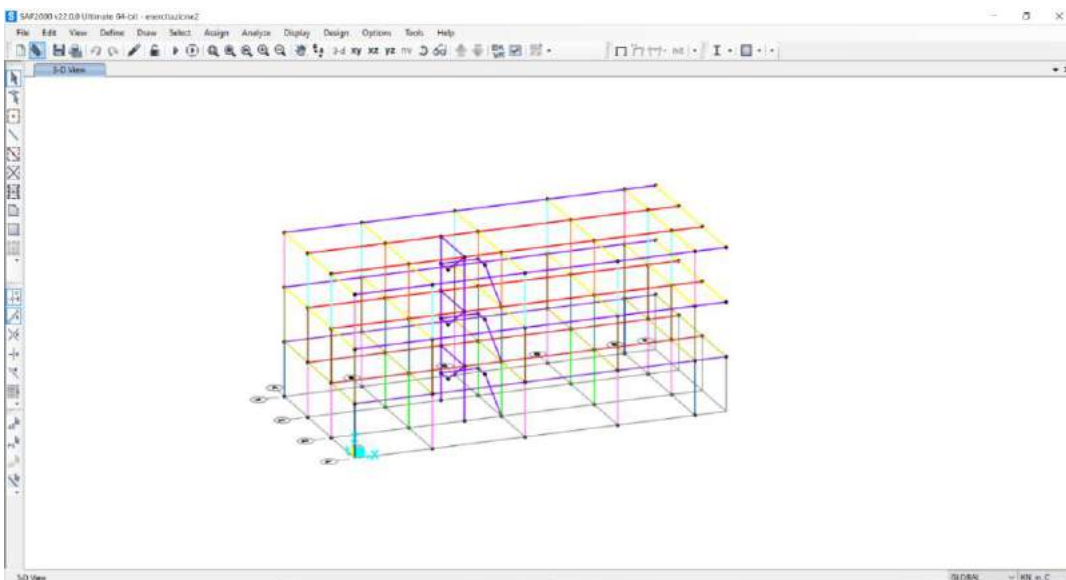
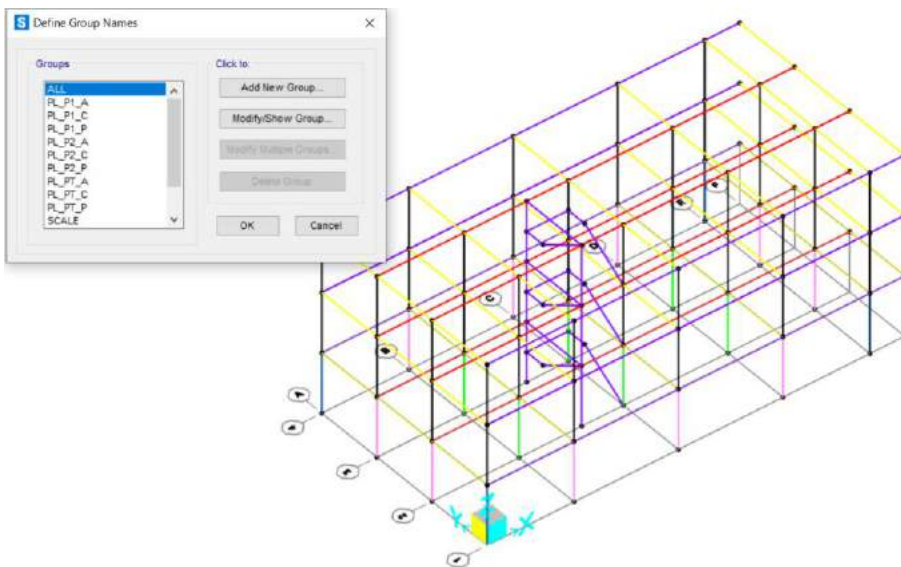
Una volta copiato il modello ci mettiamo in vista 3d x-y con apertura 0 e assegniamo i frame dei piani 1-2 ai gruppi che abbiamo creato per il piano terra.

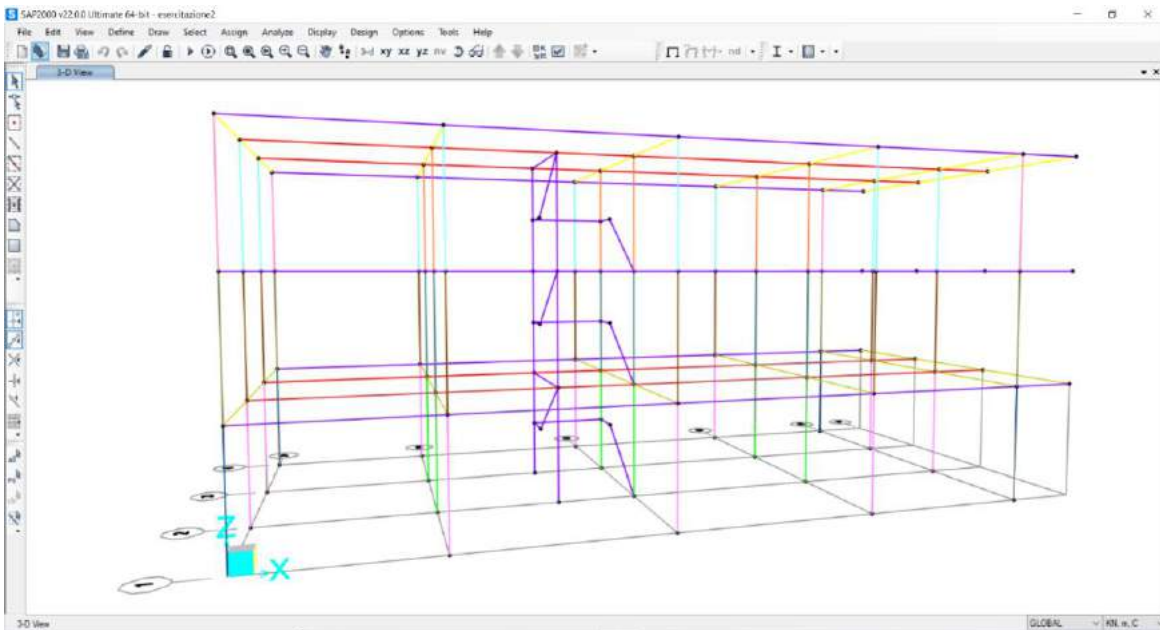


Ora facciamo lo stesso anche per il corpo scale.

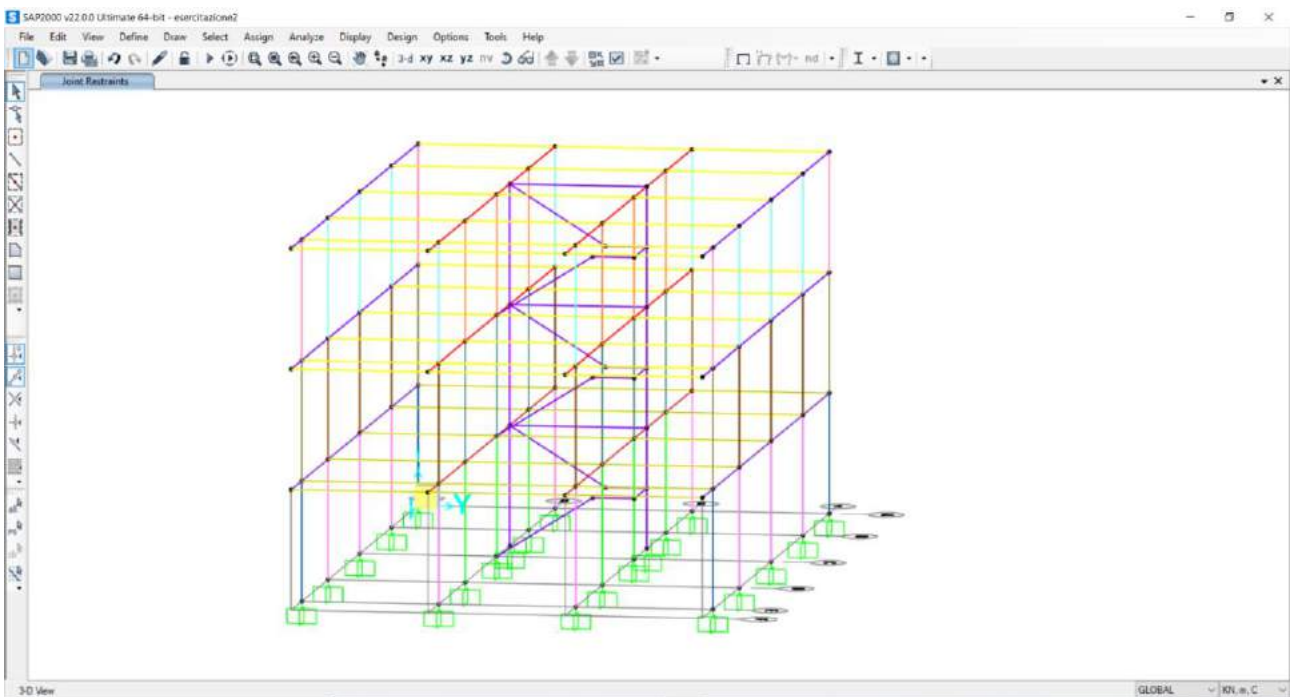


Definiamo i gruppi da assegnare ai pilastri, divisi per i rispettivi piani 1 e 2 (perimetrali, angolari e centrali). Assegniamo i rispettivi pilastri al gruppo corrispondente.

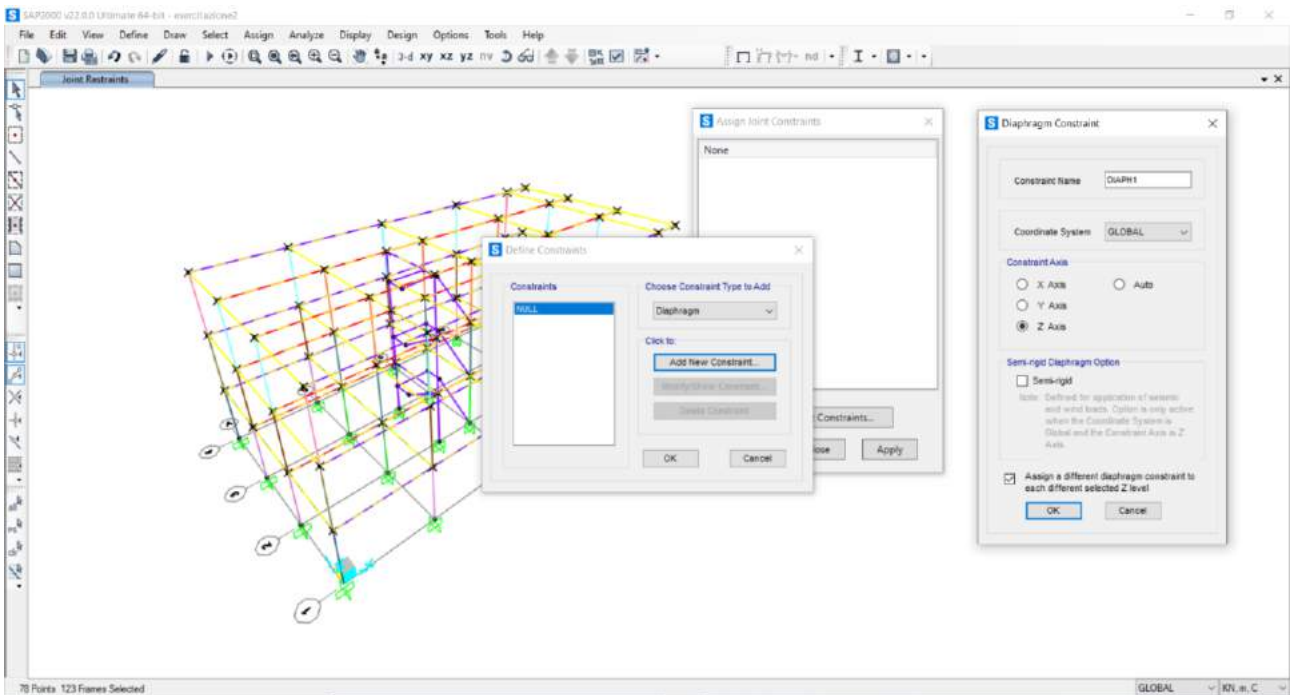




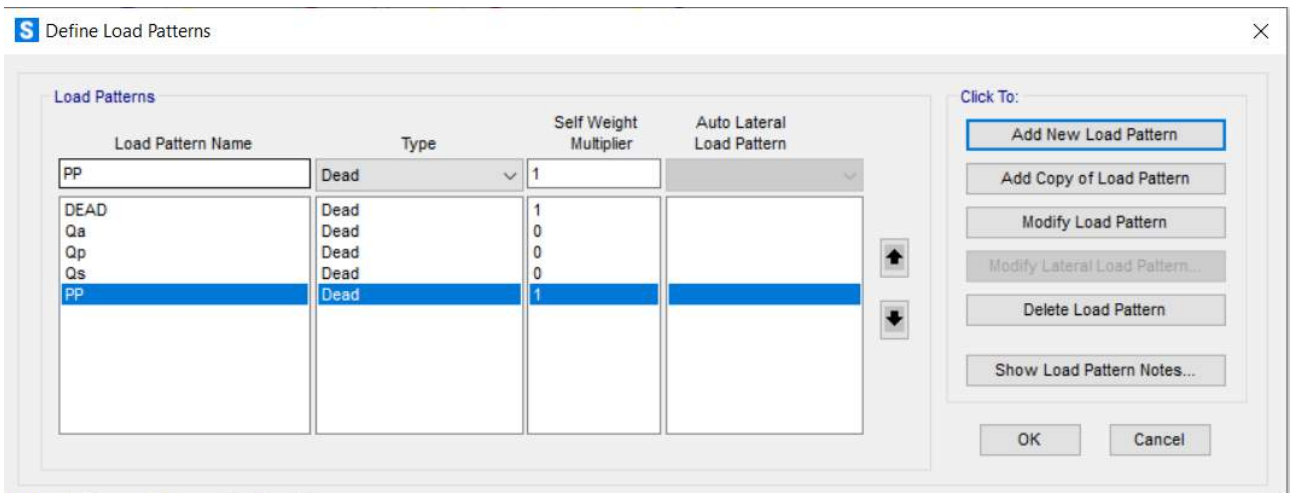
Ora definiamo i **vincoli**, assegnando un incastro per ogni pilastro a terra.



Selezioniamo tutte le travi di ogni piano attraverso la 2d view con z ad altezza di ogni rispettivo piano 3,5-7-10,5 e gli assegniamo la **condizione di impalcato** tramite il comando Diaphragm.



Passiamo a definire i **casì di carico** creando i seguenti load patterns: **Qa** (moltiplicatore di peso proprio 0), **Qp** (moltiplicatore di peso proprio 0), **Qs** (moltiplicatore di peso proprio 0), **PP** (moltiplicatore di peso proprio 1).



Si definisce poi un load combination con tutti questi carichi, ognuno moltiplicato per il proprio coefficiente maggiorativo da normativa:

- PP: Scale factor = 1,3
- Qs: Scale factor = 1,3
- Qp: Scale factor = 1,5
- Qa: Scale factor = 1,5

S Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
Qa	Linear Static		1,5
PP	Linear Static		1,3
Qs	Linear Static		1,3
Qp	Linear Static		1,5
Qa	Linear Static		1,5

Consideriamo ora i **carichi di tamponatura**: tramezzi, muri pieni, muri con finestre e muri con porte e finestre.

Consideriamo il **carico sulla scala**: gradini e pianerottolo.

Inoltre, a tutto ciò va aggiunto il **peso variabile**.

S Define Load Patterns

Load Patterns

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	Dead	1	
Qtp	Dead	0	
Qtpc_senza scala	Dead	0	
Qtpc_con scala	Dead	0	
Qtpb_1ato balcone	Dead	0	
Qtpm_1ato SX	Dead	0	
Qpsc_senza scala	Dead	0	
Qpsc_con scala	Dead	0	
QtpM (mensola)	Dead	0	
Qtpm (mensola)	Dead	0	
Q_scala_pianerottolo	Dead	0	
Q_scala_gradini	Dead	0	

Click To:

Moltiplichiamo i carichi Q_p , Q_s , Q_a per l'interasse:

$$Q_s * l = 3,5 * 2 = 7 \text{ kN/m}$$

$$Q_p * l = 3,0 * 2 = 6 \text{ kN/m}$$

$$Q_a * l = 2,0 * 2 = 4 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{Q_u = 12,05 \text{ kN/m}}$$

Calcoliamo il carico sulle travi principali perimetrali

$$Q_{tpp} = 39,35 \text{ Kn/m} \quad Q_{tpc} \text{ (senza scala)} = 52,2 \text{ Kn/m} \quad Q_{tpc} \text{ (con scala)} = 26,1 \text{ kN/m}$$

Calcoliamo il carico sulle travi secondarie perimetrali

$$Q_{tspm} = 14,02 \text{ kN/m} \quad Q_{tspb} = 15,62 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trave secondaria balcone } 5,25 * 0,5 = 2,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trave secondaria centrale (senza scale) } Q_{tsc} = 9,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trave secondaria centrale (con scale) } Q_{tsc} = 6,52 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trave principale perimetrale (mensola) } Q_{tppm} = 5,25 \text{ kN/m} * 2 = 10,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trave principale centrale (mensola) } Q_{tppc} = 5,25 \text{ kN/m} * 4 = 21 \text{ kN/m}$$

$$\text{Calcoliamo la trave a ginocchio: Pianerottolo-trave } 6 \text{ kN/m} \quad Q_{tgp} = 8,16 \text{ kN/m} \quad Q_g = 9 \text{ kN/m}$$

A questo punto creiamo i load patterns con i carichi distinti per travi principali (con e senza scala), perimetrali e centrali secondarie (con e senza scala), mensola con balcone. Specifichiamo i carichi con finestre o muro pieno. Q per la scala sul pianerottolo e la trave a ginocchio.

$$PP * 1,3$$

$$Q_s * 1,3$$

$$Q_p * 1,5$$

$$Q_p * 1,5$$

CARICHI:

- Tramezzi = 1 kN/m^2
- Muro = 10 kN/m^2
- Finestre = 8 kN/m^2
- Muro con porte e finestre = 7 kN/m^2
- Gradini = $2,5 \text{ kN/m}^2$
- Pianerottolo = 5 kN/m^2
- Peso variabile = $1,8 \text{ kN/m}^2$

NOTA: la moltiplicazione per il coefficiente di sicurezza (SCALE FACTOR) è stata fatta preventivamente, successivamente è stato moltiplicato il peso proprio PP con il coefficiente di sicurezza nella LOAD COMBINATIONS.

S Define Load Combinations

Load Combinations

SLU

S Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) Q_travi principal perimetrali + PP

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
Qtp	Linear Static		1
PP	Linear Static		1,3
Qtp	Linear Static		1

Add Modify Delete

OK Cancel

S Define Load Combinations

Load Combinations

SLU
 Q_travi principali perimetrali + PP
 Q_travi principali centrali (NO scala)
 Q_travi principali centrali (CON scala)
 Q_travi secondarie perimetrali - balcone
 Q_travi secondarie perimetrali - muro SX c
 Q_travi secondarie centrali - (NO scala)
 Q_travi secondarie centrali - con scala
 Q_travi principali perimetrali - mensola
 Q_travi principali centrali - mensola
 Q_t.ginocchio - pianerottolo
 Q_t.ginocchio - gradini

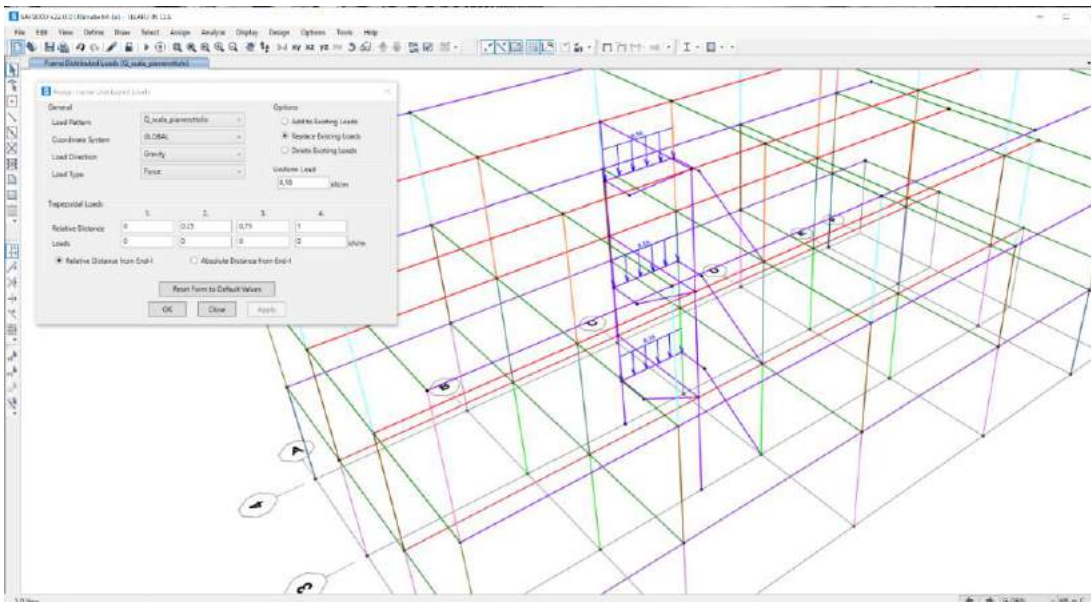
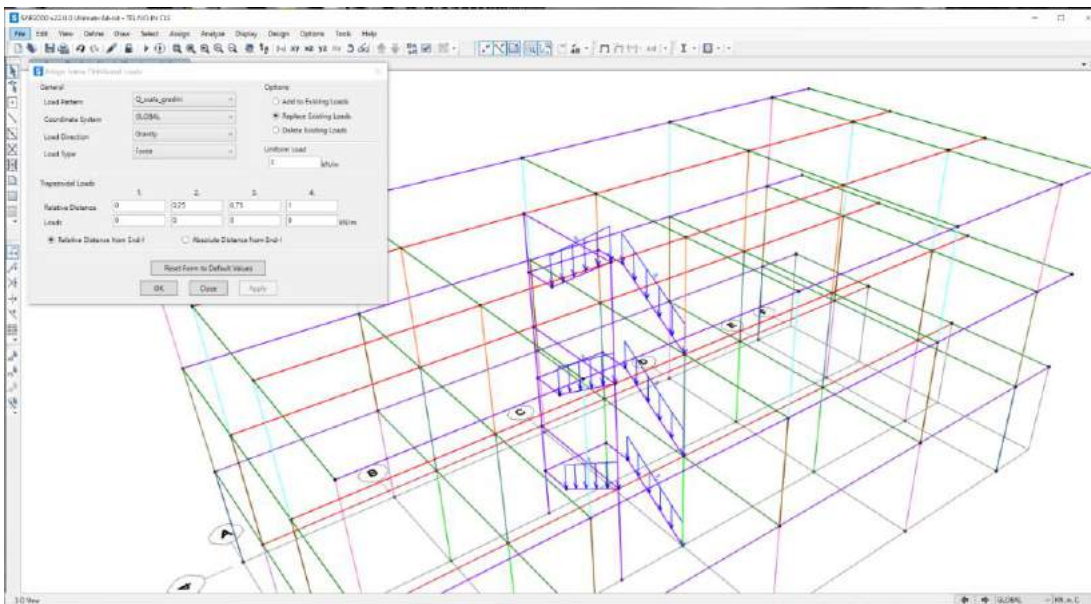
Click to:

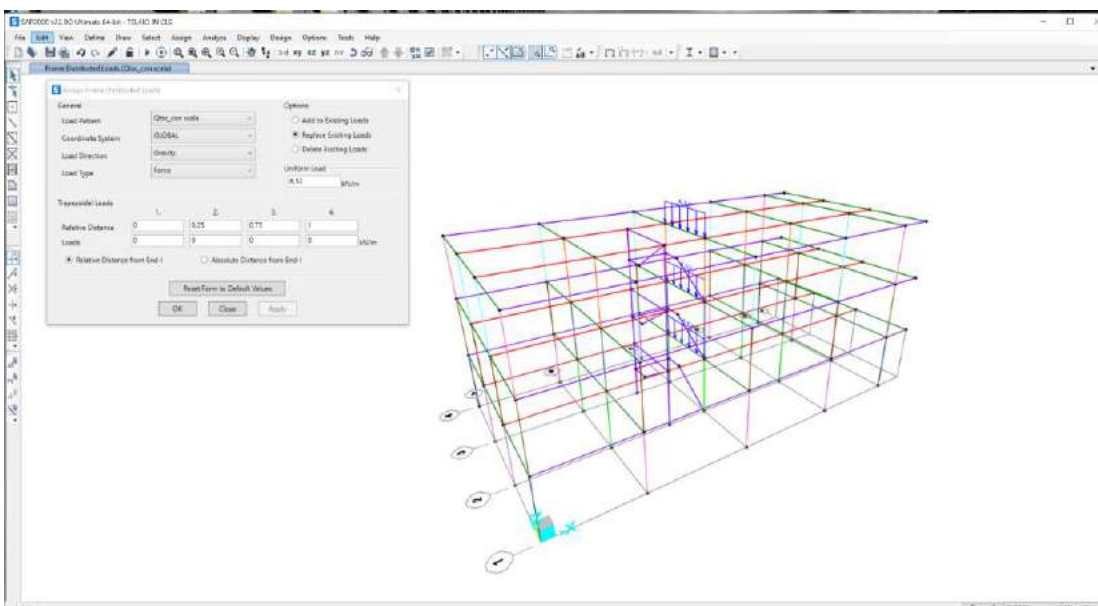
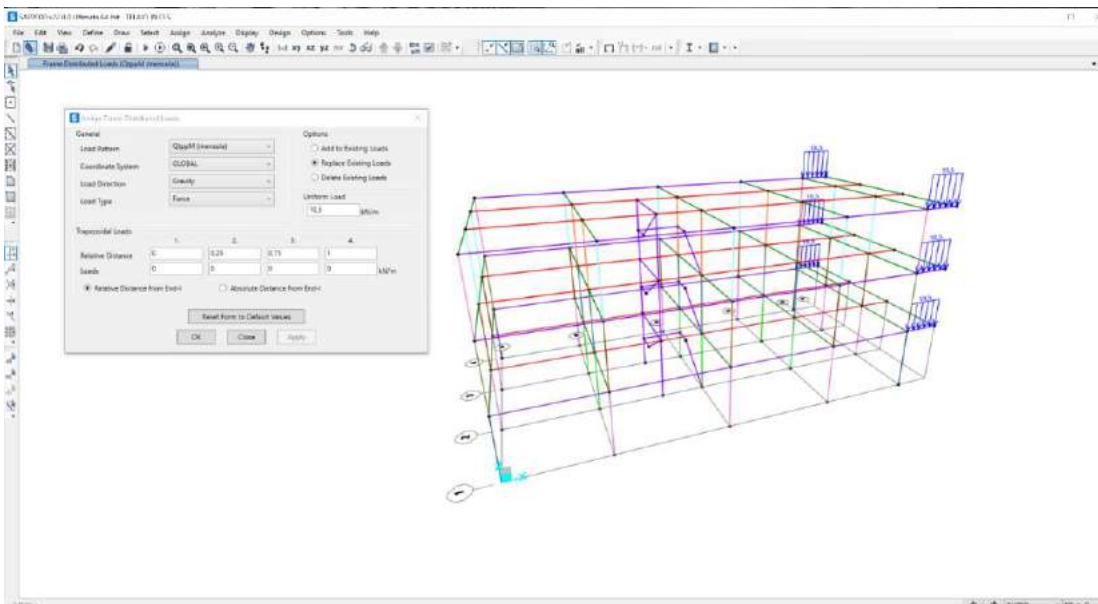
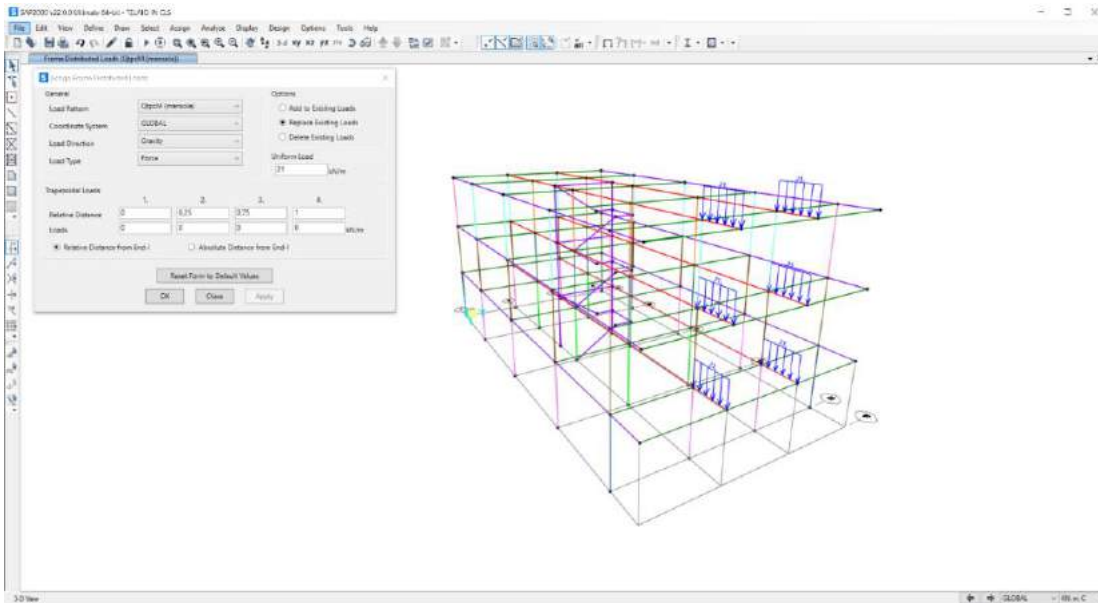
Add New Combo...
 Add Copy of Combo...
 Modify/Show Combo...
 Delete Combo

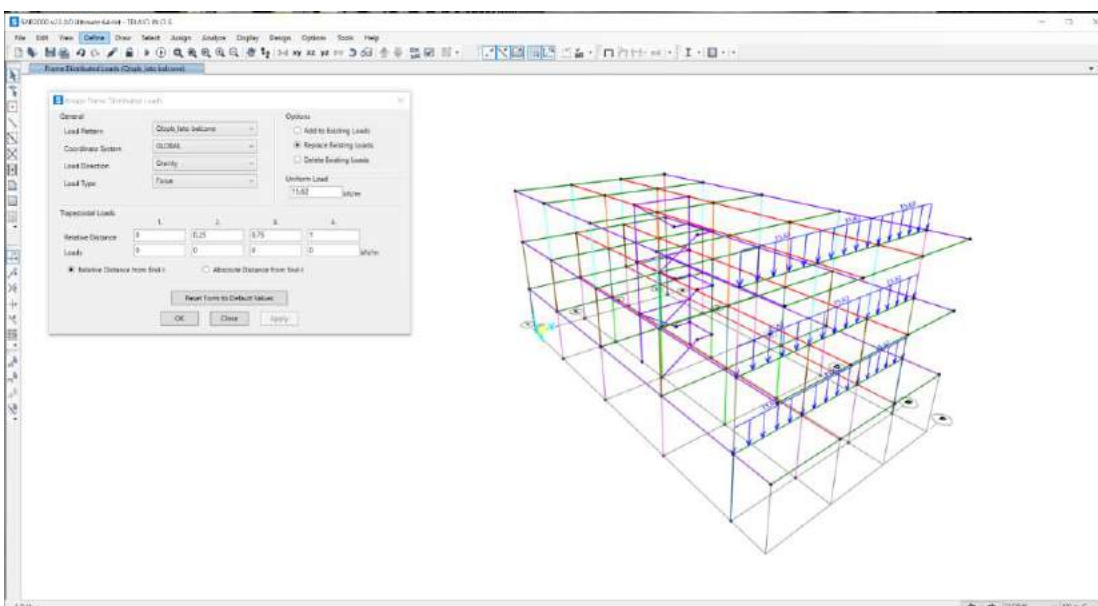
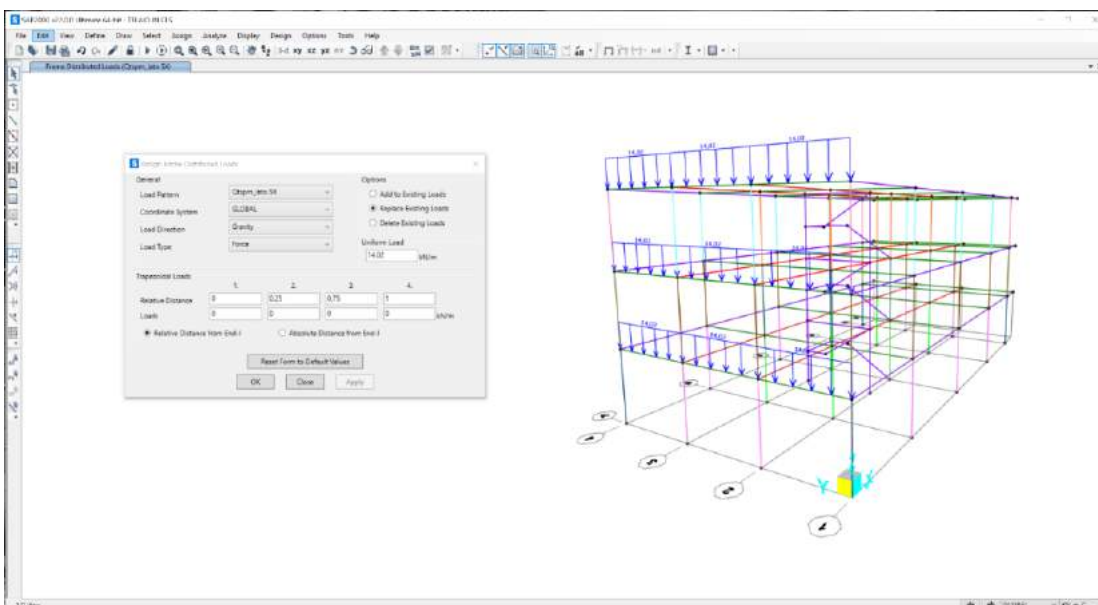
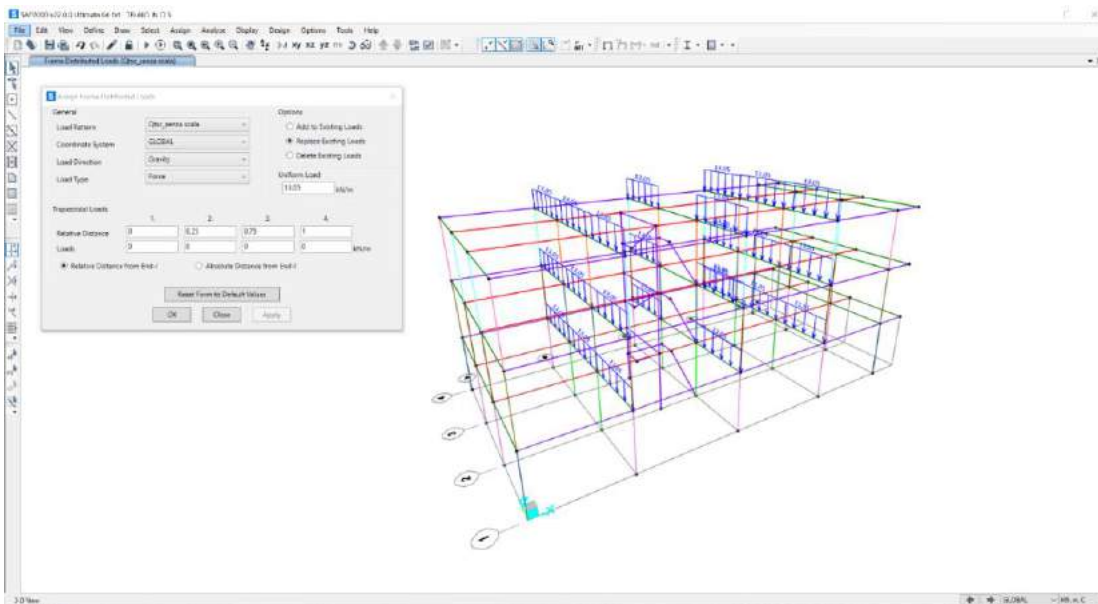
Add Default Design Combos...
 Convert Combos to Nonlinear Cases...

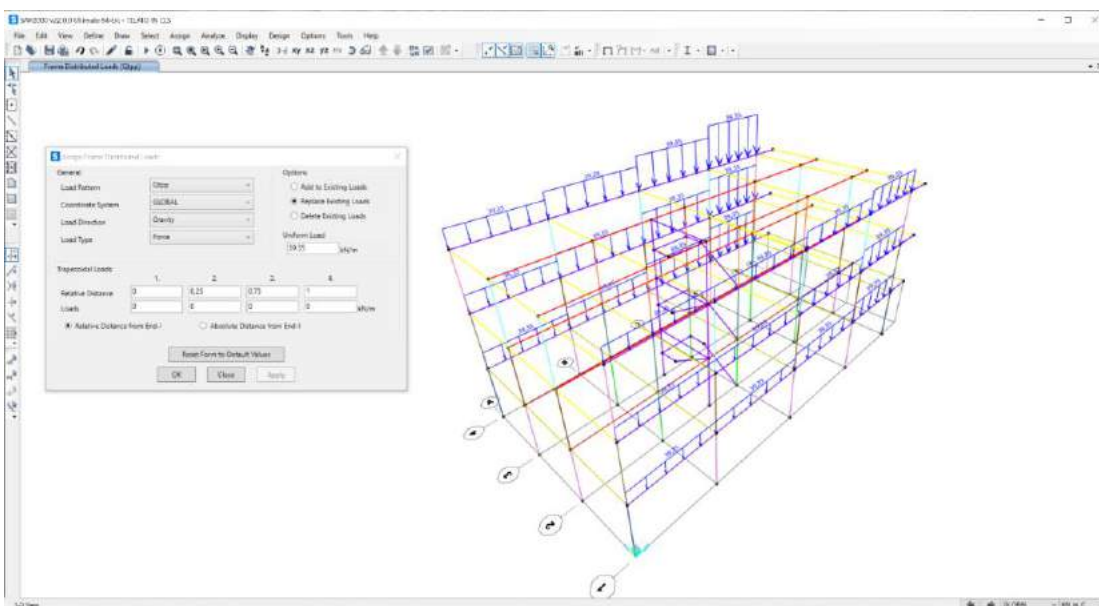
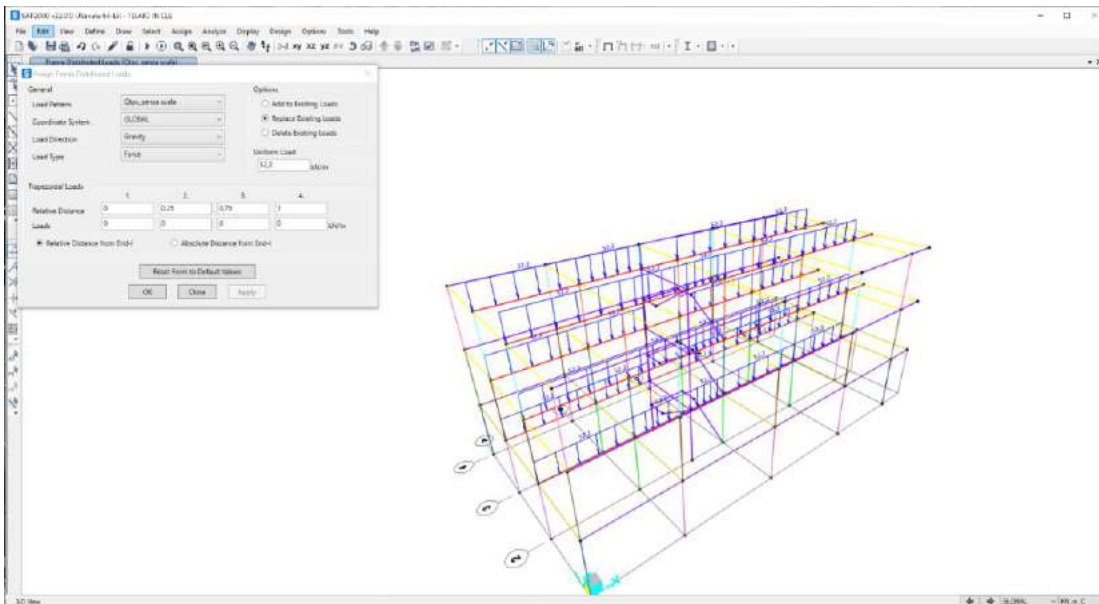
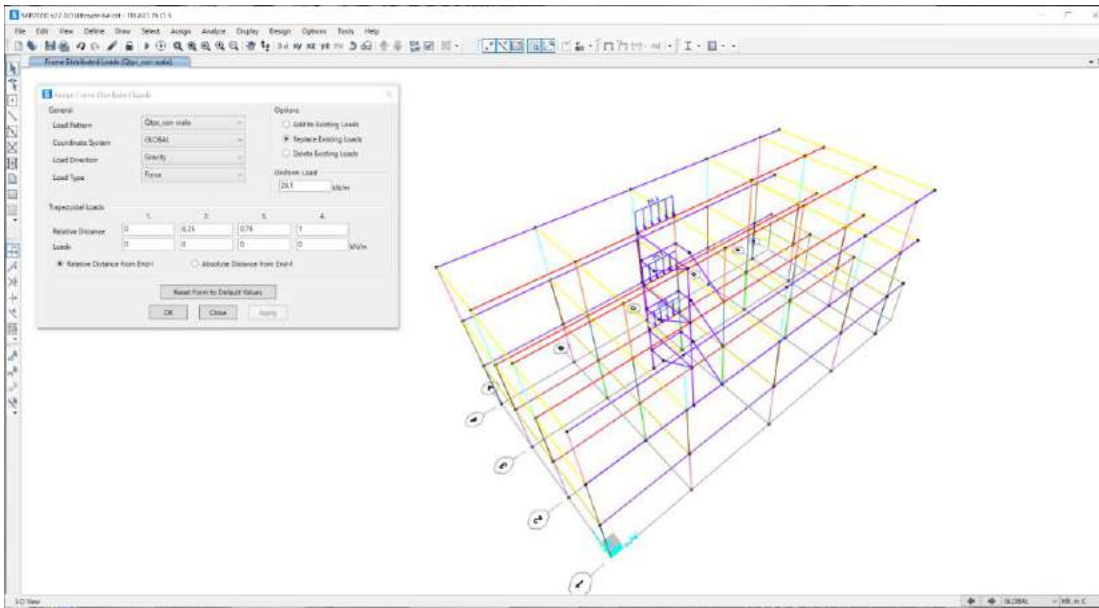
OK
 Cancel

Assegniamo i carichi creati (DISTRIBUTED LOADS)

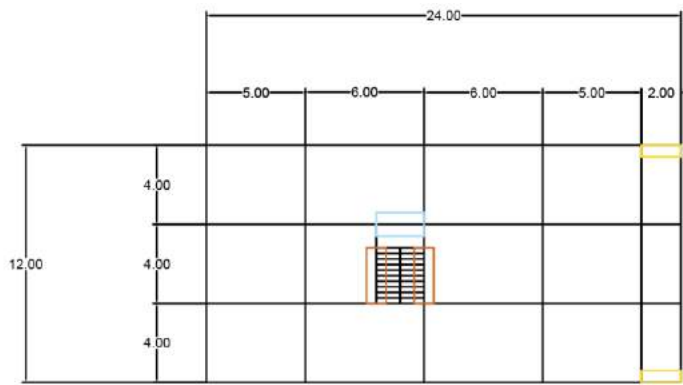




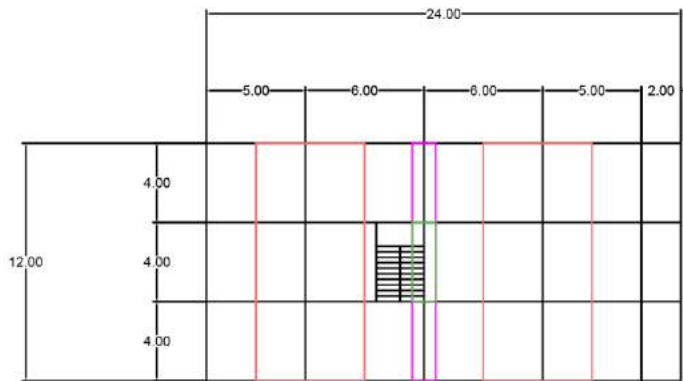




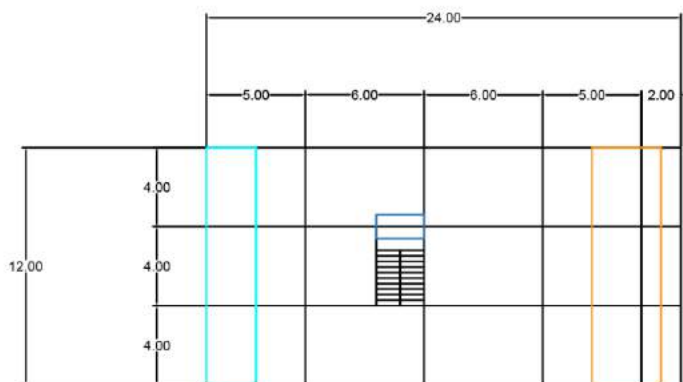
Su Autocad disegniamo le piante indicanti i carichi con le rispettive **Are d'influenza A_i** delle travi.



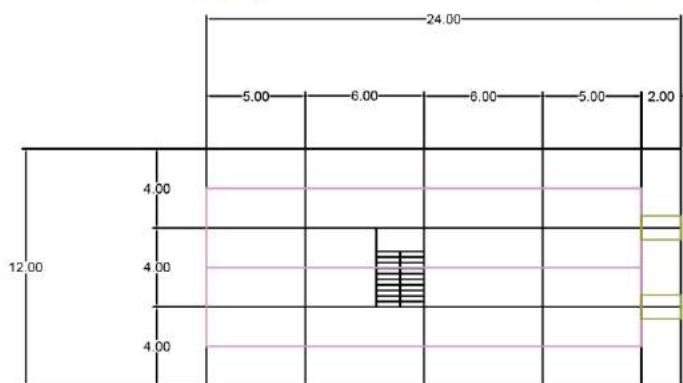
- Q scale (pianerottolo) $A_i = 2,88mq - 8,16kN/m$
- Q scale (gradini) $A_i = 2,80mq - 3kN/m$
- QtpmM (Mensola perimetrale) $A_i = 1,20mq - 10,5kN/m$



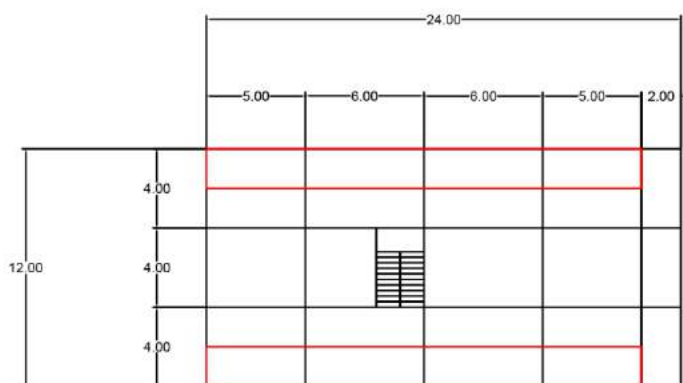
- Qtsc Trave secondaria centrale $A_i = 66mq - 13,05kN/m$
- Qtsc Trave secondaria centrale $A_i = 4,80mq - 13,05kN/m$
- Qtsc Trave secondaria centrale (con scala) $A_i = 4,80mq - 6,52k$



- Qtspm_lato SX-Trave secondaria perimetrale $A_i = 30mq - 14,0$
- Qtpc_con scala-Trave centrale (con scala) $A_i = 2,88mq - 26,1k$
- Qtspb_lato balcone-Trave secondaria perimetrale lato balcone



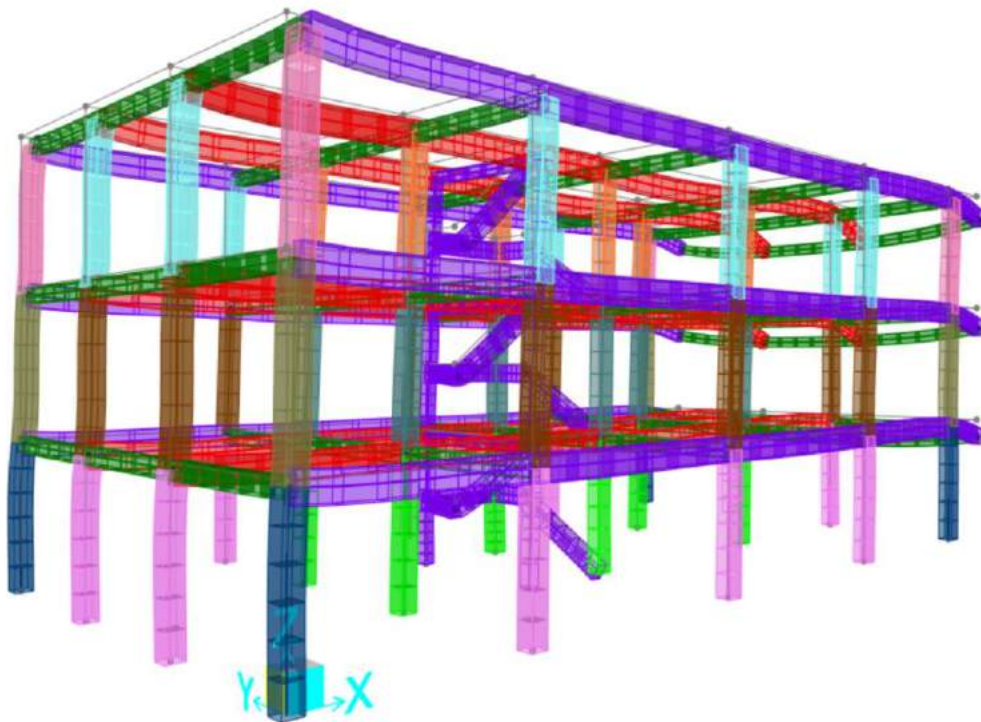
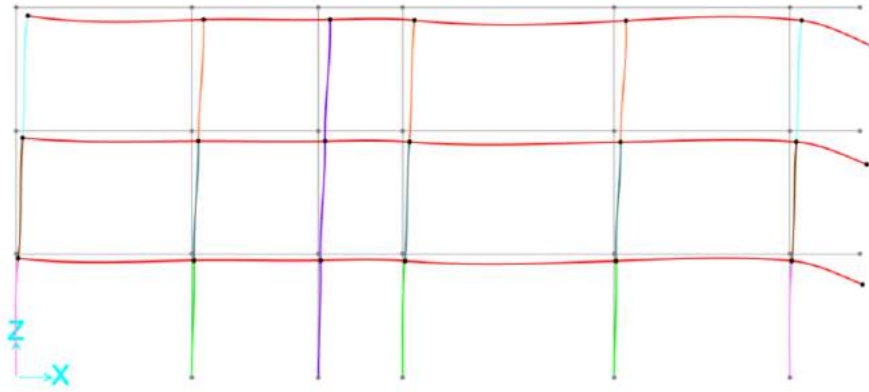
- Qtpc_senza scala-Trave principale centrale longitudinale $A_i = \epsilon$
- QtpcM (Mensola centrale) $A_i = 2,40mq - 21kN/m$

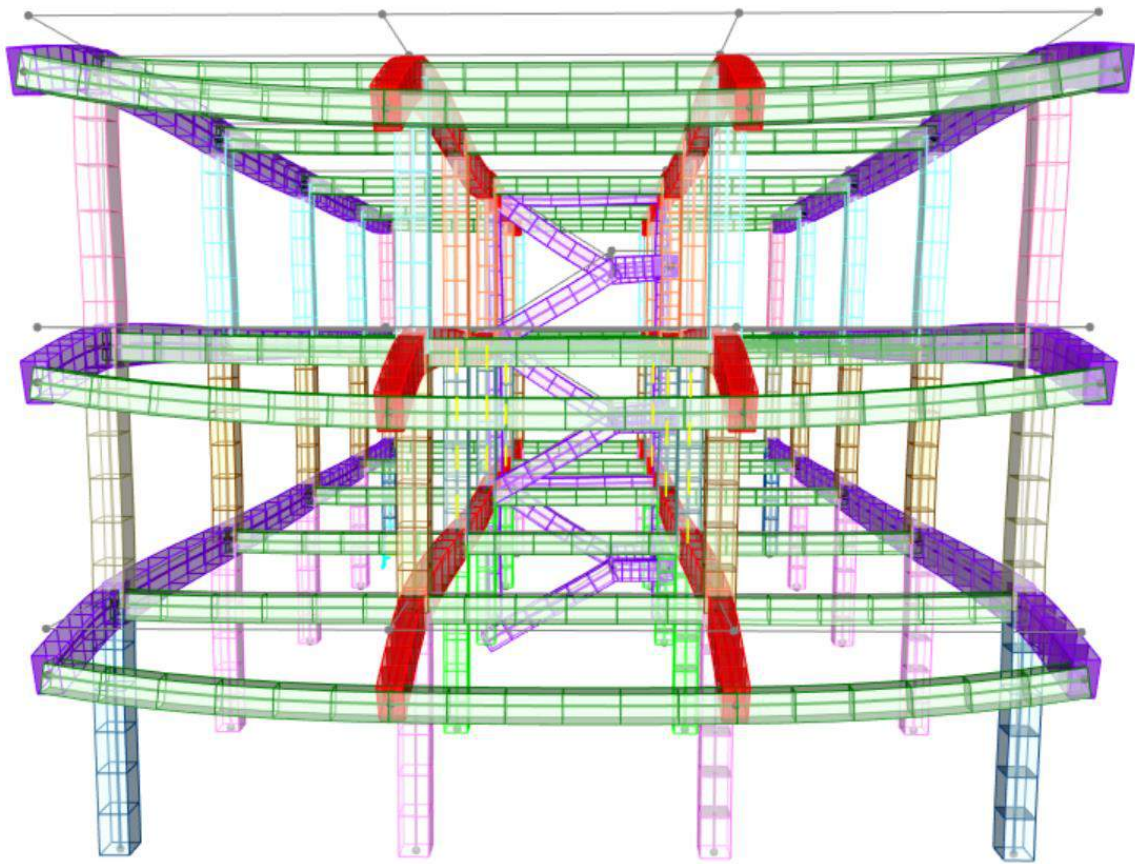


- Qtpp-Trave principale perimetrale longitudinale $A_i = 44mq - 39,$

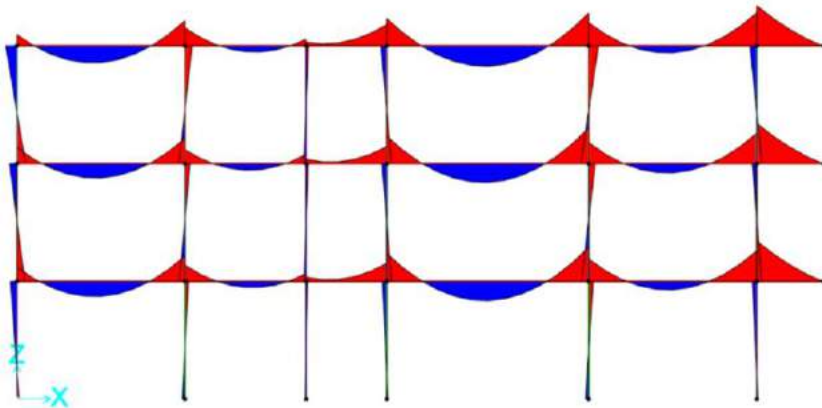
A questo punto possiamo avviare l'analisi.

Visualizziamo la **struttura deformata** tramite il comando SHOW DEFORMED SHAPE.

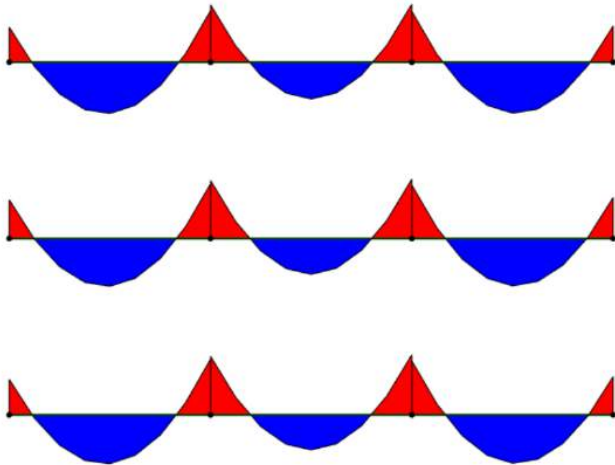




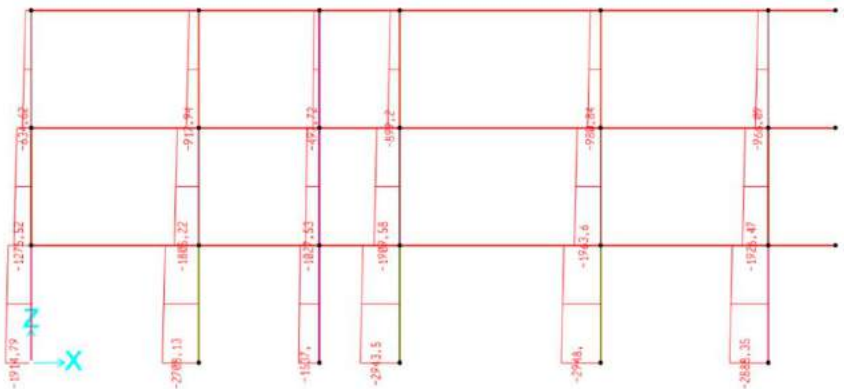
Ora, tramite il comando SHOW FORCES/STRESSES-FRAMES/CABLES/TENDONS, visualizziamo i diagrammi del momento in XZ.



Ora visualizziamo il diagramma del momento in YZ, lato balcone (sbalzo).

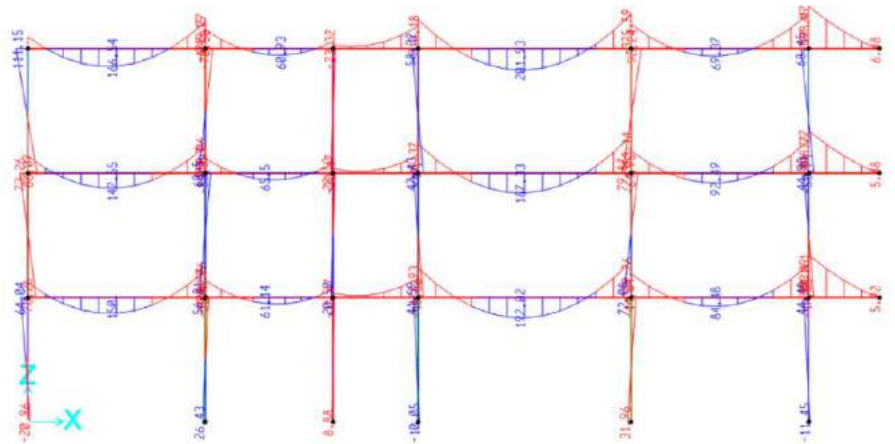


Ora il diagramma dello sforzo assiale dei pilastri.



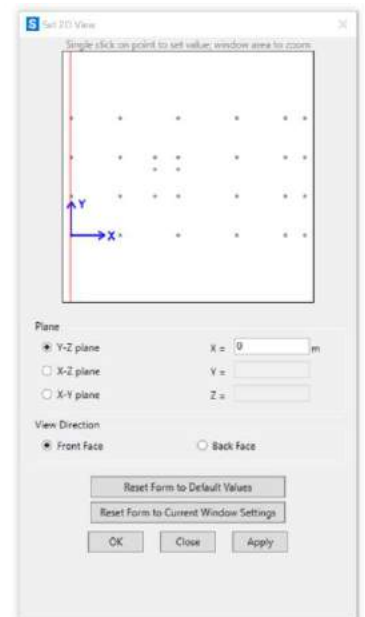
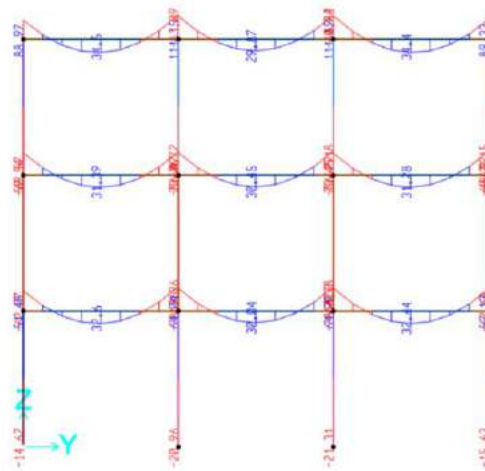
Ora mettiamo in evidenza i diagrammi del **momento 33** con i relativi valori scaturiti dall'analisi.

Vista XZ:



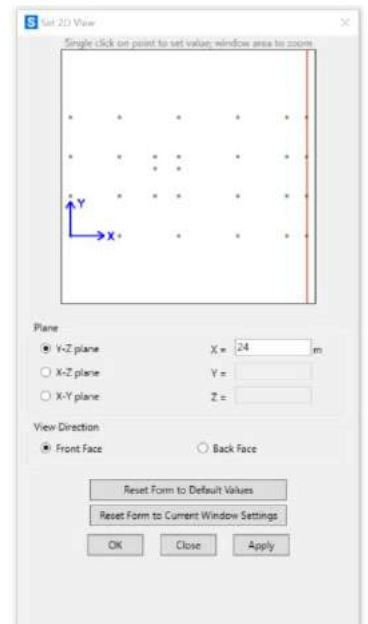
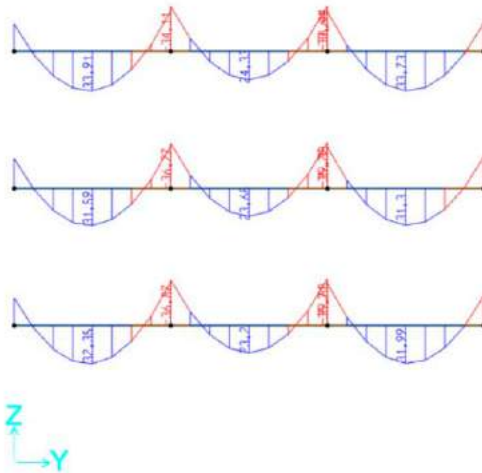
Per vedere i diagrammi trasversali ci posizioniamo in vista 2D (SET 2D VIEW) e selezioniamo l'asse

YZ:



Infine, posizioniamo la vista trasversale dal lato opposto inserendo 24m come valore sull'asse X, affinché si vedano i diagrammi della facciata con gli sbalzi.

YZ:



Per visualizzare le tabelle: Display – Show Tables, scegliamo i casi di carico con Select Load Patterns e spuntiamo **ANALYSIS RESULTS**.

Nella tabella che si apre scegliamo Elements Forces/Frames, valori che saranno utilizzati per il successivo dimensionamento.

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType	P KN	VZ KN	VY KN	T KN.m	MZ KN.m	MX KN.m	FrameElem Text
1	0	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	0.0445	3-1
2	0.5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	0.0341	3-1
3	1	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	0.0276	3-1
4	1.5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	0.0192	3-1
5	2	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	0.0027	3-1
6	2.5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.2077	3-1
7	3	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.2142	3-1
8	3.5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.2077	3-1
9	4	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.0301	3-1
10	4.5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.0466	3-1
11	5	0_scaric_jm	LinElastic	0	0.021	0	-0.001	-0.939E-10	-0.06	3-1
12	5	0_scaric_gr	LinElastic	0	-0.04	-3.409E-10	-0.0107	0	-0.1091	2-1
13	0.5	0_scaric_gr	LinElastic	0	-0.04	-3.409E-10	-0.0107	1.739E-10	-0.1492	3-1
14	1	0_scaric_gr	LinElastic	0	-0.04	-3.409E-10	-0.0107	3.409E-10	-0.1293	3-1
15	1.5	0_scaric_gr	LinElastic	0	-0.04	-3.409E-10	-0.0107	5.244E-10	-0.1094	3-1

Esportiamo questa tabella su Excel e ne ricaviamo i valori del momento M3 per le travi:

TRAVI

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
12	0	COMB1	Combination	0	-277,375	1,303E-15	-1,9377	-1,665E-16	-399,6079	12-1	0
32	0	COMB1	Combination	0	-277,156	1,74E-15	4,1711	1,591E-15	-399,2709	32-1	0
81	0	COMB1	Combination	0	-276,731	-6,031E-15	-2,1143	-6,198E-15	-398,7681	81-1	0
100	0	COMB1	Combination	0	-276,567	4,163E-17	4,0383	-1,388E-16	-398,5129	100-1	0
149	0	COMB1	Combination	0	-276,937	-6,517E-15	-3,8843	-5,962E-15	-398,1711	149-1	0
168	0	COMB1	Combination	0	-276,832	-6,517E-15	4,7958	1,082E-15	-397,9925	168-1	0
98	6	COMB1	Combination	0	348,576	-2,299E-17	0,5469	9,235E-16	-355,7807	98-1	6
79	6	COMB1	Combination	-2,059E-13	346,909	2,078E-16	1,4128	2,377E-16	-353,1369	79-1	6
30	6	COMB1	Combination	0	344,381	1,028E-16	0,1018	-3,908E-16	-339,8977	30-1	6
10	6	COMB1	Combination	-8,882E-16	343,847	-1,112E-16	1,5566	4,543E-16	-339,2575	10-1	6
166	6	COMB1	Combination	0	344,279	2,347E-16	-0,2553	8,354E-16	-328,2465	166-1	6
148	5	COMB1	Combination	0	297,693	-5,725E-17	-0,2472	2,862E-16	-327,4542	148-1	5
167	5	COMB1	Combination	0	297,361	3,223E-16	0,2205	-1,188E-15	-327,0405	167-1	5
86	0	COMB1	Combination	-1,887E-15	-307,144	-1,991E-16	0,0426	-4,069E-16	-326,7125	86-1	0
108	6	COMB1	Combination	0	306,932	-2,072E-16	0,0325	8,751E-16	-326,081	108-1	6
147	6	COMB1	Combination	-1,443E-14	342,594	8,851E-17	-0,2484	-1,427E-15	-325,5874	147-1	6
154	0	COMB1	Combination	-4,064E-13	-304,77	2,225E-16	-0,1325	7,98E-17	-320,4426	154-1	0
176	6	COMB1	Combination	0	304,694	4,228E-17	-0,022	-1,249E-16	-320,2443	176-1	6
17	0	COMB1	Combination	-9,961E-14	-304,366	1,057E-16	0,008	2,003E-16	-319,8531	17-1	0
40	6	COMB1	Combination	0	304,084	-4,368E-17	-0,0321	2,926E-16	-318,9949	40-1	6
11	5	COMB1	Combination	0	294,365	-9,324E-18	-0,0372	8,782E-17	-304,0292	11-1	5
31	5	COMB1	Combination	0	294,149	-8,023E-18	0,0828	-3,737E-16	-303,4905	31-1	5
85	0	COMB1	Combination	8,882E-16	-299,343	1,813E-16	-0,1792	6,641E-16	-302,2757	85-1	0
80	5	COMB1	Combination	0	296,661	9,064E-17	-0,056	-1,136E-15	-301,7591	80-1	5
109	6	COMB1	Combination	0	299,169	-2,299E-17	-0,0135	9,235E-16	-301,731	109-1	6
99	5	COMB1	Combination	0	296,352	4,29E-16	0,1279	-2,161E-15	-301,2115	99-1	5
177	0	COMB1	Combination	0	-296,745	2,347E-16	0,3635	5,726E-16	-289,2025	177-1	0
16	0	COMB1	Combination	-6,217E-15	-295,471	-1,101E-16	-0,2272	-6,523E-16	-289,1342	16-1	0
153	6	COMB1	Combination	4,229E-13	296,701	-2,533E-16	-0,2983	1,177E-15	-289,1196	153-1	6
41	6	COMB1	Combination	0	295,208	1,028E-16	0,0483	-3,908E-16	-288,3369	41-1	6
41	0	COMB1	Combination	0	-294,713	1,028E-16	0,0483	2,262E-16	-286,8514	41-1	0
16	6	COMB1	Combination	-6,217E-15	294,449	-1,101E-16	-0,2272	8,457E-18	-286,0691	16-1	6
153	0	COMB1	Combination	4,229E-13	-293,219	-2,533E-16	-0,2983	-3,428E-16	-278,6724	153-1	0
177	6	COMB1	Combination	0	293,176	2,347E-16	0,3635	-8,354E-16	-278,4953	177-1	6
10	0	COMB1	Combination	-8,882E-16	-323,174	-1,112E-16	1,5566	-2,13E-16	-277,2378	10-1	0
109	0	COMB1	Combination	0	-290,751	-2,299E-17	-0,0135	7,856E-16	-276,4758	109-1	0
85	6	COMB1	Combination	8,882E-16	290,577	1,813E-16	-0,1792	-4,238E-16	-275,9777	85-1	6
30	0	COMB1	Combination	0	-322,64	1,028E-16	0,1018	2,262E-16	-274,6758	30-1	0
79	0	COMB1	Combination	-2,059E-13	-320,111	2,078E-16	1,4128	1,484E-15	-272,7433	79-1	0
147	0	COMB1	Combination	-1,443E-14	-324,426	8,851E-17	-0,2484	-8,962E-16	-271,0846	147-1	0
12	0,5	COMB1	Combination	0	-240,071	1,303E-15	-1,9377	-8,181E-16	-270,2462	12-1	0,5

TRAVI PRINCIPALI CENTRALI (h55,b30)

- M Max = 204,3 kN/m → 204300 Nm
- $H_u = r \cdot \text{rad} (H:b) = 2,46 \cdot \text{rad}(6810) = 0,62 \cdot \text{rad}(6810) = 51$
- $H = 56 > 55$ NON VERIFICATA

Scegliamo quindi travi 60x30 → OK

TRAVI PRINCIPALI PERIMETRALI (h55,b30)

- M Max = 158,6 kN/m → 158600 Nm
- $H_u = 0,62 \cdot \text{rad}(158600:30) \rightarrow 45$
- $H = 50$ VERIFICATA

MENSOLE CENTRALI (h50,b30)

- M Max = 399,6 kN/m → 399600 Nm
- $H_u = 0,62 \times \text{radq}(399600:30) = 71,5$
- $H = H_u + \delta = 76,5$ NON VERIFICATA

Scegliamo quindi 80x30 → OK

MENSOLE PERIMETRALI (h50,b30)

- M Max = 254,6 kN/m → 254600 Nm
- $H_u = 57,11$
- $H = 62$ NON VERIFICATA

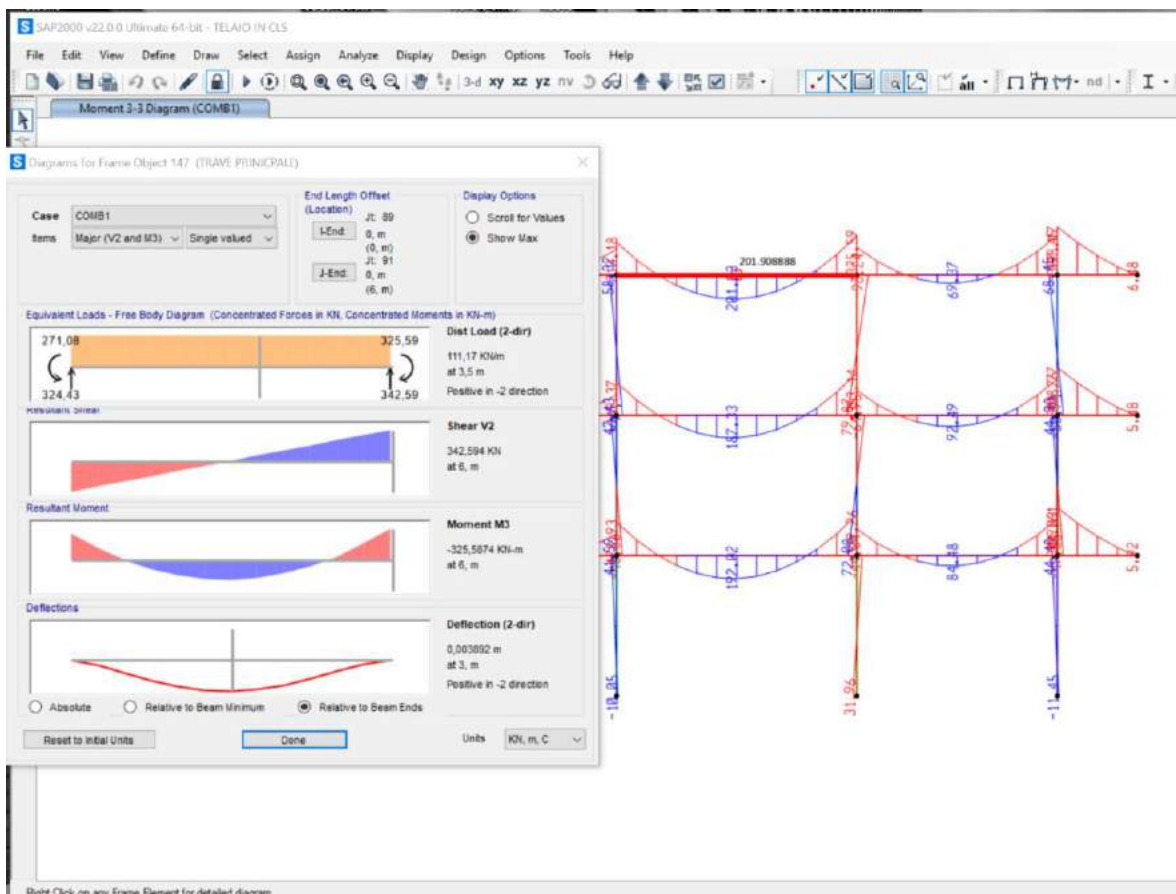
Scegliamo quindi 65x30 → OK

TRAVI SECONDARIE (h35,b25)

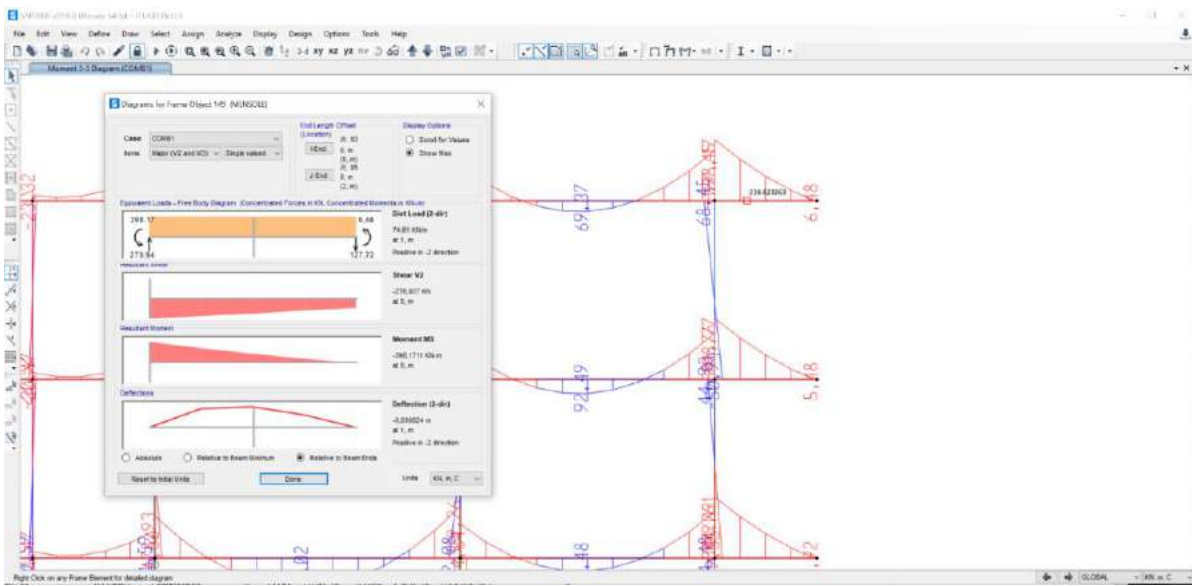
- M Max = 36,9 kN/m → 36900 Nm
- $H_u = 23,81$
- $H = 28,81$ VERIFICATA
-

Visualizziamo i diagrammi su SAP:

- **Trave principale**



- Mensole



PILASTRI

Salvataggio automatico Cartel2 - Excel Cerca

File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza Guida

Calibri 11 A A

Generale % 000 ← 0.00 → 0.00

Formattazione condizionale Formatta come tabella Stili di cella

E13 -2747,909

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
4	52	3,5 COMB1	Combination	-2504,119	17,037	1,409	0,0479	-1,1046	-33,4442	52-1	3,5
5	8	3,5 COMB1	Combination	-2507,993	17,114	1,354	0,0479	-0,9745	-33,4695	8-1	3,5
6	52	1,75 COMB1	Combination	-2604,19	17,037	1,409	0,0479	1,3619	-3,6287	52-1	1,75
7	8	1,75 COMB1	Combination	-2608,063	17,114	1,354	0,0479	1,3953	-3,5196	8-1	1,75
8	49	3,5 COMB1	Combination	-2647,839	-19,696	-43,856	-1,6614	41,7996	51,8952	49-2	1,75
9	52	0 COMB1	Combination	-2704,26	17,037	1,409	0,0479	3,8284	26,1868	52-1	0
10	8	0 COMB1	Combination	-2708,134	17,114	1,354	0,0479	3,7652	26,4302	8-1	0
11	22	0 COMB1	Combination	-2743,363	14,756	-5,019	0,0479	-14,2695	41,5925	22-1	0
12	23	0 COMB1	Combination	-2747,859	-21,942	2,287	0,0479	2,7054	-44,8409	23-1	0
13	49	1,75 COMB1	Combination	-2747,909	-19,696	-43,856	-1,6614	-34,9483	17,4279	49-2	0
14	48	3,5 COMB1	Combination	-2751,888	21,824	1,969	0,0479	-1,9566	-44,7175	48-1	3,5
15	22	1,75 COMB1	Combination	-2843,433	14,755	-5,019	0,0479	-5,4863	15,7704	22-1	1,75
16	23	1,75 COMB1	Combination	-2847,93	-21,942	2,287	0,0479	-1,2973	-6,4419	23-1	1,75
17	48	1,75 COMB1	Combination	-2851,958	21,824	1,969	0,0479	1,4898	-6,5258	48-1	1,75
18	49	1,75 COMB1	Combination	-2858,632	10,367	61,925	1,7573	-54,0829	-10,6701	49-1	1,75
19	22	3,5 COMB1	Combination	-2943,504	14,755	-5,019	0,0479	3,297	-10,0517	22-1	3,5
20	23	3,5 COMB1	Combination	-2948	-21,942	2,287	0,0479	-5,3001	31,9571	23-1	3,5
21	48	0 COMB1	Combination	-2952,029	21,824	1,969	0,0479	4,9361	31,6659	48-1	0
22	49	0 COMB1	Combination	-2958,702	10,367	61,925	1,7573	54,286	7,4723	49-1	0

Element Forces - Frames Program Control

PILASTRI P.T. CENTRALI IN CLS28/32 (40x40) FRAME 49

- $N = 2952 \text{ kN}$
- $M = 31,6$
- $e = M:N = 0,010\text{m} \rightarrow 1\text{cm}$

$1\text{cm} < H/6$ PICCOLA ECCENTRICITÀ

$f_{cd} = 15,9 \text{ Mpa}$

$I (\text{Momento d'Inerzia}) = (b \cdot h^3)/12 = 213333,33 \text{ m}^3$

$W_x (\text{Modulo di resistenza a flessione}) = (b \cdot h^2)/6 = 10666,66 \text{ m}^3$

$\sigma_N = (N \cdot 10):A = 18,45 \text{ Mpa}$

$\sigma_M = (M \cdot 1000):W_x = 2,96 \text{ Mpa}$

$\sigma_{\text{Max}} = 21,41 \text{ Mpa} > f_{cd}$ NON VERIFICATO (dobbiamo scegliere pilastri rettangolari)

PILASTRI CENTRALI PIANO PRIMO (35x35) FRAME 117

- $N = 1998,8 \text{ kN/m}$
- $M = 47,83 \text{ kN/m}$
- $e = M:N = 0,24\text{m} \rightarrow 24\text{cm} \rightarrow H/6 < 24\text{cm} < H/2$ MODERATA ECCENTRICITÀ

$f_{cd} = 15,9 \text{ Mpa}$

$I = bh^3/(12) = 125052,08 \text{ cm}^4$

$W_x = bh^2/6 = 7145,83 \text{ cm}^3$

$\sigma_N = 16,27 \text{ Mpa}$

$\sigma_M = 4,48 \text{ Mpa}$

$\sigma_{\text{Max}} = \sigma_N + \sigma_M = 20,75 > f_{cd}$ NON VERIFICATA (dobbiamo scegliere un pilastro a sezione rettangolare)

PILASTRI CENTRALI PIANO 2 (30x30) FRAME 185

- $N = 1012,4 \text{ kN}$
- $M = 33,42 \text{ kN/m}$
- $e = M:N = 0,33\text{m} \rightarrow 33\text{cm} \rightarrow H/6 < 33\text{cm} < H/2$ MODERATA ECCENTRICITÀ

$f_{cd} = 15,9 \text{ Mpa}$

$I = bh^3/(12) = 67500 \text{ Mpa}$

$W_x = bh^2/6 = 4500 \text{ Mpa}$

$\sigma_N = 11,24 \text{ Mpa}$

$\sigma_M = 7,42 \text{ Mpa}$

$\sigma_{\text{Max}} = \sigma_N + \sigma_M = 18,66 > f_{cd}$ NON VERIFICATA (dobbiamo scegliere un pilastro a sezione rettangolare)

Diagrams for Frame Object 22 (PIL_P0)

Case: COMB1

Items: Axial (P and T) Single valued

End Length Offset (Location): J: 9, I-End: 0, m, J: 19, J-End: 0, m (3,5 m)

Display Options: Scroll for Values, Show Max

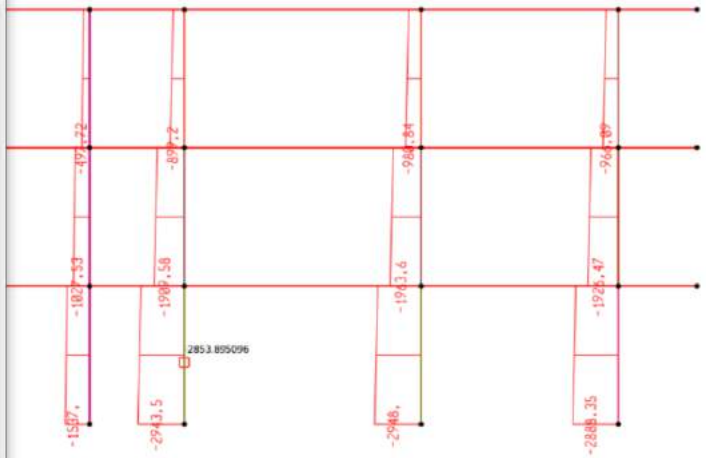
Equivalent Loads - Free Body Diagram (Concentrated Forces in KN, Concentrated Torsions in KN-m)

Dist Load (1-dir): 2743,36, 2943,5, -57,16 KN/m at 1,75 m, Positive in -1 direction

Resultant Axial force: Axial: -2943,504 KN at 3,5 m

Resultant Torsion: Torsion: 0,0479 KN-m at 3,5 m

Reset to initial Units Done Units: KN, m, C



RENDER:

