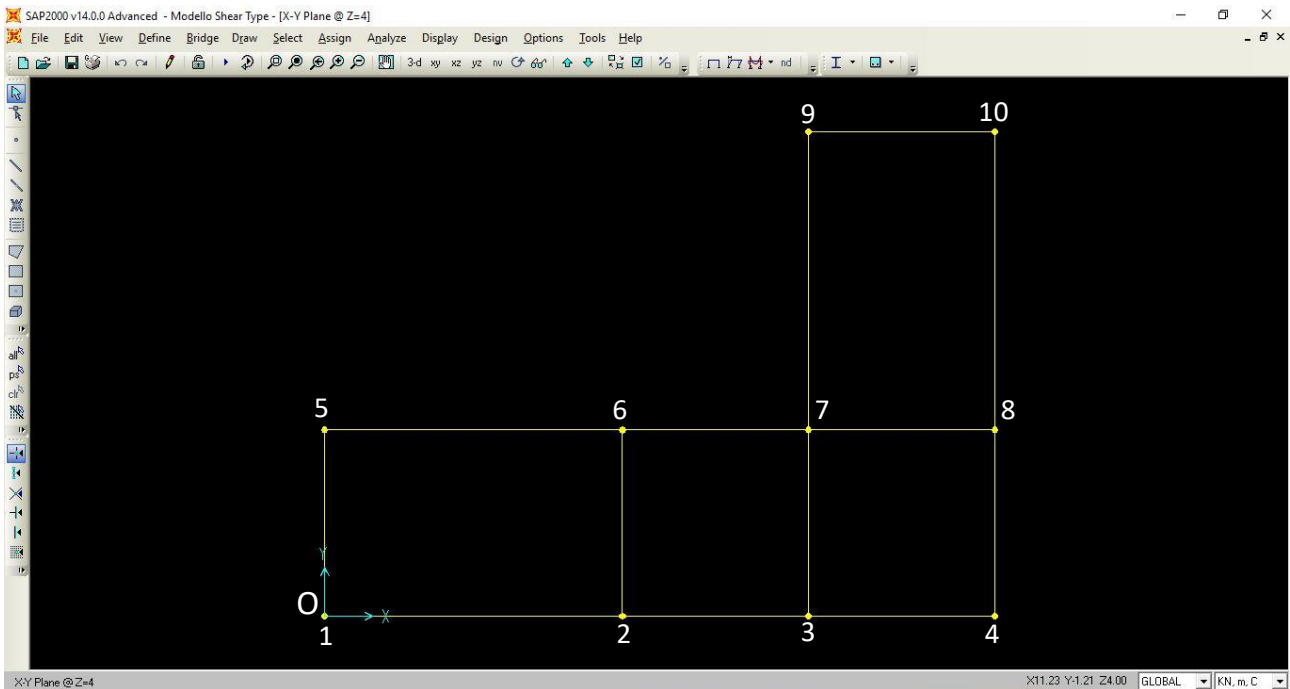


Si considera una struttura ad un solo piano composta da 4 telai verticali (paralleli all'asse y) e 3 telai orizzontali (paralleli all'asse x)



- Telaio 1v composto da: Pilastrini 1 e 5
- Telaio 2v composto da: Pilastrini 2 e 6
- Telaio 3v composto da: Pilastrini 3, 7 e 9
- Telaio 4v composto da: Pilastrini 4, 8 e 10
- Telaio 1o composto da: Pilastrini 1, 2, 3 e 4
- Telaio 2o composto da: Pilastrini 5, 6, 7 e 8
- Telaio 3o composto da: Pilastrini 9 e 10

Campata rettangolare di dimensioni 8x5 m
 Campata quadrata di dimensioni 5x5 m

I telai, oltre a trasmettere i carichi verticali alle fondazioni, possono svolgere il ruolo di controventi poiché sono in grado di sopportare anche le azioni orizzontali. Sul foglio Excel nello step 1 si calcolano le rigidezze traslanti associate ai controventi.

Step 1: calcolo delle rigidezze traslanti dei controventi dell'edificio						
Telaio 1v	1-5	pilastrini che individuano il telaio		Telaio 1o	1-2-3-4	pilastrini che individuano il telaio
E (N/mm ²)	3147600.00	modulo di Young		E	3147600.00	modulo di Young
H (m)	4.00	altezza dei pilastrini		H	4.00	altezza dei pilastrini
I ₁ (cm ⁴)	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 1		I ₁	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 1
I ₂	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 2		I ₂	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 2
I ₃	0.00	momento d'inerzia pilastrino 3		I ₃	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 3
I ₄	0.00	momento d'inerzia pilastrino 4		I ₄	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 4
K_T (KN/m)	796736.25	rigidezza traslante telaio 1		K_T	1593472.50	rigidezza traslante telaio 5
Telaio 2v	2-6	pilastrini che individuano il telaio		Telaio 2o	5-6-7-8	pilastrini che individuano il telaio
E	3147600.00	modulo di Young		E	3147600.00	modulo di Young
H	4.00	altezza dei pilastrini		H	4.00	altezza dei pilastrini
I ₁	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 1		I ₁	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 1
I ₂	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 2		I ₂	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 2
I ₃	0.00	momento d'inerzia pilastrino 3		I ₃	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 3
I ₄	0.00	momento d'inerzia pilastrino 4		I ₄	67500.00	momento d'inerzia pilastrino 4
K_T	796736.25	rigidezza traslante telaio 2		K_T	1593472.50	rigidezza traslante telaio 6

Telaio 3v			3-7-9			pilastri che individuano il telaio		
E	3147600.00	modulo di Young						
H	4.00	altezza dei pilastri						
I 1	67500.00	momento d'inerzia pilastro 1						
I 2	67500.00	momento d'inerzia pilastro 2						
I 3	67500.00	momento d'inerzia pilastro 3						
I 4	0.00	momento d'inerzia pilastro 4						
K_T	1195104.38	rigidezza traslante telaio 3						

Telaio 3o			9-10			pilastri che individuano il telaio		
E	3147600.00	modulo di Young						
H	4.00	altezza dei pilastri						
I 1	67500.00	momento d'inerzia pilastro 1						
I 2	67500.00	momento d'inerzia pilastro 2						
I 3	0.00	momento d'inerzia pilastro 3						
I 4	0.00	momento d'inerzia pilastro 4						
K_T	796736.25	rigidezza traslante telaio 7						

Telaio 4v			4-8-10			pilastri che individuano il telaio		
E	3147600.00	modulo di Young						
H	4.00	altezza dei pilastri						
I 1	67500.00	momento d'inerzia pilastro 1						
I 2	67500.00	momento d'inerzia pilastro 2						
I 3	67500.00	momento d'inerzia pilastro 3						
I 4	0.00	momento d'inerzia pilastro 4						
K_T	1195104.38	rigidezza traslante telaio 4						

Nello step 2 vengono riportate le rigidezze di tutti i controventi, orizzontali e verticali, calcolate nel primo step, con le relative distanze.

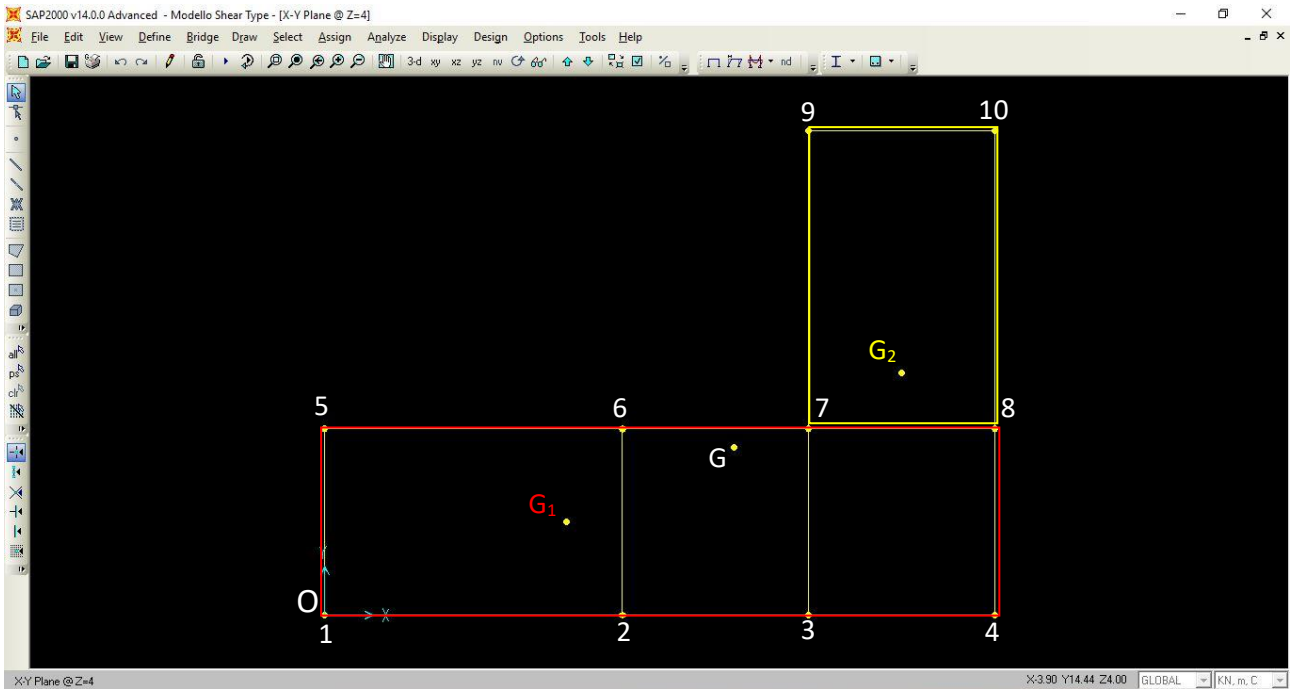
Step 2: tabella sinottica controventi e distanze		
Kv1(KN/m)	796736.25	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	796736.25	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	1195104.38	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	1195104.38	rigidezza traslante contr.vert.4
dv2 (m)	8.00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	13.00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	18.00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	1593472.50	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	1593472.50	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	796736.25	rigidezza traslante contr.orizz.3
do2	5.00	distanza verticale controvento punto O
do3	13.00	distanza verticale controvento punto O

Nello step3 si calcola il centro di massa dell'impalcato, immaginando di dividere la struttura in due parti per trovare in baricentro di massa di ognuna e poi usando la formula la formula:

$$X_G = \frac{x_{G1} * A_1 + x_{G2} * A_2}{A_{tot}}$$

$$Y_G = \frac{y_{G1} * A_1 + y_{G2} * A_2}{A_{tot}}$$

Step 3: calcolo del centro di massa		
area_1 (mq)	90.00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	9.00	coordinata X centro area 1
y_G1	2.50	coordinata Y centro area 1
area_2	40.00	misura dell'area superficie 2
x_G2	15.50	coordinata X centro area 2
y_G2	9.00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	130.00	Area totale impalcato
X_G	11.00	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	4.50	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

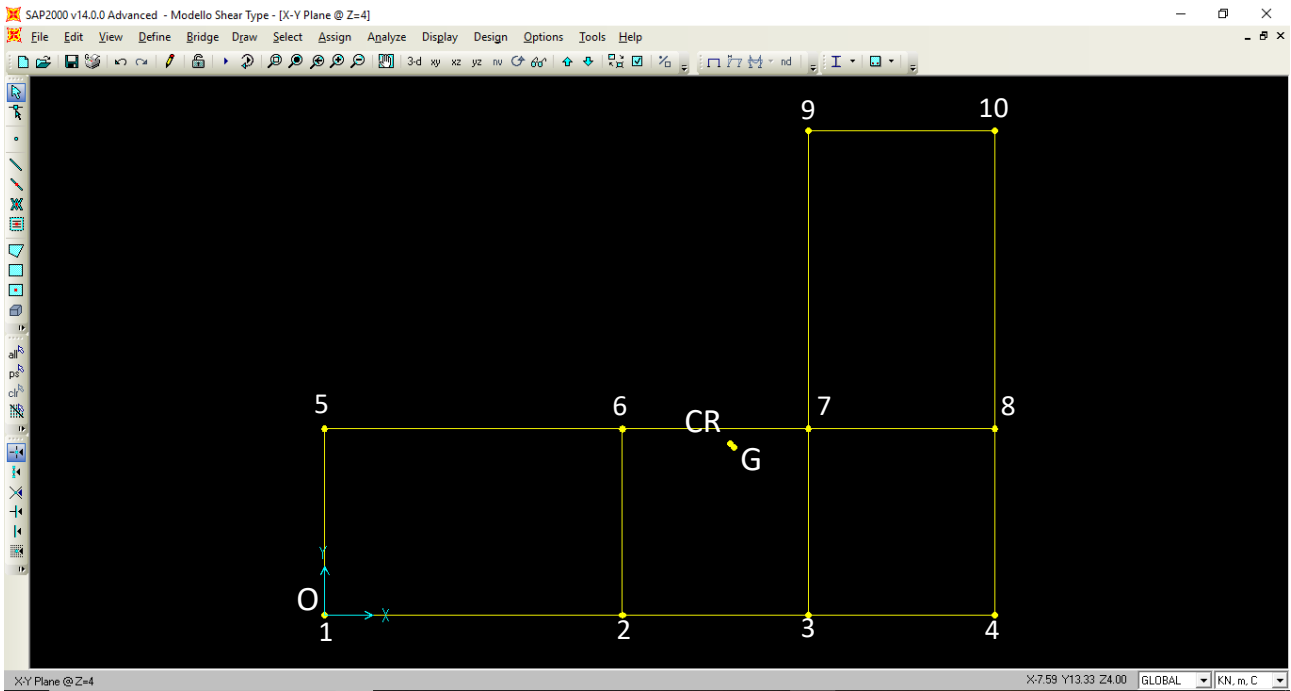


Nello step 4 si calcolano: la rigidezza totale orizzontale, somma delle rigidezze dei singoli controventi orizzontali, la rigidezza totale verticale, somma delle rigidezze dei singoli controventi verticali, le coordinate del centro delle rigidezze dell'impalcato e la rigidezza torsionale totale. Per il calcolo delle coordinate del centro delle rigidezze vengono usate le seguenti formule:

$$X_C = \frac{k_{v1} * d_{v1} + k_{v2} * d_{v2} + k_{v3} * d_{v3} + k_{v4} * d_{v4}}{k_{v_{tot}}}$$

$$Y_C = \frac{k_{o1} * d_{o1} + k_{o2} * d_{o2} + k_{o3} * d_{o3}}{k_{o_{tot}}}$$

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali		
Ko_tot	3983681.25	rigidezza totale orizzontale
Kv_tot	3983681.25	rigidezza totale verticale
X_C (m)	10.90	coordinata X centro rigidezze
Y_C	4.60	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-10.90	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-2.90	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	2.10	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	7.10	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-4.60	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	0.40	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	8.40	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	257066951.06	rigidezza torsionale totale



Nello step 5 si effettua l'analisi dei carichi sismici per ricavare la forza sismica che agisce nel centro di massa.

Step 5: analisi dei carichi sismici		
q_s (KN/mq)	4.21	carico permanente di natura strutturale
q_p	3.43	sovraccarico permanente
q_a	3.00	sovraccarico accidentale
G (KN)	993.20	carico totale permanente
Q (KN)	390.00	carico totale accidentale
ψ	0.30	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	1110.20	Pesi sismici
c	0.15	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	166.53	Forza sismica orizzontale

Lo step 6 e lo step 7 sono i passaggi finali e portano a determinare la ripartizione della forza sismica sui controventi e gli effetti cinematici sull'impalcato, in termini di traslazione e di rotazione rigida

Step 6: ripartizione forza sismica lungo X		
M (KN*m)	16.65	momento torcente (positivo se antiorario)
u_o (m)	0.0000418	traslazione orizzontale
ϕ	0.00000001	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	-0.56	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	-0.15	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	0.16	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	0.55	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	66.14	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	66.65	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	33.74	Forza sul controvento orizzontale 3
	166.53	
		66.61
		66.61
		33.31
		166.53

Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y		
M (KN*M)	16.65	momento torcente
v _o (KN)	0.000042	traslazione verticale
φ	0.0000001	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	32.74	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	33.16	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	50.12	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	50.51	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	-0.47	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	0.04	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	0.43	Forza sul controvento orizzontale 3
	166.53	
		33.31
		33.31
		49.96
		49.96
		166.53

Nello step 6 si considera che la forza sismica agisca in direzione x; di conseguenza, l'impalcato potrebbe subire una traslazione orizzontale ed una rotazione rigida. Nello step 7, la forza sismica viene considerata agente in direzione y e quindi l'impalcato potrebbe subire una traslazione verticale ed una rotazione rigida.