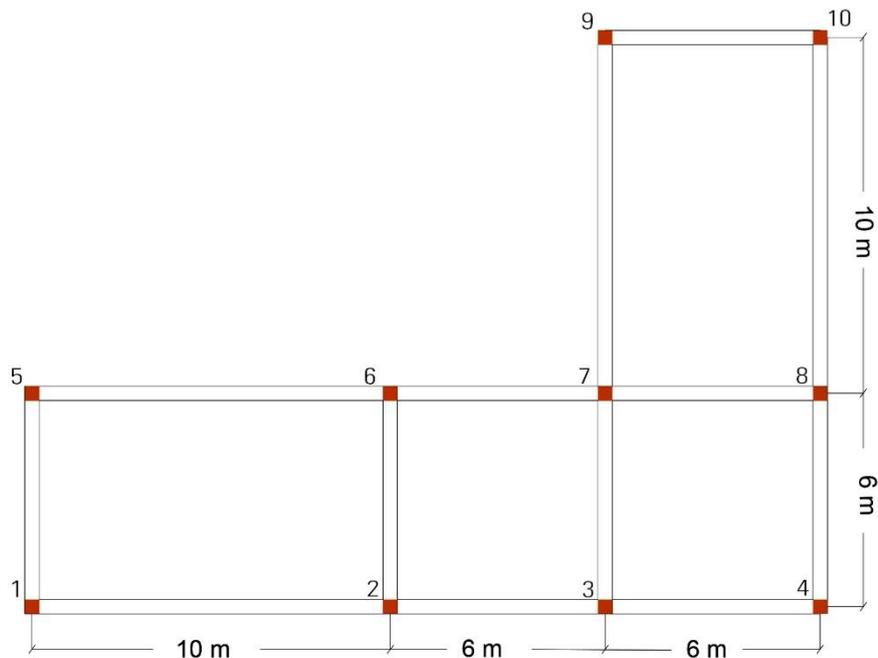


Con questa esercitazione, studiamo il rapporto tra il centro di *massa* e il centro delle *rigidezze* per una struttura caratterizzata da telai Shear-type; l'obiettivo è quello di cercare una vicinanza minima tra i due centri in modo da evitare la conseguente nascita di una rotazione.

La struttura analizzata è costituita da un telaio ad un solo piano e da due moduli di campata di dimensioni 10 x 6 m e 6 x 6 m.

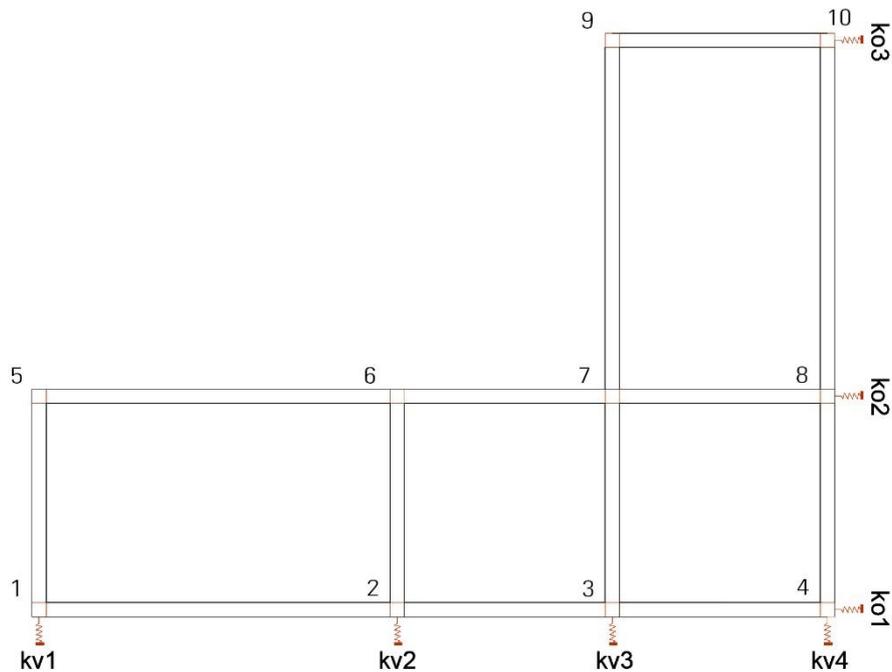


Individuo nella struttura 7 telai, di cui 4 verticali e 3 orizzontali:

Telaio 1V	composto da :	Pilastrì 1-5
Telaio 2V	composto da :	Pilastrì 2-6
Telaio 3V	composto da :	Pilastrì 3-7-9
Telaio 4 V	composto da :	Pilastrì 4-8-10
Telaio 1 O	composto da .	Pilastrì 1-2-3-4
Telaio 2 O	composto da :	Pilastrì 5-6-7-8
Telaio 3 O	composto da :	Pilastrì 9-10

Ogni singolo telaio, per semplificazione, è stato assimilato ad un telaio Shaer-type, andando a modificare su Sap la rigidezza flessionale aumentando il momento d'inerzia delle travi intorno all'asse 3 (comando: Property Modifiers).

A questo punto, schematizzo nel piano dell'impalcato, i controventi, come molle che esprimono la rigidità del telaio che è stato pensato in cemento armato con una sezione di 40 x 40 cm per ogni pilastro.



STEP 1: CALCOLO RIGIDENZE TRASLANTI DEI CONTROVENTI DELLA STRUTTURA

Inizio a calcolare la rigidità traslante di ogni singolo telaio con la seguente formula:

$$K = 12 EJ / h^3$$

E osservo come potrei aumentare direttamente la rigidità aumentando il modulo elastico del materiale o il momento di inerzia, oppure, come potrei aumentare indirettamente la rigidità diminuendo l'altezza degli elementi strutturali.

L'incognita necessaria per calcolare la rigidità di ogni singolo telaio è il momento di inerzia per una sezione quadrata.

$$I_x = (b \cdot h^3) / 12 = 213333,30$$

$$I_y = (b \cdot h^3) / 12 = 213333,30$$

I valori ottenuti sono identici proprio in virtù della scelta di una sezione quadrata che implica la stessa rotazione della sezione sia sull'asse orizzontale che verticale.

1	Telaio 1V 1_5	pilastri che individuano il telaio	
2	E (N/mm ²)	25000	modulo di Young
3	H (m)	3	altezza pilastri
4	I_1 (cm ⁴)	213333,3	momento d'inerzia pilastro 1
5	I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro 2
6	I_3	0	momento d'inerzia pilastro 3
7	I_4	0	momento d'inerzia pilastro 4
8	K_T(KN/m)	47407,4	rigidezza traslante telaio1
9			
10	Telaio 2V 2_6	pilastri che individuano il telaio	
11	E	25000	modulo di Young
12	H	3	altezza pilastri
13	I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro 1
14	I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro 2
15	I_3	0	momento d'inerzia pilastro 3
16	I_4	0	momento d'inerzia pilastro 4
17	K_T	47407,4	rigidezza traslante telaio2
18			
19	Telaio 3V 3_7_9	pilastri che individuano il telaio	
20	E	25000	modulo di Young
21	H	3	altezza pilastri
22	I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro1
23	I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro2
24	I_3	213333,3	momento d'inerzia pilastro3
25	I_4	0	momento d'inerzia pilastro4
26	K_T	71111,1	rigidezza traslante telaio 3

Telaio 1o	1_2_3_4	pilastri che individuano il telaio	
E	25000	modulo di Young	
H	3	altezza pilastri	
I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro1	
I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro2	
I_3	213333,3	momento d'inerzia pilastro3	
I_4	213333,3	momento d'inerzia pilastro4	
K_T	94814,8	rigidezza traslante telaio5	
Telaio 2o	5_6_7_8	pilastri che individuano il telaio	
H	3	altezza pilastri	
E	25000	modulo di Young	
I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro1	
I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro2	
I_3	213333,3	momento d'inerzia pilastro3	
I_4	213333,3	momento d'inerzia pilastro4	
K_T	94814,8	rigidezza traslante telaio6	
Telaio 3o	9_10	pilastri che individuano il telaio	
E	25000	modulo di Young	
H	3	altezza pilastri	
I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro1	
I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro2	
I_3	0	momento d'inerzia pilastro3	
I_4	0	momento d'inerzia pilastro4	
K_T	47407,4	rigidezza traslante telaio7	

Telaio 4V	4_8_10	pilastri che individuano il telaio	
E	25000	modulo di Young	
H	3	altezza pilastri	
I_1	213333,3	momento d'inerzia pilastro1	
I_2	213333,3	momento d'inerzia pilastro2	
I_3	213333,3	momento d'inerzia pilastro3	
I_4	0	momento d'inerzia pilastro4	
K_T	71111,1	rigidezza traslante telaio 4	

Con il valore ottenuto ho compilato le seguenti tabelle per calcolare la rigidezza traslante di ogni singolo telaio;

STEP 2: TABELLA RIASSUNTIVA

Kv1(KN/m)	47404,4	rigidezza traslante controvento1		
Kv2	47407,4	rigidezza traslante controvento2		
Kv3	71111,1	rigidezza traslante controvento3		
Kv4	71111,1	rigidezza traslante controvento4		
dv2(m)	10	distanza orizzontale controvento dal punto 0		
dv3(m)	16	distanza orizzontale controvento dal punto 0		
dv4(m)	22	distanza orizzontale controvento dal punto 0		
Ko1(KN/m)	94814,8	rigidezza traslante controvento1		
Ko2	94814,8	rigidezza traslante controvento2		
Ko3	47407,4	rigidezza traslante controvento3		
do2	6	distanza verticale controvento dal punto 0		
do3	16	distanza verticale controvento dal punto 0		

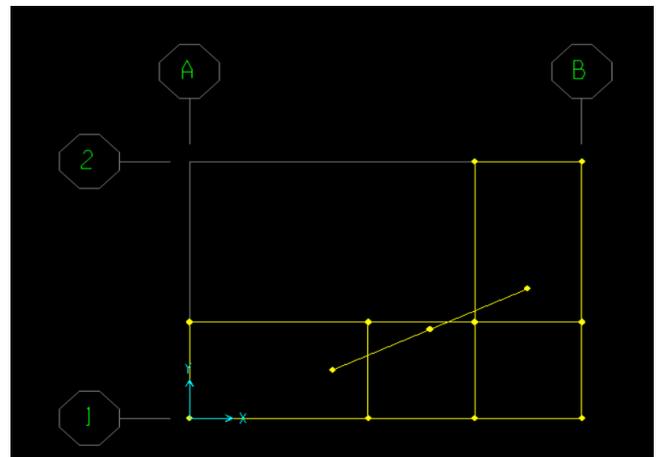
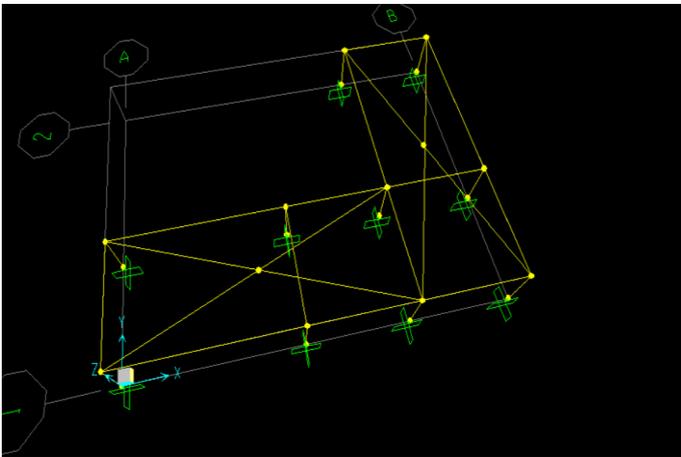
STEP 3: CALCOLO DEL CENTRO DI MASSA

Per trovare il centro di massa dell'impalcato, riconduciamo la forma "complessa" a due rettangoli e troviamo le coordinate del centro di massa applicando le seguenti formule:

$$X_G = \frac{A_1 X_1 + A_2 X_2}{A_{tot}} =$$
$$Y_G = \frac{A_1 Y_1 + A_2 Y_2}{A_{tot}} =$$

area1(mq)	96	misura dell'area superficie1	
x_G1(m)	8	coordinata x centro area1	
y_G1(m)	3	coordinata y centro area1	
area2(mq)	96	misura dell'area superficie2	
x_G2(m)	19	coordinata x centro area2	
y_G2(m)	8	coordinata y centro area2	
Area TOT.	192	area totale dell'impalcato	
X_G	13,5	coordinata X centro d'area impalcato	
y_G	5,5	coordinata Y centro d'area impalcato	

Ricerca del centro di massa secondo un procedimento geometrico su Sap;

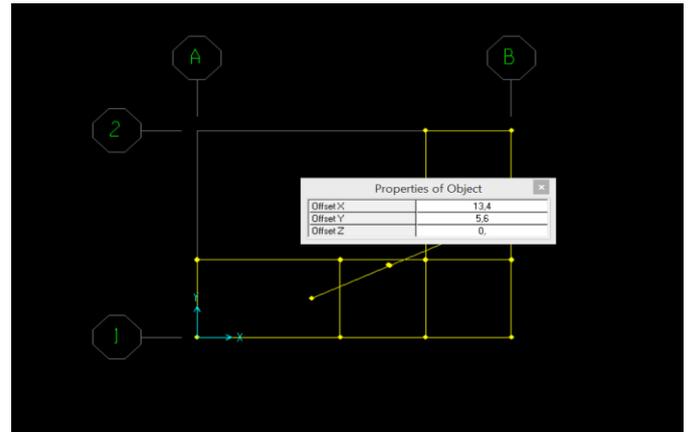


Il centro di rigidezza non coincide con il centro di massa, dunque lo calcoleremo con la tabella Excel;

STEP 4: CALCOLO DEL CENTRO DI RIGIDEZZA E DELLE RIGIDEZZE GLOBALI

Si calcolano: 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.

K0_tot	237037	rigidezza totale orizzontale	
KV_tot	237037	rigidezza totale verticale	
X_C(m)	13,4	coordinata X centro rigidezze	
Y_C(m)	5,6	coordinata Y centro rigidezze	
dd_v1	-13,4	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_v2	-3,4	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_v3	2,6	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_v4	8,6	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_o1	-5,6	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_o2	0,4	distanza controvento dal centro rigidezze	
dd_o3	10,4	distanza controvento dal centro rigidezze	
K_(KN*m)	22916737,2	rigidezza torsionale totale	



Risulta dai calcoli, dunque, che il centro delle rigidezze è molto vicino al centro delle masse; questo è un fattore molto rassicurante dal momento in cui la distanza tra i due centri influenza il comportamento della struttura sotto l'azione del carico sismico: la forza viene considerata come una forza puntuale applicata al centro di massa G, dunque la sua vicinanza al centro delle rigidezze C impone un braccio piuttosto ridotto.

Per eseguire l'analisi dei carichi sismici, dobbiamo conoscere la stratigrafia del solaio per calcolare i carichi permanenti, accidentali e strutturali.

STEP 5: ANALISI DEI CARICHI SISMICI

q_s(KN/mq)	3,42	carico permanente di natura strutturale	
q_p	7,5	sovraccarico permanente	
q_a	2	sovraccarico accidentale	
G(KN)	2096,64	carico totale permanente	
Q(KN)	384	carico totale accidentale	
§	0,3	coefficiente di contemporaneità	
W(KN)	2211,84	Pesi sismici	
c	0,1	coefficiente di intensità sismica	
F(KN)	221,18	Forza sismica orizzontale	

STEP 6: RIPARTIZIONE FORZA SISMICA LUNGO X

M(KN*m)	22,12	mometo torcente (positivo se antiorario)	
u_o(m)	0,001	traslazione orizzontale	
0	0	rotazione impalcato (positiva se antiorario)	
Fv1(KN)	-0,61	Forza sul controvento verticale1	
Fv2	-0,16	Forza sul controvento verticale2	
Fv3	0,18	Forza sul controvento verticale3	
Fv4	0,59	Forza sul controvento verticale4	
Fo1	87,96	Forza sul controvento orizzontale1	
Fo2	88,51	Forza sul controvento orizzontale2	
Fo3	44,71	Forza sul controvento orizzontale3	
	221,18		
		88,47	
		88,47	
		44,24	
			221,18

