

# Esercitazione n. 2

## *Centro delle rigidzze e ripartizione delle forze sismiche*

- 1)** Telaio Shear-type costituito da 4 telai (verticalmente) e 3 telai (orizzontalmente) disposti come da tabella (pag 2).

La sua rigidzza equivale a  $K = \frac{12EI}{H^3}$

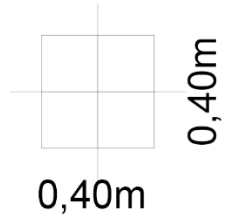
- 2)** Trovo i valori  $d_{vi}$  e  $d_{oi}$  che mostrano la distanza di ogni telaio dal punto di origine del sistema (angolo in basso a sinistra).

- 3)** Individuo il Centro di massa. Ipotizzando un impalcato uniforme, calcolo le coordinate del CM tramite le formule:

$$x_c = \frac{\sum(k_{vi})(d_{vi})}{k_{v\_tot}}$$

$$y_c = \frac{\sum(k_{oi})(d_{oi})}{k_{o\_tot}}$$

- 4)** Non coincidendo il centro delle rigidzze con quello di massa, se sottopongo l'impalcato ad un carico orizzontale, esso tenderà a ruotare per il braccio tra il punto di applicazione della forza (CM) e il centro delle rigidzze, causando momento.
- 5)** Ipotizzo un carico strutturale (per stimare la forza sismica che potrebbe agire sull'impalcato), un carico permanente e un sovraccarico accidentale di 4 kN/mq ciascuno. Li considero per l'intero edificio, li sommo e li riduco per un coefficiente di intensità sismica: ottengo il valore della forza sismica orizzontale.
- 6)** Le ultime tabelle (pag. 4) mostrano la ripartizione di forza sismica lungo le due direzioni principali, mostrando i dati per le traslazioni e le torsioni.
- 7)** Analizzo il tutto Tramite SAP.



Telaio 1v: pilastri 1-5

Telaio 2v: pilastri 2-6

Telaio 3v: pilastri 3,7,9

Telaio 1o: 1-2-3-4

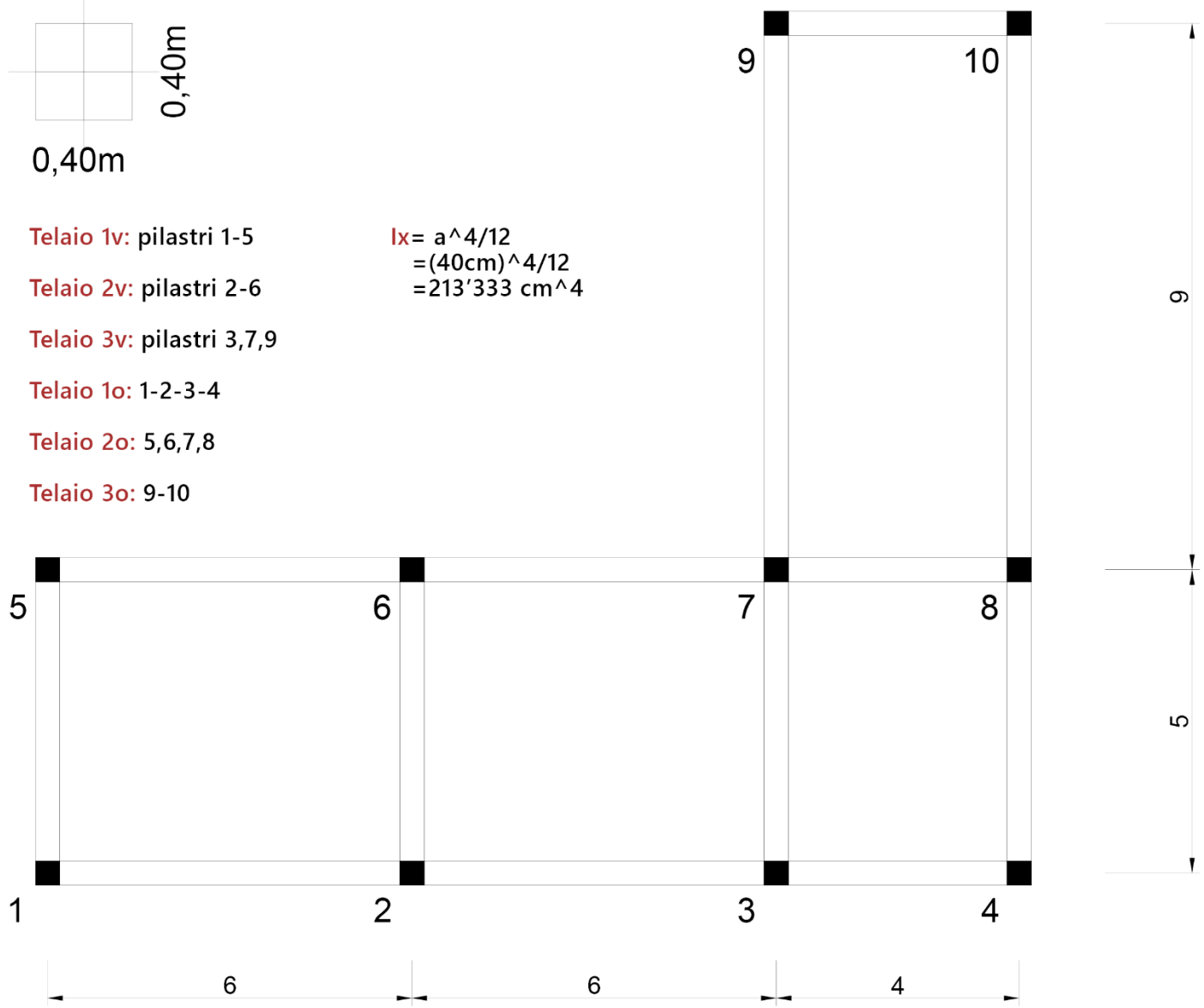
Telaio 2o: 5,6,7,8

Telaio 3o: 9-10

$$I_x = \frac{a^4}{12}$$

$$= \frac{(40\text{cm})^4}{12}$$

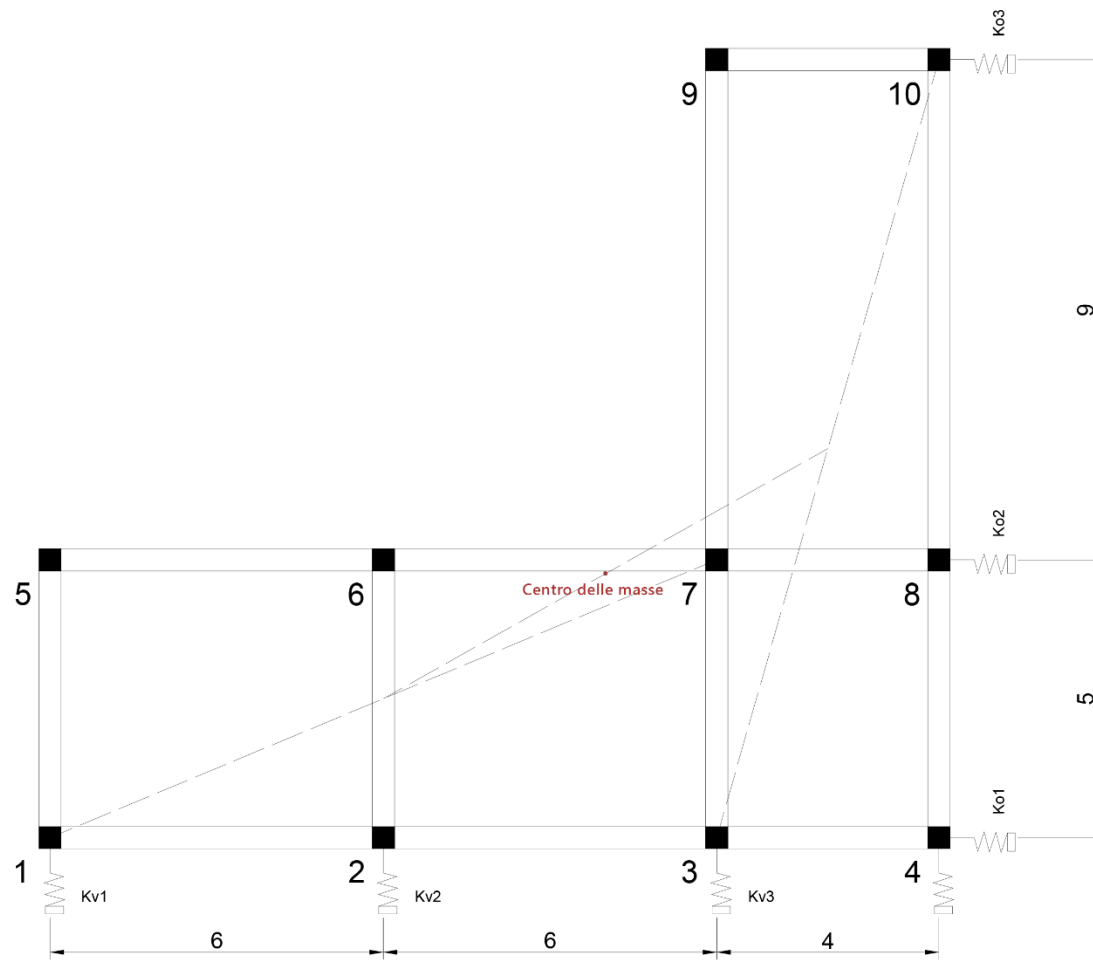
$$= 213'333 \text{ cm}^4$$

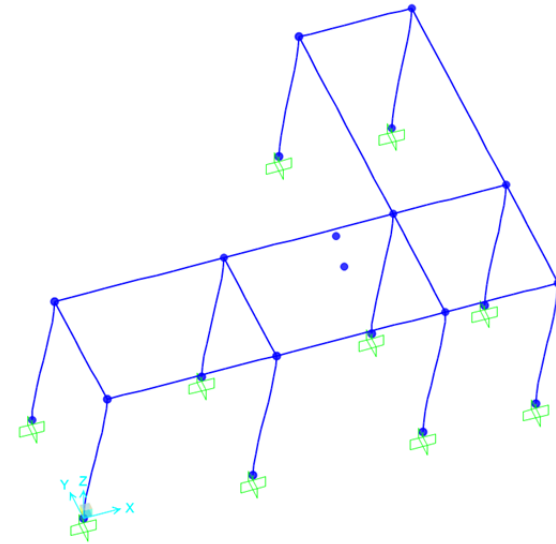
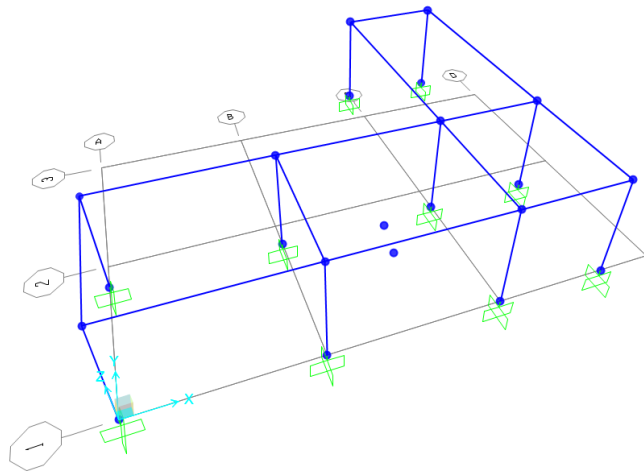


**Step 1: calcolo delle rigidezze traslanti dei controventi dell'edificio**

<b>Telaio 1v</b>	<b>1-5</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 1o</b>	<b>1-2-3-4</b>	pilastri che individuano il telaio
E (N/mm <sup>2</sup> )	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young
H (m)	4,00	altezza dei pilastri		H	4,00	altezza dei pilastri
I_1 (cm <sup>4</sup> )	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1		I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2		I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3		I_3	213333,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4		I_4	213333,00	momento d'inerzia pilastro 4
<b>K_T (KN/m)</b>	<b>16799,97</b>	<b>rigidezza traslante telaio 1</b>		<b>K_T</b>	<b>33599,95</b>	<b>rigidezza traslante telaio 5</b>
<b>Telaio 2v</b>	<b>2-6</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 2o</b>	<b>5-6-7-8</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young
H	4,00	altezza dei pilastri		H	4,00	altezza dei pilastri
I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1		I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2		I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3		I_3	213333,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4		I_4	213333,00	momento d'inerzia pilastro 4
<b>K_T</b>	<b>16799,97</b>	<b>rigidezza traslante telaio 2</b>		<b>K_T</b>	<b>33599,95</b>	<b>rigidezza traslante telaio 6</b>
<b>Telaio 3v</b>	<b>3-7-9</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 3o</b>	<b>9-10</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young
H	4,00	altezza dei pilastri		H	4,00	altezza dei pilastri
I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1		I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2		I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	213333,00	momento d'inerzia pilastro 3		I_3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4		I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
<b>K_T</b>	<b>25199,96</b>	<b>rigidezza traslante telaio 3</b>		<b>K_T</b>	<b>16799,97</b>	<b>rigidezza traslante telaio 7</b>
<b>Telaio 4v</b>	<b>4-8-10</b>	pilastri che individuano il telaio				
E	21000,00	modulo di Young				
H	4,00	altezza dei pilastri				
I_1	213333,00	momento d'inerzia pilastro 1				
I_2	213333,00	momento d'inerzia pilastro 2				
I_3	213333,00	momento d'inerzia pilastro 3				
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4				
<b>K_T</b>	<b>25199,96</b>	<b>rigidezza traslante telaio 4</b>				

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze			Step 5: analisi dei carichi sismici		
Kv1(KN/m)	16799,97	rigidezza traslante contr.vert.1	q_s (KN/mq)	4,00	carico permanente di natura strutturale
Kv2	16799,97	rigidezza traslante contr.vert.2	q_p	4,00	sovraccarico permanente
Kv3	25199,96	rigidezza traslante contr.vert.3	q_a	4,00	sovraccarico accidentale
Kv4	25199,96	rigidezza traslante contr.vert.4	G (KN)	928,00	carico totale permanente
dv2 (m)	6,00	distanza orizzontale controvento dal punto O	Q (KN)	464,00	carico totale accidentale
dv3	12,00	distanza orizzontale controvento dal punto O	$\psi$	0,80	coefficiente di contemporaneità
dv4	16,00	distanza orizzontale controvento dal punto O	W (KN)	1299,20	Pesi sismici
Ko1(KN/m)	33599,95	rigidezza traslante contr.orizz.1	c	0,10	coefficiente di intensità sismica
Ko2	33599,95	rigidezza traslante contr.orizz.2	F (KN)	129,92	Forza sismica orizzontale
Ko3	16799,97	rigidezza traslante contr.orizz.3			
do2	4,00	distanza verticale controvento punto O	<b>Step 6: ripartizione forza sismica lungo X</b>		
do3	8,00	distanza verticale controvento punto O			
<b>Step 3: calcolo del centro di massa</b>			M (KN*m)	-191,30	momento torcente (positivo se antiorario)
area_1 (mq)	60,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)	u_o (m)	0,002	traslazione orizzontale
x_G1 (m)	6,00	coordinata X centro area 1	$\varphi$	-0,00005	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
y_G1	2,50	coordinata Y centro area 1	Fv1 (KN)	8,35	Forza sul controvento verticale 1
area_2	56,00	misura dell'area superficie 2	Fv2	3,13	Forza sul controvento verticale 2
x_G2	14,00	coordinata X centro area 2	Fv3	-3,13	Forza sul controvento verticale 3
y_G2	7,00	coordinata Y centro area 2	Fv4	-8,35	Forza sul controvento verticale 4
Area tot (mq)	116,00	Area totale impalcato	Fo1	57,53	Forza sul controvento orizzontale 1
X_G	9,86	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)	Fo2	50,58	Forza sul controvento orizzontale 2
Y_G	4,67	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)	Fo3	21,81	Forza sul controvento orizzontale 3
				129,92	
					51,97
					51,97
					25,98
					129,92
<b>Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali</b>			<b>Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y</b>		
Ko_tot	83999,87	rigidezza totale orizzontale	M (KN*M)	34,05	momento torcente
Kv_tot	83999,87	rigidezza totale verticale	v_o (KN)	0,002	traslazione verticale
X_C (m)	9,60	coordinata X centro rigidezze	$\varphi$	0,00001	rotazione impalcato
Y_C	3,20	coordinata Y centro rigidezze	Fv1 (KN)	24,50	Forza sul controvento verticale 1
dd_v1	-9,60	distanze controvento dal centro rigidezze	Fv2	25,43	Forza sul controvento verticale 2
dd_v2	-3,60	distanze controvento dal centro rigidezze	Fv3	39,53	Forza sul controvento verticale 3
dd_v3	2,40	distanze controvento dal centro rigidezze	Fv4	40,46	Forza sul controvento verticale 4
dd_v4	6,40	distanze controvento dal centro rigidezze	Fo1	-0,99	Forza sul controvento orizzontale 1
dd_o1	-3,20	distanze controvento dal centro rigidezze	Fo2	0,25	Forza sul controvento orizzontale 2
dd_o2	0,80	distanze controvento dal centro rigidezze	Fo3	0,74	Forza sul controvento orizzontale 3
dd_o3	4,80	distanze controvento dal centro rigidezze		129,92	
K_φ (KN*m)	3695994,23	rigidezza torsionale totale			25,98
					25,98
					38,98
					38,98
					129,92





**7)** Tramite SAP analizzo la deformazione del mio telaio shear-type (pilastri 40x40 in CA e travi con momento d'inerzia tendente all'infinito, per la sua rigidezza).

Evidenzio il centro di massa e centro delle rigidezze, ai quali assegno il vincolo interno DIAPHRAM, per imporre una rotazione uguale intorno ad un asse. Dopo aver fatto l'analisi dei carichi sismici (ipotizzando il carico permanente strutturale, il sovraccarico permanente e il sovraccarico accidentale), la ripartizione della forza sismica lungo x e lungo y, posso assegnare al centro di massa il carico che ho ottenuto (129,92, vedi a pag. 4) e osservare le deformazioni.