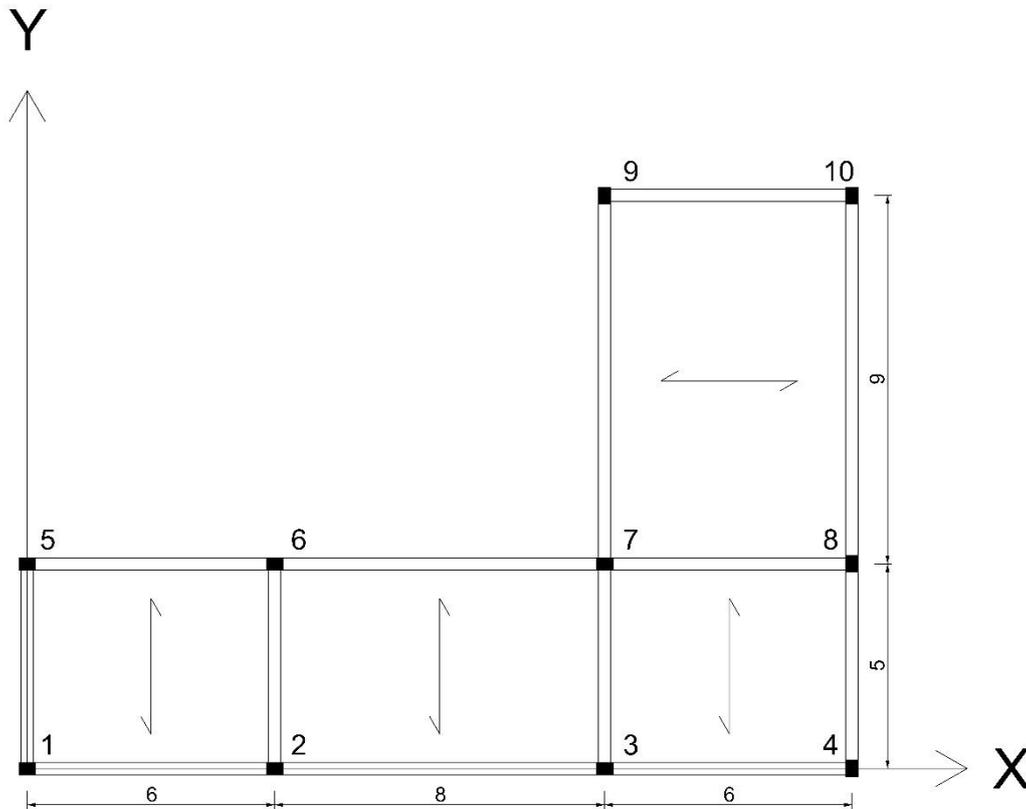


Nella seguente esercitazione bisogna calcolare come viene distribuita una **forza orizzontale** sui telai della struttura attraverso il metodo il **metodo delle rigidzze**. Quello preso in considerazione è un edificio composto da telai del tipo **Shear-Type**

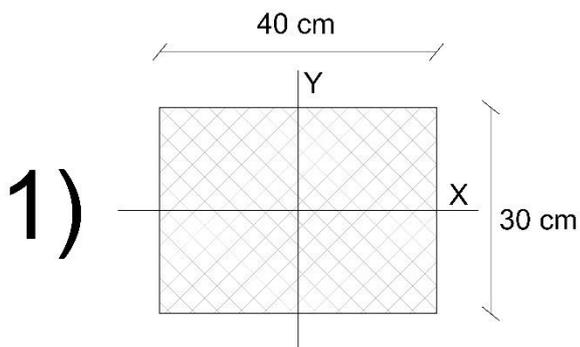


A comporre l'impalcato individuo **7 telai piani**:

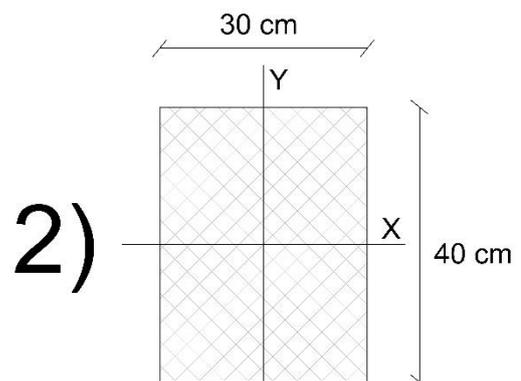
- Telaio 1v → pilastri 1,5
- Telaio 2v → pilastri 2,6
- Telaio 3v → pilastri 3,7,9
- Telaio 4v → pilastri 4,8,10
- Telaio 1o → pilastri 1,2,3,4
- Telaio 2o → pilastri 5,6,7,8
- Telaio 3o → pilastri 9,10

$$1) I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 30^3}{12} = 90000 \text{ cm}^4 \quad I_y = \frac{30 \cdot 40^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$2) I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 30^3}{12} = 90000 \text{ cm}^4 \quad I_x = \frac{30 \cdot 40^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$



Pilastri 1,2,3,5,6,7



Pilastri 4,8,9,10

Step 1) Inserisco i dati nel foglio Excel. Ottengo così i valori delle rigidezze traslanti associate ai controventi:

Telaio 1v	1-5	pilastrì che individuano il telaio
E (N/mm ²)	25000,00	modulo di Young
H (m)	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁ (cm ⁴)	160000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	160000,00	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 (KN/m)	32224,50	rigidezza traslante telaio 1

Telaio 1o	1-2-3-4	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	90000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	90000,00	momento d'inerzia pilastro 2
I ₃	90000,00	momento d'inerzia pilastro 3
I ₄	160000,00	momento d'inerzia pilastro 4
K _T	43301,67	rigidezza traslante telaio 5

Telaio 2v	2-6	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	160000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	160000,00	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	32224,50	rigidezza traslante telaio 2

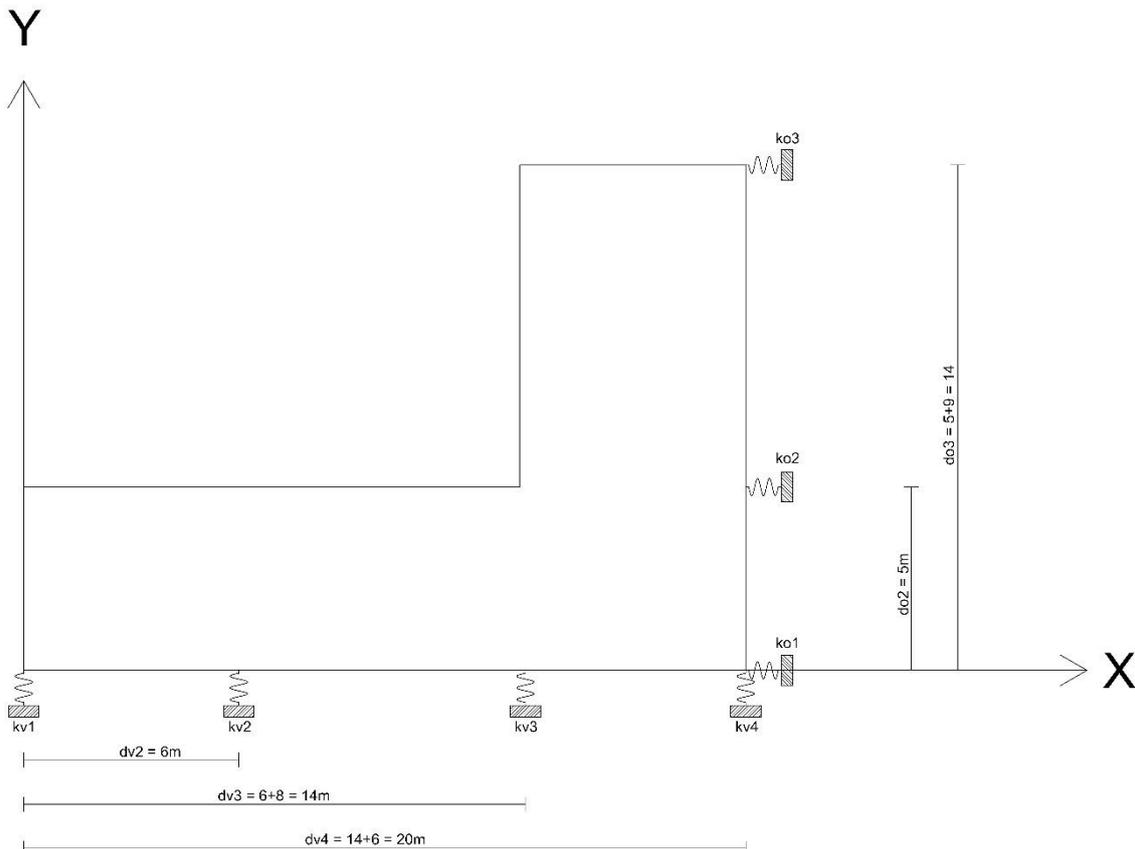
Telaio 2o	5-6-7-8	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	90000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	90000,00	momento d'inerzia pilastro 2
I ₃	90000,00	momento d'inerzia pilastro 3
I ₄	160000,00	momento d'inerzia pilastro 4
K _T	43301,67	rigidezza traslante telaio 6

Telaio 3v	3-7-9	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	160000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	160000,00	momento d'inerzia pilastro 2
I ₃	90000,00	momento d'inerzia pilastro 3
I ₄	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
K _T	41287,64	rigidezza traslante telaio 3

Telaio 3o	9-10	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	160000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	160000,00	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	32224,50	rigidezza traslante telaio 7

Telaio 4v	4-8-10	pilastrì che individuano il telaio
E	25000,00	modulo di Young
H	3,10	altezza dei pilastrì
I ₁	90000,00	momento d'inerzia pilastro 1
I ₂	90000,00	momento d'inerzia pilastro 2
I ₃	90000,00	momento d'inerzia pilastro 3
I ₄	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
K _T	27189,42	rigidezza traslante telaio 4

Posso rappresentare come molle, nel piano dell'impalcato, i controventi dato che per il solaio rappresentano vincoli cedevoli elasticamente:

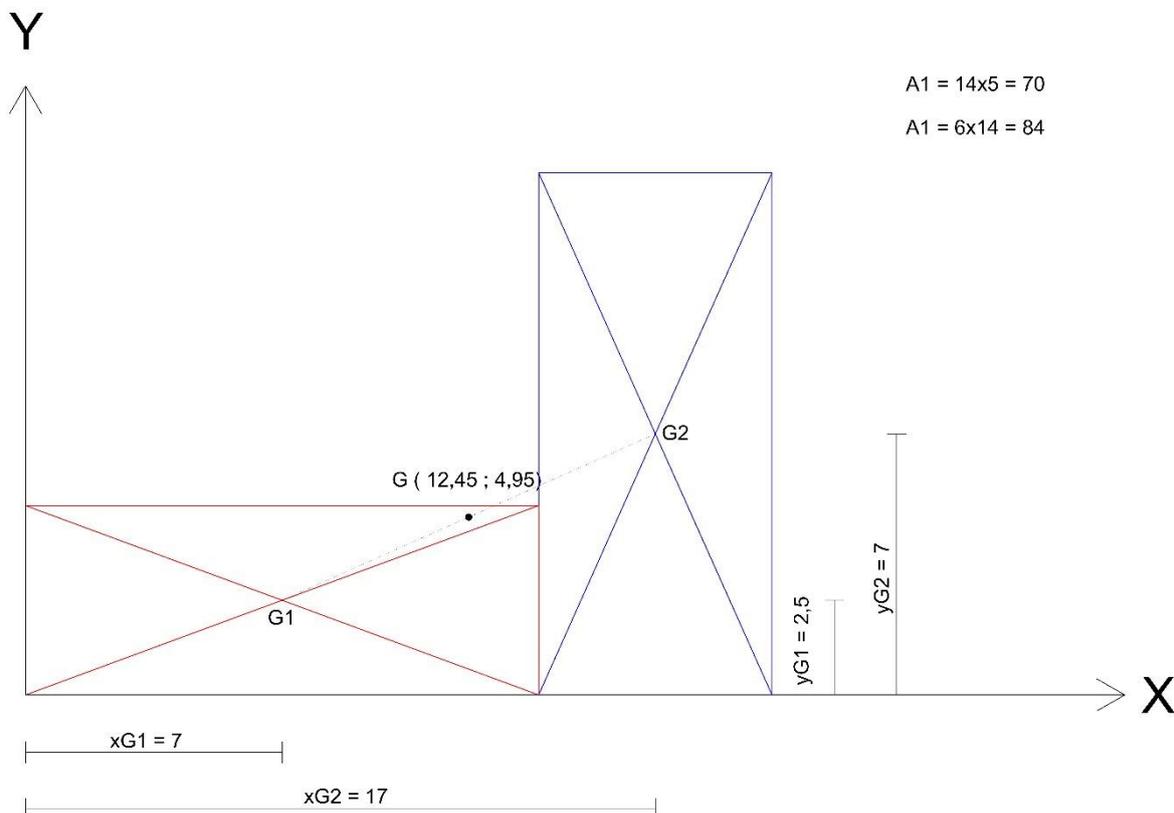


Step 2) tabella riassuntiva in cui vengono riportate le rigidezze di tutti i controventi, orizzontali e verticali, calcolate nel primo step. Vengono elencate anche le distanze dei vari controventi dal punto di origine scelto per il sistema di riferimento:

Kv1(KN/m)	32224,50	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	32224,50	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	41287,64	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	27189,42	rigidezza traslante contr.vert.4
dv2 (m)	6,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	14,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	20,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	43301,67	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	43301,67	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	32224,50	rigidezza traslante contr.orizz.3
do2	5,00	distanza verticale controvento punto O
do3	14,00	distanza verticale controvento punto O

Step 3) calcolo delle coordinate del centro di massa dell'impalcato

area_1 (mq)	70,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	7,00	coordinata X centro area 1
y_G1	2,50	coordinata Y centro area 1
area_2	84,00	misura dell'area superficie 2
x_G2	17,00	coordinata X centro area 2
y_G2	7,00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	154,00	Area totale impalcato
X_G	12,45	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	4,95	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

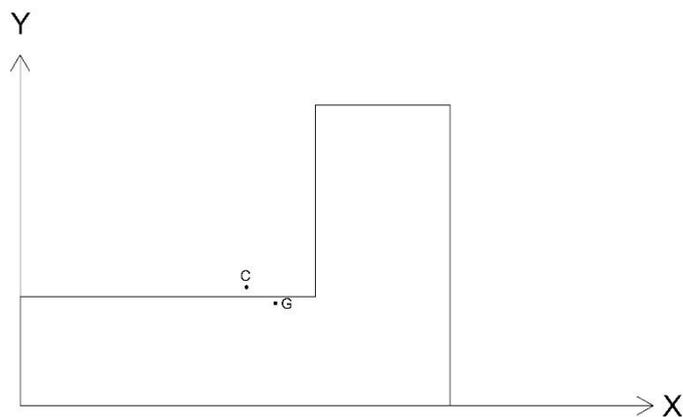


Step 4) Calcolo: la rigidezza totale orizzontale, somma delle rigidezze dei singoli controventi orizzontali, la rigidezza totale verticale, somma delle rigidezze dei singoli controventi verticali, le coordinate del centro delle rigidezze e la rigidezza torsionale totale.

Ko tot	118827,83	rigidezza totale orizzontale
Kv tot	132926,05	rigidezza totale verticale
X_C (m)	9,89	coordinata X centro rigidezze
Y C	5,62	coordinata Y centro rigidezze

dd_v1	-9,89	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-3,89	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	4,11	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	10,11	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-5,62	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-0,62	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	8,38	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	10763338,73	rigidezza torsionale totale

Ora si posizionano il centro di massa e il centro delle rigidezze all'interno del sistema di riferimento in cui abbiamo disegnato l'impalcato.



Step 5) Analisi dei carichi sismici per ricavare la forza sismica che agisce nel centro di massa:

q_s (KN/mq)	2,50	carico permanente di natura strutturale
q_p	2,50	sovraccarico permanente
q_a	5,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	770,00	carico totale permanente
Q (KN)	770,00	carico totale accidentale
ψ	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	1386,00	Pesi sismici
c	0,10	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	138,60	Forza sismica orizzontale

Step 6 e 7) si determina la ripartizione della forza sismica sui controventi e gli effetti cinematici sull'impalcato, in termini di traslazione e rotazione rigida:

Step 6: ripartizione forza sismica lungo X

M (KN*m)	92,04	momento torcente (positivo se antiorario)
u_o (m)	0,001	traslazione orizzontale
φ	0,00001	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	-2,73	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	-1,07	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	1,45	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	2,35	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	48,43	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	50,28	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	39,90	Forza sul controvento orizzontale 3

138,60

50,51
50,51
37,59

138,60

Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y

M (KN*M)	354,90	momento torcente
v_o (KN)	0,001	traslazione verticale
φ	0,00003	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	23,09	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	29,46	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	48,64	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	37,41	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	-8,02	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	-0,88	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	8,91	Forza sul controvento orizzontale 3

138,60

33,60
33,60
43,05
28,35

138,60