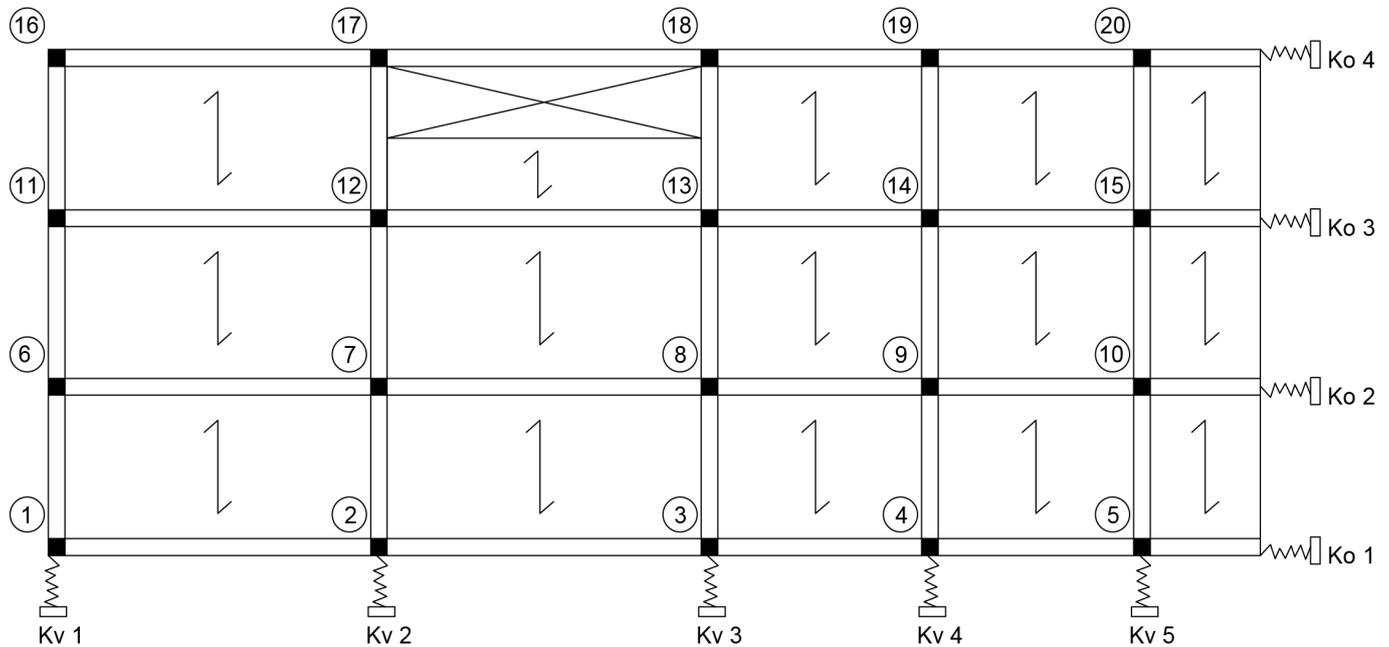


# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

## Punto 1 - Definizione della Struttura



Definisco le dimensioni strutturali di un edificio a pianta compatta con solai in calcestruzzo armato. Le dimensioni massime delle due luci sono 22m e 9m e in altezza l'edificio si compone di 7 piani, ognuno di 3m, per un'altezza totale di 21m.

L'obiettivo è quello di calcolare come viene ripartita una forza orizzontale, in questo caso quella sismica, sui diversi telai che compongono la struttura, applicando il metodo delle rigidzze.

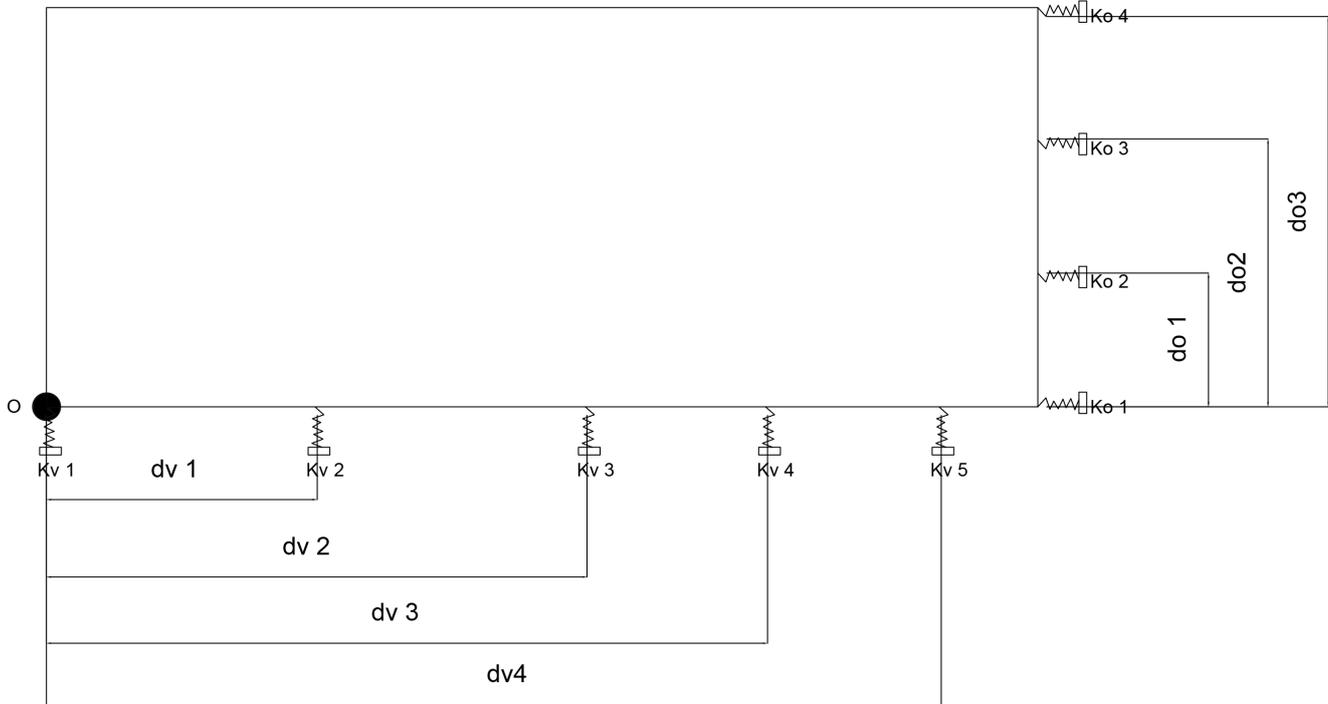
Possiamo individuare 9 telai, 4 paralleli all'asse X e 5 paralleli all'asse Y.

- Telaio 1V composto da pilastri: 1-6-11-16
- Telaio 2V composto da pilastri: 2-7-12-17
- Telaio 3V composto da pilastri: 3-8-13-18
- Telaio 4V composto da pilastri: 4-9-14-19
- Telaio 5V composto da pilastri: 5-10-15-20
  
- Telaio 1O composto da pilastri: 1-2-3-4-5
- Telaio 2O composto da pilastri: 6-7-8-9-10
- Telaio 3O composto da pilastri: 11-12-13-14-15
- Telaio 4O composto da pilastri: 16-17-18-19-20

# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

## Punto 2



I controventi che per il solaio rappresentano i vincoli vengono rappresentati come delle molle  
Nello STEP 1 calcoliamo la rigidezza a traslazione di tutti i controventi.  
Calcolati differentemente per ogni piano.

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

<p><b>Telaio 1 v</b> E (N/mmq) 21000,00 H (m) 3,00 I_1 (cm^4) 520833,00 I_6 520833,00 I_11 520833,00 I_16 520833,00 <b>K_T (KN/m)</b> 194444,32</p>	<p><b>1-6-11-16</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 rigidezza traslante telaio 1</p>	<p><b>Telaio 1 o</b> E (N/mmq) 21000,00 H (m) 3,00 I_1 (cm^4) 520833,00 I_2 520833,00 I_3 520833,00 I_4 520833,00 I_5 520833,00 <b>K_T (KN/m)</b> 243055,40</p>	<p><b>1-2-3-4-5</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 momento d'inerzia pilastro 5 rigidezza traslante telaio 1</p>
<p><b>Telaio 2 v</b> E 21000,00 H 3,00 I_2 520833,00 I_7 520833,00 I_12 520833,00 I_17 520833,00 <b>K_T</b> 194444,32</p>	<p><b>2-7-12-17</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 rigidezza traslante telaio 2</p>	<p><b>Telaio 2 o</b> E 21000,00 H 3,00 I_6 520833,00 I_7 520833,00 I_8 520833,00 I_9 520833,00 I_10 520833,00 <b>K_T</b> 243055,40</p>	<p><b>6-7-8-9-10</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 6 momento d'inerzia pilastro 7 momento d'inerzia pilastro 8 momento d'inerzia pilastro 9 momento d'inerzia pilastro 10 rigidezza traslante telaio 2</p>
<p><b>Telaio 3 v</b> E 21000,00 H 3,00 I_3 520833,00 I_8 520833,00 I_13 520833,00 I_18 520833,00 <b>K_T</b> 194444,32</p>	<p><b>3-8-13-18</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 rigidezza traslante telaio 3</p>	<p><b>Telaio 3 o</b> E 21000,00 H 3,00 I_11 520833,00 I_12 520833,00 I_13 520833,00 I_14 520833,00 I_15 520833,00 <b>K_T</b> 243055,40</p>	<p><b>11-12-13-14-15</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 11 momento d'inerzia pilastro 12 momento d'inerzia pilastro 13 momento d'inerzia pilastro 14 momento d'inerzia pilastro 15 rigidezza traslante telaio 3</p>
<p><b>Telaio 4 v</b> E 21000,00 H 3,00 I_4 520833,00 I_9 520833,00 I_14 520833,00 I_19 520833,00 <b>K_T</b> 194444,32</p>	<p><b>4-9-14-19</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 rigidezza traslante telaio 4</p>	<p><b>Telaio 4 o</b> E 21000,00 H 3,00 I_16 520833,00 I_17 520833,00 I_18 520833,00 I_19 520833,00 I_20 520833,00 <b>K_T</b> 243055,40</p>	<p><b>4-8-10</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 16 momento d'inerzia pilastro 17 momento d'inerzia pilastro 18 momento d'inerzia pilastro 19 momento d'inerzia pilastro 20 rigidezza traslante telaio 4</p>
<p><b>Telaio 5 v</b> E 21000,00 H 3,00 I_5 520833,00 I_10 520833,00 I_15 520833,00 I_20 520833,00 <b>K_T</b> 194444,32</p>	<p><b>5-10-15-20</b> pilastri che individuano il telaio modulo di Young altezza dei pilastri momento d'inerzia pilastro 1 momento d'inerzia pilastro 2 momento d'inerzia pilastro 3 momento d'inerzia pilastro 4 rigidezza traslante telaio 5</p>		

# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

## Punto 3

### Step 2: tabella sinottica controventi e distanze

Nello STEP 2 riportiamo tutti i valori delle rigidità dei controventi sia orizzontali che verticali e le rispettive distanze dal punto O preso di riferimento.

Kv1(KN/m)	194444,32	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	194444,32	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	194444,32	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	194444,32	rigidezza traslante contr.vert.4
dv1 (m)	6,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv2	12,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	16,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	20,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	243055,40	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	243055,40	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	243055,40	rigidezza traslante contr.orizz.3
do1	3,00	distanza verticale controvento punto O
do2	6,00	distanza verticale controvento punto O
do3	9,00	distanza verticale controvento punto O

### Step 3: calcolo del centro di massa

Lo STEP 3 serve per calcolare il centro di massa dell'impalcato.

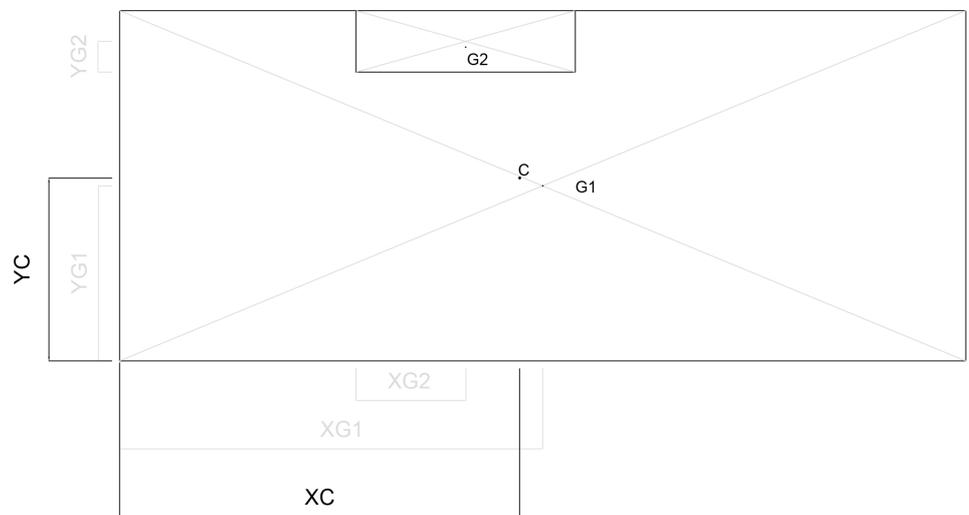
area_1 (mq)	180,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	10,00	coordinata X centro area 1
y_G1	4,50	coordinata Y centro area 1
area_2	-9,00	misura dell'area superficie 2
x_G2	3,00	coordinata X centro area 2
y_G2	0,75	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	171,00	Area totale impalcato
<b>X_G</b>	10,37	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
<b>Y_G</b>	4,70	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

Avendo una struttura con un corpo scale, il centro di massa (C) è calcolato suddividendo l'impalcato in due rettangoli: il primo rappresenta tutta l'area (G1) mentre il secondo solo il corpo scale (G2).

Otteniamo i punti Xc e Yc con le seguenti formule:

$$X_c = (A_1 \cdot X_1 - A_2 \cdot X_2) / A_1 - A_2$$

$$Y_c = (A_1 \cdot Y_1 - A_2 \cdot Y_2) / A_1 - A_2$$



# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

## Punto 4

### Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali

Ko_tot	729166,20	rigidezze totale orizzontale
Kv_tot	777777,28	rigidezze totale verticale
X_C (m)	10,50	coordinata X centro rigidezze
Y_C	4,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-10,50	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-4,50	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	5,50	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	9,50	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-4,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-1,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	59013851,12	rigidezze torsionale totale

Nello STEP 4 calcoliamo: la rigidezze totale orizzontale, la somma delle rigidezze dei singoli controventi orizzontali, la rigidezze totale verticale, somma delle rigidezze dei singoli controventi verticali, le coordinate del centro delle rigidezze dell'impalcato e la rigidezze torsionale totale.

### Step 5: analisi dei carichi sismici

q_s (KN/mq)	3,33	carico permanente di natura strutturale
q_p	3,24	sovraccarico permanente
q_a	2	sovraccarico accidentale
G (KN)	1123,47	carico totale permanente
Q (KN)	342,00	carico totale accidentale
ψ	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	1397,07	Pesi sismici
c	0,15	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	209,56	Forza sismica orizzontale

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

Per ogni piano calcoliamo la forza agente sul centro di massa tramite la formula di ripartizione della forza sismica per piano:

$$F_i = (H_i / \sum H_i) * F_s$$

Dove  $F_s$  è data da:  $F_s = c ( q_s + q_p + 0,8 * q_a )$

Assumiamo C, coefficiente di intensità sismica, nella città di Roma è pari a 0,15.

# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

## Punto 5

Nello STEP 6 e 7 andiamo a determinare traslazione e rotazione rigida dell'impalcato.

### Step 6: ripartizione forza sismica lungo X

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.

M (KN*m)	-146,14	momento torcente (positivo se antiorario)
u_o (m)	0,000	traslazione orizzontale
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	5,06	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	2,17	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	-2,65	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	-4,57	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	72,26	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	70,46	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	66,84	Forza sul controvento orizzontale 3
	209,56	

69,85

69,85

69,85

209,56

### Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y

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.

M (KN*M)	-27,57	momento torcente
v_o (KN)	0,000	traslazione verticale
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	53,34	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	52,80	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	51,89	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	51,53	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	0,45	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	0,11	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	-0,57	Forza sul controvento orizzontale 3
	209,56	

52,39

52,39

52,39

52,39

209,56

TUTTI GLI STEP SONO STATI RIPETUTI PER TUTTI E 7 I PIANI E RIPORTATI ALL'INTERNO DEL FILE EXCEL CARICATO INSIME ALL'ESERCITAZIONE.

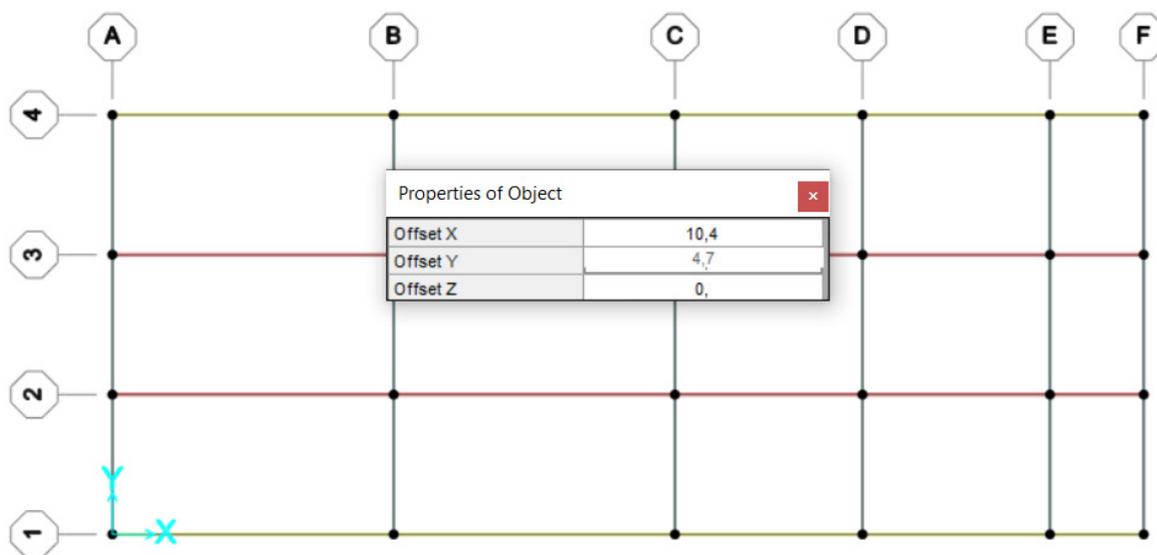
# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

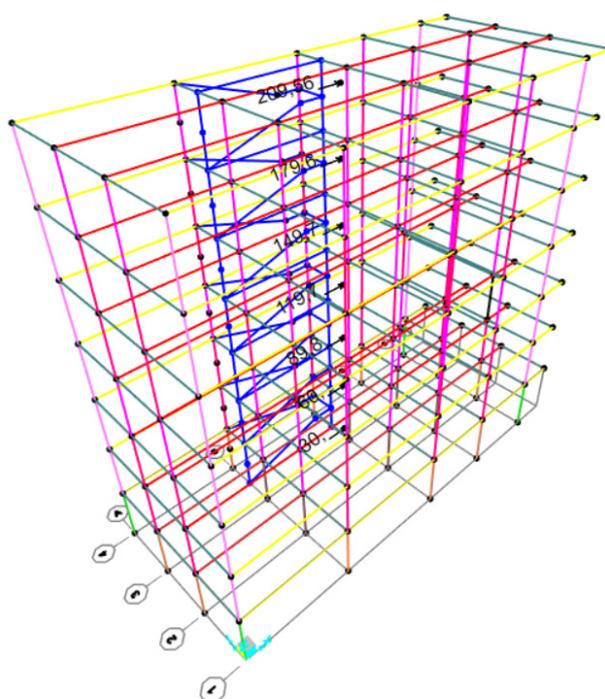
Una volta effettuati tutti i calcoli su excel riparto dal file della seconda esercitazione su Sap2000 considerando le forze sismiche e non quelle del vento.

In un primo momento abbiamo trovato il centro di massa C su ogni piano tramite il comando “draw Special Joint” dandogli i punti precedentemente calcolati:

$X_c = 10,4$  e  $Y_c = 4,7$



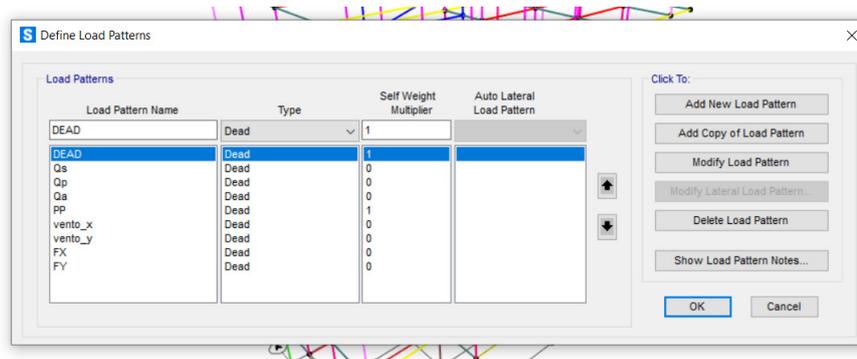
Successivamente applichiamo al centro di massa C la forza sismica lungo l'asse X ripartita per ogni piano, calcolata come descritto precedentemente.



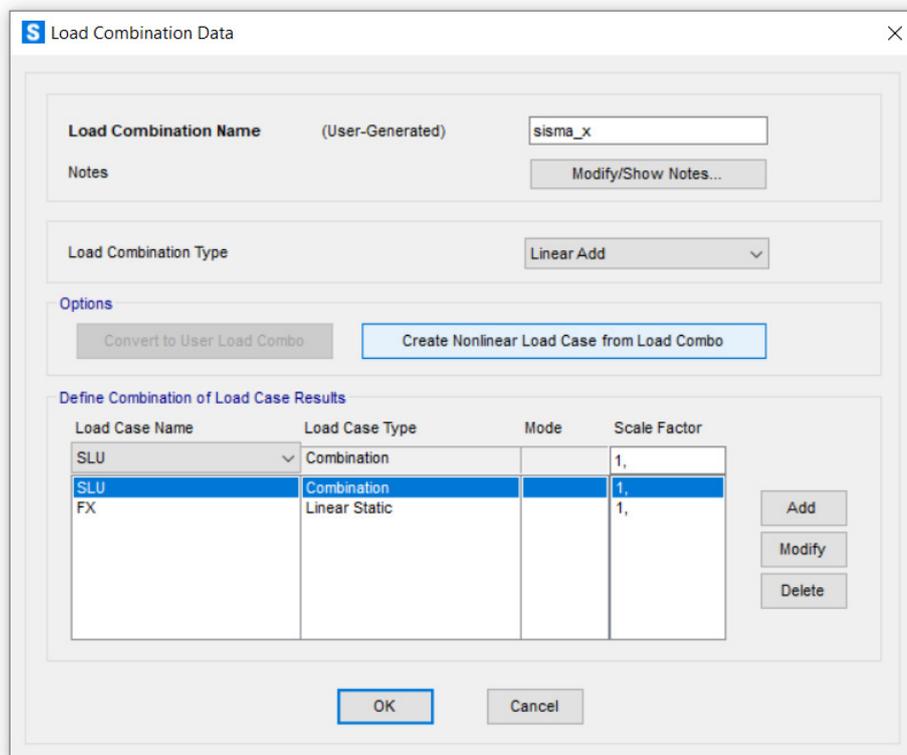
# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

Creiamo due modelli di carico: una lungo X e una lungo Y.



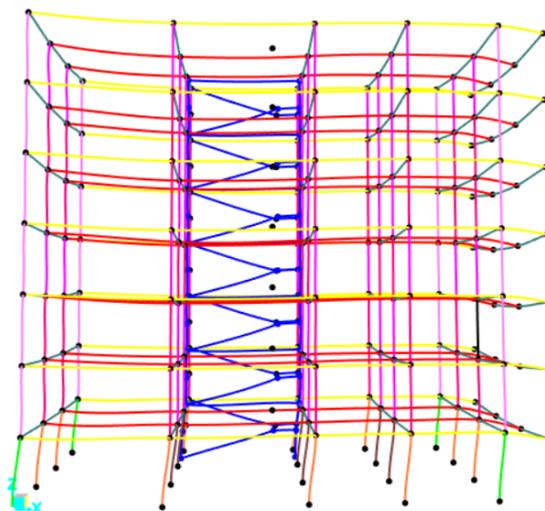
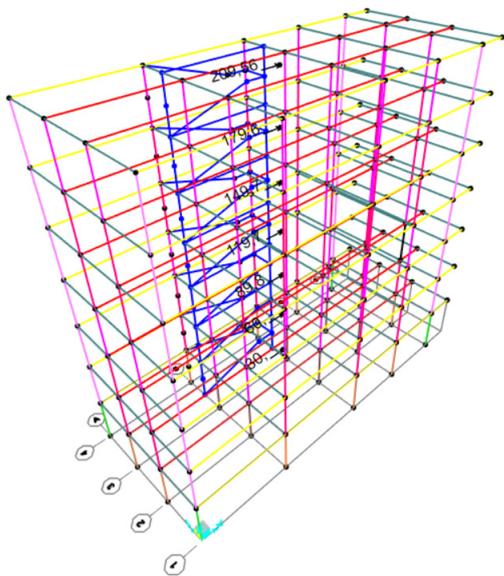
Creiamo una combinazione di carico (simsa\_x) tramite il comando Define -> Load Combinations -> Add New New combo e selezione lo SLU e il modelli di carico Fx al fine di osservare le deformazioni lungo X. Ripetiamo lo stesso procedimento per l'asse Y e dunque creiamo una combinazione di carico (sigma\_y).



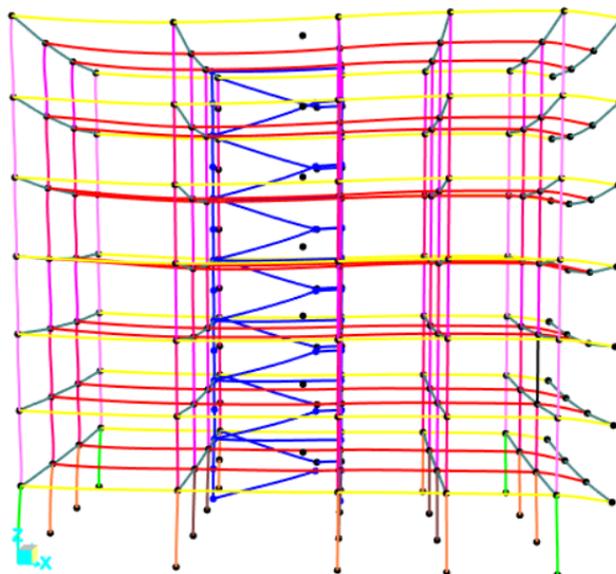
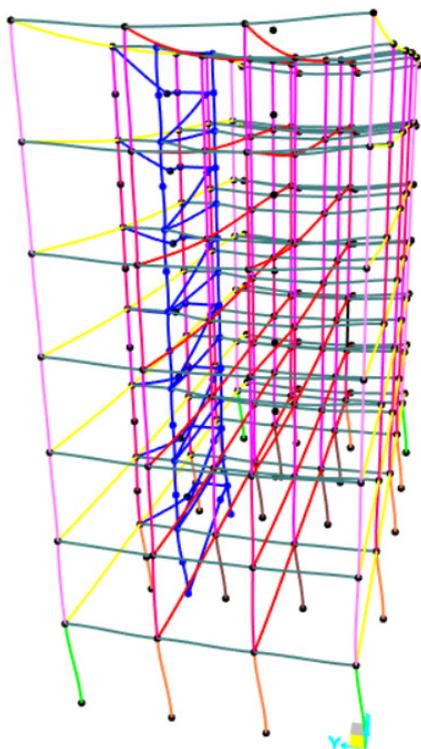
# Ripartizione Forze Sismiche

Studenti:  
Mancini Giada, Nuccilli Valerio;

Infine facciamo partire l'analisi al fine di osservare la deformata tenendo conto della combinazione di carico precedentemente creata. Prima lungo l'asse X:



Poi lungo l'asse Y:



Dopo aver mandato l'analisi, osserviamo che la struttura cede, quindi bisognerà ripartire dal dimensionamento dei pilastri al fine di risolvere il problema strutturale. Per fare ciò seguiamo nuovamente tutti i passaggi della seconda e della terza esercitazione.