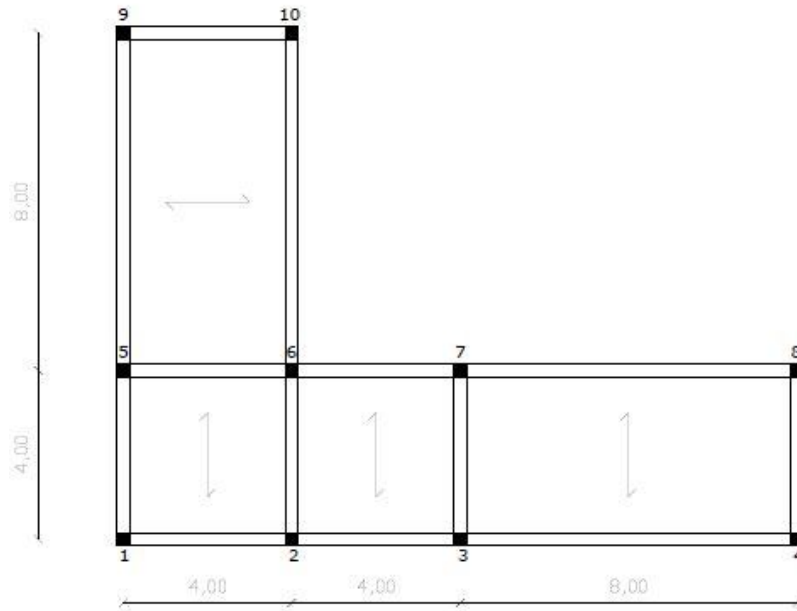
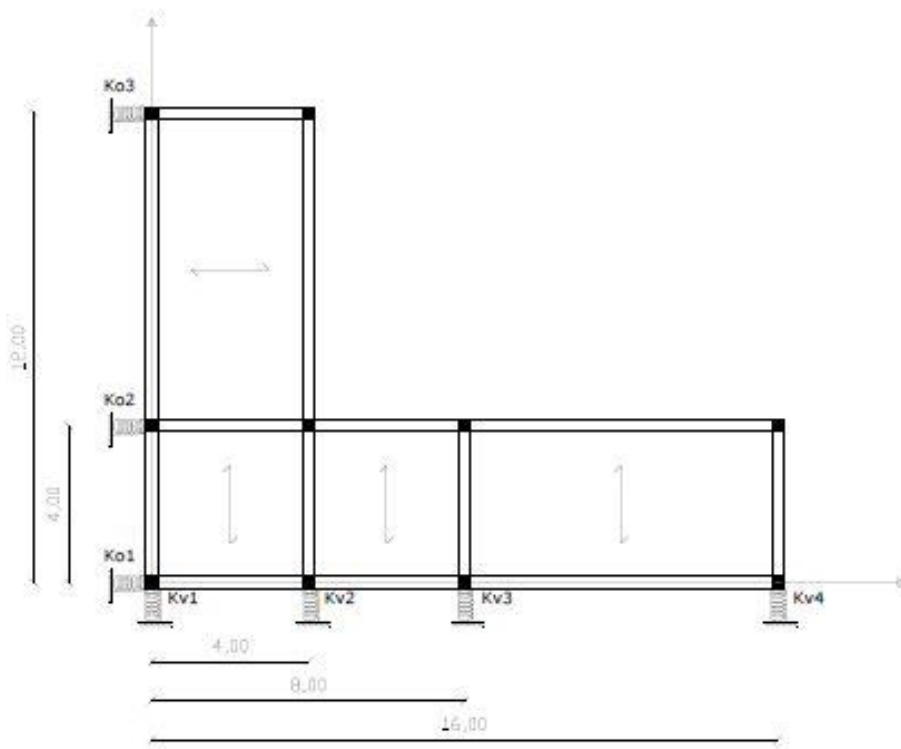


## 05\_CALCULO DEL CENTRO DI RIGIDEZZA IN UN IMPALCATO CON TELAIO SHEAR-TYPE

L'esercitazione\_05 consiste nel calcolo del centro di rigidità in un impalcato con telaio shear-type.



L'impalcato possiede i seguenti controventi, rappresentati da molle:



Definiamo le distanze delle molle dal punto di origine degli assi xy:

- $dv2$ : 4,00 m;
- $dv3$ : 8,00 m;
- $dv4$ : 16,00 m;
- $do2$ : 4,00 m;
- $do3$ : 12,00 m;

Suddividiamo tutti i telai dell'impalcato in telai verticali e telai orizzontali:

telai verticali:

- TELAIO 1: PILASTRI 1-5-9
- TALAIIO 2: PILASTRI 2-6-10
- TELAIO 3: PILASTRI 3-7
- TELAIO 4: PILASTRI 4-8

telai orizzontali:

- TELAIO 1: PILASTRI 1-2-3-4
- TALAIIO 2: PILASTRI 5-6-7-8
- TELAIO 3: PILASTRI 9-10

Calcoliamo il momento d'inerzia dei pilastri:

$$I = 1/12 * b * h^3 = 1/12 * 30 * 30^3 = 67500,00 \text{ cm}^4$$

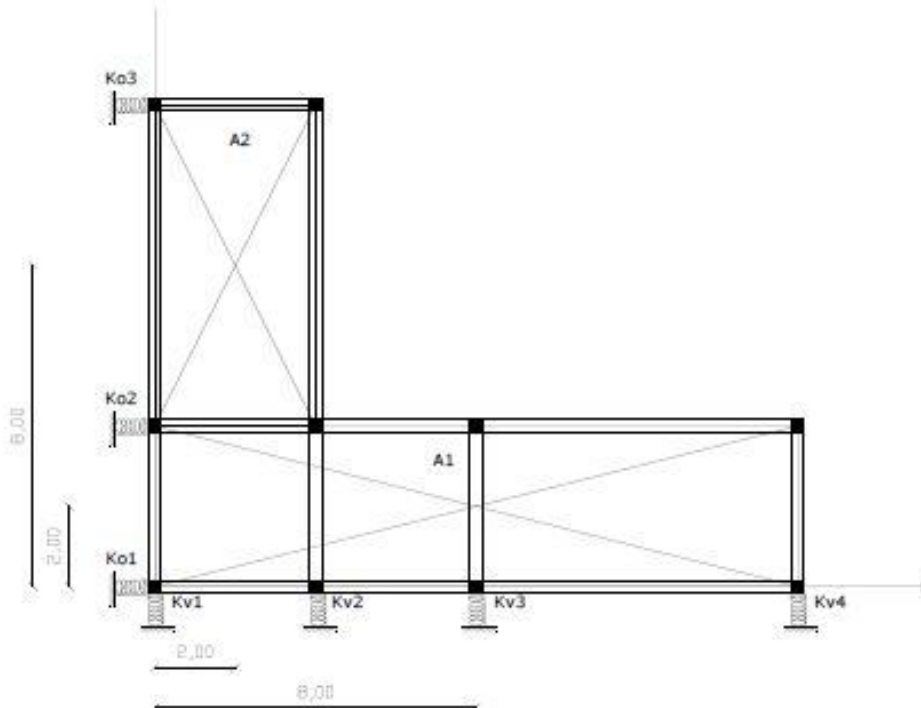
**STEP 1:** Inseriamo il valore del momento d'inerzia relativo ai pilastri dei telai verticali e orizzontali:

Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio						
<b>Telaio 1</b>	<b>1-5-9</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 4</b>	<b>4-8</b>	pilastri che individuano il telaio
E (N/mmq)	210000,00	modulo di Young		E	210000,00	modulo di Young
H (m)	3,20	altezza dei pilastri		H	3,20	altezza dei pilastri
I 1 (cm <sup>4</sup> )	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		I 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
I 3	67500,00	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 (KN/m)</b>	<b>155731,20</b>	<b>rigidezza traslante telaio 1</b>		<b>K T</b>	<b>103820,80</b>	<b>rigidezza traslante telaio 4</b>
<b>Telaio 2</b>	<b>2-6-10</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 5</b>	<b>1-2-3-4</b>	pilastri che individuano il telaio
E	210000,00	modulo di Young		E	210000,00	modulo di Young
H	3,20	altezza dei pilastri		H	3,20	altezza dei pilastri
I 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		I 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
I 3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		I 3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3
I 4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4		I 4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4
<b>K T</b>	<b>155731,20</b>	<b>rigidezza traslante telaio 2</b>		<b>K T</b>	<b>207641,60</b>	<b>rigidezza traslante telaio 5</b>
<b>Telaio 3</b>	<b>3-7</b>	pilastri che individuano il telaio		<b>Telaio 6</b>	<b>5-6-7-8</b>	pilastri che individuano il telaio
E	210000,00	modulo di Young		E	210000,00	modulo di Young
H	3,20	altezza dei pilastri		H	3,20	altezza dei pilastri
I 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		I 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		I 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
I 3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3		I 3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3
I 4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4		I 4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4
<b>K T</b>	<b>103820,80</b>	<b>rigidezza traslante telaio 3</b>		<b>K T</b>	<b>207641,60</b>	<b>rigidezza traslante telaio 6</b>
				<b>Telaio 7</b>	<b>9-10</b>	pilastri che individuano il telaio
				E	210000,00	modulo di Young
				H	3,20	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
				<b>K T</b>	<b>103820,80</b>	<b>rigidezza traslante telaio 7</b>

**STEP 2:** Inseriamo le distanze verticali e orizzontali dei controventi dal punto O del sistema di riferimento:

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze		
Kv1(KN/m)	155731,20	rigidezza traslante contr.vert. 1
Kv2	155731,20	rigidezza traslante contr.vert. 2
Kv3	103820,80	rigidezza traslante contr.vert. 3
Kv4	103820,80	rigidezza traslante contr.vert. 4
dv2 (m)	4,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	8,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	16,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	207641,60	rigidezza traslante contr.orizz. 1
Ko2	207641,60	rigidezza traslante contr.orizz. 2
Ko3	103820,80	rigidezza traslante contr.orizz. 3
do2	4,00	distanza verticale controvento punto O
do3	12,00	distanza verticale controvento punto O

**STEP 3:** Per trovare il centro di massa dell'intero impalcato bisogna suddividerlo in due figure semplici (A1 e A2) e misurare le distanze dei baricentri dall'origine del piano xy:



A questo punto possiamo ricavare il centro dell'impalcato (Xg,Yg) attraverso le formule:

$$X_g = (A_1 * X_1 + A_2 * X_2) / A_{tot}$$

$$Y_g = (A_1 * Y_1 + A_2 * Y_2) / A_{tot}$$

Step 3: calcolo del centro di massa		
area_1 (mq)	64,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	8,00	coordinata X centro area 1
y_G1	2,00	coordinata Y centro area 1
area_2	32,00	misura dell'area superficie 2
x_G2	2,00	coordinata X centro area 2
y_G2	8,00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	96,00	Area totale impalcato
X_G	6,00	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	4,00	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

**STEP 4:** calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali:

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali		
Ko_tot	519104,00	rigidezze totale orizzontale
Kv_tot	519104,00	rigidezze totale verticale
X_C (m)	6,00	coordinata X centro rigidezze
Y_C	4,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	10,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-4,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	0,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	8,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	26993408,20	rigidezze torsionale totale

**STEP 5:** procediamo con l'analisi dei carichi strutturali, accidentali e permanenti ( $q_s$ ,  $q_a$ ,  $q_p$ ) e dei carichi sismici da ripartire, poi, su ogni controvento sia lungo l'asse x e sia lungo l'asse y:

Step 5: analisi dei carichi sismici		
$q_s$ (KN/mq)	1,50	carico permanente di natura strutturale
$q_p$	2,50	sovraccarico permanente
$q_a$	5,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	384,00	carico totale permanente
Q (KN)	480,00	carico totale accidentale
$\psi$	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	768,00	Pesi sismici
c	0,10	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	76,80	Forza sismica orizzontale

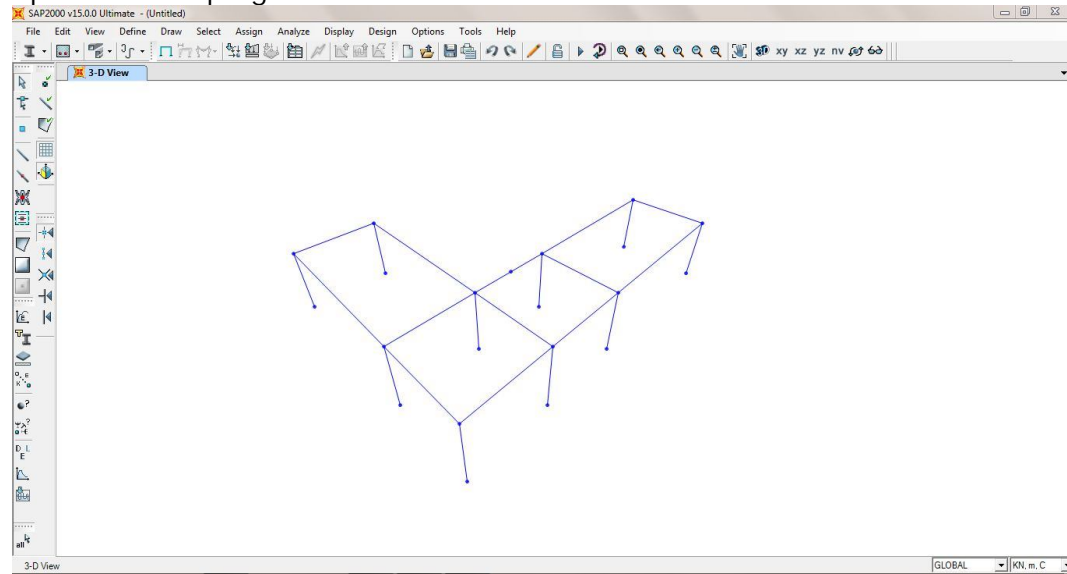
Step 6: ripartizione forza sismica lungo X		
M (KN*m)	0,00	momento torcente (positivo se antiorario)
$u_o$ (m)	0,000	traslazione orizzontale
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	0,00	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	0,00	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	0,00	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	0,00	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	30,72	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	30,72	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	15,36	Forza sul controvento orizzontale 3

Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y		
		30,72
		30,72
		15,36
M (KN*M)	0,00	momento torcente
$v_o$ (KN)	0,000	traslazione verticale
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	23,04	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	23,04	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	15,36	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	15,36	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	0,00	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	0,00	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	0,00	Forza sul controvento orizzontale 3
		23,04
		23,04
		15,36
		15,36

Ora portiamo il file 3d dell'impalcato su SAP2000, raffigurando esclusivamente l'impalcato a fil di ferro e il punto corrispondente al centro delle rigidezze, che nel nostro caso coincide con il punto del centro delle masse.

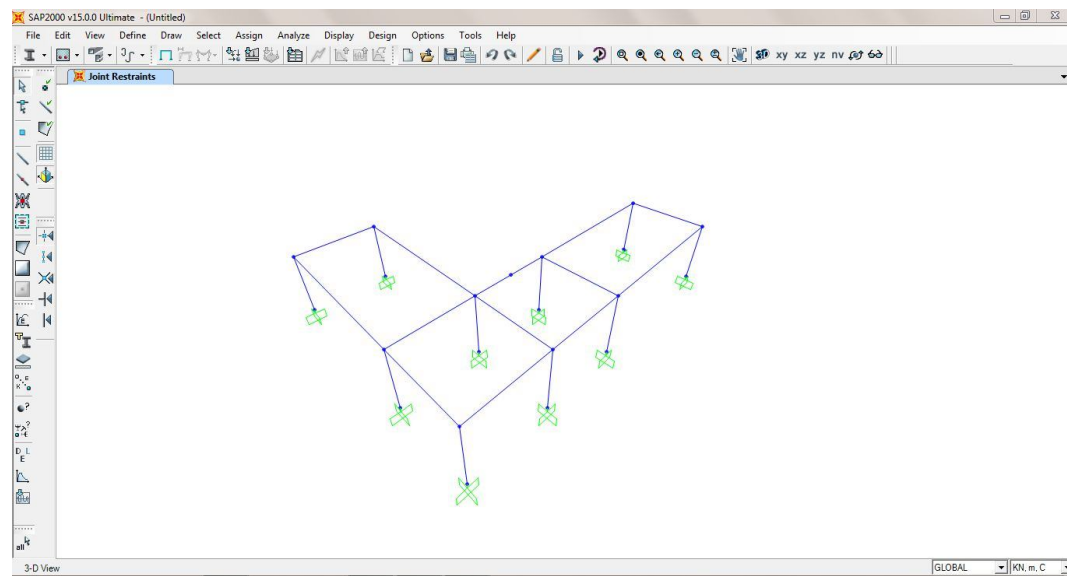


Quindi importiamo sul programma il file dxf di autocad.



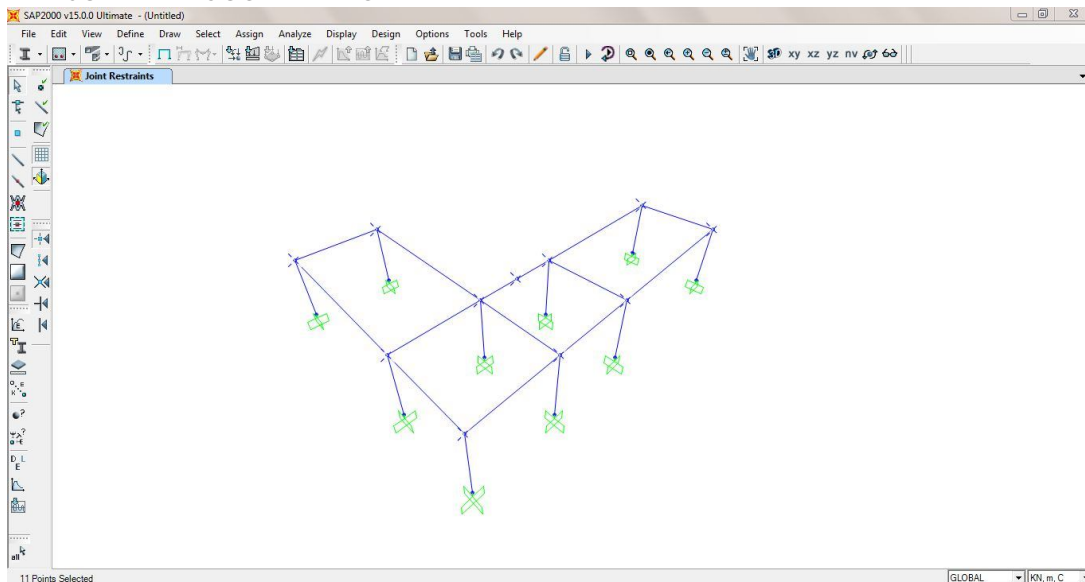
Incastriamo alla base l'intera struttura.

ASSIGN -> JOINT -> RESTRAINS -> INCASTRO



Selezioniamo i punti dell'impalcato e il centro delle rigidità e rendiamo la struttura rigida.

ASSIGN -> JOINT -> CONSTRAINTS -> DIAPHRAM.



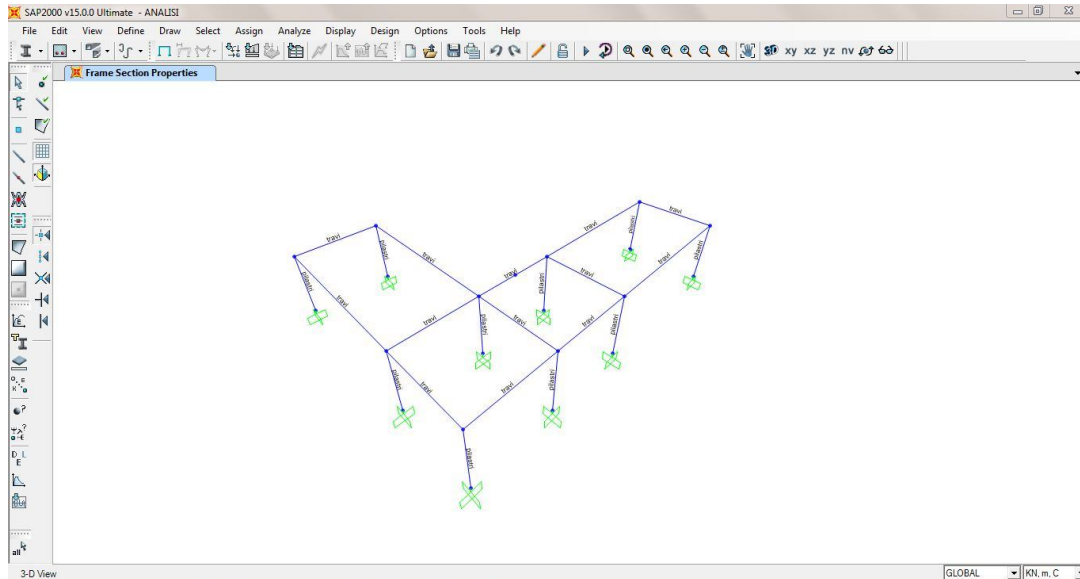
Selezioniamo i pilastri e associamo materiale e sezione.

ASSIGN -> FRAME -> FRAME SECTION -> PILASTRI, ACCIAIO, (0,30 x 0,30)m.

Selezioniamo le travi e associamo materiale e sezione.

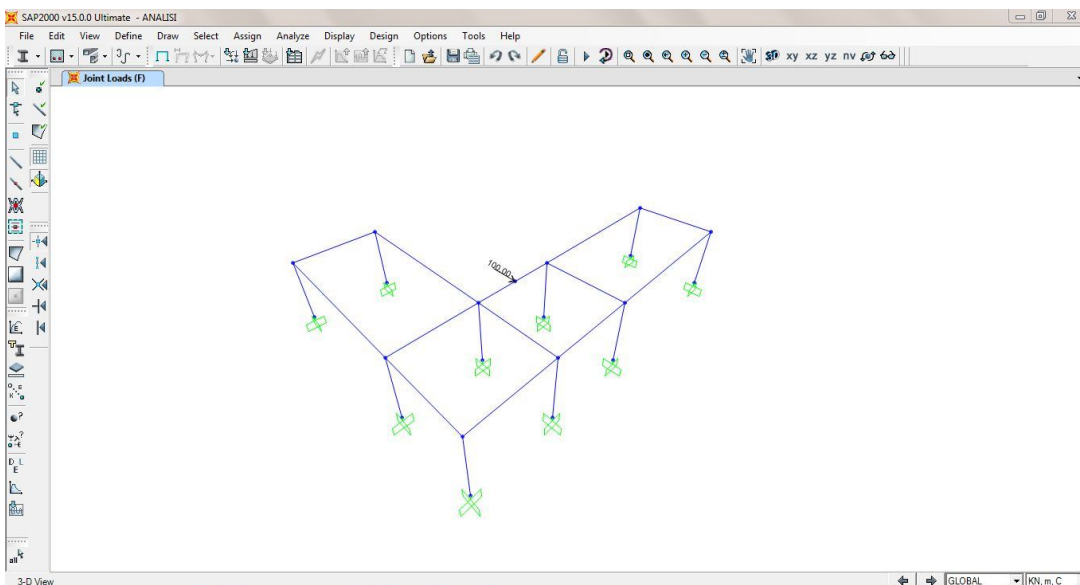
ASSIGN -> FRAME -> FRAME SECTION -> TRAVI, ACCIAIO, (0,30 x 0,80)m.

Inoltre per le travi aumento il modulo di Young (E) per simulare il modello di Shear-type, la quale ha la caratteristica di avere le travi infinitamente rigide rispetto ai pilastri.



Applichiamo una forza pari a 100KN nel punto del centro delle rigidità .

ASSIGN -> JOINT LOADS -> FORCES -> F = -100.



Iniziamo l'analisi ed otteniamo come si deforma l'intera struttura. Terminata l'analisi si nota che, con la forza applicata nel centro delle rigidzze, l'impalcato si sposta e non ruota.

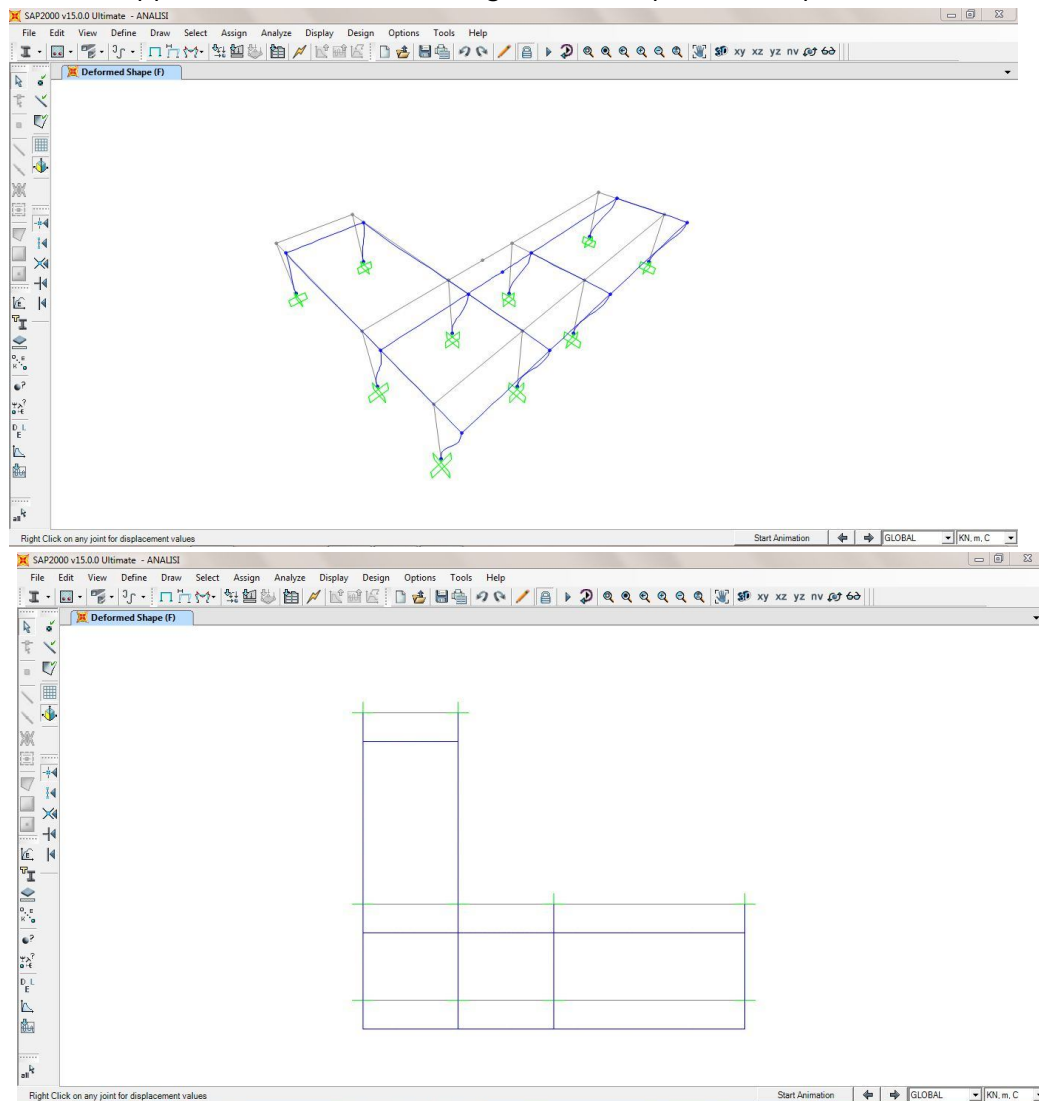


Diagramma dei momenti sui pilastri (Moment 22).

