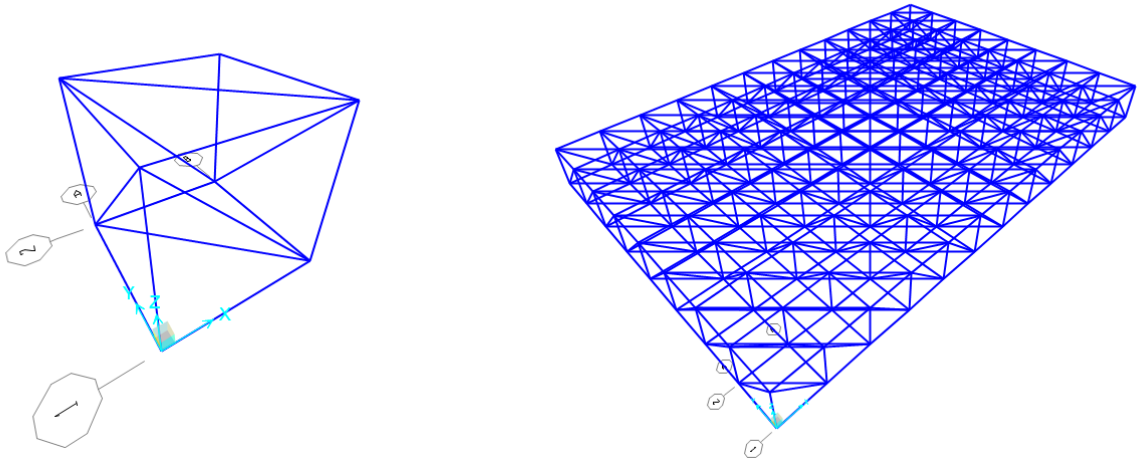
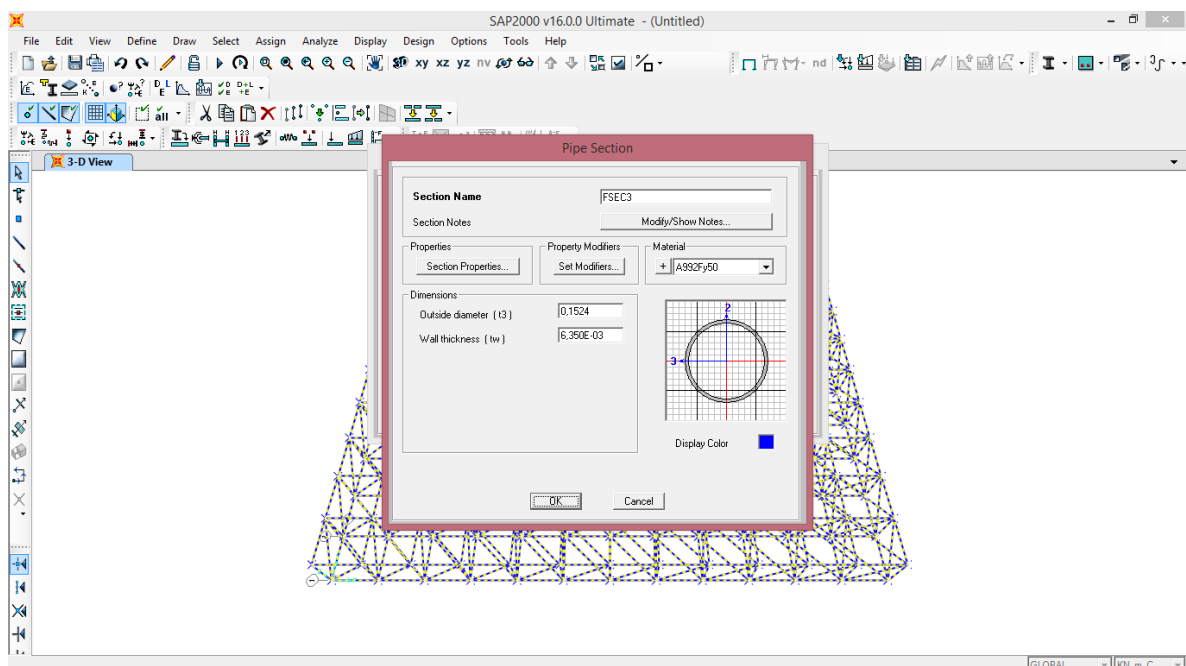


## Esercitazione 1 - Progetto di una travatura reticolare spaziale in acciaio

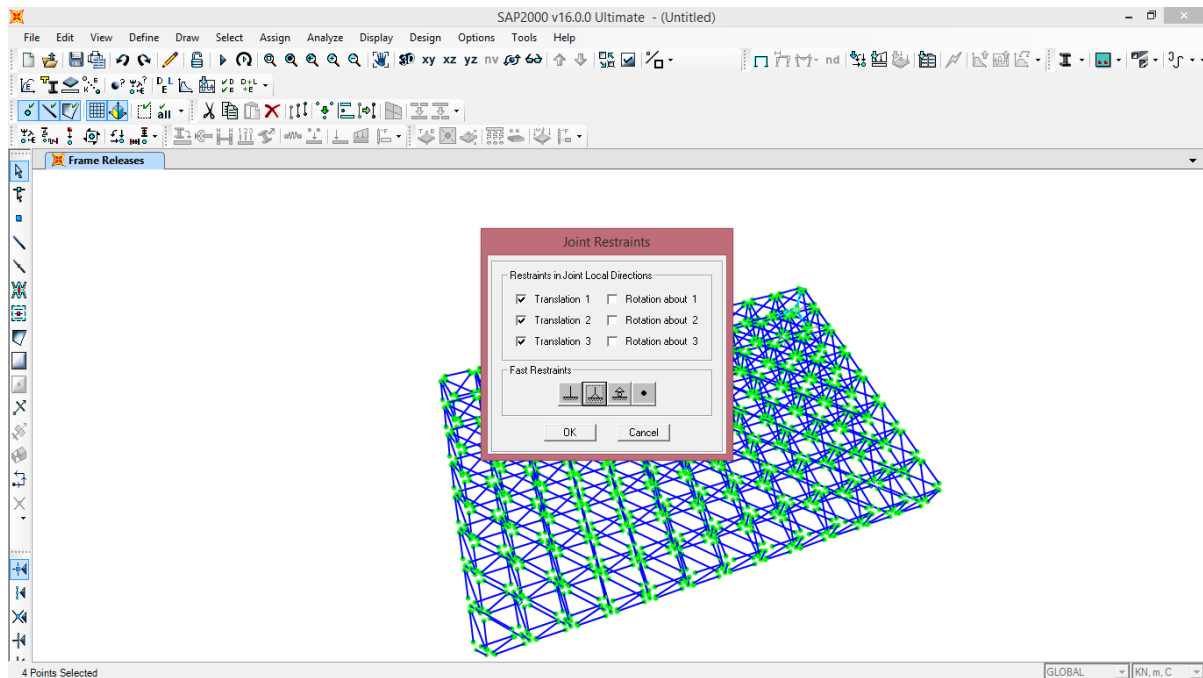
La travatura spaziale reticolare presa in esame, ha un modulo di 2x2x2 m e si sviluppa per una superficie di 16x24 metri. La struttura deve sostenere quattro piani ed una luce di 20 m presentando uno sbalzo verso l'esterno concepito come un modulo di 2 m verso ogni lato considerando un totale di quattro appoggi.



Si è quindi dato il comando “Release partial fixity” assegnando un rilascio nel momento a tutti i nodi in modo da ottenere delle cerniere interne ed assegnata una sezione Pipe section di default a tutti gli elementi della struttura.



Successivamente si sono inserite delle cerniere esterne nei punti designati per gli appoggi.



Una volta determinata la struttura si necessita di distribuire i carichi ai nodi e per farlo c'è bisogno di calcolare il peso proprio della struttura. Questo si ottiene assegnando il Load pattern DEAD e avviando l'analisi dell'intera struttura ottenendo le tabelle dei risultati (Join reaction) sommando fra loro le reazioni vincolari verticali di ogni appoggio presente.

Si giunge quindi a: peso proprio della struttura =  $105,96 + 105,96 + 143,50 + 143,50 = 498,92$  KN

A questo valore va sommato il peso totale dei 4 piani che poggiano sulla struttura secondo il seguente procedimento.

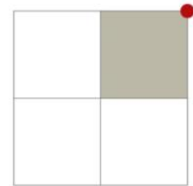
$$\begin{aligned}
 &10 \text{ KN/ m}^2 \text{ (peso standard di 1 m}^2 \text{ di solaio compreso di pesi accidentali)} \times \\
 &384 \text{ m}^2 \text{ (superficie della travatura reticolare)} \qquad \qquad \qquad \times \\
 &4 \text{ (numero dei piani)} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad = 15.360 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Si sommano quindi 15.360 e 498,92 ottenendo 15.858,92 KN che rappresenta il carico totale.

Per ottenere il carico puntuale in ogni nodo si divide il carico totale per la superficie della trave:

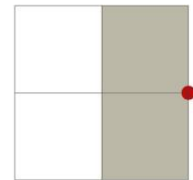
$$15.858,92 / 384 = 41,3 \text{ KN/ m}^2$$

Questo valore rappresenta la forza da applicare per metro quadro. Infatti nei nodi agli estremi del rettangolo 24x16 si avrà tale valore in quanto l'area di pertinenza del nodo è di 1 mq.



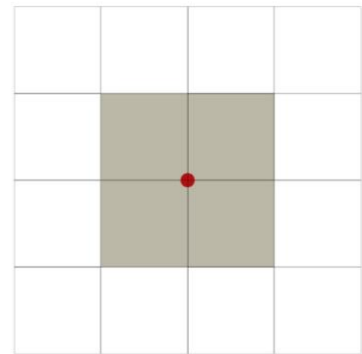
Nei nodi perimetrali si avrà un raddoppio del carico concentrato in quanto l'area interessata è di 2 mq.

Il valore sarà quindi:  $41,3 \text{ KN/ m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 82,6 \text{ KN}$

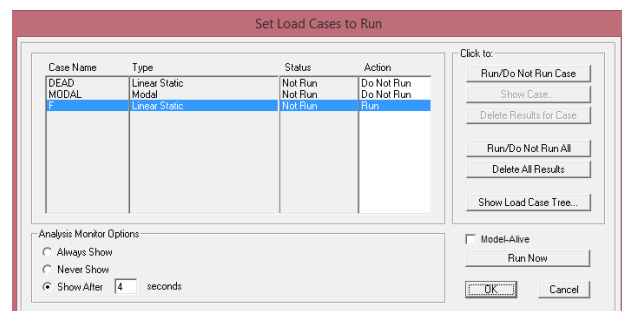
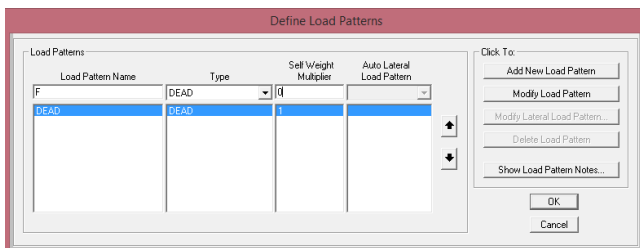


Nei nodi centrali, seguendo lo stesso ragionamento, avendo un'area di 4 mq il carico effettivo sarà:

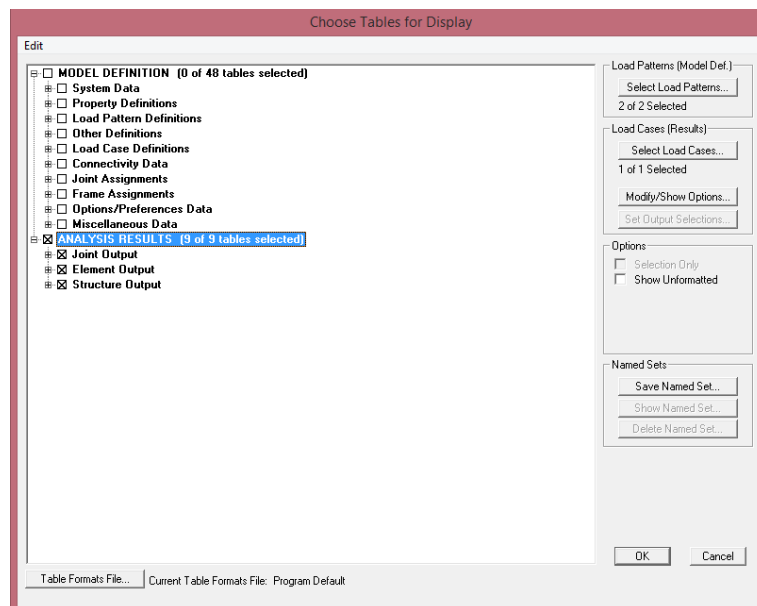
$$41,3 \text{ KN/ m}^2 \times 4 \text{ m}^2 = 165,2 \text{ KN}$$



Una volta assegnati tutti i carichi si può procedere con il comando “Run analysis” e dare il comando “Run” solo al caso di forza F che è stato creato comprensivo dei suddetti calcoli e distribuzione delle forze.



A questo punto utilizzando il comando “Display” – “Show tables” si possono esportare su Excel i valori dati dall’analisi della struttura selezionando “Element output”.



A questo punto si eliminano i dati non necessari al dimensionamento della struttura e delle aste compresse e tese.

Dividendo poi la colonna denominata P in sei sottogruppi per ottimizzare le sezioni, tre per i valori negativi delle aste compresse e tre per i valori positivi relativi alle aste tese, si può passare al dimensionamento.

	A	B	C	D
1	<b>TABLE: Element Forces - Frames</b>			
2	<b>Frame</b>	<b>Station</b>	<b>P</b>	<b>FrameElem</b>
3	1	0	-387,267	1-1
4	2	0	-383,386	2-1
5	3	0	-342,987	3-1
6	4	0	-334,758	4-1
7	5	0	-315,533	5-1
8	6	0	-304,095	6-1
9	7	0	-297,049	7-1
10	8	0	-283,501	8-1
11	9	0	-270,596	9-1
12	10	0	-259,299	10-1
13	11	0	-213,945	11-1
14	12	0	-213,945	12-1
15	13	0	-188,669	13-1
16	14	0	-188,669	14-1
17	15	0	-183,927	15-1
18	16	0	-183,768	16-1
19	17	0	-183,768	17-1
20	18	0	-179,273	18-1
21	32	0	-174,543	32-1
22	33	0	-172,333	33-1

Aste tese

23,117	58,322	263,26
--------	--------	--------

Aste compresse

-387,267	-62,459	-23,585
----------	---------	---------

Inserendo i valori delle forze selezionati è possibile scegliere il profilato adatto basandosi sul fatto che l'area della sezione metallica del profilato deve essere maggiore dell'area minima calcolata.

### Aste tese

Calcolo dell'area minima da sforzo normale di trazione					
N	f <sub>yk</sub>	γ <sub>m</sub>	f <sub>d</sub>	A <sub>min</sub>	A <sub>design</sub>
kN	Mpa		Mpa	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
263,26	235,00	1,05	223,81	11,76	12,50
58,32	235,00	1,05	223,81	2,61	2,81
23,12	235,00	1,05	223,81	1,03	2,54

### Aste compresse

Calcolo dell'area minima da sforzo di compressione (resistenza materiale)					Calcolo dell'inerzia minima per sforzo di compressione (instabilità euleriana)						Ingegnierizzazione sezione e verifica snellezza per una membratura principale (< 200)			
N	f <sub>yk</sub>	γ <sub>m0</sub>	f <sub>yd</sub>	A <sub>min</sub>	E	beta	l	Lam*	rho <sub>min</sub>	I <sub>min</sub>	A <sub>design</sub>	I <sub>design</sub>	rho <sub>min</sub>	lam
kN	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	Mpa		m		cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	
-387,27	235,00	1,05	223,81	17,30	210000,00	1,00	2,00	96,23	2,08	75	19,10	437,00	4,78	41,84
-62,55	235,00	1,05	223,81	2,79	210000,00	1,00	2,00	96,23	2,08	12	2,81	3,36	1,09	183,49
-23,59	235,00	1,05	223,81	1,05	210000,00	1,00	2,00	96,23	2,08	5	2,54	3,09	1,10	181,82

Nel caso delle aste compresse risulta determinante che il valore della snellezza non superi il valore dato dalla normativa uguale a 200.

### Tubi in Acciaio a sezione circolare



d x e mm	Peso kg/m	Sezione di passaggio cm <sup>2</sup>	Sezione metallica cm <sup>2</sup>	Momento di inerzia J = cm <sup>4</sup>	Modulo di resistenza W = cm <sup>3</sup>	Raggio di inerzia i = cm
33,7 x 2,0	2,010	6,380	2,540	3,090	1,840	1,100
33,7 x 2,9	2,220	6,110	2,810	3,380	1,990	1,090
33,7 x 3,2	2,420	5,880	3,070	3,600	2,140	1,080
42,4 x 2,0	2,570	10,90	3,250	6,490	3,050	1,410
42,4 x 2,9	2,840	10,50	3,600	7,080	3,330	1,400
42,4 x 3,2	3,110	10,20	3,940	7,620	3,590	1,390
48,3 x 2,0	2,950	14,00	3,730	9,780	4,050	1,620
48,3 x 2,9	3,270	14,20	4,140	10,70	4,430	1,610
48,3 x 3,2	3,590	13,80	4,530	11,80	4,800	1,600
60,3 x 2,9	4,140	23,30	5,230	21,60	7,190	2,030
60,3 x 3,2	4,540	22,80	5,740	23,50	7,780	2,020
60,3 x 3,6	5,070	22,10	6,410	25,90	8,580	2,010
76,1 x 2,0	4,750	39,50	6,000	40,60	10,70	2,600
76,1 x 2,9	5,280	38,80	6,670	44,70	11,80	2,590
76,1 x 3,2	5,800	38,20	7,330	48,80	12,80	2,580
76,1 x 3,6	6,490	37,30	8,200	54,00	14,20	2,570
88,9 x 2,0	5,570	55,00	7,050	65,70	14,80	3,050
88,9 x 3,2	6,810	53,50	8,620	79,20	17,80	3,030
88,9 x 3,6	7,630	52,40	9,650	87,90	19,80	3,020
88,9 x 4,0	8,430	51,40	10,70	98,30	21,70	3,000
114,3 x 3,6	9,900	90,10	12,50	192,0	33,60	3,920
114,3 x 4,0	11,00	88,70	13,90	211,0	36,90	3,900
114,3 x 4,5	12,10	87,10	15,50	234,0	41,00	3,890
139,7 x 2,9	9,860	141,0	12,50	292,0	41,80	4,840
139,7 x 3,6	12,20	138,0	15,40	357,0	51,10	4,810
139,7 x 4,0	13,50	136,0	17,10	393,0	56,20	4,800
139,7 x 4,5	14,90	134,0	19,10	437,0	62,60	4,780

Di seguito sono riportate le deformazioni della travatura reticolare date dall'analisi con Sap2000.

