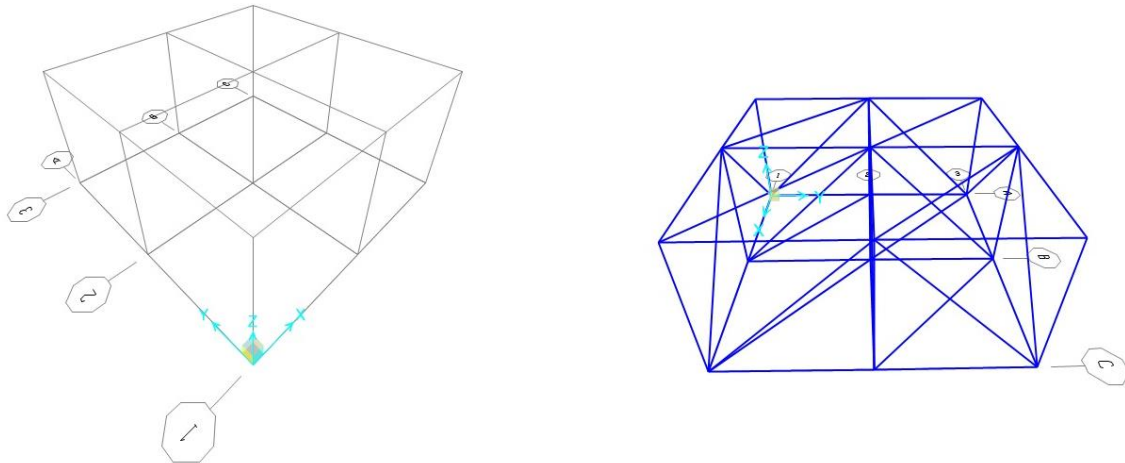


Esercitazione 1

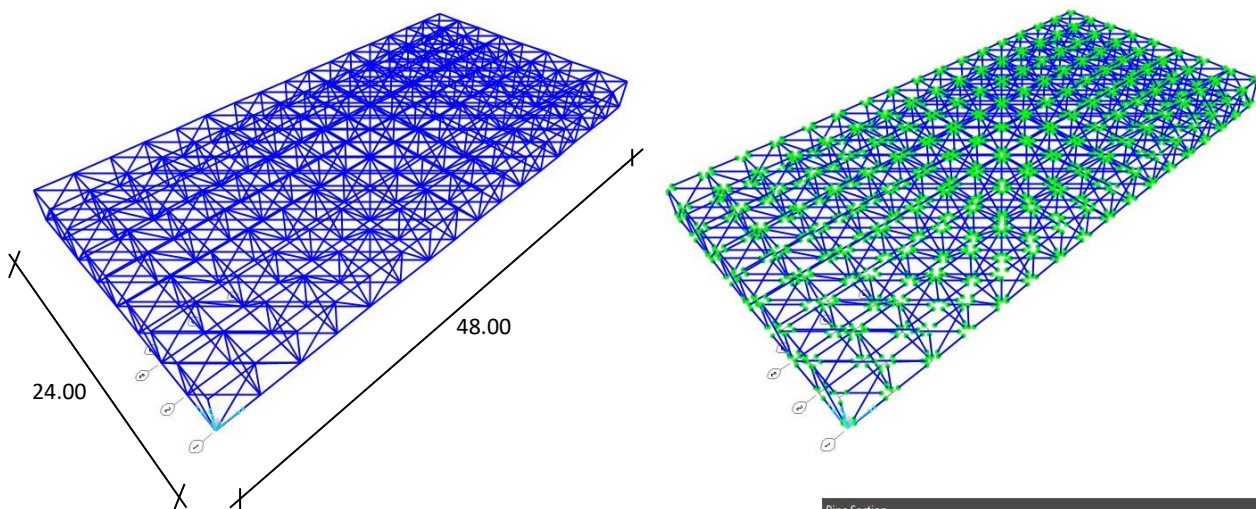
Federica Alfonsi

Progetto di una travatura reticolare spaziale in acciaio

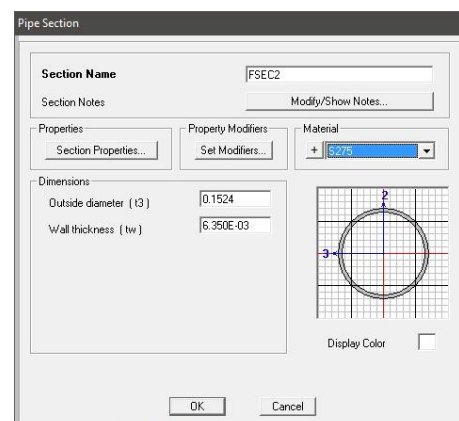
Ho impostato la travatura reticolare a partire da una griglia di base 3x3x2 rispetto ai sistemi di riferimento globali, con un modulo di 3x3x3 m e ho disegnato, attraverso il comando *Draw Frame*, i profili delle aste.



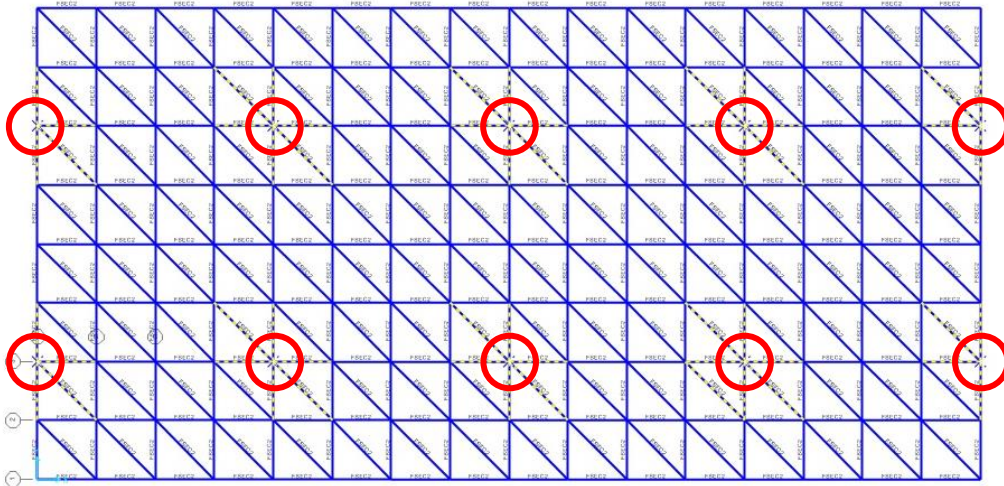
Ho ripetuto la griglia lungo l'asse x e y in modo da ottenere una struttura con una lunghezza complessiva di 48 m e di larghezza 24 m. Successivamente, affinché la struttura potesse risultare isostatica, ho selezionato tutte le aste e ho rilasciato i momenti ai vincoli d'incastro per mezzo del comando *Assign->Frame->Releases/Partial Fixity*. I nodi, in questo modo, potevano essere considerati come delle cerniere interne.



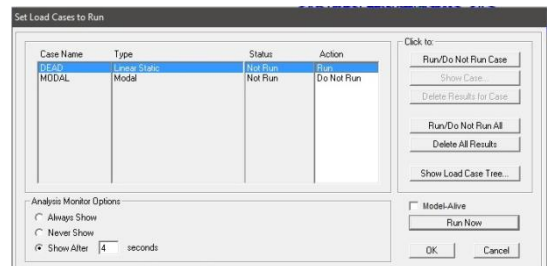
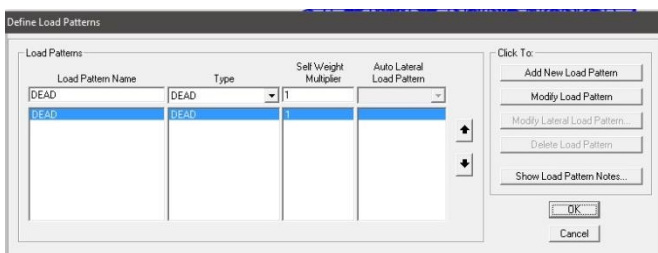
A questo punto, selezionando la totalità delle aste e attraverso il comando *Assign->Frame->Frame Sections*, ho assegnato il profilo circolare "pipe" in acciaio e in particolare ho scelto la classe di resistenza S275, che rispetta la normativa italiana NTC 2008.



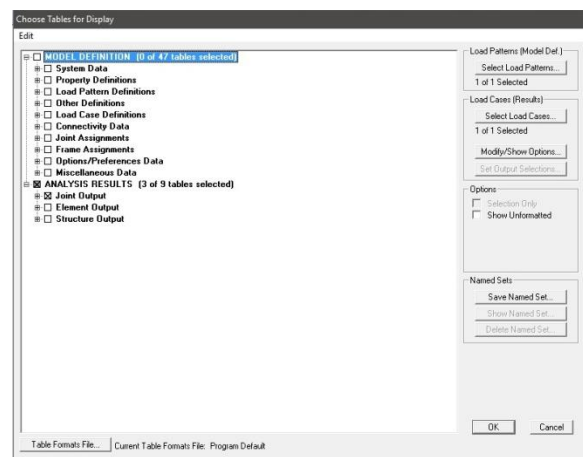
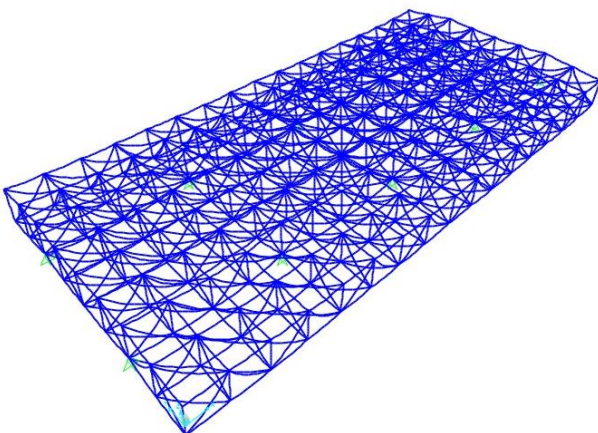
Dopodiché ho assegnato dieci cerniere ai nodi della struttura in modo che risultasse uno sbalzo da 6 m sui lati più lunghi e una luce, tra di appoggi, di 12m.



Ho definito il peso proprio della struttura attraverso il comando *Define->Load Patterns* ed ho avviato l'analisi del caso di carico da *Analyze->Run Analysis*.



Al completamento dell'analisi, il programma mi ha mostrato la deformazione del modello ed ho estratto le tabelle su Excel aventi i valori riferiti ai nodi della struttura, per mezzo del passaggio *Display->Show Tables*, selezionando esclusivamente *Joint Output* ed estraendo la tabella "Joint Reactions".



Sommando le reazioni che si sviluppano lungo l'asse verticale, ho ottenuto il valore totale del peso proprio della struttura, ovvero 989.70 KN. La travatura reticolare è pensata per sostenere il peso di 4 piani; complessivamente la superficie per piano risulta $48 \times 24 = 1152$ mq mentre il peso a metro quadro per piano 10 KN/mq.

A questo punto ho operato il prodotto tra superficie totale, peso a metro quadro e numero dei piani, per poi sommare, al risultato, il valore del peso proprio della struttura reticolare:

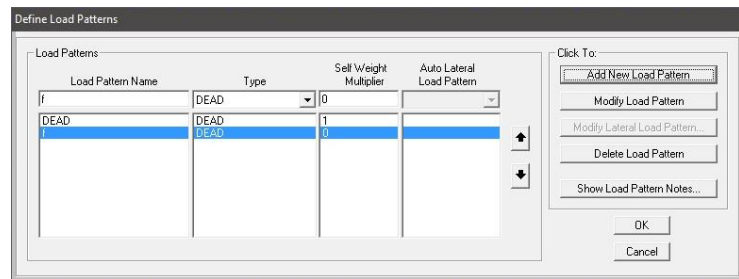
$$1152 \text{ (mq)} \times 10 \text{ (KN/mq)} \times 4 = 46080 \text{ KN}$$

$$46080 \text{ (KN)} + 989.70 \text{ (KN)} = 47069.70 \text{ KN}$$

Successivamente ho diviso il totale per la superficie, ottenendo: $47069.70 \text{ (KN)} / 1152 \text{ (mq)} = 40.85 \text{ (KN/mq)}$.

Definisco un nuovo caso di carico "F" su SAP, assegnando 0 al *Self Weight Multiplier*.

TABLE: Joint Reactions		
Joint	OutputCase	F3
Text	Text	KN
55	DEAD	124.762
79	DEAD	122.008
103	DEAD	57.548
179	DEAD	57.548
191	DEAD	122.008
207	DEAD	124.762
223	DEAD	128.342
239	DEAD	62.188
		989.696

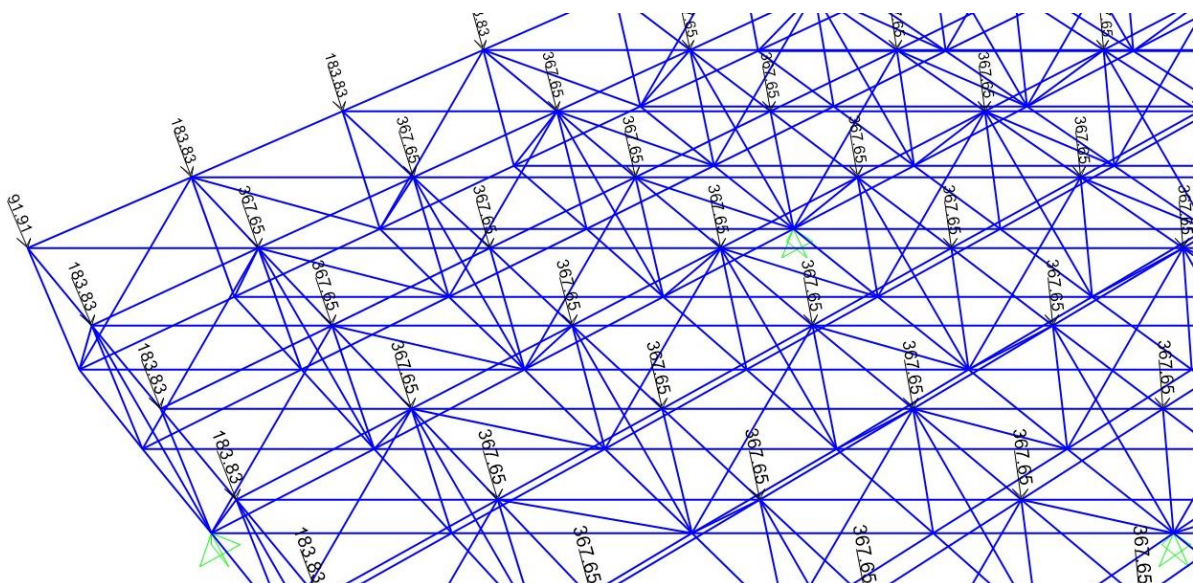


Dunque, per mezzo del comando *Assign->Joint Loads->Forces*, ho assegnato ai nodi, nella casella *Force Global Z*, i carichi in riferimento alle rispettive fasce di spertanza (con il segno negativo poiché rivolti verso il basso):

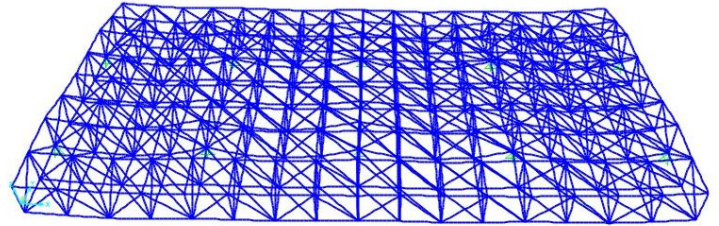
$$\text{Nodi centrali } 40.85 \times 9 = 367.65$$

$$\text{Nodi perimetrali } 40.85 \times 4.5 = 183.82$$

$$\text{Nodi angolari } 40.85 \times 2.25 = 91.91$$



Ho fatto partire l'analisi considerando solo il caso di forza "F" e il programma mi ha mostrato il seguente risultato:



Di conseguenza ho esportato su Excel la tabella "Element Forces - Frame" relativa alle aste della struttura, ho ordinato dal più piccolo al più grande i valori di Station e della forza P, eliminando tutte le aste che risultavano avere un valore Station diverso da 0. A questo punto ho suddiviso le aste compresse dalle tese e ho operato dei sottogruppi in modo da raggiungere 4 tipi di profilato per ciascun tipo di asta e ottimizzare le sezioni.

TABLE: Element Forces - Frames			TABLE: Element Forces - Frames			TABLE: Element Forces - Frames			TABLE: Element Forces - Frames			TABLE: Element Forces - Frames		
Frame	Station	P	Frame	Station	P	Frame	Station	P	Frame	Station	P	Frame	Station	P
Text	m	KN	Text	m	KN	Text	m	KN	Text	m	KN	Text	m	KN
1	0	-2155.039	5	0	-829.095	116	0	0	175	0	237.992	192	0	579.873
1	0	-2155.039	6	0	-829.095	116	0	0	175	0	237.992	192	0	579.873
1	0	-2155.039	6	0	-795.935	116	0	0	175	0	237.992	192	0	579.873
1	0	-2040.893	6	0	-795.935	116	0	0	176	0	237.992	192	0	579.873
1	0	-2040.893	6	0	-795.935	116	0	0	176	0	237.992	192	0	579.873
1	0	-2040.893	6	0	-795.935	116	0	0	176	0	237.992	193	0	579.873
1	0	-2038.252	6	0	-795.935	116	0	0	177	0	237.992	193	0	579.873
1	0	-2038.252	6	0	-795.935	117	0	0	177	0	237.992	193	0	591.769
1	0	-2038.252	7	0	-795.935	117	0	0	177	0	272.667	193	0	591.769
1	0	-2012.374	7	0	-565.466	117	0	0	177	0	272.667	193	0	591.769
2	0	-2012.374	7	0	-565.466	117	0	0.072	177	0	272.667	193	0	624.352
2	0	-2012.374	7	0	-565.466	117	0	0.072	177	0	312.03	193	0	624.352
2	0	-2011.622	7	0	-565.466	117	0	0.072	177	0	312.03	194	0	624.352
2	0	-2011.622	7	0	-565.466	117	0	0.072	178	0	312.03	194	0	624.352
2	0	-2011.622	7	0	-565.466	118	0	0.072	178	0	312.03	194	0	624.352
2	0	-1452.115	8	0	-565.466	118	0	0.072	178	0	312.03	194	0	624.352
2	0	-1452.115	8	0	-536.173	118	0	0.072	179	0	312.03	194	0	624.352
3	0	-1452.115	8	0	-536.173	118	0	0.283	179	0	312.03	194	0	657.035
3	0	-1080.128	8	0	-536.173	118	0	0.283	179	0	321.077	194	0	657.035
3	0	-1080.128	8	0	-495.656	118	0	0.283	180	0	321.077	194	0	657.035
3	0	-1080.128	8	0	-495.656	118	0	0.283	180	0	321.077	194	0	668.914
3	0	-990.618	8	0	-495.656	118	0	0.283	180	0	321.077	194	0	668.914
5	0	-990.618	8	0	-491.107	118	0	0.283	181	0	321.077	195	0	668.914

Di questi 8 macrogruppi ho considerato esclusivamente i valori più grandi e li ho utilizzati per trovare i profilati più adatti.

538.76	1077.52	1616.28	2.155
298.6648	597.3295	895.9943	1194.659

Ho svolto il procedimento secondo i seguenti passaggi:

Aste compresse - ho inserito i precedenti valori nella tabella excel, ricavando l'area minima dello sforzo a compressione, il raggio d'inerzia minimo e l'inerzia minima

- ho consultato nel profilario l'elemento che soddisfacesse tali valori

- dopo aver assicurato la verifica della snellezza , ho ricavato il dimensionamento necessario per i

quattro profilati

Calcolo dell'area minima da sforzo di compressione (resistenza materiale)					Calcolo dell'inerzia minima per sforzo di compressione (instabilità euleriana)					
N	f _{yk}	γ _{m0}	f _{yd}	A _{min}	E	beta	I	Lam*	rho _{min}	I _{min}
kN	N/mm ²		N/mm ²	cm ²	Mpa		m		cm	cm ⁴
-2155.04	275.00	1.05	261.90	82.28	210000.00	1.00	3.00	88.96	3.37	936
-1616.28	275.00	1.05	261.90	61.71	210000.00	1.00	3.00	88.96	3.37	702
-1077.52	275.00	1.05	261.90	41.14	210000.00	1.00	3.00	88.96	3.37	468
-538.76	275.00	1.05	261.90	20.57	210000.00	1.00	3.00	88.96	3.37	234

Ingegnerizzazione sezione e verifica snellezza per una membratura principale (< 200)					
A _{design}	I _{design}	rho _{min}	lam		Profilo (dxs)
cm ²	cm ⁴	cm			mm
87.4	13201	12.30	24.39		355.6 x 8.0
70.7	8869	11.20	26.79		323.9 x 7.1
47.0	4206	9.46	31.71		273.0 x 5.6
20.6	697	5.81	51.64		168.3 x 4.0

Aste tese - ho inserito i valori massimi dei 4 gruppi nella tabella excel, ricavando l'area minima dello sforzo a trazione
- ho individuato nel profilario l'elemento che soddisfacesse tale valore, ricavando il dimensionamento necessario dei quattro profilati

Calcolo dell'area minima da sforzo normale di trazione							
N	f _{yk}	γ _m	f _d	A _{min}	A _{design}		Profilo (dxs)
kN	Mpa		Mpa	cm ²	cm ²		mm
298.66	275.00	1.05	261.90	11.40	12.50		114.3 x 3.6
597.33	275.00	1.05	261.90	22.81	23.20		168.3 x 4.5
895.99	275.00	1.05	261.90	34.21	39.50		219.1 x 5.9
1194.66	275.00	1.05	261.90	45.61	47.00		273.0 x 5.6