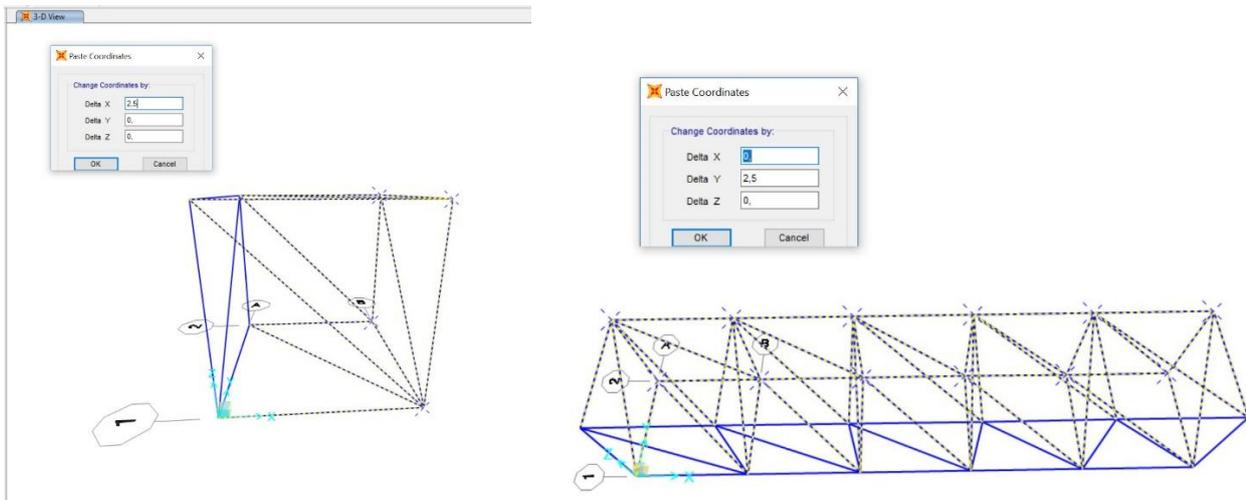
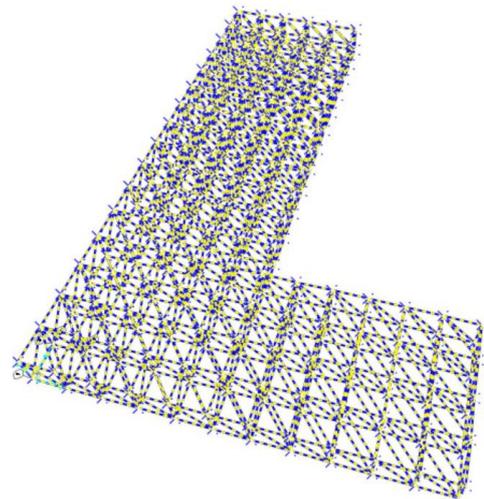
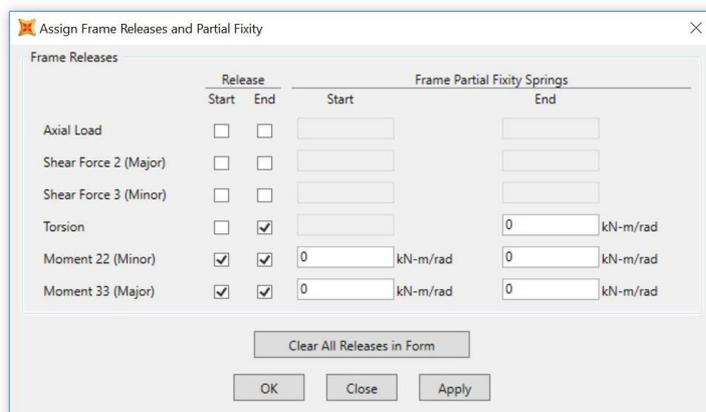


Dimensionamento delle aste di una reticolare spaziale

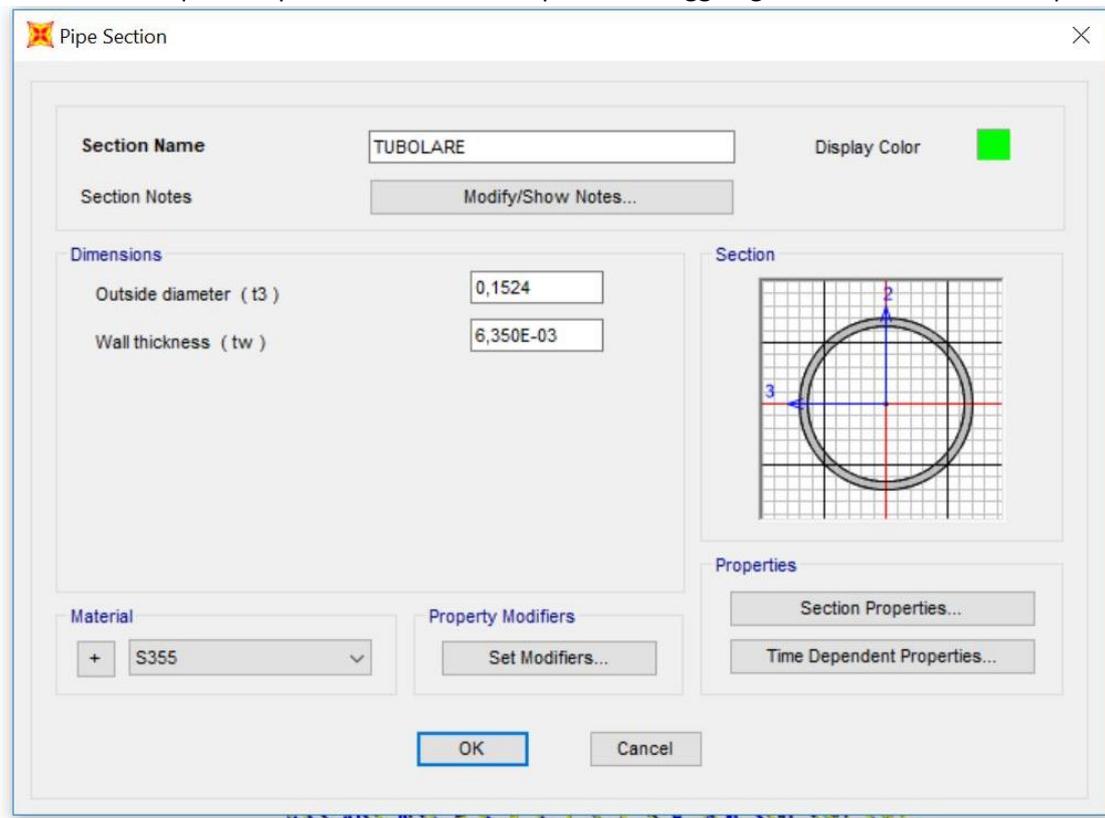
1. Apro SAP, controllo che le unità di misura siano KN,m,C imposto da griglia su cui disegnare: file-new model- grid only
 - number of grid lines: 2,2,2
 - grid spacing: 2,5; 2,5; 2,5
2. creo quindi un cubo 2,5x2,5 m che sarà il modulo base della reticolare che analizzerò.
3. creato il cubo disegnerò le diagonali su tutte e 6 le facce per controventarlo, altrimenti risulterebbe labile.
4. seleziono tutte le facce del cubo tranne quella "confinante" con il cubo successivo che andrò a copiare: *ctrl+c* - *ctrl+v*, inserisco in prima in direzione X e poi in Y lo spostamento da assegnare al cubo per replicarlo tante volte quante mi occorre per ottenere la superficie finale della reticolare.



5. Selezione tutte le diagonali e le assegno ad un gruppo. Questo mi tornerà utile nel calcolo per il dimensionamento a compressione dal momento che per trovare l'inerzia minima devo moltiplicare per la lunghezza dell'asta al quadrato.
6. A questo punto seleziono tutta la mia struttura e rilascio i momenti (*assign - frame - release/partial fixity - spunto moment 2-2 (start/end), moment 3-3 (start/end) e torsion (end) on valore 0*) così inserisco le cerniere interne in tutti i nodi

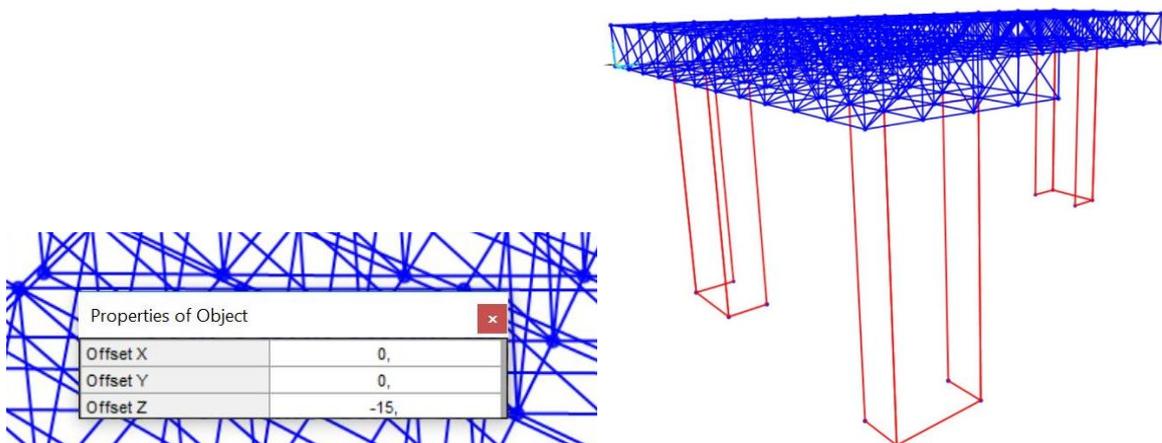


7. Assegno una sezione ipotetica alle aste che andrò poi a cambiare in seguito al dimensionamento:
- *Assign – frame- frame section -define sections – add new property – steel – pipe*
 - Sulla stessa finestra cambio il materiale: *material – add new material – italy – ok – pipe – apply.*
 - La classe di resistenza assegnata di default per questa sezione è S355: lo snervamento in questo tipo di acciaio avviene quando si raggiunge una tensione di 355 Mpa.



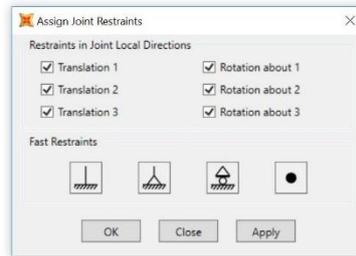
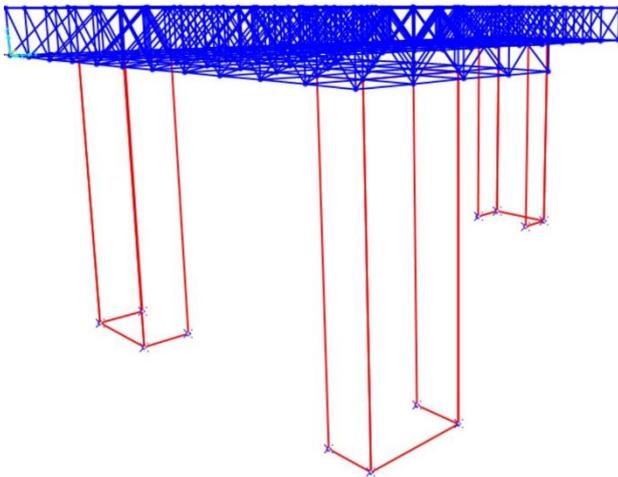
8. Disegno i setti:

- *Draw special joint – offset Z: -15 m –* seleziono i punti a cui applicare offset (Per selezionare più facilmente i punti imposto la vista 2d in cui ho l'asse $z=0$: *view-set 2d view- x-y plan z=0*)
- *Draw – draw poly area* e unisco i punti a cui ho applicato offset con quelli posti alla base della reticolare e creo i setti



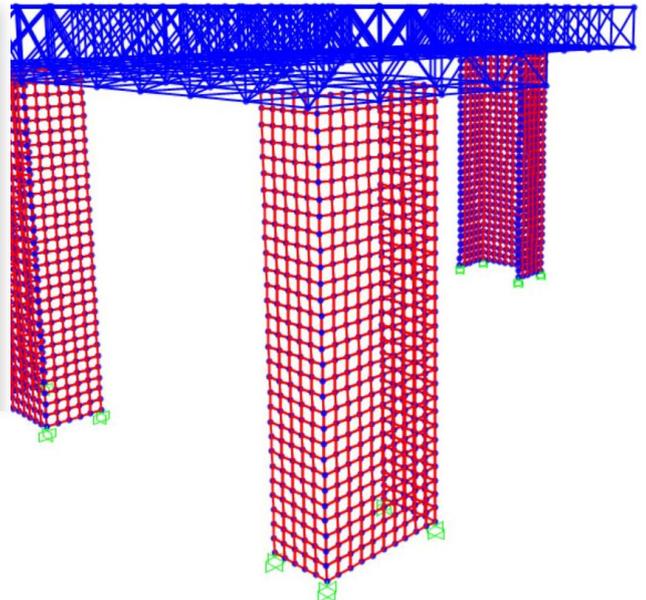
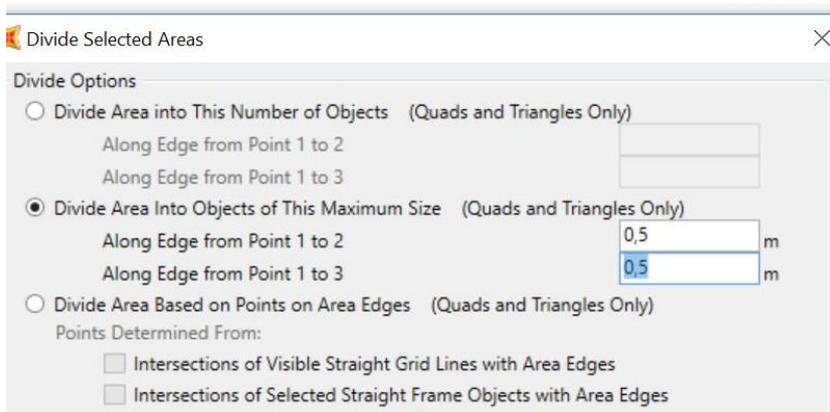
9. Inserisco i vincoli incastro:

- Seleziono i punti alla base dei setti e poi *assign – joint – restraints* – e spunto tutte le rotazioni e tutte le traslazioni per applicare l'incastro.



10. Divido i setti in tante piccole aree:

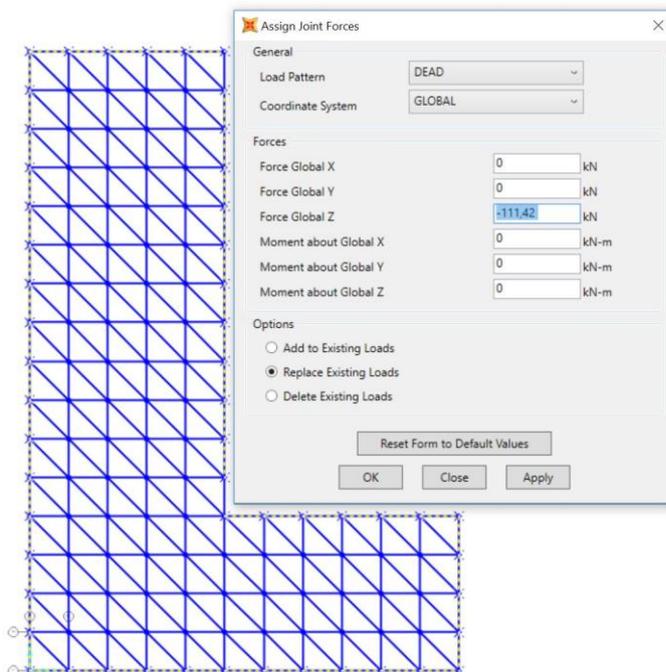
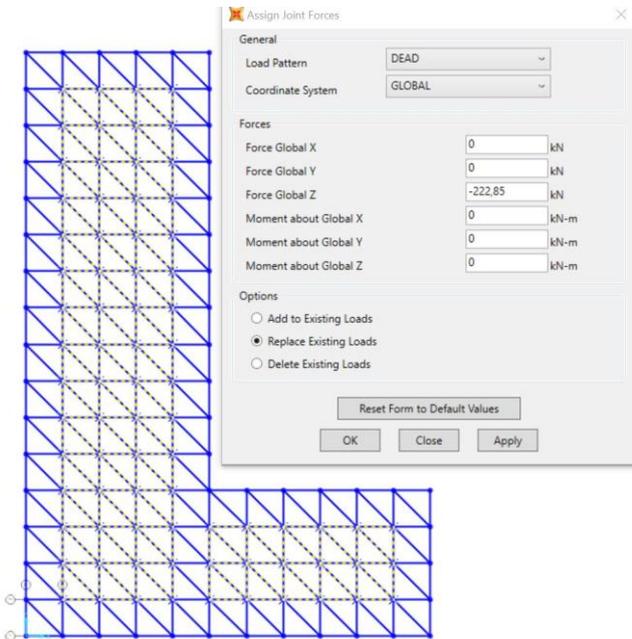
- Seleziono i setti edit – edit areas -divide areas – spunto la seconda opzione (divide obj into max size) e inserisco in entrambe le caselle il valore di 0,5 m



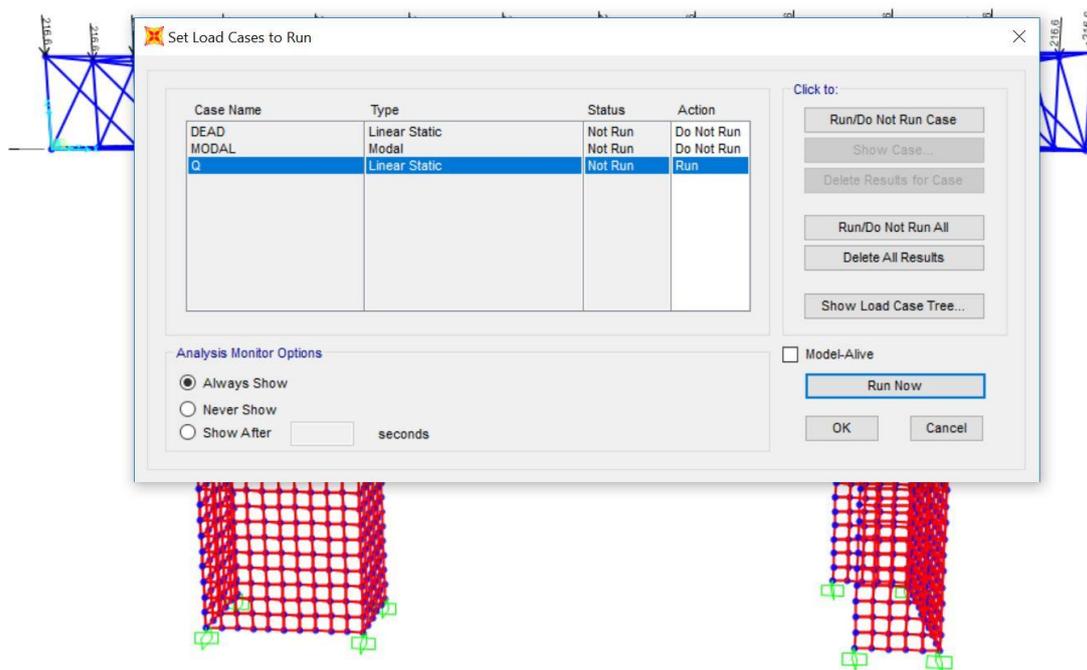
11. Definisco il load pattern e assegno i carichi allo SLU considerando l'incidenza di un solaio in acciaio 12kN/mq

- *Define – load pattern – Fslu-* e pongo il moltiplicatore di peso proprio della struttura = 0
- Calcolo la superficie dell'edificio: 650 mq
- Calcolo la forza che agisce su un piano: $A \cdot q_{SLU} \rightarrow 650 \text{ m}^2 \cdot 12 \text{ kN/m}^2 = 7800 \text{ kN}$ e poi la moltiplico per il numero di piani, in questo caso 3: **$F_{tot} = 7800 \text{ kN} \cdot 3 = 23400 \text{ kN}$**
- Calcolo la forza che agisce su ogni singolo nodo: F_{tot}/n nodi.
- N nodi su cui ripartire la forza = n nodi tot – (n nodi esterni/2) $\rightarrow 132 - (54/2) = 105$
- Mi posiziono sul piano xy : *view-set 2d view- x-y plan z=2,5*

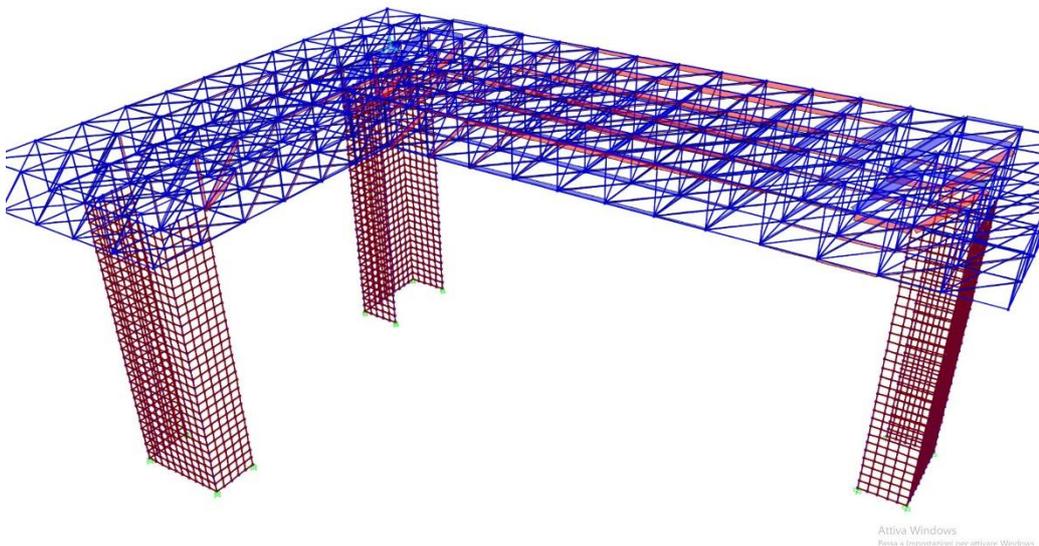
- Sui **nodi centrali** agirà la forza totale $\rightarrow 23400\text{kN}/105 = \mathbf{222,85\text{ kN}}$;
seleziono tutti i nodi centrali e assegno la forza *assign – joint loads – forces – load pattern – Fslu – indico come valore sull’asse z: -222,85 kN*
- Sui **nodi esterni** agirà la metà della forza perché l’area di influenza è la metà $\rightarrow 222,85\text{ kN}/2 = \mathbf{111,42\text{ kN}}$;
seleziono tutti i nodi interni e assegno la forza *assign – joint loads – forces – load pattern – Fslu – indico come valore sull’asse z: -111,42 kN*



12. A questo punto avvio l'analisi.

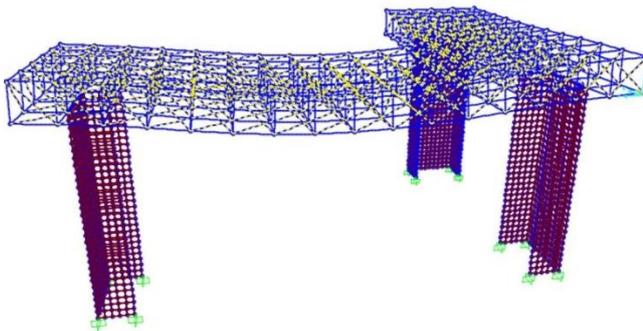
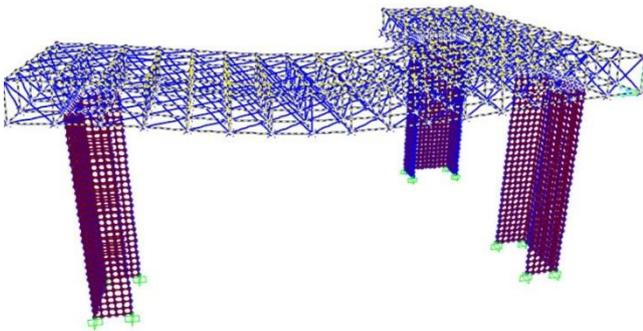
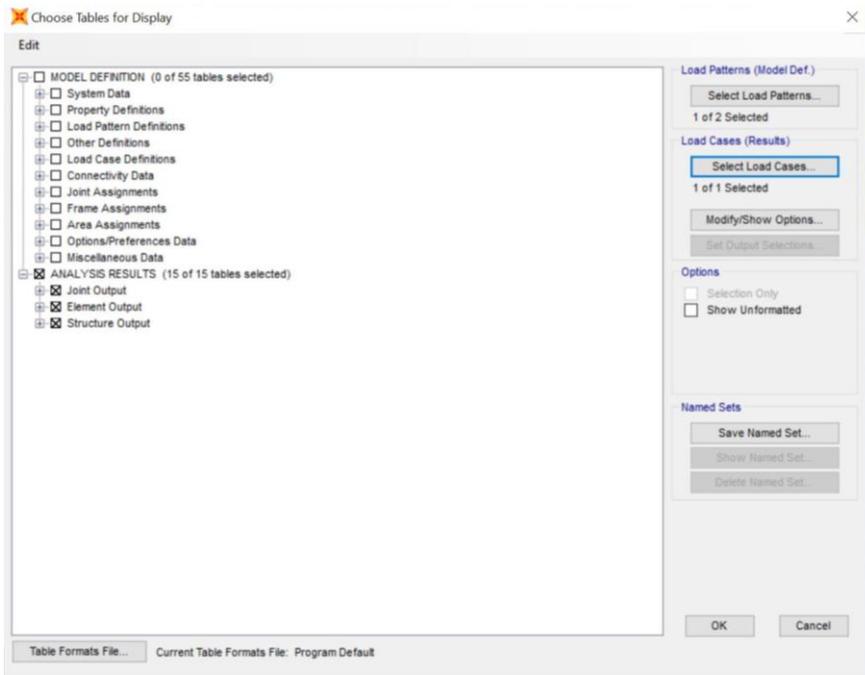


13. Verifico che il momento sia nullo, e quindi anche il taglio. L'unica sollecitazione presente sarà lo sforzo assiale con alcune aste in compressione (-) e altre in trazione(+)



14. Per individuare i valori dello sforzo assiale e pre dimensionare i tubolari, esporto in excel la tabella in cui sono indicati i valori. Ripeto il procedimento sia per il gruppo delle aste che per quello delle diagonali.

- *Ctrl+t* – spunto tutte le voci sotto “analysis results” e seleziono solo il load pattern creato con moltiplicatore di peso proprio=0.
- Seleziono la tabella che dovrò esportare in excel: *elements forces – frame* dove troverò indicate per tutte le aste i valori delle sollecitazioni.



Element Forces - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter: Element Forces - Frames

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
18	0	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
18	0,5	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
18	1	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
18	1,5	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
18	2	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
18	2,5	Q	LinStatic	-123,065	0	0	0	0	0	18-1
19	0	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
19	0,5	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
19	1	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
19	1,5	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
19	2	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
19	2,5	Q	LinStatic	0	0	0	0	0	0	19-1
20	0	Q	LinStatic	21,066	0	0	0	0	0	20-1
20	0,5	Q	LinStatic	21,066	0	0	0	0	0	20-1
20	1	Q	LinStatic	21,066	0	0	0	0	0	20-1

Record: << < 1 > >> of 5841

Add Tables... Done

15. A questo punto esporto la tabella in excel.

- Nella colonna station sono indicati 6 tratti di trave (in questo caso: 0 – 0,5 – 1 – 1,5 – 2 – 2,5) per i quali vengono forniti i valori delle sollecitazioni a cui è soggetta l’asta in quel punto. In questo caso, avendo taglio e momento nulli e sforzo normale costante, posso eliminare tutti i “doppioni” e lasciare un unico valore per ogni asta.
- Cancello le colonne relative al taglio e al momento e ordino i valori dello sforzo assiale in ordine decrescente.

16. Otterrò quindi prima tutti i valori **positivi di trazione**. Per ogni aste dovrò calcolare l’area minima che mi permetterà di scegliere il profilo di tubolare più adeguato.

- **NOTA: trasformo tutti i valori in kN e cm dal momento che sia l’area che il momento di inerzia sono indicati in cm² e cm⁴ nel profilario.**
- $A_{min} = N/f_d$ (forza/resistenza di progetto -> in questo caso avendo un acciaio S355 , questa sarà 355 Mpa
- Cautelativamente, alla valore della tensione di snervamento f_y (che in questo caso, avendo un acciaio S355, sarà 355 Mpa) si applica un coefficiente di sicurezza , $\gamma_m = 1,05$ quindi $f_d = f_y / \gamma_m$
- Raggruppo quindi un certo numero di aste a cui assegnare lo stesso profilo

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Stator	OutputCa	CaseTyp	P	fy	ym	fd	A min=P/fc	A profilai
-	cm	-	-	kN	kN/cm2	-	kn/cm2	cm2	cm2
19	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
23	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
1062	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
1911	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
1935	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
2173	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
2175	250,00	Q	LinStatic	0	35,5	1,05	33,8095	0	10,70
2104	250,00	Q	LinStatic	3,879	35,5	1,05	33,8095	0,114730986	10,70
1050	250,00	Q	LinStatic	5,985	35,5	1,05	33,8095	0,177021127	10,70
1150	250,00	Q	LinStatic	13,479	35,5	1,05	33,8095	0,398674648	10,70
1797	250,00	Q	LinStatic	14,06	35,5	1,05	33,8095	0,415859155	10,70
1803	250,00	Q	LinStatic	17,624	35,5	1,05	33,8095	0,521273239	10,70
1204	250,00	Q	LinStatic	18,515	35,5	1,05	33,8095	0,547626761	10,70
1876	250,00	Q	LinStatic	19,235	35,5	1,05	33,8095	0,568922535	10,70
2143	250,00	Q	LinStatic	20,567	35,5	1,05	33,8095	0,608319718	10,70
20	250,00	Q	LinStatic	21,066	35,5	1,05	33,8095	0,623078873	10,70
1089	250,00	Q	LinStatic	22,19	35,5	1,05	33,8095	0,656323944	10,70
1858	250,00	Q	LinStatic	22,441	35,5	1,05	33,8095	0,663747887	10,70
1153	250,00	Q	LinStatic	27,994	35,5	1,05	33,8095	0,827991549	10,70
43	250,00	Q	LinStatic	28,108	35,5	1,05	33,8095	0,83136338	10,70
259	250,00	Q	LinStatic	30,774	35,5	1,05	33,8095	0,910216901	10,70
1890	250,00	Q	LinStatic	33,92	35,5	1,05	33,8095	1,003267606	10,70
189	250,00	Q	LinStatic	38,473	35,5	1,05	33,8095	1,137933803	10,70
1031	250,00	Q	LinStatic	40,589	35,5	1,05	33,8095	1,200519718	10,70
2142	250,00	Q	LinStatic	40,935	35,5	1,05	33,8095	1,210753521	10,70
30	250,00	Q	LinStatic	41,205	35,5	1,05	33,8095	1,218739437	10,70
276	250,00	Q	LinStatic	42,047	35,5	1,05	33,8095	1,243643662	10,70
157	250,00	Q	LinStatic	45,755	35,5	1,05	33,8095	1,353316901	10,70
1014	250,00	Q	LinStatic	48,601	35,5	1,05	33,8095	1,437494366	10,70
2126	250,00	Q	LinStatic	49,147	35,5	1,05	33,8095	1,453643662	10,70
874	250,00	Q	LinStatic	54,578	35,5	1,05	33,8095	1,614278873	10,70
1053	250,00	Q	LinStatic	63,309	35,5	1,05	33,8095	1,872519718	10,70
2136	250,00	Q	LinStatic	66,878	35,5	1,05	33,8095	1,97808169	10,70
1909	250,00	Q	LinStatic	67,616	35,5	1,05	33,8095	1,999909859	10,70
1954	250,00	Q	LinStatic	71,097	35,5	1,05	33,8095	2,102869014	10,70
1992	250,00	Q	LinStatic	73,086	35,5	1,05	33,8095	2,161698592	10,70
21	250,00	Q	LinStatic	78,522	35,5	1,05	33,8095	2,32248169	10,70
1021	250,00	Q	LinStatic	78,553	35,5	1,05	33,8095	2,323398592	10,70
142	250,00	Q	LinStatic	81,86	35,5	1,05	33,8095	2,421211268	10,70
268	250,00	Q	LinStatic	82,303	35,5	1,05	33,8095	2,434314085	10,70
1159	250,00	Q	LinStatic	84,83	35,5	1,05	33,8095	2,509056338	10,70
53	250,00	Q	LinStatic	84,989	35,5	1,05	33,8095	2,513759155	10,70
2103	250,00	Q	LinStatic	85,459	35,5	1,05	33,8095	2,527660563	10,70

17. Per ogni asta soggetta a **sforzo assiale negativo (compressione)** dovrò calcolare oltre all'area minima anche il momento di inerzia minimo per poter scegliere il profilo.

18. $I_{min} = [N / (\pi^2 * E)] * L^2$

- Dove N è lo sforzo assiale agente sull'asta
- E è il modulo elastico
- L2 è la lunghezza dell'asta al quadrato

TABLE: Element Forces - Frames														
Frame	Stator	OutputCa	CaseTyp	P	fy	ym	fd	A min=P/fc	A profilat	π^2	E	L2	I min	I profilat
-	cm	-	-	kN	kN/cm2	-	kn/cm2	cm2	cm2	-	kn/cm2	cm2	cm4	cm4
1860	250,00	Q	LinStatic	-3295,94	35,5	1,05	33,8095	-97,4855493	113	9,8696	21000	62500,00	-993,895	28484
148	250,00	Q	LinStatic	-2498,937	35,5	1,05	33,8095	-73,91222113	113	9,8696	21000	62500,00	-753,558	28484
1848	250,00	Q	LinStatic	-2426,746	35,5	1,05	33,8095	-71,77699437	113	9,8696	21000	62500,00	-731,788	28484
1843	250,00	Q	LinStatic	-2319,487	35,5	1,05	33,8095	-68,60454507	113	9,8696	21000	62500,00	-699,444	28484
1857	250,00	Q	LinStatic	-2114,895	35,5	1,05	33,8095	-62,55323239	113	9,8696	21000	62500,00	-637,749	28484
953	250,00	Q	LinStatic	-2106,647	35,5	1,05	33,8095	-62,30927746	113	9,8696	21000	62500,00	-635,262	28484
955	250,00	Q	LinStatic	-2029,184	35,5	1,05	33,8095	-60,01811831	113	9,8696	21000	62500,00	-611,903	28484
969	250,00	Q	LinStatic	-2029,137	35,5	1,05	33,8095	-60,01672817	113	9,8696	21000	62500,00	-611,889	28484
939	250,00	Q	LinStatic	-2015,396	35,5	1,05	33,8095	-59,61030423	113	9,8696	21000	62500,00	-607,745	28484
937	250,00	Q	LinStatic	-1991,906	35,5	1,05	33,8095	-58,91552958	113	9,8696	21000	62500,00	-600,662	28484
942	250,00	Q	LinStatic	-1984,059	35,5	1,05	33,8095	-58,68343521	113	9,8696	21000	62500,00	-598,296	28484
958	250,00	Q	LinStatic	-1939,954	35,5	1,05	33,8095	-57,37892113	113	9,8696	21000	62500,00	-584,996	28484
945	250,00	Q	LinStatic	-1925,828	35,5	1,05	33,8095	-56,96110986	113	9,8696	21000	62500,00	-580,736	28484
926	250,00	Q	LinStatic	-1871,462	35,5	1,05	33,8095	-55,35310141	113	9,8696	21000	62500,00	-564,342	28484
929	250,00	Q	LinStatic	-1870,035	35,5	1,05	33,8095	-55,31089437	113	9,8696	21000	62500,00	-563,911	28484
971	250,00	Q	LinStatic	-1864,168	35,5	1,05	33,8095	-55,13736338	113	9,8696	21000	62500,00	-562,142	28484
948	250,00	Q	LinStatic	-1839,775	35,5	1,05	33,8095	-54,41588028	113	9,8696	21000	62500,00	-554,786	28484
961	250,00	Q	LinStatic	-1835,264	35,5	1,05	33,8095	-54,28245634	113	9,8696	21000	62500,00	-553,426	28484
923	250,00	Q	LinStatic	-1831,777	35,5	1,05	33,8095	-54,17931972	113	9,8696	21000	62500,00	-552,375	28484
932	250,00	Q	LinStatic	-1786,205	35,5	1,05	33,8095	-52,83141549	113	9,8696	21000	62500,00	-538,632	28484
951	250,00	Q	LinStatic	-1759,438	35,5	1,05	33,8095	-52,03971549	113	9,8696	21000	62500,00	-530,561	28484
974	250,00	Q	LinStatic	-1743,857	35,5	1,05	33,8095	-51,57886901	113	9,8696	21000	62500,00	-525,862	28484
935	250,00	Q	LinStatic	-1740,414	35,5	1,05	33,8095	-51,4770338	113	9,8696	21000	62500,00	-524,824	28484
985	250,00	Q	LinStatic	-1734,672	35,5	1,05	33,8095	-51,3072	113	9,8696	21000	62500,00	-523,093	28484
964	250,00	Q	LinStatic	-1721,5	35,5	1,05	33,8095	-50,91760563	113	9,8696	21000	62500,00	-519,121	28484
921	250,00	Q	LinStatic	-1701,562	35,5	1,05	33,8095	-50,32789014	113	9,8696	21000	62500,00	-513,108	28484
1827	250,00	Q	LinStatic	-1693,777	35,5	1,05	33,8095	-50,09762958	113	9,8696	21000	62500,00	-510,761	28484
2090	250,00	Q	LinStatic	-1686,903	35,5	1,05	33,8095	-49,89431408	113	9,8696	21000	62500,00	-508,688	28484
913	250,00	Q	LinStatic	-1678,6	35,5	1,05	33,8095	-49,64873239	113	9,8696	21000	62500,00	-506,184	28484
977	250,00	Q	LinStatic	-1597,251	35,5	1,05	33,8095	-47,24263521	113	9,8696	21000	62500,00	-481,653	28484
910	250,00	Q	LinStatic	-1591,819	35,5	1,05	33,8095	-47,08197042	113	9,8696	21000	62500,00	-480,015	28484
967	250,00	Q	LinStatic	-1591,393	35,5	1,05	33,8095	-47,06937042	113	9,8696	21000	62500,00	-479,887	28484
916	250,00	Q	LinStatic	-1560,496	35,5	1,05	33,8095	-46,15551549	47	9,8696	21000	62500,00	-470,57	4696
987	250,00	Q	LinStatic	-1514,979	35,5	1,05	33,8095	-44,80923803	47	9,8696	21000	62500,00	-456,844	4696
907	250,00	Q	LinStatic	-1490,756	35,5	1,05	33,8095	-44,0927831	47	9,8696	21000	62500,00	-449,539	4696
919	250,00	Q	LinStatic	-1486,929	35,5	1,05	33,8095	-43,97959014	47	9,8696	21000	62500,00	-448,385	4696
980	250,00	Q	LinStatic	-1445,898	35,5	1,05	33,8095	-42,76599718	47	9,8696	21000	62500,00	-436,012	4696
170	250,00	Q	LinStatic	-1439,577	35,5	1,05	33,8095	-42,57903803	47	9,8696	21000	62500,00	-434,106	4696
1851	250,00	Q	LinStatic	-1425,484	35,5	1,05	33,8095	-42,16220282	47	9,8696	21000	62500,00	-429,857	4696
990	250,00	Q	LinStatic	-1410,936	35,5	1,05	33,8095	-41,73190986	47	9,8696	21000	62500,00	-425,47	4696
1815	250,00	Q	LinStatic	-1339,471	35,5	1,05	33,8095	-39,61815634	47	9,8696	21000	62500,00	-403,919	4696
897	250,00	Q	LinStatic	-1323,282	35,5	1,05	33,8095	-39,13932676	47	9,8696	21000	62500,00	-399,037	4696
278	250,00	Q	LinStatic	-1288,343	35,5	1,05	33,8095	-38,10591972	47	9,8696	21000	62500,00	-388,501	4696

19. Trovati tutti i valori li confronto con quelli del profilario e creo dei gruppi di aste a cui assegnare il relativo profilo:

20. Aste compresse:

- Dal valore -97,48 cm2 a -47,06 cm2 ->profilo con area: 113 cm2
- Da -46,15 cm2 a -21,04 cm2 -> profilo con area 47 cm2
- Da -20,86 cm2 a -9,95 ->profilo con area 23,2 cm2
- Da -9,92 cm2 a 0,0000994099 cm2 -> profilo con area 13,90 cm2

21. Aste tese:

- Dal valore 0 al valore al valore 9,99 cm2 ->profilo con area 10,70 cm2
- Dal valore 10,03 cm2 al valore 25,43 cm2 -> profilo con area 25,90 cm2
- Dal valore 26,4 cm2 al valore 36,93 -> profilo con area 39,50 cm2
- Dal valore 40,27 cm2 al valore 70,18 -> profilo con area 79,20 cm2