

PROGETTO DI UNA TRAVE RETICOLARE SPAZIALE IN ACCIAIO

L'obiettivo di questa prima esercitazione è quello di disegnare una trave reticolare spaziale su SAP2000, inizialmente senza attribuire ad essa alcuna sezione definita, in modo da poterne analizzare gli sforzi assiali e di conseguenza dimensionarla.

1. La modellazione della trave è stata eseguita direttamente su SAP, definendo una griglia, e quindi un **modulo** iniziale di $2 \times 2 \times 2 \text{ m}$ (Fig. 1). Ripetendo tale modulo lungo le direzioni X e Y è stata definita la trave reticolare spaziale. Sono quindi stati disegnati tre **setti** di altezza 12 m posizionati in modo che i loro spigoli coincidessero con i nodi della reticolare, e la loro area è stata suddivisa ulteriori sottoaree di $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ in modo da discretizzare i risultati successivamente ottenuti (Fig. 2).

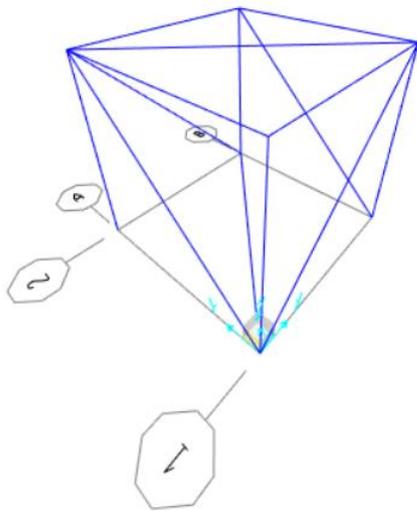


Figura 1: modulo cubico $2 \times 2 \times 2 \text{ m}$.

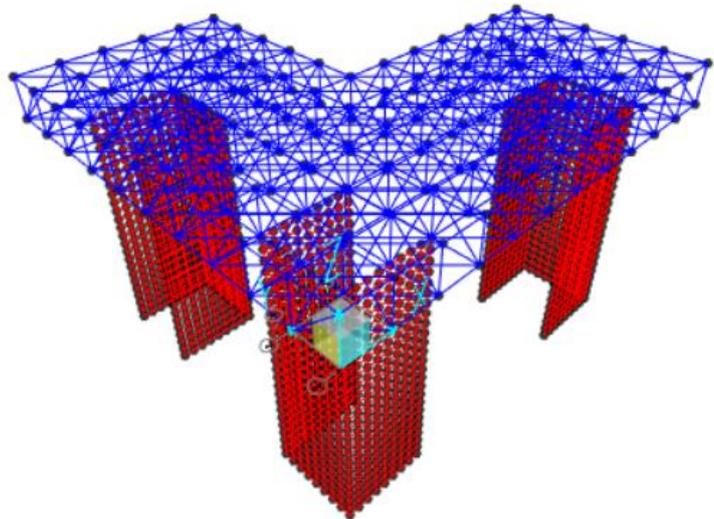


Figura 2: trave reticolare con setti.

2. Affinché tutte le aste siano effettivamente reticolari è necessario che il momento non passi tra l'una e l'altra, e che quindi queste siano collegate tra loro da **cerniere interne**. Su SAP è stato quindi applicato il *rilascio* dei momenti su entrambi gli estremi di ciasun *frame*, e su uno solo degli estremi è stata rilasciata anche la torsione. In ogni appunto di appoggio, i setti sono stati vincolati a terra da **cerniere** (Fig. 3).

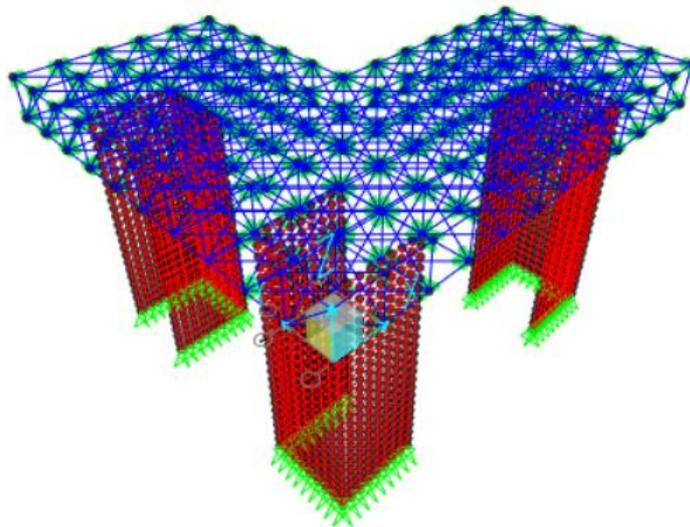


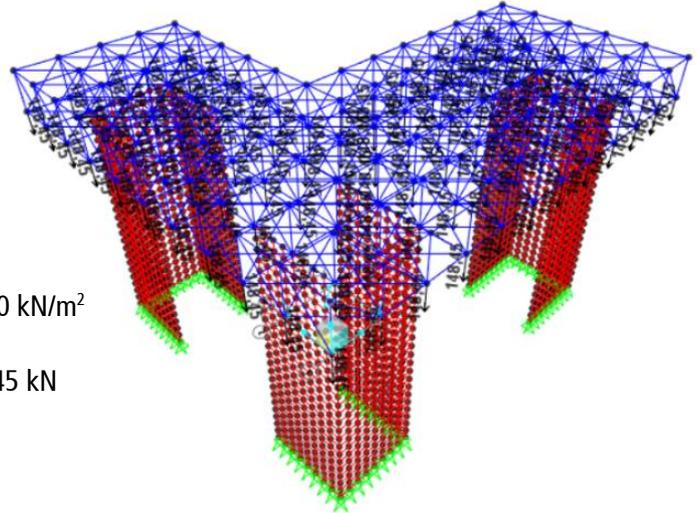
Figura 3: attribuzione delle cerniere interne e dei vincoli esterni agli appoggi.

3. Attribuzione dei carichi: la trave reticolare dovrà essere caricata solamente nei nodi, in corrispondenza di quelli che dovrebbero essere i tiranti della struttura che le trasmettono il peso dei solai; si tratterà perciò di **forze concentrate nei nodi**. Non avendo però determinato la posizione di questi tiranti nel modello di SAP, posso usare un'approssimazione ripartendo in misura uguale tra tutti i *joint* la forza complessiva che agirebbe nel baricentro della struttura. (Non conoscendo ancora la sezione degli elementi, il peso proprio può esser tralasciato).

DATI:

_numero piani: 4
_incidenza del solaio: 12 kN/m²
_area solaio: 300 m²
_numero dei nodi: 97

Peso di un solaio: $(12 \text{ kN/m}^2) * 300 \text{ m}^2 = 3600 \text{ kN/m}^2$
Peso totale: $(3600 \text{ kN/m}^2) * 4 = 14400 \text{ kN/m}^2$
Forza applicata = $(14400 \text{ kN/m}^2) / 97 = 148,45 \text{ kN}$



4. Effettuando l'**analisi** per i soli carichi applicati è possibile ottenere una restituzione della configurazione deformata della struttura e delle sollecitazioni agenti sulla struttura. Trattandosi di sole aste reticolari, la struttura sarà soggetta solo a sforzi assiali, sia di compressione che trazione (*Fig. 4*).

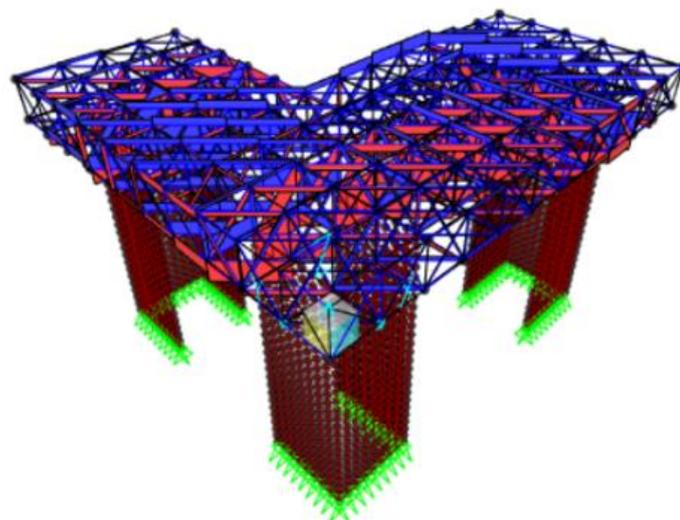
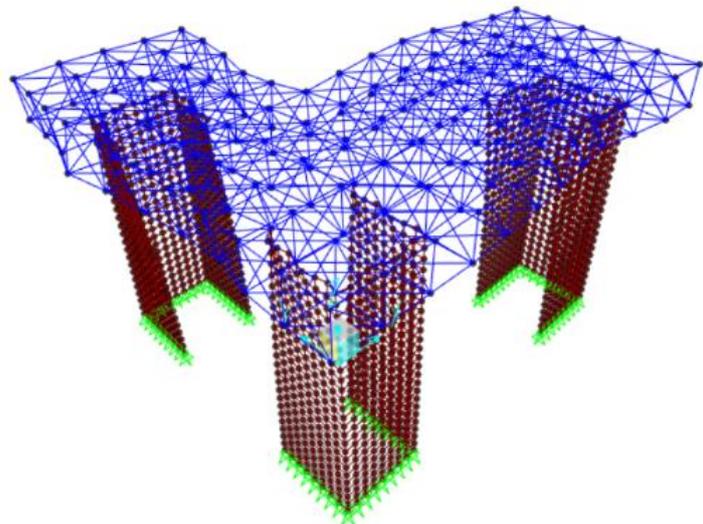


Figura 4: configurazione deformata (in alto) e diagramma dello sforzo assiale (in basso).

DIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA

5. I valori di compressione e trazione di ciascuna asta vengono esportati in tabelle *Excel* in modo da poterne ottenere un elenco ordinato (*Vedi allegati*). Per ottimizzare i calcoli le aste totali verranno divise tra tese e compresse (necessario poiché il dimensionamento è diverso per le due sollecitazioni), e poi ulteriormente ciascuno di questi due macrogruppi in 3 gruppi più piccoli sulla base del valore di sollecitazione; per ognuno di essi verrà scelta l'asta più sollecitata per determinarne i valori di area minima (o anche inerzia minima nel caso delle aste compresse) da confrontare con i profili del tabellario. Si otterranno quindi 6 profili totali che dovranno avere l'attenzione di non esser sovradimensionati rispetto a tutti i valori di area minima ai quali risponderanno.

- Dimensionamento delle **aste tese**:

le aste tese possono esser dimensionate ricavandone l'area minima data dal rapporto tra sforzo normale e tensione di snervamento di progetto f_{yd} , e confrontando quindi i valori ottenuti con quelli da tabellario (Fig. 5).

DATI:

acciaio S235: $f{yk} = 235 \text{ MPa} \rightarrow f_{yd} = 223,81 \text{ MPa}$

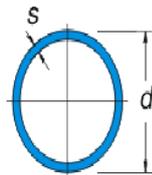
$$A_{\min} = \frac{N}{f_{yd}}$$

Da 0,008 kN a 4,719 kN: $A_{\min} = 0,21 \text{ cm}^2$
 4,782 kN a 14,173 kN: $A_{\min} = 0,63 \text{ cm}^2$
 14,34 kN a 42,979 kN: $A_{\min} = 1,92 \text{ cm}^2$



Profilati metallici Tubi in Acciaio a sezione circolare

0102



d x s mm	Peso kg/m	Sezione di passaggio cm ²	Sezione metallica cm ²	Momenti di inerzia	Moduli di resistenza	Raggi di inerzia
				Jx = Jy cm ⁴	Wx = Wy cm ³	ix = iy cm
33,7 x 2,6	2,010	6,380	2,540	3,090	1,840	1,100
33,7 x 2,9	2,220	6,110	2,810	3,360	1,990	1,090
33,7 x 3,2	2,420	5,850	3,070	3,600	2,140	1,080
42,4 x 2,6	2,570	10,90	3,250	6,460	3,050	1,410
42,4 x 2,9	2,840	10,50	3,600	7,060	3,330	1,400
42,4 x 3,2	3,110	10,20	3,940	7,620	3,590	1,390
48,3 x 2,6	2,950	14,60	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	11,60	4,800	1,600

Figura 5: in rosso il profilo scelto da tabellario.

- Dimensionamento delle **aste compresse**:

come per le aste tese, anche le aste compresse possono essere dimensionate ricavandone l'area minima data dal rapporto tra sforzo normale e tensione di snervamento di progetto f_{yd} , ma in questo caso bisognerà anche tener conto dei problemi dati dall'instabilità per ottenere dei valori di raggio di inerzia minimi da confrontare con quelli da tabellario (Fig. 6).

DATI:

acciaio S235: $f{yk} = 235 \text{ MPa} \rightarrow f_{yd} = 223,81 \text{ MPa}$

Da -40,544 kN a -13,567 kN: $A_{\min} = 1,58 \text{ cm}^2$

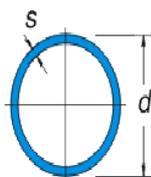
-13,429 kN a -4,522 kN: $A_{\min} = 0,2 \text{ cm}^2$

-4,483 kN a -0,1 kN: $A_{\min} = 0,2 \text{ cm}^2$



Profilati metallici Tubi in Acciaio a sezione circolare

0102



d x s mm	Peso kg/m	Sezione di passaggio cm ²	Sezione metallica cm ²	Momenti di inerzia	Moduli di resistenza	Raggi di inerzia
				Jx = Jy cm ⁴	Wx = Wy cm ³	ix = iy cm
33,7 x 2,6	2,010	6,380	2,540	3,090	1,840	1,100
33,7 x 2,9	2,220	6,110	2,810	3,360	1,990	1,090
33,7 x 3,2	2,420	5,850	3,070	3,600	2,140	1,080
42,4 x 2,6	2,570	10,90	3,250	6,460	3,050	1,410
42,4 x 2,9	2,840	10,50	3,600	7,060	3,330	1,400
42,4 x 3,2	3,110	10,20	3,940	7,620	3,590	1,390
48,3 x 2,6	2,950	14,60	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	11,60	4,800	1,600

Figura 6: in rosso il profilo scelto da tabellario.

Dall'analisi su SAP ho ottenuto valori di sollecitazione piuttosto bassi, per questo anche le aste più sollecitate avranno un requisito di area minima comunque inferiore rispetto all'area del profilo più piccolo da tabellario; tutti e 6 i gruppi creati mi risultano quindi soddisfatti tramite un unico profilo. Non riesco a capire da cosa possa dipendere. Le unità di misura su SAP sono impostate su kN , m , C , e anche aumentando la forza concentrata dei nodi le variazioni risultano essere minime.

