Esercitazione n°1: Predimensionamento di una travatura reticolare

Data: 15.12.2018

Studente: Simone Francescangeli

- 1) Modellazione di una travatura reticolare spaziale:
 - Si modella, su SAP2000, una travatura reticolare tridimensionale a partire da un modulo cubico di lato2,00 metri, controventato su ogni faccia, duplicato attraverso il comando *copia* fino ad ottenere unatravatura a forma di L, con spessore di 12,00 metri, lunghezza dei lati esterni di 30,000 e lunghezza deilatiinternidi18,00metri.



- Si definisce -attraverso *define section properties* una sezione tubolare standard per poi assegnarla a tutti i frame.
- Attraverso *assign frame releases* si assegna un comportamento a cerniera in tutti i nodi, e si verifica inoltre che non siano presenti duplicati attraverso il comando *edit->select duplicates*.



- 2) Modellazione dei setti, ipotizzando che la reticolare sorregga attraverso tiranti un edificio di 4 piani abitabili:
 - Si modellano 3 setti a C, con lati uguali di lato 6,00 metri, per un'altezza di 15,00 metri -prima attraverso *draw special joint* con offset -15,00 sull'asse z, poi attraverso il comando *poly area*.



- Per aumentare le superfici di calcolo si utilizza il comando *edit->divide areas,* imponendo che i setti vengano suddivisi in quadrati di lato 0,50 metri.
- Attraverso il comando assign joint restraints si impone il vincolo d'incastro ai punti alla base dei setti.



- 3) Dopo aver definito un *load pattern "*FSLU", con moltiplicatore di peso proprio nullo, si calcola:
 - L'area di influenza di ogni tirante, pari a 4,00 mq.
 - Un carico distribuito ipotetico allo SLU, pari a 12,00 kN/mq., da moltiplicare per il numero di piani (4).

- La forza concentrata agente su ogni nodo interno della travatura reticolare, pari a 4,00mq.*12,00kN/mq.*4 = 192,00kN.
- La forza agente su ogni nodo esterno della travatura reticolare -per il quale si ipotizza un'area d'influenza dimezzata- pari a 2,00mq.*12,00kN/mq.*4 = 96,00kN.
- Attraverso *assign joint loads->forces* si assegna ai nodi interni una forza di load pattern FSLU di valore 192,00 kN sull'asse z, e di valore -96,00 kN sui nodi esterni.



- **4)** Si lancia l'analisi:
 - Si verifica solamente il load pattern FSLU, per evitare di considerare il peso proprio delle sezioni di prova.



• Ad analisi svolta, si verifica che non vi siano errori nell'impostazione dell'analisi, ovvero che si abbiano tagli e momenti nulli.



- In Excel, si eliminano i valori di Taglio, Momento e Torsione, inutili ai fini del predimensionamento; poiché i valori di sforzo normale sono uguali per ogni punto di controllo di un'asta, è possibile ridurre la quantità di dati inseriti condensare i valori di ogni punto di controllo in un unico valore per ogni frame, riducendo il numero dei valori a quello dei frame e dividendo i frame in funzione della lunghezza.
- 5) Dopo aver razionalizzato il file excel, si predimensionano le aste considerando l'uso di un acciaio S275 e di profili cavi circolari EN10210, con coefficiente di sicurezza γ=1.05; si considera una tensione di snervamento pari a 275MPa/1.05=261,09 MPa, pari a 26,1 kN/cmq.
 - Si dimensiona prima le aste a sforzo assiale positivo, ovvero sottoposte a trazione. Per far ciò, si calcola l'area minima come Amin=N/fd
 - Si dimensionano poi le aste a sforzo assiale negativo, ovvero sottoposte a compressione e da dimensionare in funzione del carico di punta. Per far ciò, dopo aver calcolato l'area minima si calcola anche l'inerzia minima come Imin=[N/(π² * E)]* L², dove L è la lunghezza dell'asta espressa in centimetri ed E è il modulo elastico dell'acciaio pari a 21.000 kN/cmq.
 - Si selezionano 4 profili dimensionati a trazione e 4 a compressione, ipotizzando di scegliere sempre, a parità di diametro, il profilo di spessore massimo.

	6	Calibri	*	11 *	A A	=	= = 3	e, -	ab c≠ Tes	to a cap	0		Gen	erale		×		1		1		E H		×		Σ-	ZT		Q			
Incolla	*	GC	s - 🗉	- 8	• <u>A</u> •	. = :		•	🖶 Uni	isci e alli	nea al c	entro 👻	P .	- % 00	0,00	00 F	Formattaz condizion	tione Fo	ormatta tabel	a come la *	Stili cella *	Inseri *	isci Elir	nina For *	mato *		Ordina filtra	e Tr • sele	ova e ziona •			
Appunti	F5		Caratte	re	r	s		Alli	ineamen	nto		5		Nume	ri	Б.			Stili				C	elle			Mo	difica				
W5		• 1	×	~	f _x																											
	Р	C.	D	F	F	6	ц	12.5		ĸ	1	м	N		P	0	В	c	т		v	Ŵ	v		7	44	AR	٨C	40	AE	AF	AG
TABLE- FA	ament For	Frames			1	G	- 13		Dim o a str	arro normale	. 64	Dimension	amento a	carico di m	nta		1		-						- 1 5	~	~~	~~	~	~~	~	~~
Erame	Station	Outputfac			tv	W	24		Amin	Annafilo		L	π^2	F	#A2*F P/	/mA2+F	E) 142	Imin-N	I sezione													
Text	m	Text	Text	8N	KN/cmo		KN/cma		cma.	cma.		cm		kN/cmm	kN/cma		cma	cm^4	cm^4													
1000		16/41	10.05		my comp.		ning enriet.		arrig.	errep.		en		and purd.	arry come		ennet		4111 4													
1.000																							Constant Providence	223				Sa 195.53			3 V.	100
DIAGONAL	J									-												<u> </u>	Sezioni	Diametro S	pessore 1.	Area	Momento	d'inerzia [e	Range area	a	Range Ine	arzia
662	2,8284	S FSLU	LinStatic	1448,163	27,5	1,05	26,19047619		55,2935	61,2														[mm] [mm) ([cm^2]			[cm^2]		d'inerzia {	[cm*4]
654	2,8284	S PSLU	LinStatic	1319,611	27,5	1,05	26,19047619		50,38515	61,2												A trazione		60,3		8,69			Da 0 a 8,69	9		
894	2,8284	S PSLU	Linstatic	1087,648	27,5	1,05	26,19047619		41,52858	61,Z														88,9	6,3	16,3			Da 8.69 a 1	16,3		
1268	2,8284	S PSLU	Linstatic	1018,325	27,5	1,05	26,19047619		38,88142	61,2														114.3	10	32,8			Da 16,5 a 3	32,8		
202	2,0204	PSLU	Linstatic	902,409	27,5	1,05	26,19047619		34,43302															106.3	466.2	01,2		-	Manager and	33.23		
201	2,0204	S PSLU	Linstant	871,000	27,5	1,05	20,19047019		33,29027	33.2													elene	60.2						0	D	
720	2,929.5	ESILI	LinStatic	919 0/7	27.5	1.05	26 19047619		31 26880	32.0												A compress	and the second	114.9	10	32.8	450		Da 16 3 a	92.9	Da 33.5 a	450
1044	2 9294	EREIII	LinStatic	701 000	27.5	1.05	26 10047610		30 23653	37.0														168.1	125	61.2	1868		Do 12.8 a	61.2	Da 450 a 1	679.04
315	2 8284	E FSILI	LinStatic	733 752	27.5	1.05	26 19047619		28.01599	32.8														195.7	16	89.3	3554		Da 32.8 a	82.06		
645	2.8284	FSUU	LinStatic	729.039	27.5	1.05	26 19047619		27.83603	32.8																-						-
1276	2.8284	FSLU	LinStatic	701.037	27.5	1.05	26,19047619		26,76687	32.8																						
1036	2.8284	S FSLU	LinStatic	676.687	27.5	1.05	26.19047619		25.83714	32.8																						
635	2,8284	B FSLU	LinStatic	634,492	27,5	1,05	26,19047619		24,22606	32,8																						
952	2,8284	B FSLU	LinStatic	627,631	27,5	1,05	26,19047619		23,96409	32,8																						
323	2,8284	B FSLU	LinStatic	615,651	27,5	1,05	26,19047619		23,50667	32,8																						
278	2,8284	B FSLU	LinStatic	603,386	27,5	1,05	26,19047619		23,03837	32,8																						
1259	2,8284	B FSLU	LinStatic	575,461	27,5	1,05	26,19047619		21,97215	32,8																						
671	2,8284	S FSLU	LinStatic	558,086	27,5	1,05	26,19047619		21,30874	32,8																						
729	2,8284	B FSLU	LinStatic	555,77	27,5	1,05	26,19047619		21,22031	32,8																						
961	2,8284	S PSLU	LinStatic	346,658	27,5	1,05	26,19047619		20,8724	32,8																						
903	2,8284	S PSLU	Linstatic	520,483	27,5	1,05	26,19047619		19,87299	32,8																						
58/	2,8284	S PSLU	LinStatic	485,227	27,5	1,05	26,19047619		18,52685	32,8																						
240	2,8284	I FOLD	Lingtatic	+24,764	27,5	1,05	20,13047619		10,12/35	32,0																						
1478	2,6284	E FELLI	LinStatic	467 235	27,5	1,05	26,1904/619		17 8905	32,0																						
1972	2,8284	E FOLU	LinStatic	457.07	27,5	1,05	20,1904/019		17,8393	27.0																						
7936	2 8284	1 85111	LinStatic	453 440	27,5	1,05	26 10042610		17 31 351	17.8																						
506	2 8284	E FSIII	LinStatic	446.68	27.5	1.05	26 10047619		17.05505	32.8																						
604	2,8284	FSLU	LinStatic	440.077	27.5	1.05	26 19047619		16,80294	32.8																						
714	2 8284	FSILI	LinStatic	418 181	27.5	1.05	26 19047619		15 96691	16.3																						
2011 C 477	4,8204	r rand	Emolatic	740,101	21,3	1,05	20,1304/019		17,20091	40,0																						

- **N.B.** In tabella la scelta della casella colorata (Amin o Imin) sta ad indicare il parametro dominante nella scelta del profilo.
- I profilati scelti sono:

Sezioni	Diametro [mm]	Spessore t [mm]	Area [cm^2]	Momento d'inerzia [cm^4]	Range area [cm^2]	Range Inerzia d'inerzia [cm^4]
A trazione	60,3	5,0	8,69		Da 0 a 8,69	
	88,9	6,3	16,3		Da 8,69 a 16,3	
	114,3	10	32,8		Da 16,3 a 32,8	
	168,3	12,5	61,2		Da 32,8 a 55,29	
A compressione	60,3	5,0	8,69	33,5	Da 0 a 8,69	Da 0 a 33,5
	114,3	10	32,8	450	Da 16,3 a 32,8	Da 33,5 a 450
	168,3	12,5	61,2	1868	Da 32,8 a 61,2	Da 450 a 679,04
	193,7	16	89,3	3554	Da 61,2 a 82,06	

- 6) Una volta dimensionati i frame su Excel, si creano i profili scelti su SAP:
 - Attraverso *define section properties* si creano sezioni tubolari di diametro, spessore e materiale corrispondenti a quelli scelti. Si assegnano casualmente ad alcuni frame le sezioni così definite per far sì che esse vengano tabulate.

roperties	Click to:	
Find this property:	Import New Property	
114,3		
114,3 168,3	Add New Property	
193,4 60,3	Add Copy of Property	
FSEC1	Modify/Show Property	
Tubolare di prova	Delete Property	
	DK Cancel	
4T		

• Attraverso il comando *edit interactive database* si visualizzano le sezioni assegnate a ciascun frame; importando in excel la tabella e giustapponendola a quella delle aste dimensionate, è possibile sostituire i dati nella colonna dei diametri importata con quella delle sezioni presenti in SAP. Attraverso il comando *import from excel* è possibile riapplicare le nuove sezioni al modello.

V143	4		fx																				
A A	8	C D E F	G H I	JKL	M	N O	Р	0	R S T	U	V V	X	Y	2 44	AB AG	AD AD	AE	AF	AG	AB	AL .	AL P	K A
1 TABL	E:																						
2 Frame	utoSeler	AnalSect MatProjPSectTypPSec	tLePSeetBD																				
4 7	NA	158.3 Default		7 2 ESU	LinStatic 1	2 03 27 5	105	26.19	55 293 612			-	-			-	168.3			-	-		
5 8	N.A.	168,3 Default		8 2 FSU	LinStatic -1	0,708 27,5	105	26,19	50,385 612								168,3						
6 9	N.A.	168,3 Default		9 2 FSU	LinStatic -	4,093 27,5	1,05	26,19	41,528 61,2								168,3						
7 10	N.A.	168,3 Default		10 2 FSU	LinStatic 9	2,502 27.5	1,05	26,19	38,881 61,2								168,3						
8 11	N.A.	168,3 Liefault		11 2 FSU	LinStatic -1	81,46 27,5	1,05	26,15	34,456 612								168,3						
10 13	NA	114.3 Datadt		13 2 FSU	LinStatic	0 275	105	26,19	31439 32.8								114.3						
11 14	NA.	114.3 Default		14 2 FSU	LinStatic 3	9.903 27.5	105	26.19	31,269 32,8								114.3						
12 15	N.A.	114.3 Default		15 2 FSU	LinStatic -7-	47.96 27.5	105	26,19	30,237 32,8								114,3						
13 16	N.A.	114,3 Default		16 2 FSU	LinStatic 9	6,595 27,5	1,05	26,19	28,016 32,8								114,3						
14 17	N.A.	114,3 Default		17 2 FSU	LinStatic	0,595 27,5	1,05	26,19	27,836 32,8	8							114,3						
15 10	N.A.	114.2 Detault		10 2 020A ECH	Lindeade - 3	0,405 27,5	105	20,15	26,767 32,0								114,3						
17 21	NA	114.3 Default		21 2.8284 FSU	LinStatic 3	13.05 27.5	105	26.19	24,226 32.8								114.3						
18 23	N.A.	114,3 Default		23 2,8284 FSU	LinStatic -	0,841 27,5	1,05	26,19	23,964 32,8	8							114,3						
19 25	N.A.	114,3 Default		25 2,8284 FSU	LinStatic -1	36,61 27,5	1,05	26,19	23,507 32,8								114,3						
20 27	N.A.	114,3 Default		27 2,8284 FSU	LinStatic !	5,788 27,5	1,05	26,19	23,038 32,8								114,3						
21 29	N.A.	114,3 Default		29 2,8284 FSU	LinStatic -5	6,431 27,5	105	26,19	21,972 32,8								114,3						
28 30	N.A.	194.2 Default		21 2 501	Lindeade -	2 2 2 4 2 7 5	105	20,19	21303 32.0								114,3						
24 32	NA	114.3 Default		32 2 FSU	LinStatic -1	5.395 27.5	105	26.18	20.872 32.8								114.3						
25 33	N.A.	114,3 Default		33 2 FSL	LinStatic :	8,757 27,5	1,05	26,19	19,873 32,8								114,3						
26 34	N.A.	114,3 Default		34 2 FSU	LinStatic 8	5,647 27,5	1,05	26,19	18,527 32,8								114,3						
27 35	N.A.	114,3 Default		35 2 FSU	LinStatic -2	96,98 27,5	1,05	26,19	\$8,127 32,8								114,3						
28 36	N.A.	114,3 Literault		36 2 FSU	LinStatic -2	50,34 27,5 b occ 37 c	1,00	26,15	18,067 32,8								114,3						
30 38	N.A.	114.3 Default		38 2.8284 FSL	LinStatic	473.2 27.5	105	26.19	17.452 32.8	8							114.3						
31 39	N.A.	114.3 Default		39 2,8284 FSU	LinStatic 4	6,089 27.5	1,05	26,19	17,314 32,8								114,3						
32 40	N.A.	114,3 Default		40 2,8284 FSL	LinStatic -1	78,13 27,5	1,05	26,19	17,055 32,8								114,3						
33 41	N.A.	114,3 Default		41 2,8284 FSLU	LinStatic 1	5.M3 27.5	1,05	26,19	16,803 32,8								114,3						
16 82	N.A.	00.3 Lierault 09.9 Datault		42 2,8284 FSU	Linckalic -5	2791 275	105	20,15	10,967 963								88,9						
36 44	NA	88.9 Default		44 2 FSLI	LinStatir 5	7,589 27.5	105	26,19	15,307 16.3								88.50						
37 45	N.A.	88,9 Default		45 2 FSL	LinStatic -1	19,02 27,5	1,05	26,19	15,27 '16,3								88,9						
38 46	N.A.	88,9 Default		46 2 FSU	LinStatic -	0,199 27,5	1,05	26,19	15,097 16,3								88,9						
30 47	N.A.	88,9 Default		47 2 FSU	LinStatic 1	07,85 27,5	1,05	26,19	14,658 16,3								88,9						
40 48	N.A.	88,9 Default		48 2 FSU	LinStatic 8	0,462 27,5	105	26,19	13,81,318,16,3								88,9						
42 50	NA	88.9 Default		50 2 FSU	LinStatir -3	3.455 27.5	105	26.19	13,656 96.3								88.9						
43 51	NA	88,9 Default		51 2,8284 FSU	LinStatic 3	2,979 27.5	1,05	26,19	13,229 16,3								88,9						
44 52	N.A.	88,9 Default		52 2,8284 FSU	LinStatic -1	1,332 27,5	1,05	26,19	13,203 96,3								88,9						
45 63	N.A.	88,9 Default		53 2,8284 FSU	LinStatic -8	B,452 27,5	1,05	26,19	12,889 16,3								88,9						
46 54	N.A.	all Default		54 2,8284 FSU	Lintstatic -3	1,586 27,5	1,05	26,19	12,783 96,3								88,9						
48 56	NA	88.9 Default		56 2 FSU	LinStatic -1	50.06 27.5	105	26.18	12,009 16,0								88.5						
43 57	N.A.	88.9 Default		57 2 FSU	LinStatic	5125 27.5	105	26.19	11.953 16.3								88.9						
as Ten						AAA AAA	4.64	Aug. 44.									1 00.0						

• Attraverso il comando *apply to model* le sezioni calcolate in excel e ritabulate in SAP vengono automaticamente applicate al modello.



- 7) Lancio una nuova analisi:
 - Ipotizzando un carico allo SLE di 8,00 kN/mq., si caricano i nodi con forze pari a 4,00mq.*4*8kN/mq = 128 kN nei nodi centrali e dimezzate, a 64kN, nei nodi laterali.



• Lanciata l'analisi, si verifica sforzi normali, taglio, momento e abbassamento massimo della struttura attraverso la tabulazione dei *joint displacement*, e si verifica che l'abbassamento non risulta superiore a 1/250 della luce massima.



ile	View Edit	Format-Filter	-Sort Select	Options							
nits:	As Noted					J	oint Displacemen	ts			
iter:										 	_
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 -	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians		
	169	FSLE	LinStatic	0,008366	0,004922	-0,008348	-4,353E-06	6,1E-05	1,3E-05		
	171	FSLE	LinStatic	0,008022	0,00285	-0,036431	-4,2E-06	5,6E-05	5,5E-05		
	155	FSLE	LinStatic	0,007975	0,004417	-0,02841	-3,914E-06	5,8E-05	3E-05		
	157	FSLE	LinStatic	0,007497	0,002377	-0,042827	-3,405E-06	5,4E-05	7,2E-05		
	141	FSLE	LinStatic	0,007477	0,003418	-0,041078	-5,85E-06	5,6E-05	5E-05		
	143	FSLE	LinStatic	0,007012	0,001217	-0,049356	-6,334E-06	5,1E-05	9,4E-05		
	225	FSLE	LinStatic	0,006947	0,001147	-0,012588	-1,9E-05	9,9E-05	0,0003		
	139	FSLE	LinStatic	0,006647	0,002765	-0,035021	-1,743E-06	6,3E-05	1,3E-05		
	145	FSLE	LinStatic	0,006637	-0,000108	-0,056867	-7,145E-06	5,2E-05	0,000138		
	153	FSLE	LinStatic	0,006559	0,003004	-0,021047	-3,583E-06	6,5E-05	-1,1E-05		
	173	FSLE	LinStatic	0,006297	0,000434	-0,055239	-3,643E-06	5,3E-05	9,6E-05		
	159	FSLE	LinStatic	0,006198	0,0005	-0,055515	-2,202E-06	5,2E-05	0,000114		
	137	FSLE	LinStatic	0,005914	0,00232	-0,02967	7,541E-07	7E-05	-3,5E-05		
	227	FSLE	LinStatic	0,005657	0,000808	-0,049352	-2,49E-06	9,3E-05	0,00023		
	151	FSLE	LinStatic	0,005532	0,002589	-0,017623	-3,044E-06	7,2E-05	-4,8E-05		
	133	FSLE	LinStatic	0.005486	0.002735	-0.017196	8.19E-07	8.3E-05	-0.00011		