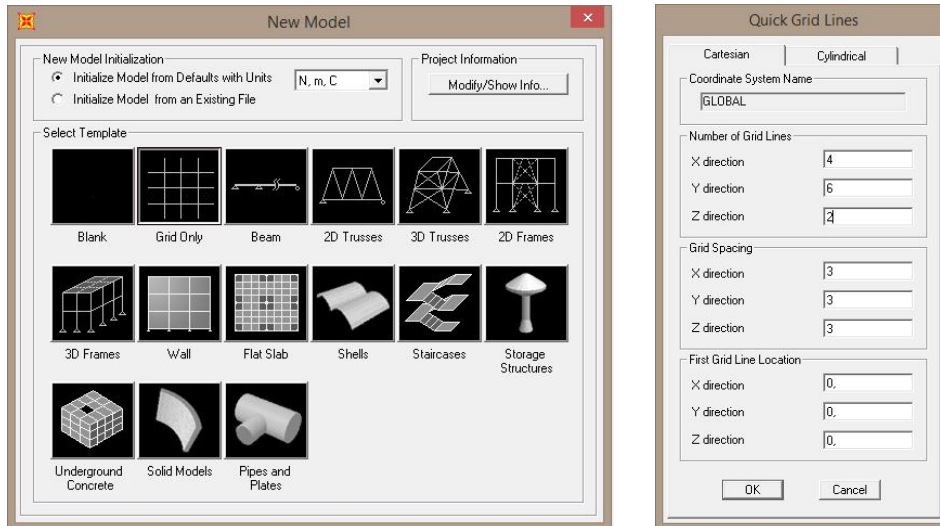


Nella seconda esercitazione ho analizzato e dimensionato una struttura reticolare tridimensionale attraverso l'utilizzo del software **SAP 2000** e di un foglio di calcolo **Excel**.

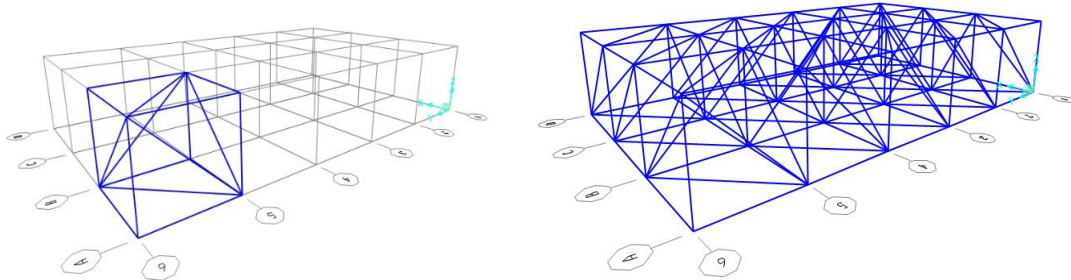
Le aste di una struttura reticolare sono elementi strutturali finiti sollecitati esclusivamente a sforzo normale (trazione e compressione) con carichi puntuali applicati sui nodi.

Ora descriviamo i passaggi che mi hanno portato all'analisi e al dimensionamento del sistema strutturale.

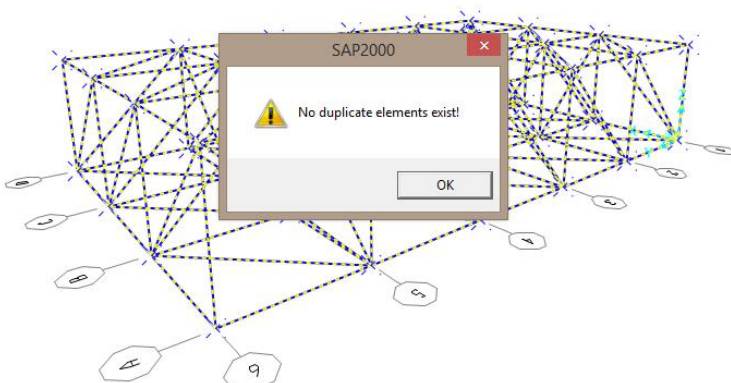
- 1- Apro un nuovo file, inserendo l'unità di misura **KN, m, C** e scegliendo il modello "griglia" (**Grid Only**)
- 2- Impostiamo la maglia strutturale con cubi con $l = 3m$, disponendo 3 cubi sull'asse x e 5 sull'asse y



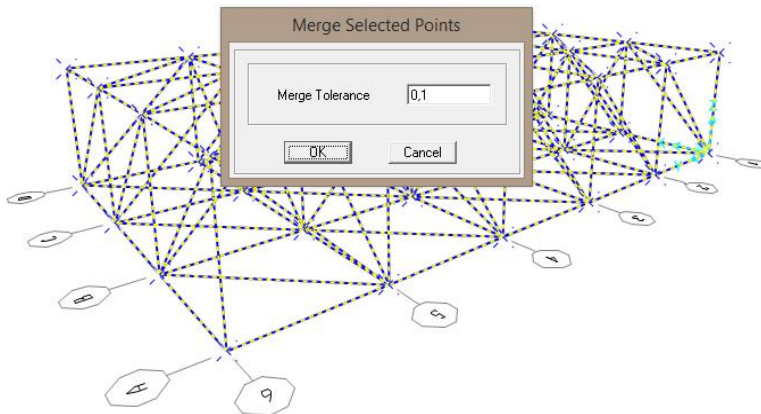
- 2- Una volta creata la griglia 2D, iniziamo la modellazione disegnando inizialmente le facce di un singolo cubo e collegandole tra loro attraverso le controventature; copiamo il cubo fino a definire il disegno della struttura.



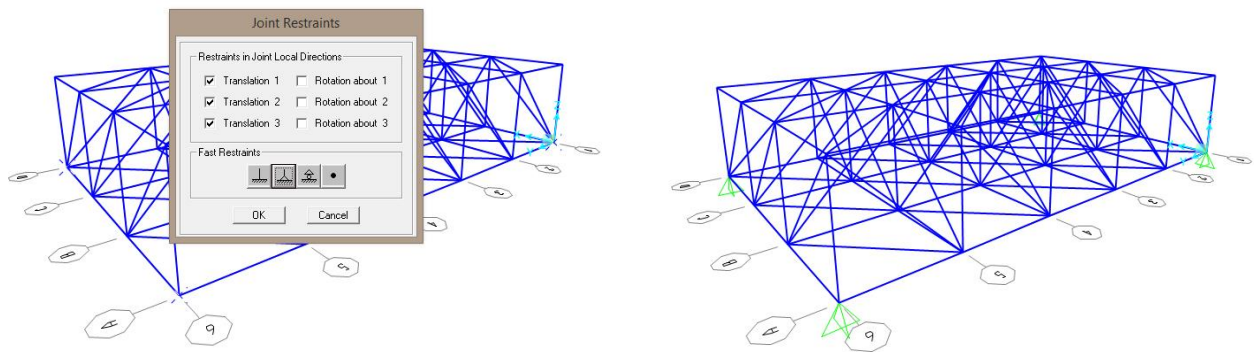
- 3- Controllo e cancello eventuali aste duplicate nel modello 3D **Selezione tutte le aste > Edit > Merge Duplicate**



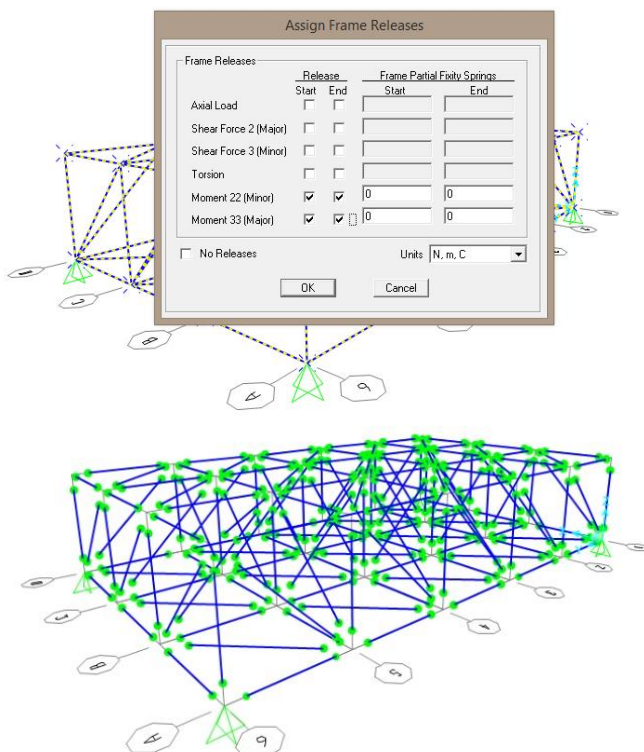
- 4- Correggo eventuali imprecisioni e distacchi tra le aste **Selezione tutte le aste > Edit > Edit Points > Merge Points > Tolerance 0.1**



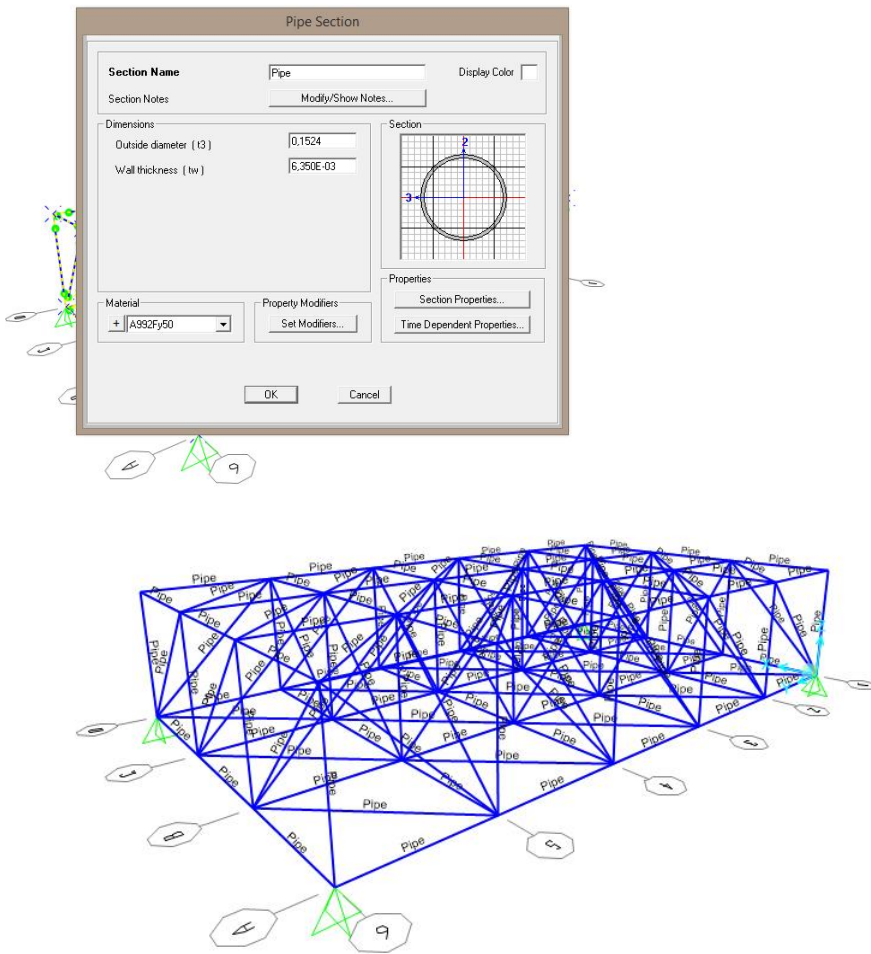
- 5- Collego ai quattro vertici sulla base della struttura quattro vincoli cerniere **Assign > Joint > Restraints**



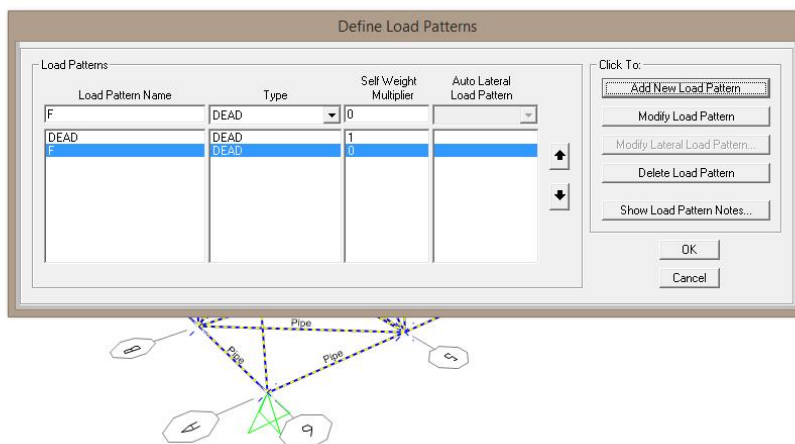
- 6- Essendo aste sollecitate impongo che esse non siano sollecitate a flessione ma solo a sforzo normale **Selezione tutte le aste > Assign > Frame > Release Partial Fixity**



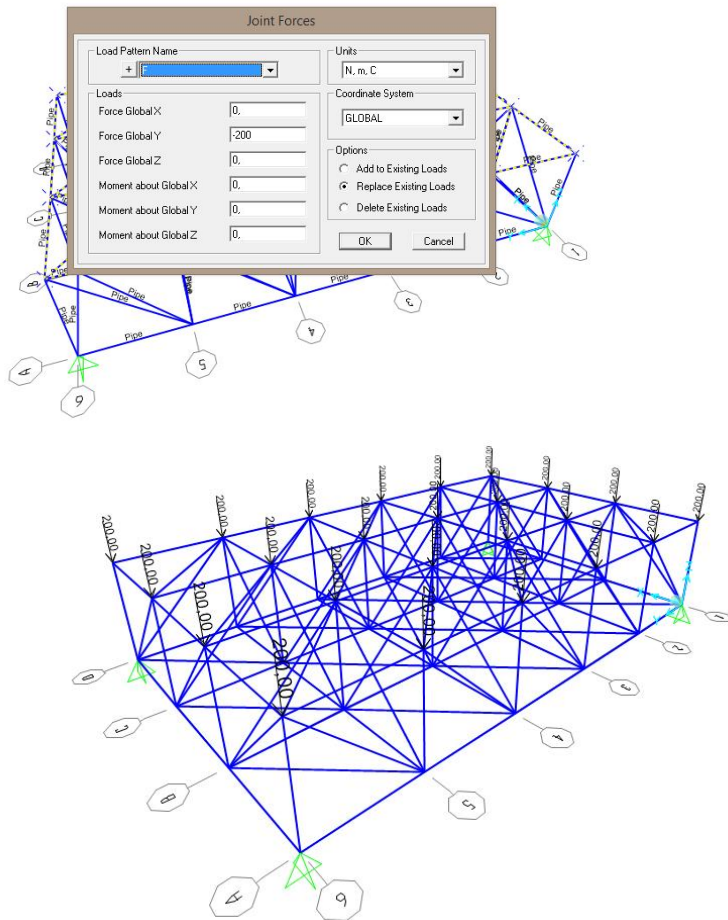
- 7- Assegno un profilato a sezione circolare e il materiale acciaio alle aste della struttura **Seleziono tutte le aste** > **Assign > Frame > Frame Section > Add New Property > Pipe**



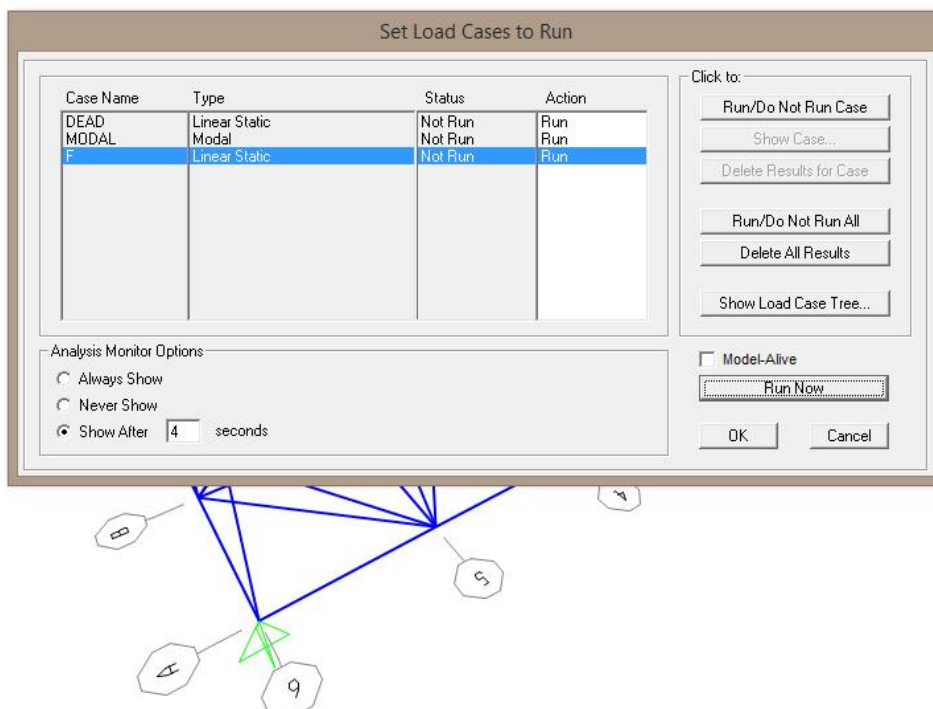
- 8- Imposto un nuovo schema di carichi ed inserisco un nuovo parametro F con un peso proprio pari a 0 **Seleziono tutte le aste** > **Define > Load Patterns > F > Add New Load Patterns**

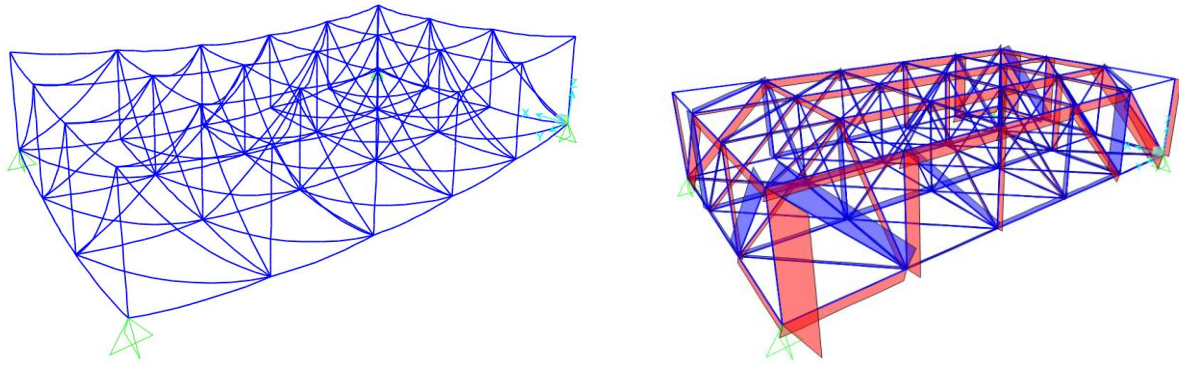


- 9- Seleziono solo le facce superiori dove andremo ad applicare delle forze di **-200 KN** poiché dirette verso il basso. **Assign > Joint Loads > Forces**



10- Ora possiamo analizzare la struttura cliccando su **Run Analysis** e scegliendo il parametro **F**. Ottengo così la configurazione deformata della struttura caricata di cui controlliamo i valori degli sforzi agenti su essa. **Frame** > **Axial Forces**





11- Cliccando su **Display > Show Tables** posso controllare i dati dell'analisi spuntando **Analysis Results** e selezionando il parametro **F**. Esportiamo adesso la tabella dei **Element Forces – Frames** in un file Excel per ottenere i valori degli sforzi normali di ogni asta utili ai fini del dimensionamento.

2	U3	R1	R2	R3
q	Kq	N-m-s2	N-m-s2	N-m-s2
15	282,75	0	0	0
44	234,24	0	0	0
16	365,56	0	0	0
16	365,56	0	0	0
15	282,75	0	0	0
44	234,24	0	0	0
15	282,75	0	0	0
16	365,56	0	0	0
16	365,56	0	0	0
44	234,24	0	0	0
15	282,75	0	0	0
16	365,56	0	0	0
16	365,56	0	0	0

-Dal foglio **Excel**, rimuoviamo i valori duplicati e ordiniamo gli sforzi dal più piccolo al più grande. A questo punto analizzare gli sforzi di trazione(positivi)

e quelli di compressioni (negativi).

TRAZIONE

Nella prima colonna inserisco i valori degli sforzi normali di ciascuna asta e assegno a queste una classe del materiale di tipo S235 JR H con una tensione di snervamento pari a **235 MPa**. Aggiungiamo un coefficiente di sicurezza γ_m pari a **1,05** e otteniamo la tensione di progetto f_d pari a **223,81 Mpa**. A questo punto otteniamo l'area minima di sezione data dalla formula $A_{min} = N/f_{yd}$ e possiamo scegliere un profilato a sezione circolare che abbia una sezione maggiore di quella minima.

Calcolo dell'area minima da sforzo normale di trazione

N	f _{yk}	γ _m	f _d	A _{min}	A _{design}	Profilato	Frame
kN	Mpa		Mpa	cm2	cm2	mm	N°
4,55E-13	235,00	1,05	223,81	0,00	2,54	33,7 x 2,6	9
7,128	235,00	1,05	223,81	0,32	2,54	33,7 x 2,6	117
9,685	235,00	1,05	223,81	0,43	2,54	33,7 x 2,6	178
14,599	235,00	1,05	223,81	0,65	2,54	33,7 x 2,6	150
17,585	235,00	1,05	223,81	0,79	2,54	33,7 x 2,6	209
19,023	235,00	1,05	223,81	0,85	2,54	33,7 x 2,6	187
20,193	235,00	1,05	223,81	0,90	2,54	33,7 x 2,6	5
21,925	235,00	1,05	223,81	0,98	2,54	33,7 x 2,6	185
22,461	235,00	1,05	223,81	1,00	2,54	33,7 x 2,6	145
22,476	235,00	1,05	223,81	1,00	2,54	33,7 x 2,6	192
25,152	235,00	1,05	223,81	1,12	2,54	33,7 x 2,6	169
29,994	235,00	1,05	223,81	1,34	2,54	33,7 x 2,6	115
36,282	235,00	1,05	223,81	1,62	2,54	33,7 x 2,6	139
46,549	235,00	1,05	223,81	2,08	2,54	33,7 x 2,6	238
50,573	235,00	1,05	223,81	2,26	2,54	33,7 x 2,6	159
53,222	235,00	1,05	223,81	2,38	2,54	33,7 x 2,6	122
53,602	235,00	1,05	223,81	2,39	2,54	33,7 x 2,6	182
55,841	235,00	1,05	223,81	2,50	2,54	33,7 x 2,6	260
58,849	235,00	1,05	223,81	2,63	2,81	33,7 x 2,9	127
59,458	235,00	1,05	223,81	2,66	2,81	33,7 x 2,9	208
62,476	235,00	1,05	223,81	2,79	2,81	33,7 x 2,9	195
66,299	235,00	1,05	223,81	2,96	3,07	33,7 x 3,2	172
69,143	235,00	1,05	223,81	3,09	3,07	33,7 x 3,2	175
71,893	235,00	1,05	223,81	3,21	3,25	42,4 x 2,6	241
71,893	235,00	1,05	223,81	3,21	3,25	42,4 x 2,6	244
82,474	235,00	1,05	223,81	3,69	3,94	42,4 x 3,2	233
90,159	235,00	1,05	223,81	4,03	4,14	48,3 x 2,9	149
91,604	235,00	1,05	223,81	4,09	4,14	48,3 x 2,9	142
95,889	235,00	1,05	223,81	4,28	4,53	48,3 x 3,2	193
96,592	235,00	1,05	223,81	4,32	4,53	48,3 x 3,2	269
103,321	235,00	1,05	223,81	4,62	5,23	60,3 x 2,9	205
104,58	235,00	1,05	223,81	4,67	5,23	60,3 x 2,9	163
114,345	235,00	1,05	223,81	5,11	5,23	60,3 x 2,9	203
117,228	235,00	1,05	223,81	5,24	5,74	60,3 x 3,2	157
128,876	235,00	1,05	223,81	5,76	6,41	60,3 x 3,6	174
129,548	235,00	1,05	223,81	5,79	6,41	60,3 x 3,6	10
131,435	235,00	1,05	223,81	5,87	6,41	60,3 x 3,6	16
133,202	235,00	1,05	223,81	5,95	6,41	60,3 x 3,6	132
133,21	235,00	1,05	223,81	5,95	6,41	60,3 x 3,6	230
134,724	235,00	1,05	223,81	6,02	6,41	60,3 x 3,6	235
135,126	235,00	1,05	223,81	6,04	6,41	60,3 x 3,6	155
142,528	235,00	1,05	223,81	6,37	6,41	60,3 x 3,6	236
153,486	235,00	1,05	223,81	6,86	7,33	76,1 x 3,2	162
155,683	235,00	1,05	223,81	6,96	7,33	76,1 x 3,2	237
158,189	235,00	1,05	223,81	7,07	7,33	76,1 x 3,2	259
159,907	235,00	1,05	223,81	7,14	7,33	76,1 x 3,2	152
161,71	235,00	1,05	223,81	7,23	7,33	76,1 x 3,2	227
171,088	235,00	1,05	223,81	7,64	8,20	76,1 x 3,6	167
174,225	235,00	1,05	223,81	7,78	8,20	76,1 x 3,6	171
180,155	235,00	1,05	223,81	8,05	8,20	76,1 x 3,6	128
187,865	235,00	1,05	223,81	8,39	9,65	88,9 x 3,6	226
207,642	235,00	1,05	223,81	9,28	9,65	88,9 x 3,6	124
208,63	235,00	1,05	223,81	9,32	9,65	88,9 x 3,6	257
226,243	235,00	1,05	223,81	10,11	12,50	114,3 x 3,6	246
235,477	235,00	1,05	223,81	10,52	12,50	114,3 x 3,6	6
246,823	235,00	1,05	223,81	11,03	12,50	114,3 x 3,6	136
248,601	235,00	1,05	223,81	11,11	12,50	114,3 x 3,6	113
262,587	235,00	1,05	223,81	11,73	12,50	114,3 x 3,6	112
266,712	235,00	1,05	223,81	11,92	12,50	114,3 x 3,6	200
278,852	235,00	1,05	223,81	12,46	12,50	114,3 x 3,6	118
282,843	235,00	1,05	223,81	12,64	13,90	114,3 x 4,0	15
282,843	235,00	1,05	223,81	12,64	13,90	114,3 x 4,0	148
282,843	235,00	1,05	223,81	12,64	13,90	114,3 x 4,0	181
282,843	235,00	1,05	223,81	12,64	13,90	114,3 x 4,0	214
302,26	235,00	1,05	223,81	13,51	13,90	114,3 x 4,0	217
306,3	235,00	1,05	223,81	13,69	13,90	114,3 x 4,0	190
306,482	235,00	1,05	223,81	13,69	13,90	114,3 x 4,0	204
322,365	235,00	1,05	223,81	14,40	15,50	114,3 x 4,5	129
326,076	235,00	1,05	223,81	14,57	15,50	114,3 x 4,5	220
360,028	235,00	1,05	223,81	16,09	19,10	139,7 x 4,5	223
380,205	235,00	1,05	223,81	16,99	19,10	139,7 x 4,5	114
381,505	235,00	1,05	223,81	17,05	19,10	139,7 x 4,5	194
382,253	235,00	1,05	223,81	17,08	19,10	139,7 x 4,5	18
405,392	235,00	1,05	223,81	18,11	19,10	139,7 x 4,5	161
434,88	235,00	1,05	223,81	19,43	25,70	168,3 x 5,0	184
441,785	235,00	1,05	223,81	19,74	25,70	168,3 x 5,0	253
478,843	235,00	1,05	223,81	21,40	25,70	168,3 x 5,0	151
550,777	235,00	1,05	223,81	24,61	25,70	168,3 x 5,0	263
637,895	235,00	1,05	223,81	28,50	33,60	219,1 x 5,0	268
672,085	235,00	1,05	223,81	30,03	33,60	219,1 x 5,0	207
1188,671	235,00	1,05	223,81	53,11	58,90	323,9 x 5,9	8
1270,181	235,00	1,05	223,81	56,75	58,90	323,9 x 5,9	240

