

Projeto de Mezaninos

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Tipos usuais de piso para mezaninos

Painel Wall



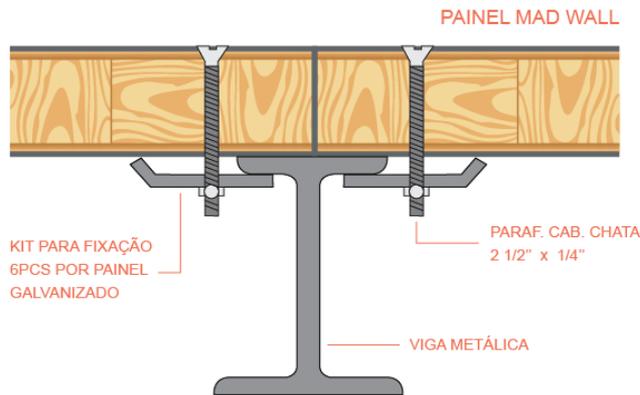
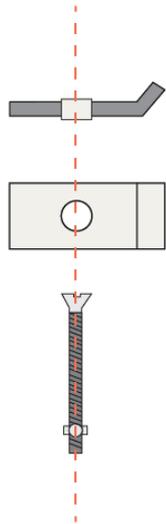
Medida mais comuns: 1200X2500X40

Sobrecarga para 300kgf/m² e 500kgf/m²

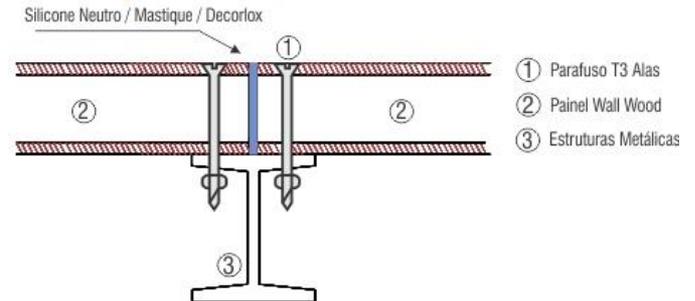
Tipos usuais de piso para mezaninos

Painel Wall - Fixação

(KIT DE FIXAÇÃO)

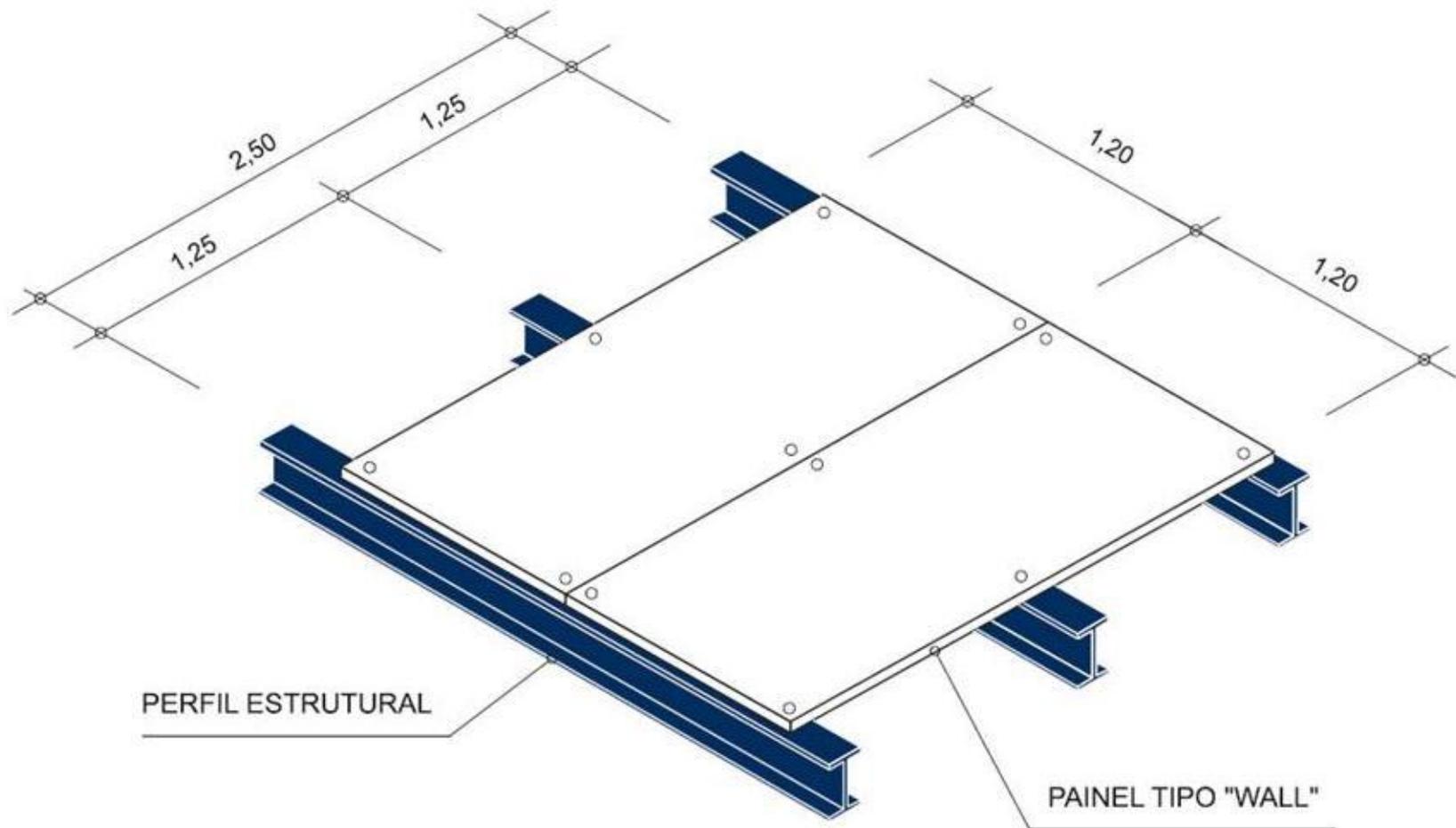


Amostra de Fixação em Perfil Tipo "I"



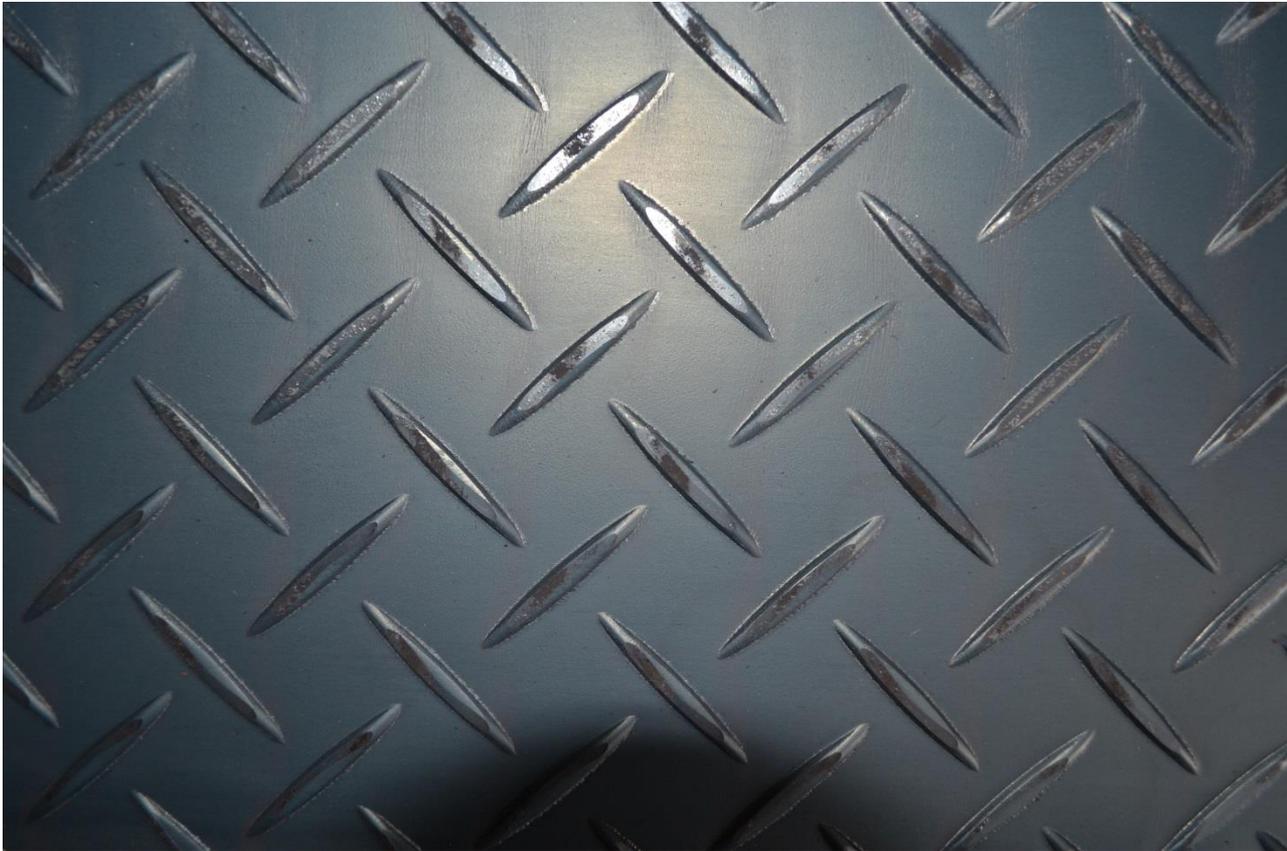
Tipos usuais de piso para mezaninos

Painel Wall - Modulações



Tipos usuais de piso para mezaninos

Chapa xadrez

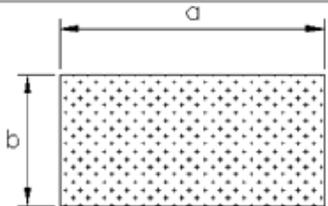


CHAPA XADREZ

Carga admissível em Kg/m² para chapas de piso simplesmente apoiadas nas quatro bordas

$$\frac{A}{L} = \frac{1}{200}$$

Tensão: $\leq 1400 \text{ Kg/cm}^2$



Obs: Subtrair peso próprio da carga admissível dada na tabela

Exemplo: CH 1/4" com vão 1000 x 1000
608 - 58 = 550
- Sobrecarga Máxima = 550 Kg/m²

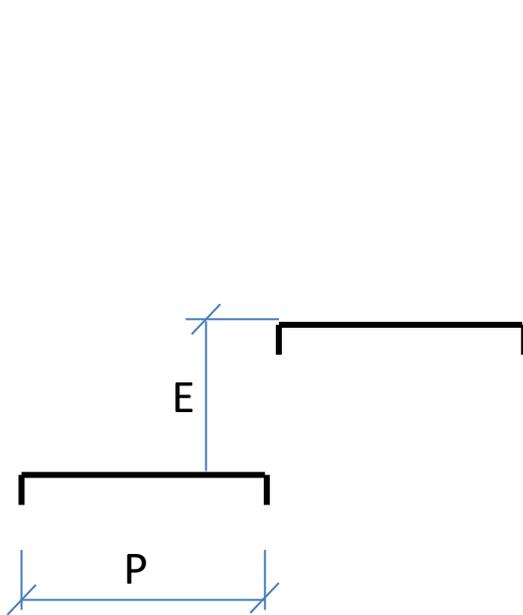
t= 3/16" (42 Kg/m ²)									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	3973	2864	2292	1948	1735	1590	1322	1260	1245
600	1182	853	682	580	517	473	393	375	370
800	499	360	288	244	218	200	166	158	156
1000	255	184	147	126	112	101			
1200	148	107							
1400	93								

t= 1/4" (58,33 Kg/m ²)									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	9460	6820	5456	4637	4130	3785	3147	3000	2965
600	2814	2030	1623	1380	1230	1126	936	893	882
800	1187	856	685	582	518	475	395	377	372
1000	608	438	350	300	266	240	200		
1200	352	254	203	173	154				
1400	222	160	128						
1600	150	107							

t= 5/16" (67,43 Kg/m ²)									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	18497	13332	10665	9065	8075	7400	6150	5665	5796
600	5480	3950	3160	2686	2395	2194	1825	1740	1720
800	2315	1670	1335	1134	1010	926	770	734	726
1000	1185	854	683	580	518	474	394	376	370
1200	686	495	396	336	300	275	228	218	215
1400	432	312	250	212	190	173	144	137	136
1600	290	208	167	142	126				

Projetos de escadas

Regra de Blondel:



$$2E + P \sim 64 \text{ a } 66 \text{ cm}$$

Pisadas padrão (em geral):

265mm, 280mm, 300mm

Projetos de escadas

Exemplo: Em um desnível de 3m, qual o espelho e a pisada ideais?

Se travarmos a pisada em 28cm, por exemplo teremos:

$$2E + P \sim 66cm$$

$$N = \frac{300}{19} = 15,78 \text{ espelhos} \sim 16 \text{ espelhos}$$

$$2 \cdot E + 28 = 66cm$$

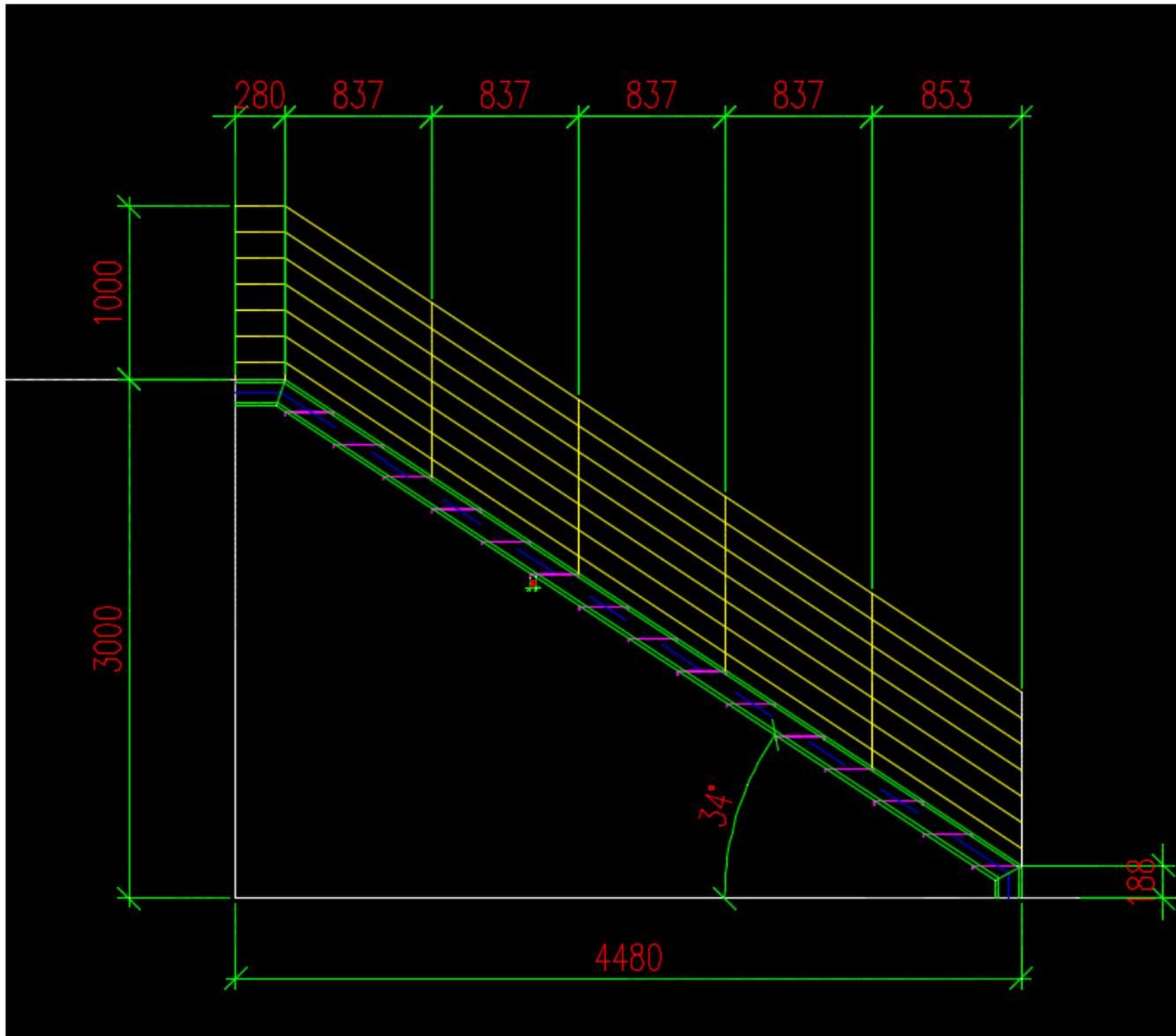
$$E = \frac{300}{16} = 18,75 \text{ cm cada espelho}$$

$$E = \frac{66 - 28}{2}$$

$$2 \cdot 18,75 + 28 = 65,5 \text{ OK}$$

$$E = \frac{66 - 28}{2} = 19cm$$

Projetos de escadas

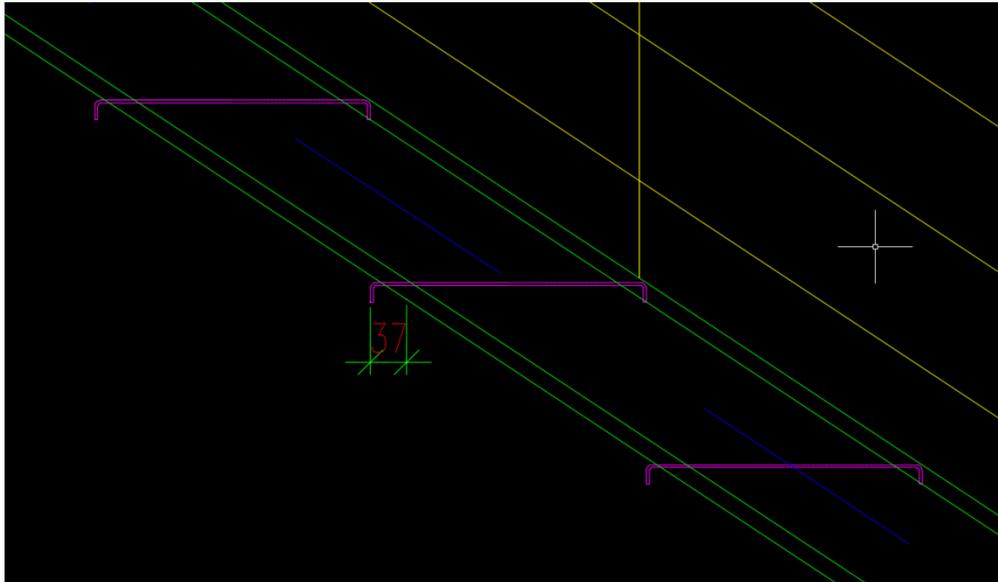


Cálculo da longarina

Escadas devem suportar, além do peso próprio, a sobrecarga de 300kgf/m² (NBR6120)

Não há determinação específica para flechas, porém manteremos a limitação de L/350

Determina-se a altura da longarina (Viga da escada depois de desenhar os degraus para que não fique desproporcional)



Cálculo da longarina (largura 1000mm)

Corrimãos: 20kg/m

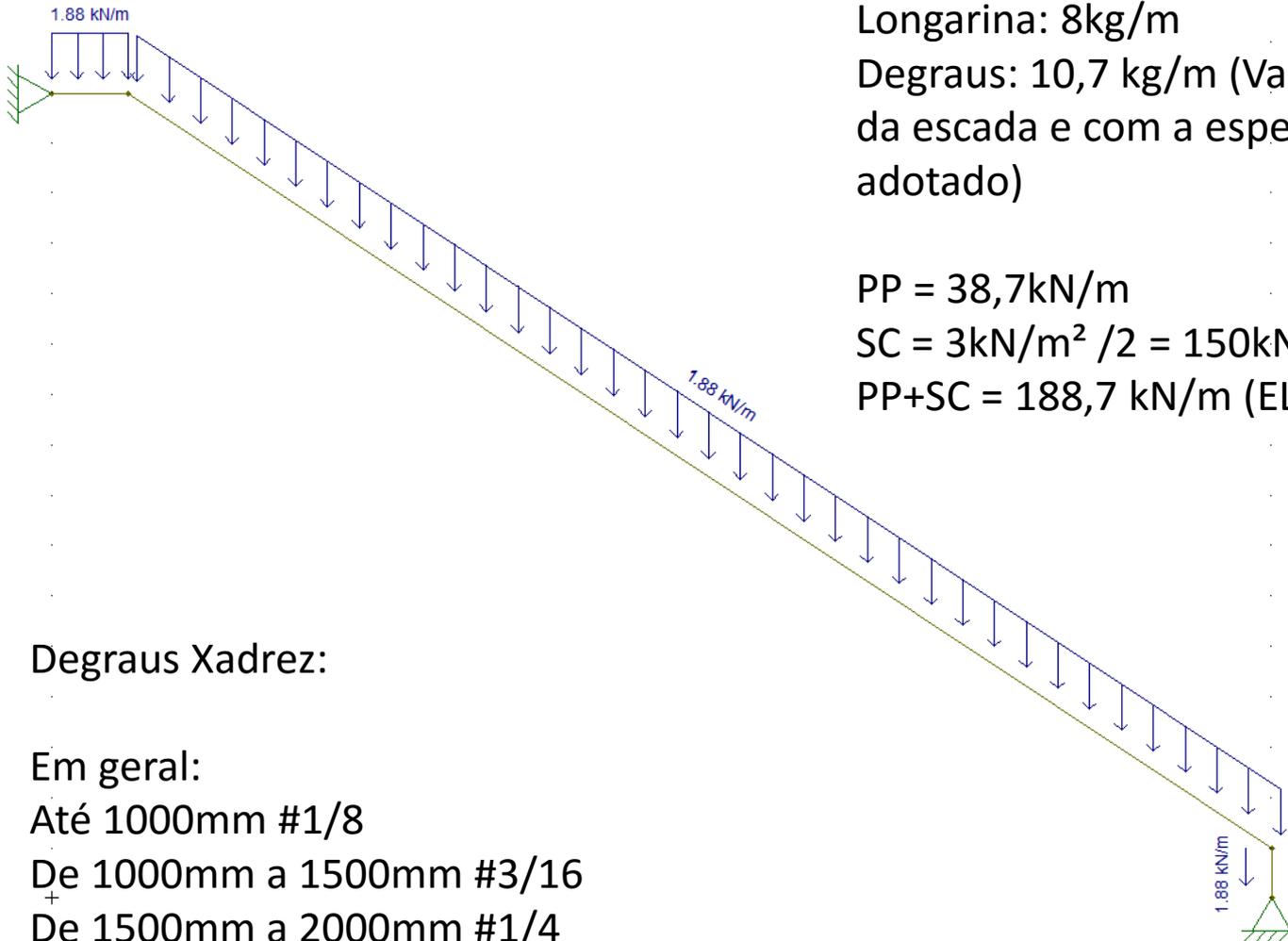
Longarina: 8kg/m

Degraus: 10,7 kg/m (Varia com a largura da escada e com a espessura do degrau adotado)

PP = 38,7kN/m

SC = $3\text{kN/m}^2 / 2 = 150\text{kN/m}$

PP+SC = 188,7 kN/m (ELS)



Degraus Xadrez:

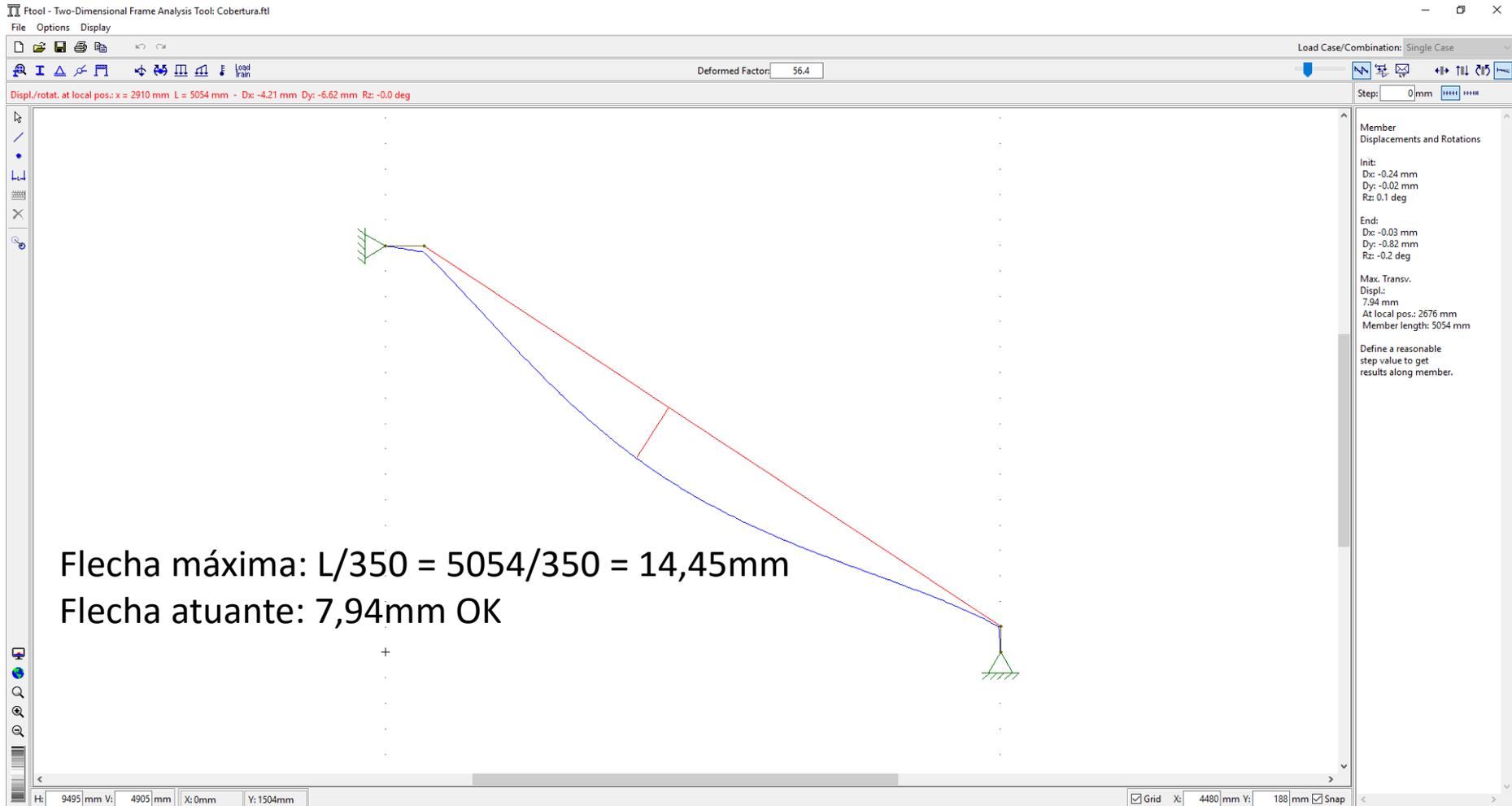
Em geral:

Até 1000mm #1/8

De 1000mm a 1500mm #3/16

De 1500mm a 2000mm #1/4

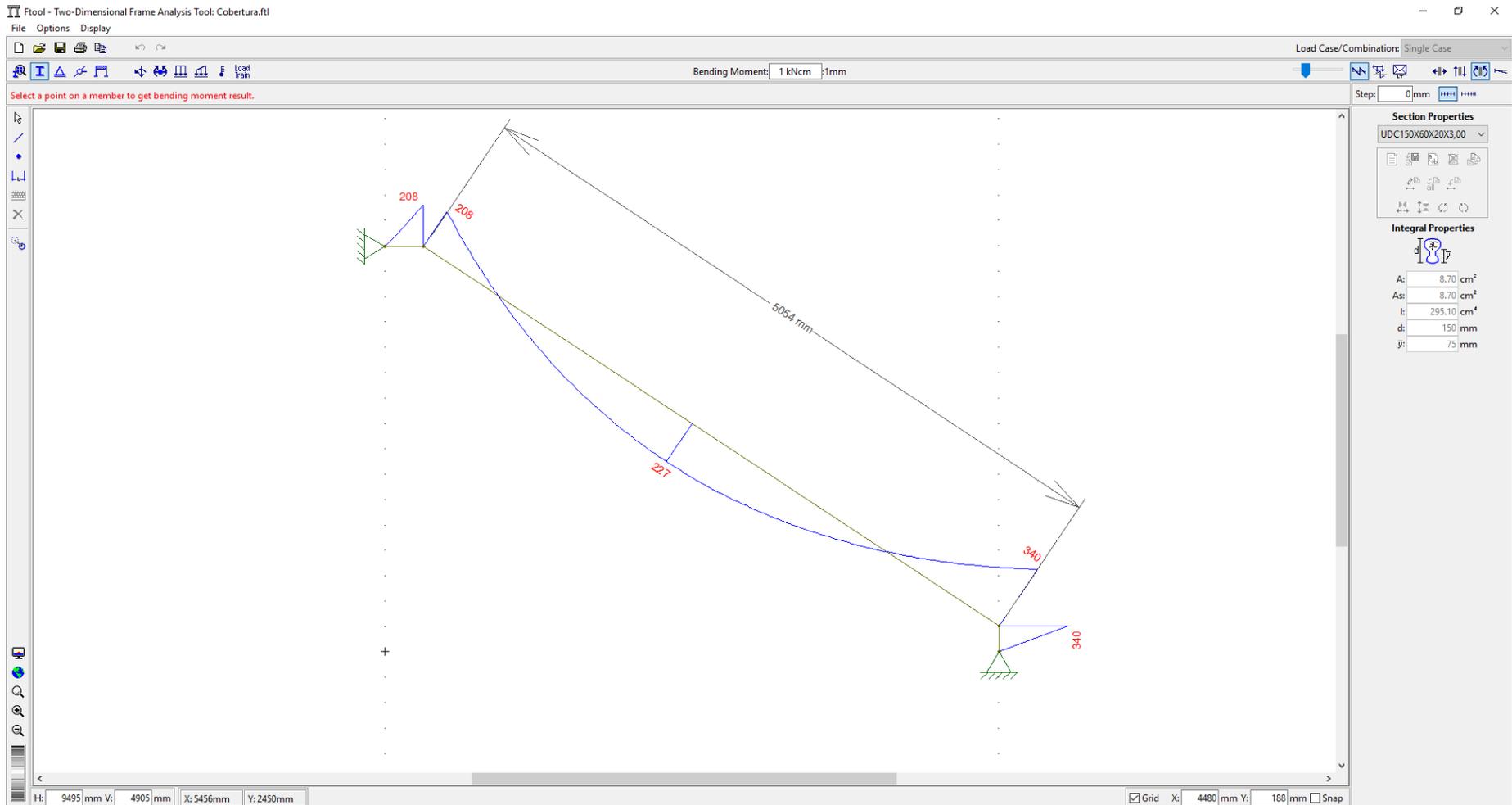
Cálculo da longarina (largura 1000mm)



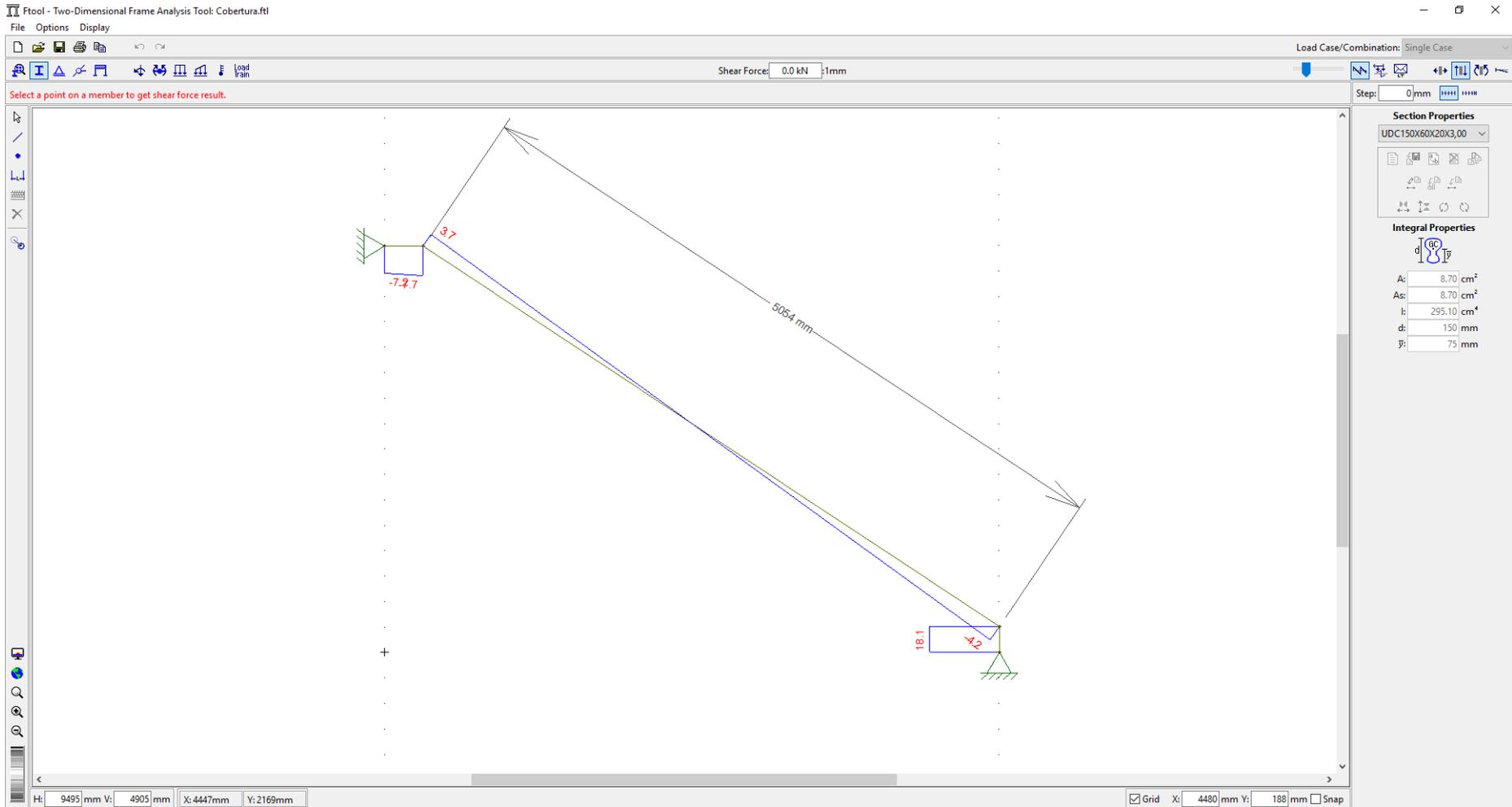
Flecha máxima: $L/350 = 5054/350 = 14,45\text{mm}$

Flecha atuante: 7,94mm OK

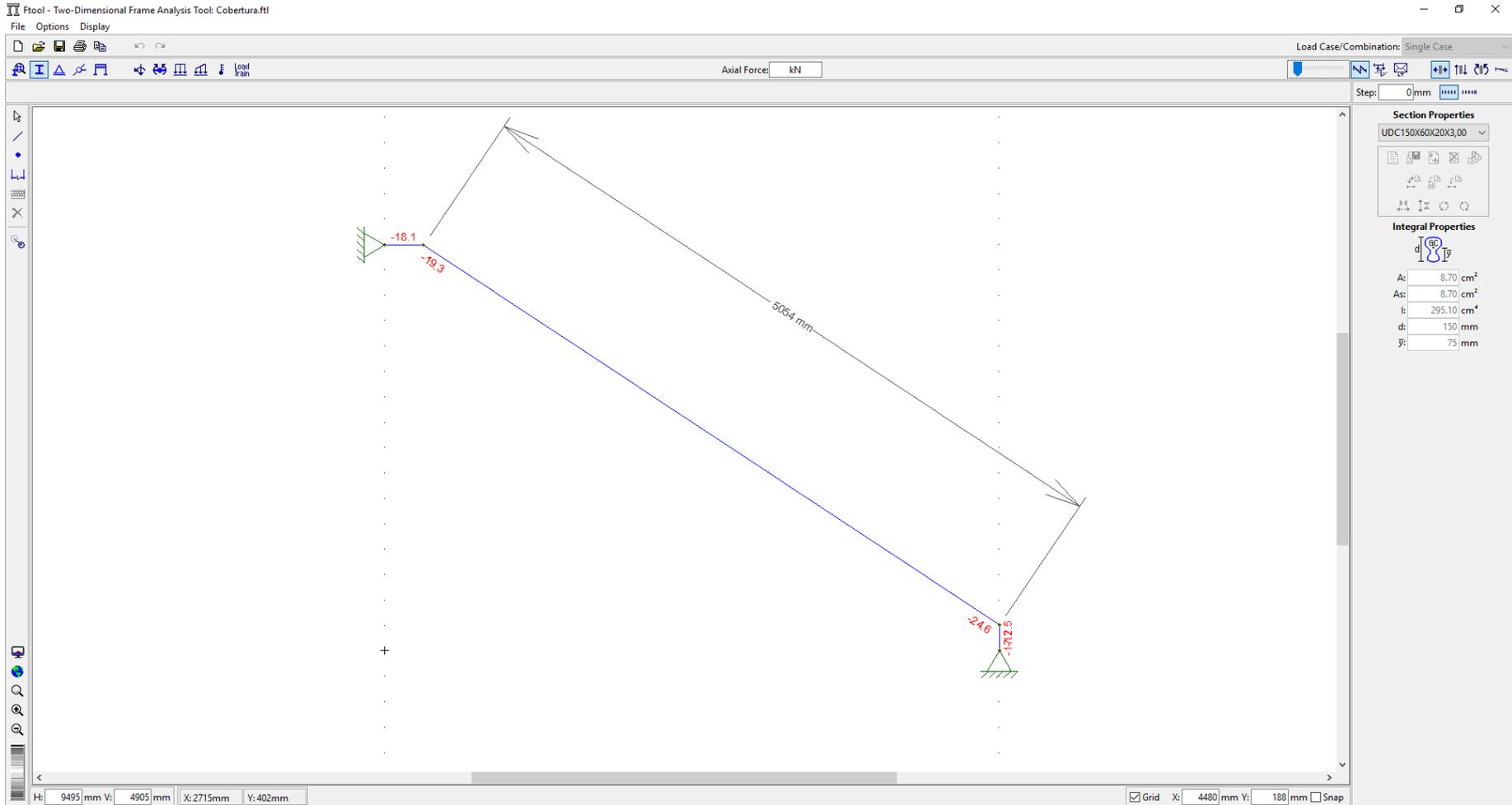
Cálculo da longarina (largura 1000mm)

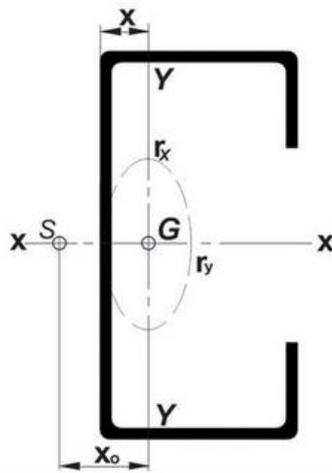
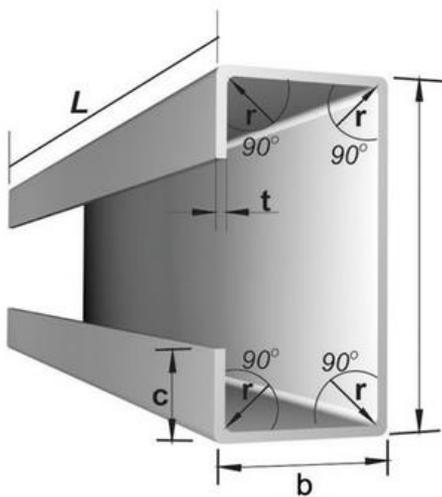


Cálculo da longarina (largura 1000mm)



Cálculo da longarina (largura 1000mm)





PERFIL U ENRIJECIDO

DIMENSÕES				A	M	I _x	W _x	r _x	X	I _y	W _y	r _y	J	C _w	X _o
a	b	c	t = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶	cm
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶	cm
300	85	25	3.75	18.70	14.68	2420.9	161.4	11.38	2.21	163.8	26.1	2.96	0.876	29196.7	-5.54
			3.35	16.78	13.17	2182.7	145.5	11.41	2.21	149.1	23.7	2.98	0.628	26605.5	-5.57
			3.00	15.09	11.84	1970.4	131.4	11.43	2.21	135.7	21.6	3.00	0.453	24241.4	-5.60
			2.65	13.38	10.50	1754.5	117.0	11.45	2.21	121.8	19.4	3.02	0.313	21785.1	-5.63
			2.25	11.41	8.96	1503.2	100.2	11.48	2.21	105.3	16.7	3.04	0.193	18862.6	-5.67
			2.00	10.17	7.98	1343.8	89.6	11.49	2.21	94.7	15.1	3.05	0.136	16972.4	-5.69
250	85	25	3.75	16.82	13.20	1570.4	125.6	9.66	2.44	155.2	25.6	3.04	0.788	19549.4	-5.99
			3.35	15.10	11.86	1417.2	113.4	9.69	2.44	141.3	23.3	3.06	0.565	17833.2	-6.02
			3.00	13.59	10.66	1280.4	102.4	9.71	2.44	128.6	21.2	3.08	0.408	16263.6	-6.05
			2.65	12.05	9.46	1141.0	91.3	9.73	2.44	115.5	19.1	3.09	0.282	14629.0	-6.08
			2.25	10.29	8.07	978.4	78.3	9.75	2.44	99.8	16.5	3.12	0.174	12679.7	-6.12
			2.00	9.17	7.20	875.1	70.0	9.77	2.44	89.8	14.8	3.13	0.122	11416.4	-6.14
200	75	25	3.75	14.20	11.14	858.0	85.8	7.77	2.34	106.6	20.6	2.74	0.665	9015.7	-5.65
			3.35	12.76	10.02	775.8	77.6	7.80	2.34	97.2	18.8	2.76	0.477	8251.1	-5.68
			3.00	11.49	9.02	702.0	70.2	7.82	2.34	88.6	17.2	2.78	0.345	7546.2	-5.72
			2.65	10.20	8.01	626.6	62.7	7.84	2.34	79.7	15.4	2.80	0.239	6806.8	-5.75
200	75	20	2.25	8.49	6.66	524.8	52.5	7.86	2.21	63.2	11.9	2.73	0.143	5081.3	-5.45
			2.00	7.57	5.94	470.0	47.0	7.88	2.21	56.9	10.7	2.74	0.101	4586.0	-5.47
150	60	20	3.75	10.82	8.49	366.4	48.9	5.82	1.93	50.8	12.5	2.17	0.507	2436.0	-4.56
			3.35	9.74	7.65	332.5	44.3	5.84	1.93	46.6	11.5	2.19	0.364	2245.2	-4.60
			3.00	8.79	6.90	301.9	40.3	5.86	1.93	42.7	10.5	2.21	0.264	2066.0	-4.63
			2.65	7.81	6.13	270.3	36.0	5.88	1.93	38.6	9.5	2.22	0.183	1874.8	-4.66
			2.25	6.69	5.25	233.1	31.1	5.90	1.93	33.6	8.3	2.24	0.113	1641.3	-4.70
			2.00	5.97	4.69	209.2	27.9	5.92	1.93	30.4	7.5	2.26	0.080	1487.0	-4.72
			1.50	4.52	3.55	159.9	21.3	5.95	1.93	23.5	5.8	2.28	0.034	1158.2	-4.77
127	50	17	3.35	8.10	6.36	195.1	30.7	4.91	1.60	26.2	7.7	1.80	0.303	899.4	-3.78
			3.00	7.32	5.74	177.6	28.0	4.93	1.60	24.1	7.1	1.82	0.219	832.2	-3.81
			2.65	6.51	5.11	159.5	25.1	4.95	1.60	21.9	6.4	1.83	0.153	759.4	-3.85
			2.25	5.58	4.38	137.9	21.7	4.97	1.61	19.2	5.6	1.85	0.094	668.9	-3.88
			2.00	4.99	3.92	124.0	19.5	1.98	1.61	17.4	5.1	1.87	0.067	608.3	-3.90
			1.50	3.79	2.97	95.1	15.0	5.01	1.61	13.5	4.0	1.89	0.028	477.4	-3.95

Cálculo da longarina (largura 1000mm)

Dimensionamento pelo método das tensões admissíveis
(Manualmente é mais rápido)

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad \sigma_x = \frac{340}{40,3} \quad \sigma_x = 8,43 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad \sigma_y = \frac{0}{W_y} \quad \sigma_y = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_x + \sigma_y}{0,6 \cdot F_y} < 1 \quad \frac{8,43 + 0}{0,6 \cdot 24} = 0,58 \text{ OK}$$

Cálculo da longarina (largura 1000mm)

*Dimensionamento pelo método das tensões admissíveis
(Manualmente é mais rápido)*

08.03 – Tensão Admissível de Compressão – F_a :

As condições de resistência de uma peça estrutural aos esforços de compressão serão determinadas pela tensão máxima admissível de compressão, obtida da seguinte maneira:

$$\text{Para } \frac{kL}{r} \leq C_c$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times E}{F_y}}$$

$$F_a = \left[1 - \frac{\left(\frac{kL}{r}\right)^2}{2 \times C_c^2} \right] \times \frac{F_y}{FS}$$

$$FS = 1,667 + \frac{0,375 \times \left(\frac{kL}{r}\right)}{C_c} - \frac{0,125 \times \left(\frac{kL}{r}\right)^3}{C_c^3}$$

Cálculo da longarina (largura 1000mm)

Dimensionamento pelo método das tensões admissíveis
(Manualmente é mais rápido)

$$\frac{kx \cdot Lx}{rx} = \frac{1.505}{5,86} = 86,18 \text{ OK}$$

$$Fa = \left[1 - \frac{\left(\frac{k \cdot L}{r}\right)^2}{2Cc^2} \right] \frac{Fy}{Fs} \quad Fa = \left[1 - \frac{(86,18)^2}{2 \cdot 128^2} \right] \frac{24}{1,88} = 9,87 \text{ kN/cm}^2$$

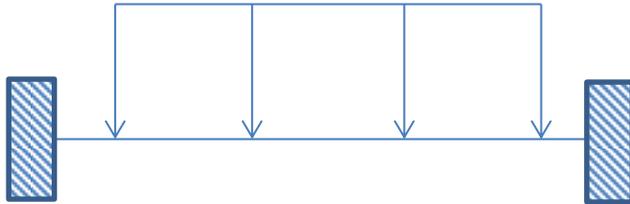
$$Fs = 1,667 + \frac{0,375 \cdot 86,18}{128} - \frac{0,125 \cdot 86,18^3}{128^3} = 1,88$$

$$Nt, Rd = 9,87 \cdot 8,79 = 86,75 \text{ kN} > 24,3 \text{ OK!!!}$$

Cálculo da degrau (largura 1000mm)

$$PP+SC = 84 + 7,53 = 0,92 \text{ kN/m}$$

$$1,4PP+1,5SC = 1,5.84 + 1,4.7,53 = 1,37 \text{ kN/m}$$



$$SC = 300\text{kgf/m} \times 0,28 = 84\text{kg/m}$$

$$PP = ((20\text{mm} + 280\text{mm} + 20\text{mm})/1000) \times 0,003\text{m} \times 7850 = 7,53 \text{ kg/m}$$

$$f_{max} = \frac{L}{350} = 1000 = 350 = 2,85\text{mm}$$

Cálculo da degrau (largura 1000mm)

```
AutoCAD Text Window - Projeto Galpão Trelçado.dwg
Edit
Command: MASSPROP

Select objects: Specify opposite corner: 1 found

Select objects:

----- REGIONS -----
Area:                9.304
Perimeter:           62.627
Bounding box:        X: -14.000 -- 14.000
                    Y: -1.739 -- 0.261
Centroid:            X: 0.000
                    Y: 0.000
Moments of inertia:  X: 1.219
                    Y: 721.938
Product of inertia:  XY: 0.000
Radii of gyration:   X: 0.362
                    Y: 8.809
Principal moments and X-Y directions about centroid:
                    I: 1.219 along [1.000 0.000]
                    J: 721.938 along [0.000 1.000]

Write analysis to a file? [Yes/No] <N>:
```

Cálculo da degrau (largura 1000mm)

$$f_{max} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{0,0092 \cdot 100^4}{384 \cdot 20500 \cdot 1,219} = 0,0095 \text{ cm} = 0,95 \text{ mm OK}$$

$$M_{sd} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{0,0092 \cdot 100^2}{12} = 7,66 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

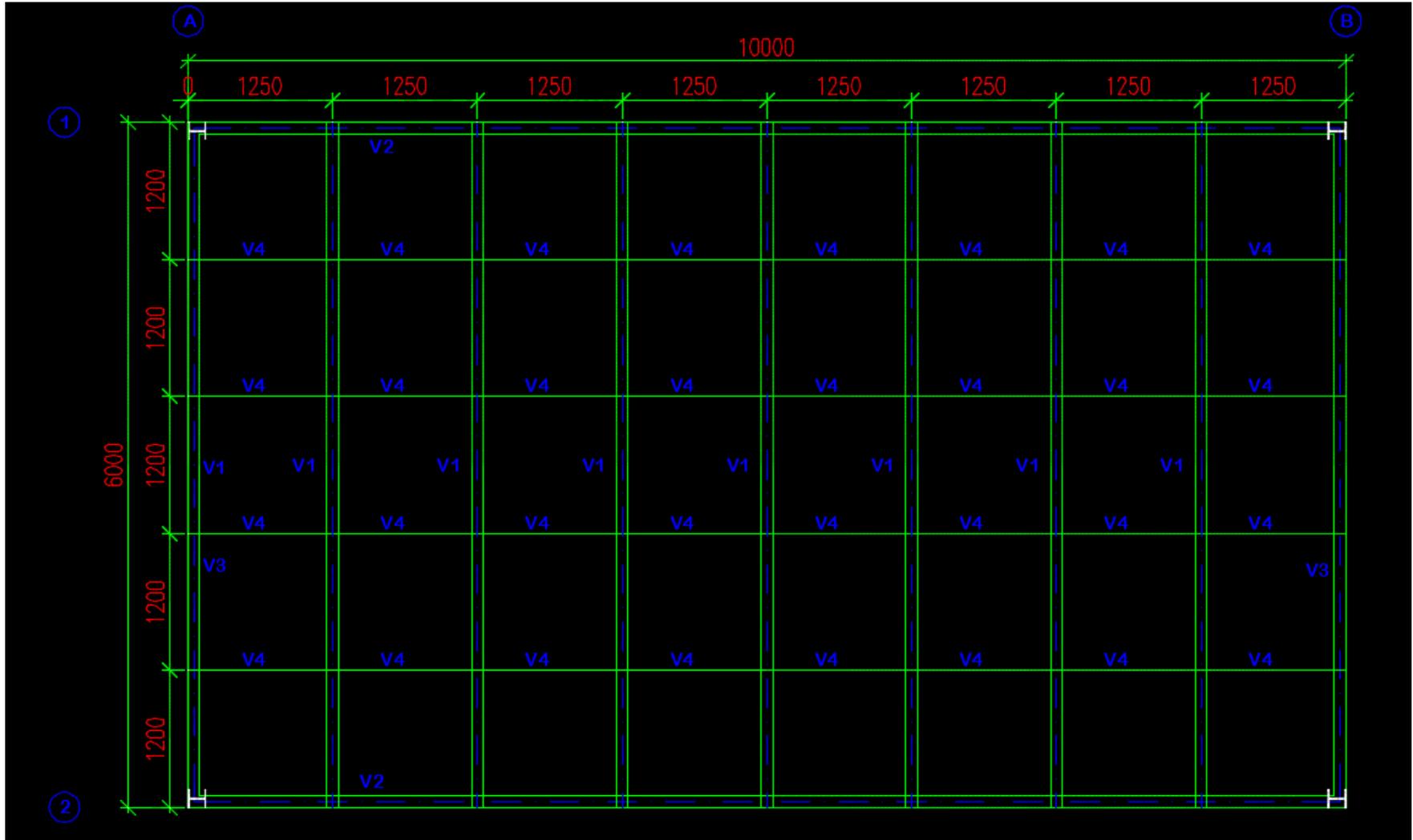
Na fibra Comprimida

$$M_{rd} = W_x \cdot F_y = \frac{I_x}{y_{cg}} \cdot f_y = \frac{1,219}{0,261} \cdot 25 = 116,76 \text{ kN} \cdot \text{cm} > 7,66 \text{ OK}$$

Na fibra Tracionada

$$M_{rd} = W_x \cdot F_y = \frac{I_x}{y_{cg}} \cdot f_y = \frac{1,219}{1,739} \cdot 25 = 17,52 \text{ kN} \cdot \text{cm} > 7,66 \text{ OK}$$

Calcular o Mezanino abaixo: Pé direito = 3 m – Bases Engastadas SC = 500kg/m²



Cálculo de V1

PP

Painel Wall 34kg/m²

Peso da Viga (Aprox: 25kg/m)

PP Total = (0,34).1,25 + 0,25 = 0,675 kN/m (x1,4 = 0,945kN/m)

SC = 5kN/m² x 1,25 = 6,25 kN/m (x 1,5 = 9,375)

ELS: PP + SC = 0,675 + 6,25 = 6,925 kN/m

ELU: 1,4PP + 1,5SC = 10,32 kN/m

Cálculo de V1

Considerando V1 bi-apoia temos:

$$f_{max} = \frac{L}{350} = \frac{6000}{350} = 17,14mm$$

$$Inec = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{max}} = \frac{5 \cdot 0,06925 \cdot 600^4}{384 \cdot 20500 \cdot 1,714} = 3325cm^4$$

$$Msd = q \cdot \frac{L^2}{8} = \frac{0,1032 \cdot 600^2}{8} = 4644kN \cdot cm$$

$$Zx = Msd \cdot \frac{1,1}{Fy} = 4644 \cdot \frac{1,1}{34,5} = 148cm^3$$

$$ELS: Ry = \frac{6,925 \cdot 6}{2} = 20,775kN$$

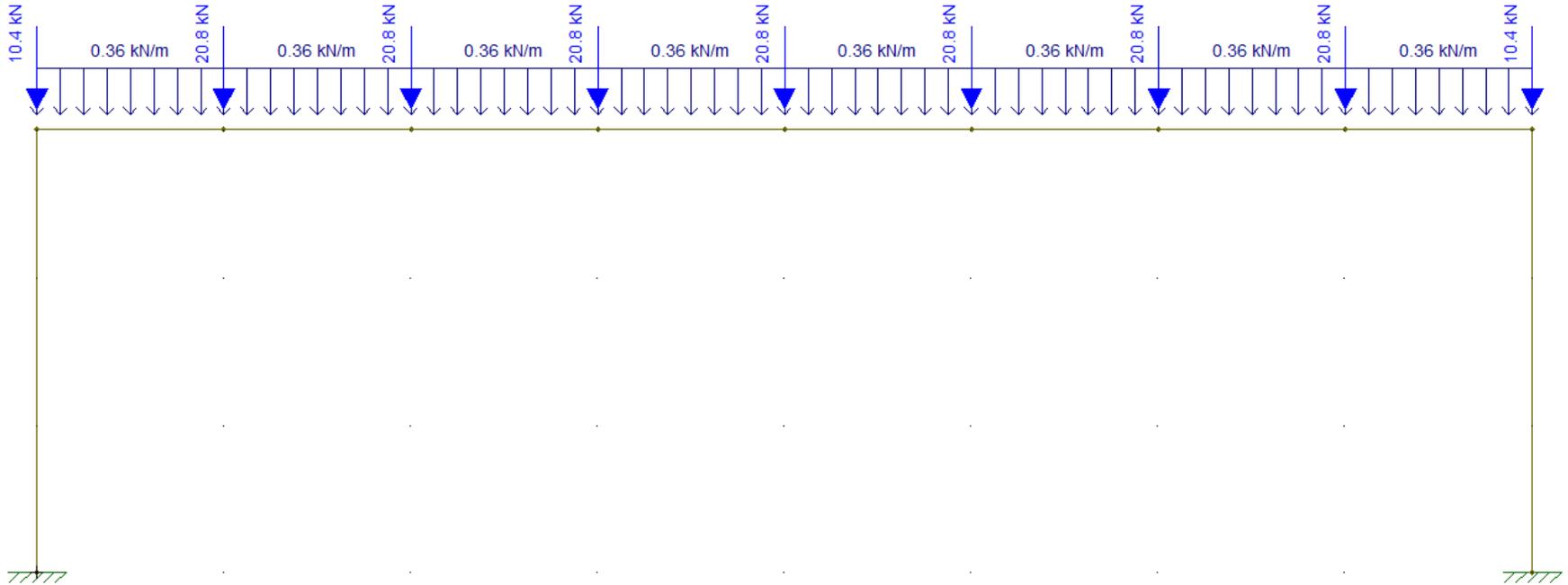
$$ELU: Ry = \frac{10,32 \cdot 6}{2} = 30,96kN$$

Cálculo de V1

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b ₁ mm	ESPESSURA		h mm	d' mm	Área cm ²	EIXO X - X				EIXO Y - Y				r _i cm	I _x cm ⁴	ESBELTEZ		C _w cm ⁴	u m ² /m	BITOLA mm x kg/m
				t _m mm	t _i mm				I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³			ABA - λ ₁ b ₁ / 2t ₁	ALMA - λ ₂ d' / t ₁			
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4.181	0,67	W 150 x 13,0
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6.683	0,69	W 150 x 18,0
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	29,0	1.229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20.417	0,88	W 150 x 22,5 (H)
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	31,5	1.384	173,0	6,63	197,6	183	35,9	2,41	55,8	2,73	11,08	4,95	17,48	10.206	0,69	W 150 x 24,0
W 150 x 29,8 (H)	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	38,5	1.739	221,5	6,72	247,5	556	72,6	3,80	110,8	4,18	10,95	8,23	17,94	30.277	0,90	W 150 x 29,8 (H)
W 150 x 37,1 (H)	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	47,8	2.244	277,0	6,85	313,5	707	91,8	3,84	140,4	4,22	20,58	6,64	14,67	39.930	0,91	W 150 x 37,1 (H)
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	19,4	1.305	130,5	8,20	147,9	87	17,4	2,12	27,3	2,55	2,05	9,62	39,44	8.222	0,77	W 200 x 15,0
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	25,1	1.686	166,1	8,19	190,6	116	22,7	2,14	35,9	2,59	4,02	7,85	29,11	11.098	0,79	W 200 x 19,3
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	29,0	2.029	197,0	8,37	225,5	142	27,9	2,22	43,9	2,63	6,18	6,38	27,42	13.868	0,79	W 200 x 22,5
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	34,2	2.611	252,3	8,73	282,3	330	49,6	3,10	76,3	3,54	7,65	7,92	29,34	32.477	0,92	W 200 x 26,6
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	40,3	3.168	301,7	8,86	338,6	410	61,2	3,19	94,0	3,60	12,59	6,57	26,50	40.822	0,93	W 200 x 31,3
W 200 x 35,9 (H)	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	45,7	3.437	342,0	8,67	379,2	764	92,6	4,09	141,0	4,50	14,51	8,09	25,90	69.502	1,03	W 200 x 35,9 (H)
W 200 x 41,7 (H)	41,7	205	166	7,2	11,8	181	157	53,5	4.114	401,4	8,77	448,6	901	108,5	4,10	165,7	4,53	23,19	7,03	21,86	83.948	1,04	W 200 x 41,7 (H)
W 200 x 46,1 (H)	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	58,6	4.543	447,6	8,81	495,3	1.535	151,2	5,12	229,5	5,58	22,01	9,23	22,36	141.342	1,19	W 200 x 46,1 (H)
W 200 x 52,0 (H)	52,0	206	204	7,9	12,6	181	157	66,9	5.298	514,4	8,90	572,5	1.784	174,9	5,16	265,8	5,61	33,34	8,10	19,85	166.710	1,19	W 200 x 52,0 (H)
HP 200 x 53,0 (H)	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	68,1	4.977	488,0	8,55	551,3	1.673	161,7	4,96	248,6	5,57	31,93	9,16	14,28	155.075	1,20	HP 200 x 53,0 (H)
W 200 x 59,0 (H)	59,0	210	205	9,1	14,2	182	158	76,0	6.140	584,8	8,99	655,9	2.041	199,1	5,18	303,0	5,64	47,69	7,22	17,32	195.418	1,20	W 200 x 59,0 (H)
W 200 x 71,0 (H)	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	91,0	7.660	709,2	9,17	803,2	2.537	246,3	5,28	374,5	5,70	81,66	5,92	15,80	249.976	1,22	W 200 x 71,0 (H)
W 200 x 86,0 (H)	86,0	222	209	13,0	20,6	181	157	110,9	9.498	855,7	9,26	984,2	3.139	300,4	5,32	458,7	5,77	142,19	5,07	12,06	317.844	1,23	W 200 x 86,0 (H)
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	23,1	2.291	182,6	9,96	211,0	91	18,1	1,99	28,8	2,48	2,54	9,53	45,92	13.735	0,88	W 250 x 17,9
W 250 x 22,3	22,3	254	102	5,8	6,9	240	220	28,9	2.939	231,4	10,09	267,7	123	24,1	2,06	38,4	2,54	4,77	7,39	37,97	18.629	0,89	W 250 x 22,3
W 250 x 25,3	25,3	257	102	6,1	8,4	240	220	32,6	3.473	270,2	10,31	311,1	149	29,3	2,14	46,4	2,58	7,06	6,07	36,10	22.955	0,89	W 250 x 25,3
W 250 x 28,4	28,4	260	102	6,4	10,0	240	220	36,6	4.046	311,2	10,51	357,3	178	34,8	2,20	54,9	2,62	10,34	5,10	34,38	27.636	0,90	W 250 x 28,4
W 250 x 32,7	32,7	258	146	6,1	9,1	240	220	42,1	4.937	382,7	10,83	428,5	473	64,8	3,35	99,7	3,86	10,44	8,02	36,03	73.104	1,07	W 250 x 32,7
W 250 x 38,5	38,5	262	147	6,6	11,2	240	220	49,6	6.057	462,4	11,05	517,8	594	80,8	3,46	124,1	3,93	17,63	6,56	33,27	93.242	1,08	W 250 x 38,5
W 250 x 44,8	44,8	266	148	7,6	13,0	240	220	57,6	7.158	538,2	11,15	606,3	704	95,1	3,50	146,4	3,96	27,14	5,69	28,95	112.398	1,09	W 250 x 44,8
HP 250 x 62,0 (H)	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	79,6	8.728	709,6	10,47	790,5	2.995	234,0	6,13	357,8	6,89	33,46	11,96	19,10	417.130	1,47	HP 250 x 62,0 (H)
W 250 x 73,0 (H)	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7	11.257	889,9	11,02	983,3	3.880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94	8,94	23,33	552.900	1,48	W 250 x 73,0 (H)
W 250 x 80,0 (H)	80,0	256	255	9,4	15,6	225	201	101,9	12.550	980,5	11,10	1.088,7	4.313	338,3	6,51	513,1	7,04	75,02	8,17	21,36	622.878	1,49	W 250 x 80,0 (H)
HP 250 x 85,0 (H)	85,0	254	260	14,4	14,4	225	201	108,5	12.280	966,9	10,64	1.093,2	4.225	325,0	6,24	499,6	7,00	82,07	9,03	13,97	605.403	1,50	HP 250 x 85,0 (H)
W 250 x 89,0 (H)	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	113,9	14.237	1.095,1	11,18	1.224,4	4.841	378,2	6,52	574,3	7,06	102,81	7,40	18,82	712.351	1,50	W 250 x 89,0 (H)
W 250 x 101,0 (H)	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	128,7	16.352	1.238,8	11,27	1.395,0	5.549	431,8	6,57	656,3	7,10	147,70	6,56	16,87	828.031	1,51	W 250 x 101,0 (H)
W 250 x 115,0 (H)	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	146,1	18.920	1.406,7	11,38	1.597,4	6.405	494,6	6,62	752,7	7,16	212,00	5,86	14,87	975.265	1,53	W 250 x 115,0 (H)
W 310 x 21,0	21,0	303	101	5,1	5,7	292	272	27,2	3.776	249,2	11,77	291,9	98	19,5	1,90	31,4	2,42	3,27	8,86	53,25	21.628	0,98	W 310 x 21,0
W 310 x 23,8	23,8	305	101	5,6	6,7	292	272	30,7	4.346	285,0	11,89	333,2	116	22,9	1,94	36,9	2,45	4,65	7,54	48,50	25.594	0,99	W 310 x 23,8
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6,0	8,9	291	271	36,5	5.500	356,0	12,28	412,0	158	31,0	2,08	49,4	2,55	8,14	5,73	45,20	35.441	1,00	W 310 x 28,3
W 310 x 32,7	32,7	313	102	6,6	10,8	291	271	42,1	6.570	419,8	12,49	485,3	192	37,6	2,13	59,8	2,58	12,91	4,72	41,12	43.612	1,00	W 310 x 32,7
W 310 x 38,7	38,7	310	165	5,8	9,7	291	271	49,7	8.581	553,6	13,14	615,4	727	88,1	3,82	134,9	4,38	13,20	8,51	46,66	163.728	1,25	W 310 x 38,7
W 310 x 44,5	44,5	313	166	6,6	11,2	291	271	57,2	9.997	638,8	13,22	712,8	855	103,0	3,87	158,0	4,41	19,90	7,41	41,00	194.433	1,26	W 310 x 44,5
W 310 x 52,0	52,0	317	167	7,6	13,2	291	271	67,0	11.909	751,4	13,33	842,5	1.026	122,9	3,91	188,8	4,45	31,81	6,33	35,61	236.422	1,27	W 310 x 52,0
HP 310 x 79,0 (H)	79,0	299	306	11,0	11,0	277	245	100,0	16.316	1.091,3	12,77	1.210,1	5.258	343,7	7,25	525,4	8,20	46,72	13,91	22,27	1.089.258	1,77	HP 310 x 79,0 (H)
HP 310 x 93,0 (H)	93,0	303	308	13,1	13,1	277	245	119,2	19.682	1.299,1	12,85	1.450,3	6.387	414,7	7,32	635,5	8,26	77,33	11,76	18,69	1.340.320	1,78	HP 310 x 93,0 (H)
W 310 x 97,0 (H)	97,0	308	305	9,9	15,4	277	245	123,6	22.284	1.447,0	13,43	1.594,2	7.286	477,8	7,68	725,0	8,38	92,12	9,90	24,77	1.558.682	1,79	W 310 x 97,0 (H)
W 310 x 107,0 (H)	107,0	311	306	10,9	17,0	277	245	136,4	24.839	1.597,3	13,49	1.768,2	8.123	530,9	7,72	806,1	8,41	122,86	9,00	22,48	1.754.271	1,80	W 310 x 107,0 (H)
HP 310 x 110,0 (H)	110,0	308	310	15,4	15,5	277	245	141,0	23.703	1.539,1	12,97	1.730,6	7.707	497,3	7,39	763,7	8,33	125,66	10,00	15,91	1.646.104	1,80	HP 310 x 110,0 (H)

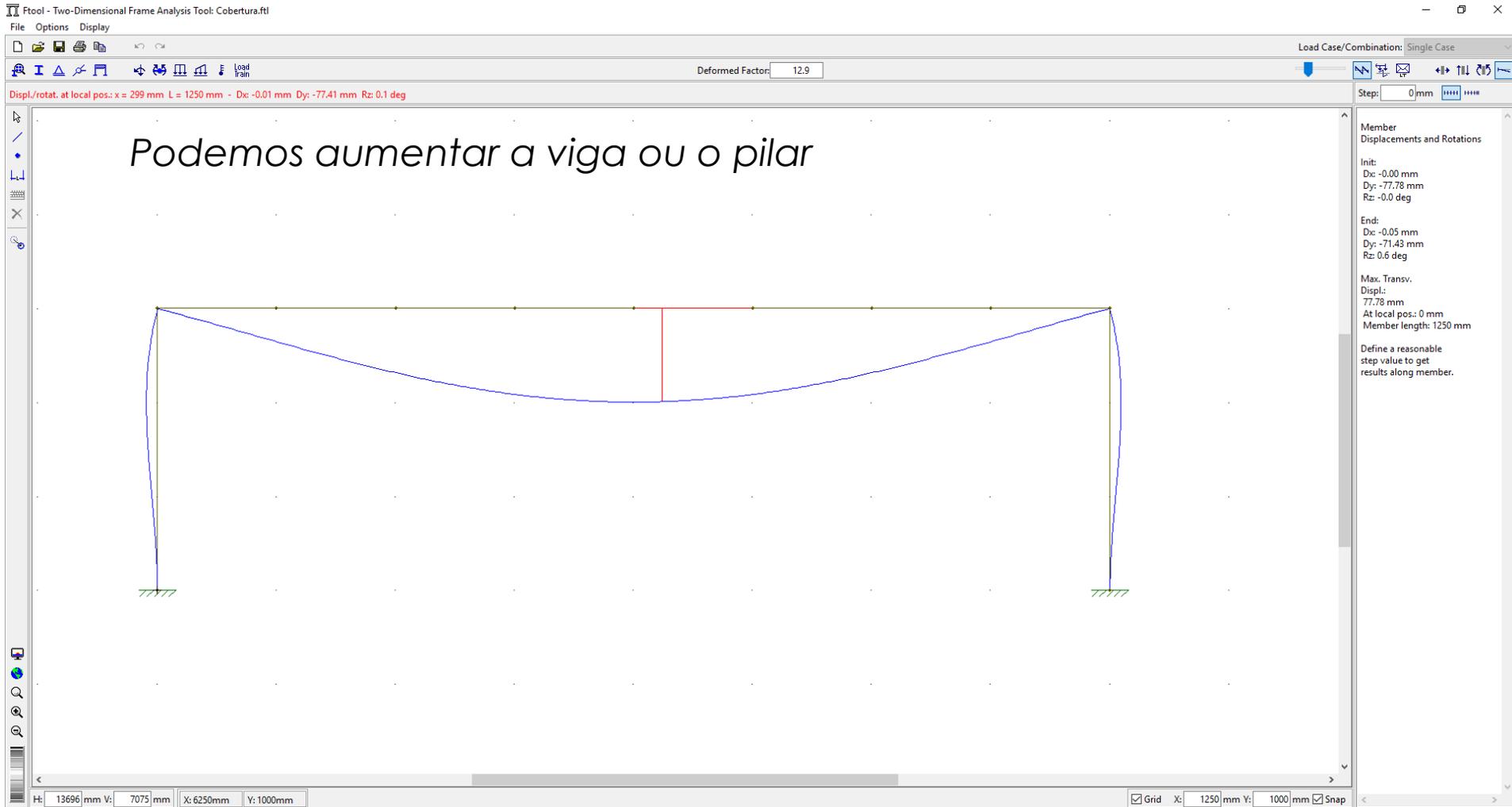
Cálculo de V2

Tentativa 1: Viga W360X32,9 Pilar W150X22,5 H



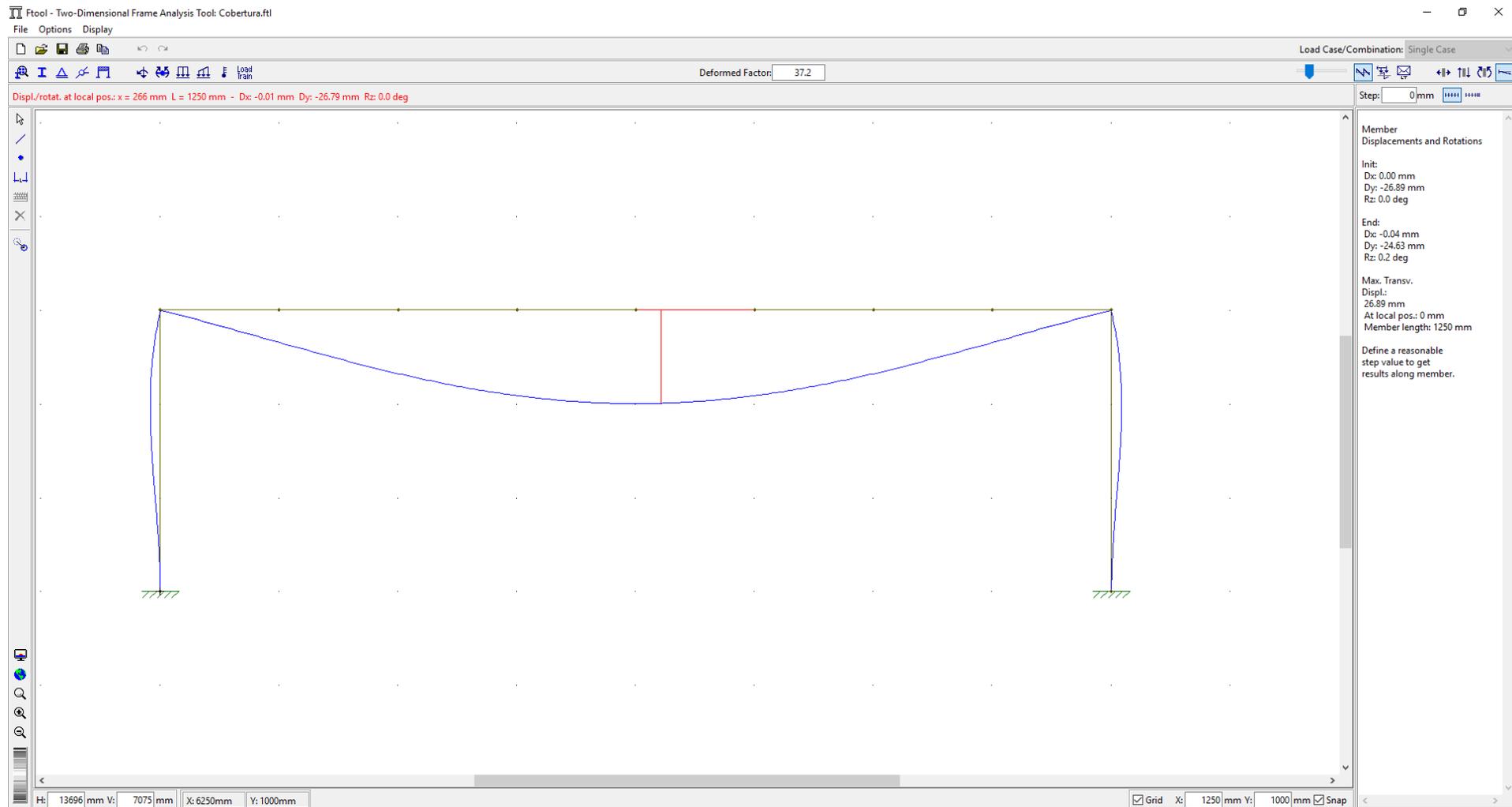
Cálculo de V2

Flecha muito elevada.



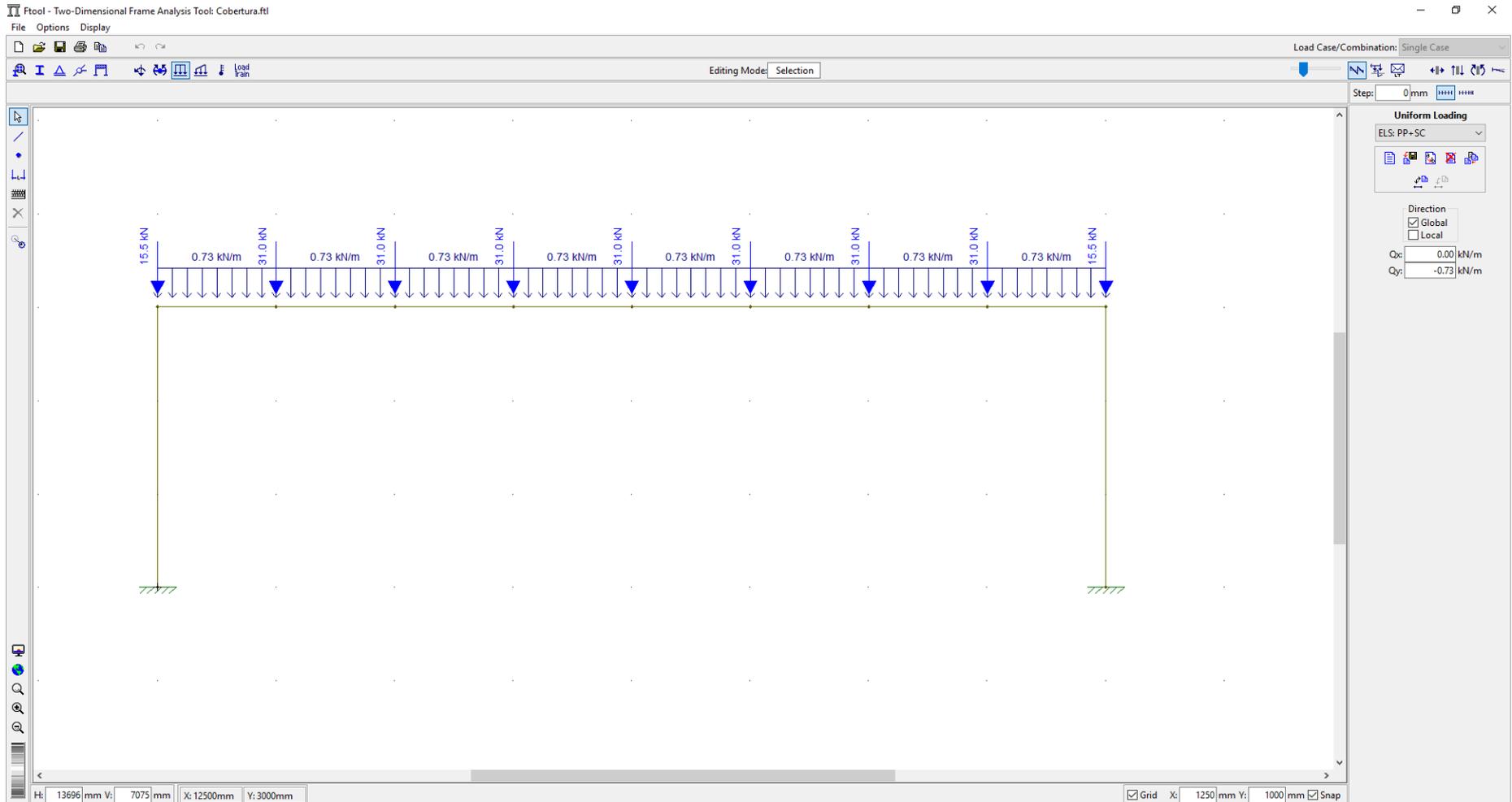
Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



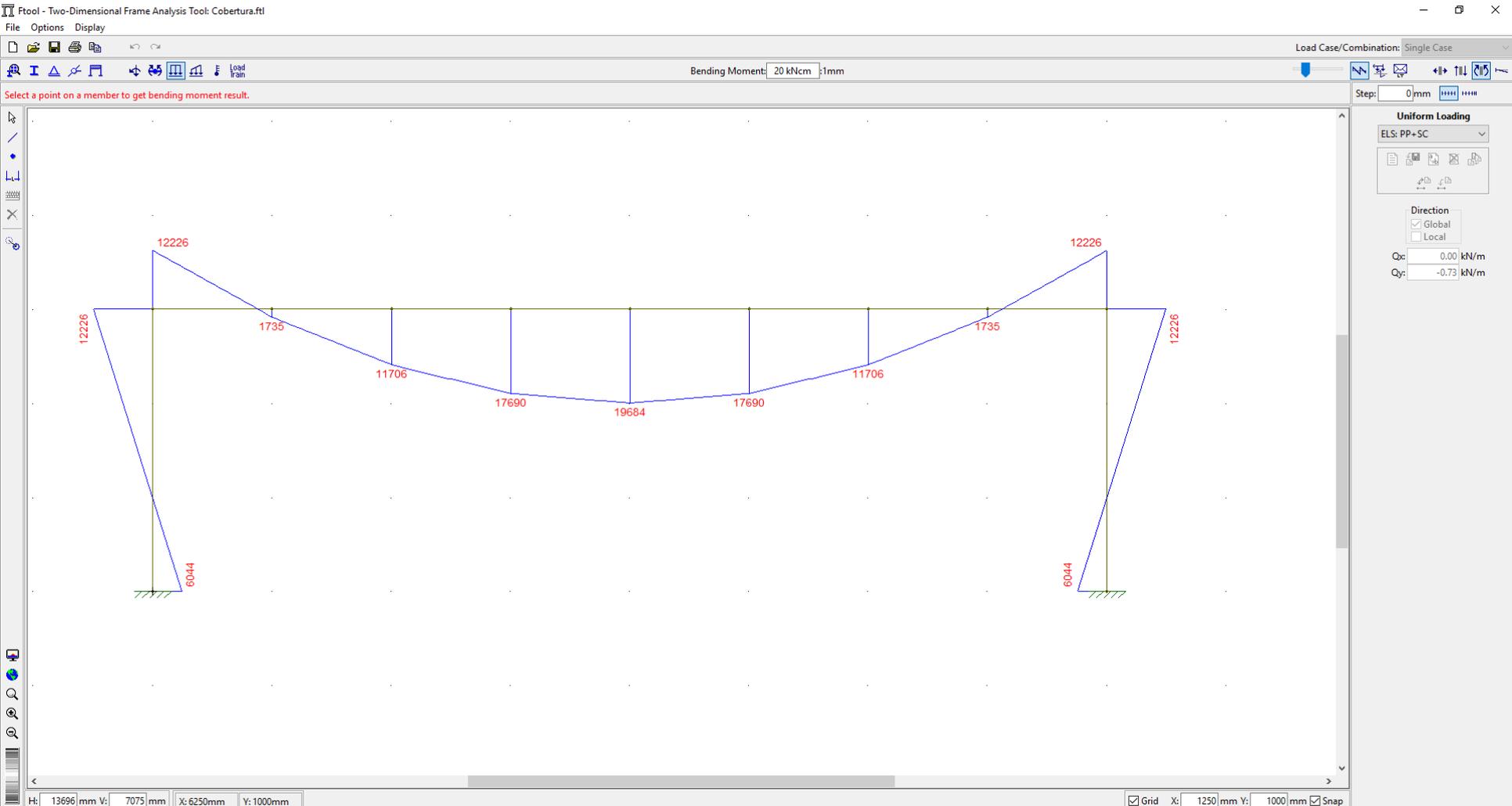
Cálculo de V2 Carregamentos para ELU

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



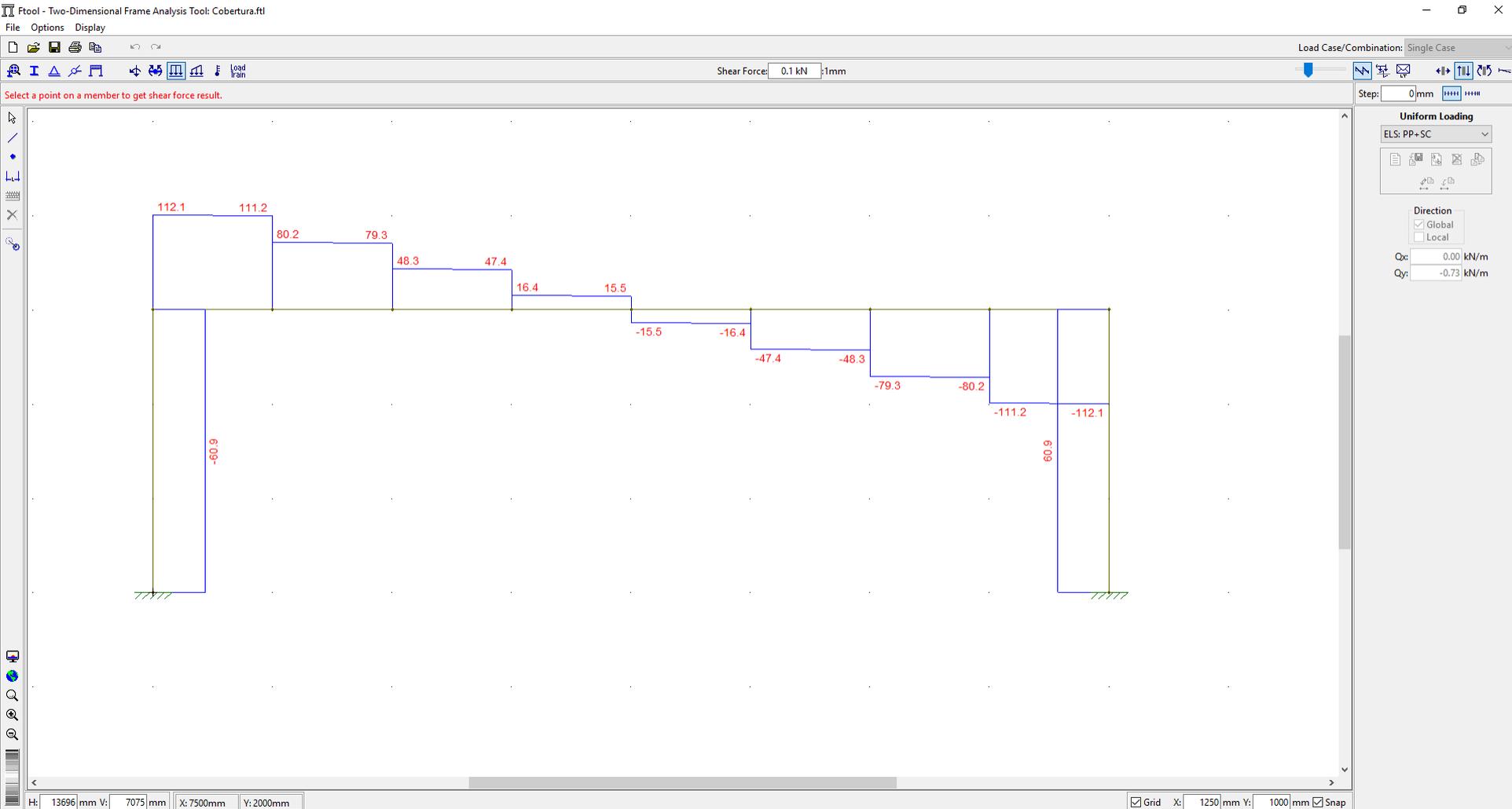
Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



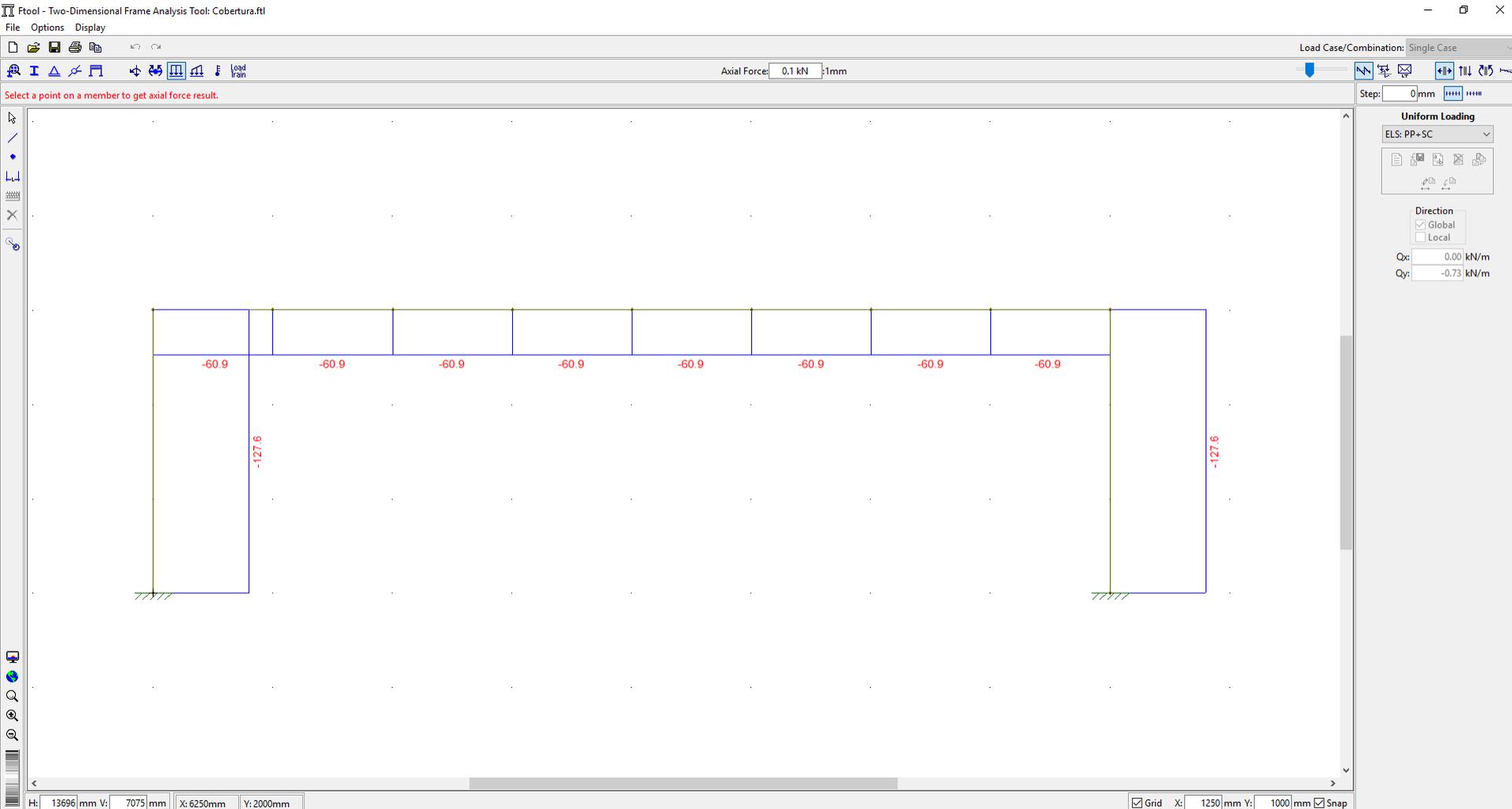
Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:
Viga W460X53 Pilar W200X46,1

M | Laminado

Identificação
Perfil

Dimensões

d	<input type="text" value="450"/> mm	Ag	<input type="text" value="66,6"/> cm ²	Wx	<input type="text" value="949,8"/> cm ³
tw	<input type="text" value="7,6"/> mm	P	<input type="text" value="52"/> kgf/m	Wy	<input type="text" value="83,5"/> cm ³
bf	<input type="text" value="152"/> mm	Ix	<input type="text" value="21370"/> cm ⁴	Zx	<input type="text" value="1095,9"/> cm ³
tf	<input type="text" value="10,8"/> mm	Iy	<input type="text" value="634"/> cm ⁴	Zy	<input type="text" value="131,7"/> cm ³
		IT	<input type="text" value="21,79"/> cm ⁴		

Compr. Flambagem
Lflx cm
Lfly cm
Lb cm

Solicitações
Nd kN
Vd kN
Mdx kN.cm
Mdy kN.cm

Resultados
Rd(Nd) kN **OK!**
Rd(Vd) kN **OK!**
Rd(Mdx) kN.cm **OK!**
Rd(Mdy) kN.cm
Rd(Md+Nd) <= 1 **OK!**

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Cálculo dos pilares

Eixo A ou B

Lança-se a Carga no ELU para extrair a compressão e o momento fletor oriundos desse eixo

The screenshot displays the Ftool software interface. The main window shows a structural model of a frame with two vertical columns and a horizontal beam. A uniform load of 5.32 kN/m is applied to the beam. The columns are supported by fixed bases. The text "Não se esqueça de virar a direção dos pilares" is overlaid on the model. The software interface includes a menu bar (File, Options, Display), a toolbar, and a right-hand panel with settings for "Uniform Loading". The bottom status bar shows dimensions: H: 9641 mm, V: 4981 mm, X: 0 mm, Y: 2000 mm, and grid settings: Grid X: 6000 mm, Y: 1000 mm, Snap.

File Options Display

Editing Mode: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0/mm

Uniform Loading

ELS: PP+SC

Direction

Global

Local

Q_x: 0.00 kN/m

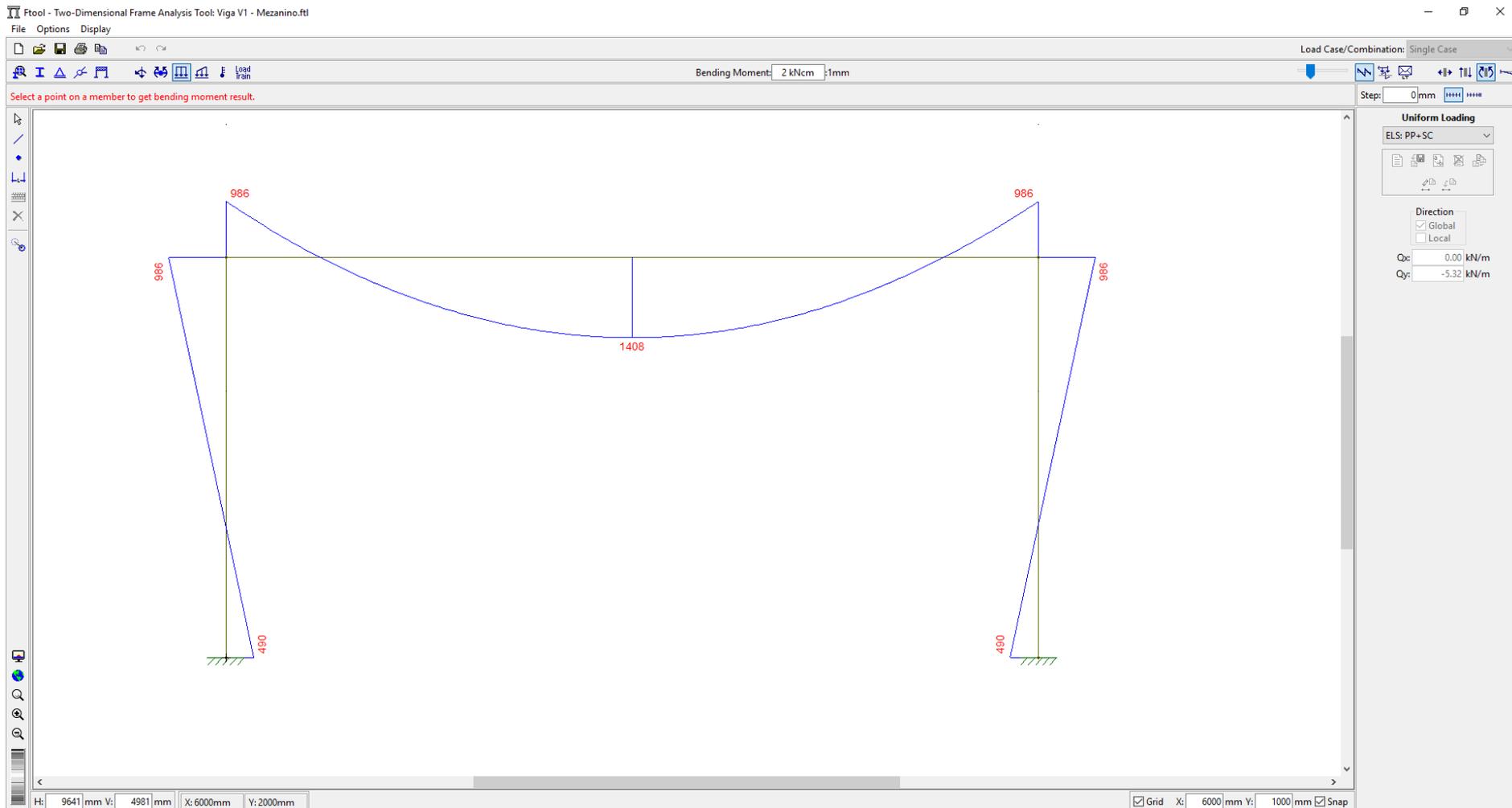
Q_y: -5.32 kN/m

Não se esqueça de virar a direção dos pilares

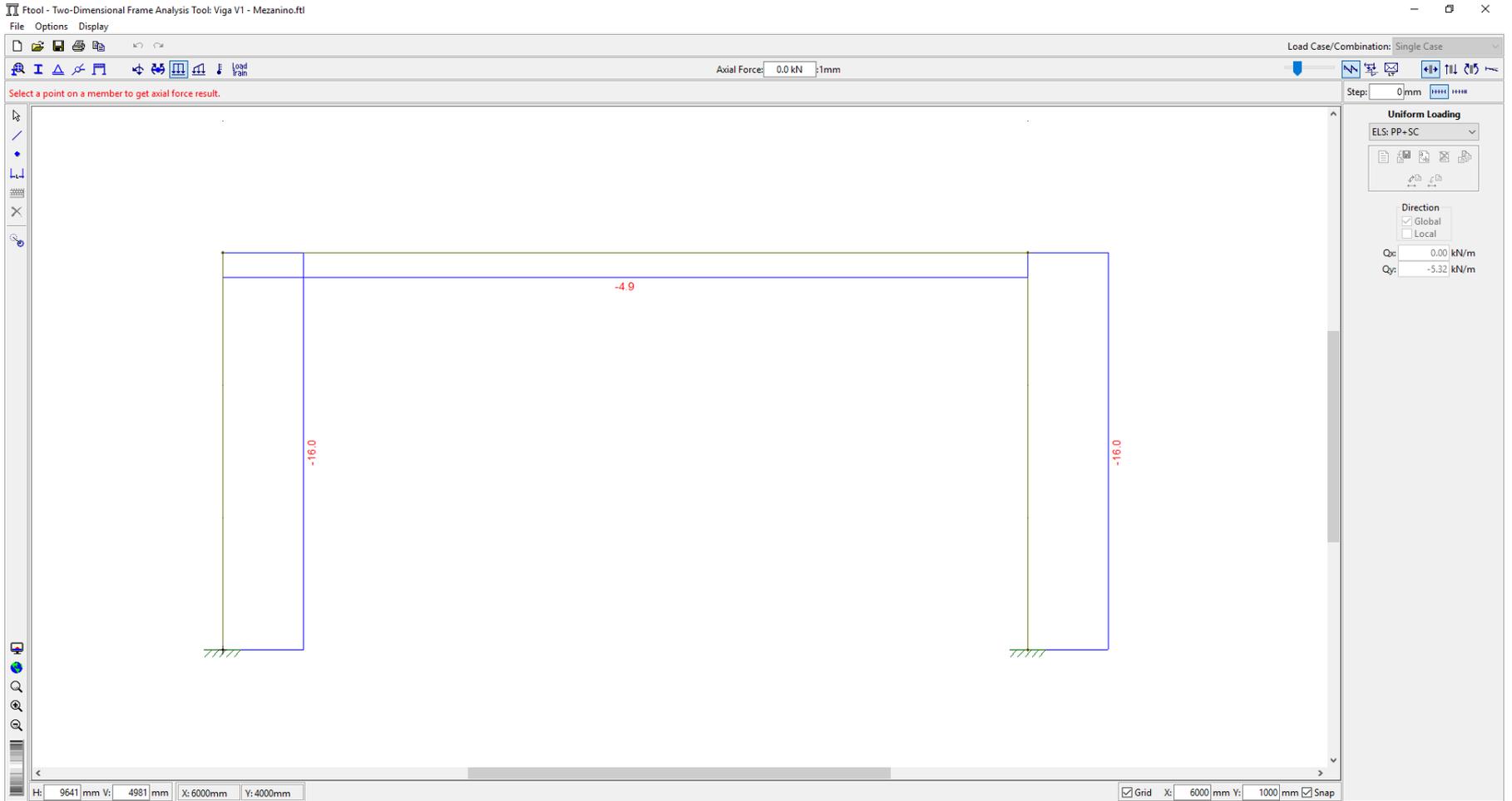
H: 9641 mm V: 4981 mm X: 0 mm Y: 2000 mm

Grid X: 6000 mm Y: 1000 mm Snap

Cálculo dos pilares



Cálculo dos pilares



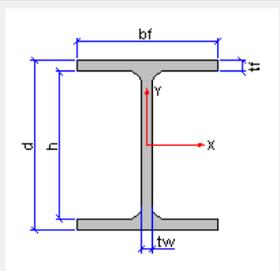
Cálculo dos pilares

H Laminado

Identificação
Perfil W 200 x 46,1

Dimensões

d	203 mm	Ag	58,6 cm ²	Wx	447,6 cm ³
tw	7,2 mm	Ix	4543 cm ⁴	Wy	151,2 cm ³
bf	203 mm	Iy	1535 cm ⁴	Zx	495,3 cm ³
tf	11 mm	IT	22,01 cm ⁴	Zy	229,5 cm ³
P		46,1 kgf/m			



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: colunas)

Compr. Flambagem

Lfx	300 cm
Lfy	300 cm
Lb	300 cm

Solicitações

Nd	-143,6 kN
Vd	60,9 kN
Mdx	12226 kN.cm
Mdy	986 kN.cm

Resultados

Rd(Nd)	-978,38 kN	Ok!
Rd(Vd)	180,87 kN	Ok!
Rd(Mdx)	10900,50 kN.cm	Não OK!
Rd(Mdy)	4252,50 kN.cm	Ok!
Rd(Md+Nd)	3,32 <= 1	Não OK!

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Não aprovado!

Qual a melhor combinação para que esse mezanino seja aprovado?

Análise dos resultados:

A peça não foi aprovada em Mrdx.

Podemos trabalhar em três frentes:

- (A) Articular a base
- (B) Selecionar peça com lx superior
- (C) Articular a ligação do pórtico

Hipótese A: Articular a base

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Viga V1 - Mezanino.ftl

File Options Display

Editing Mode: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Section Properties

Viga Pórtico

Gerdau-AcoMinas I-shapes (BR)

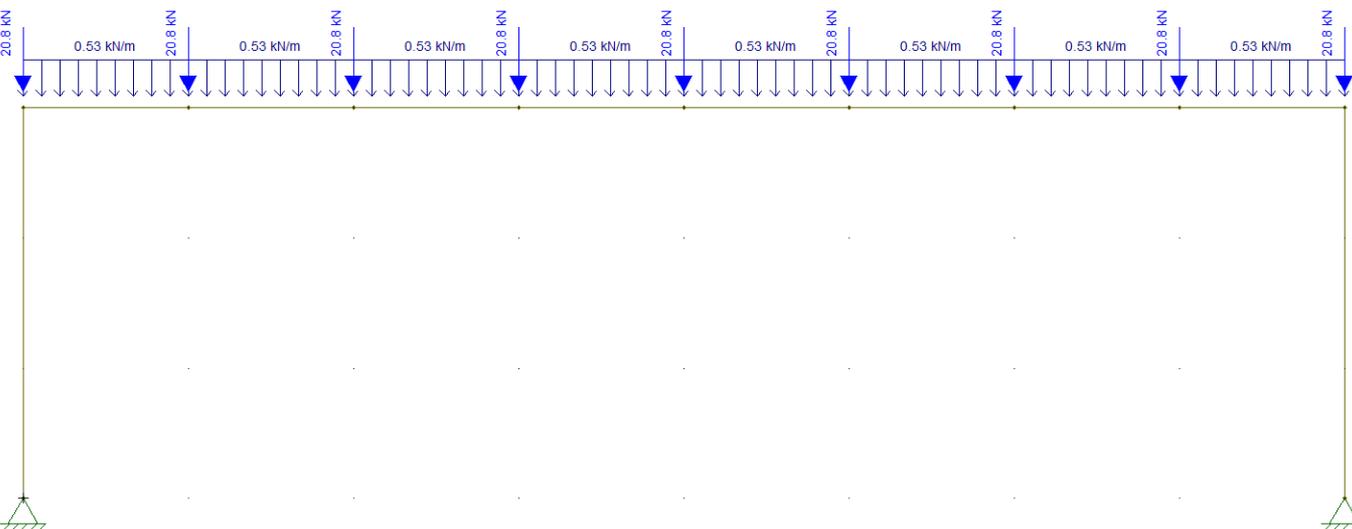


Diagram showing a beam structure with a uniformly distributed load of 0.53 kN/m and point loads of 20.8 kN applied at regular intervals. The beam is supported by two pin supports at the base.

type: I shape

d: 410 mm

W410x53.0

d: 403 mm bf: 177 mm

tw: 8 mm tf: 11 mm

h: 381 mm d': 357 mm

y: 202 mm

A: 68.40 cm²

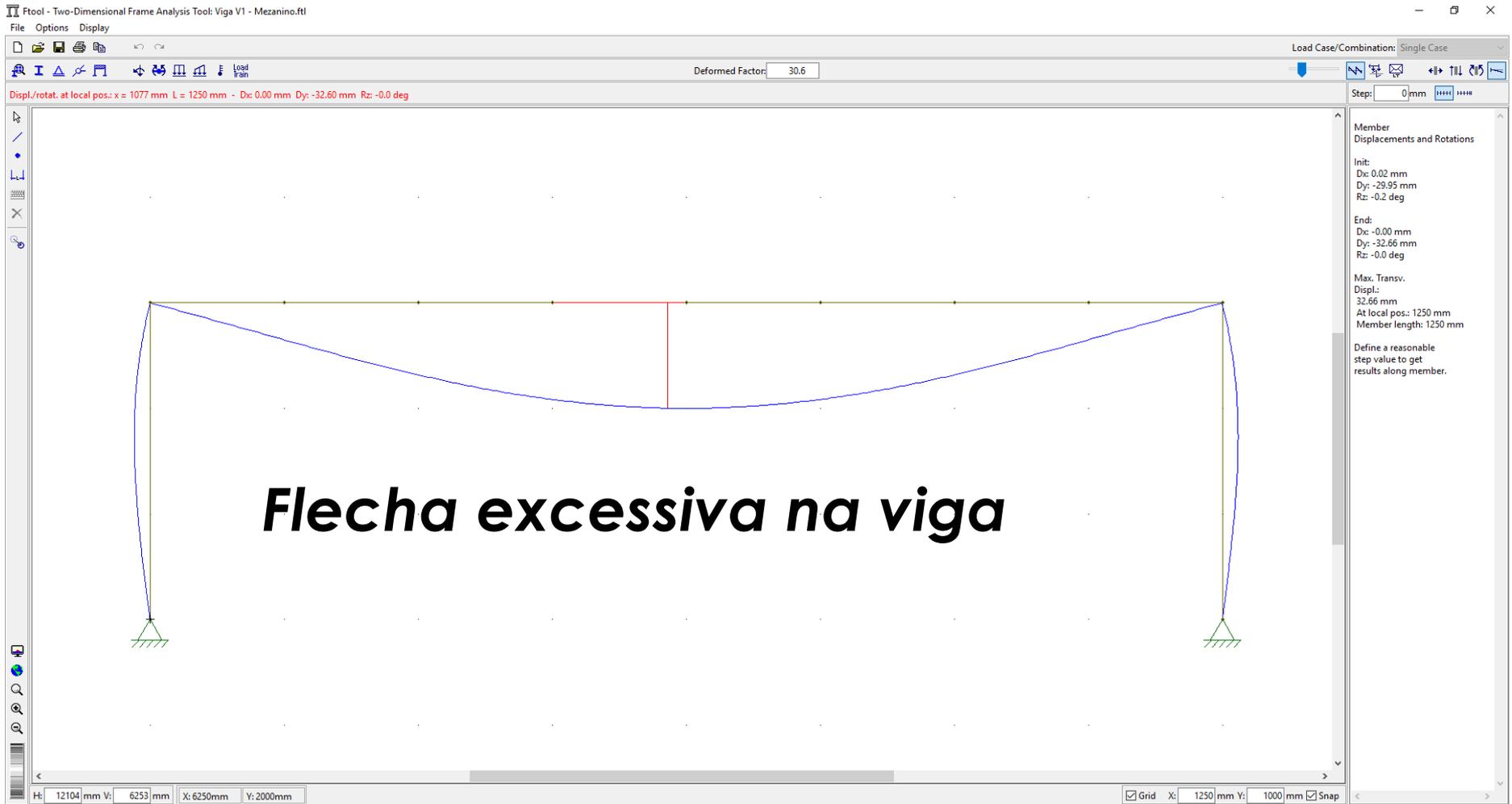
As: 30.23 cm²

I: 18734.00 cm⁴

H: 12104 mm V: 6253 mm X: 6250 mm Y: 2000 mm

Grid X: 1250 mm Y: 1000 mm Snap

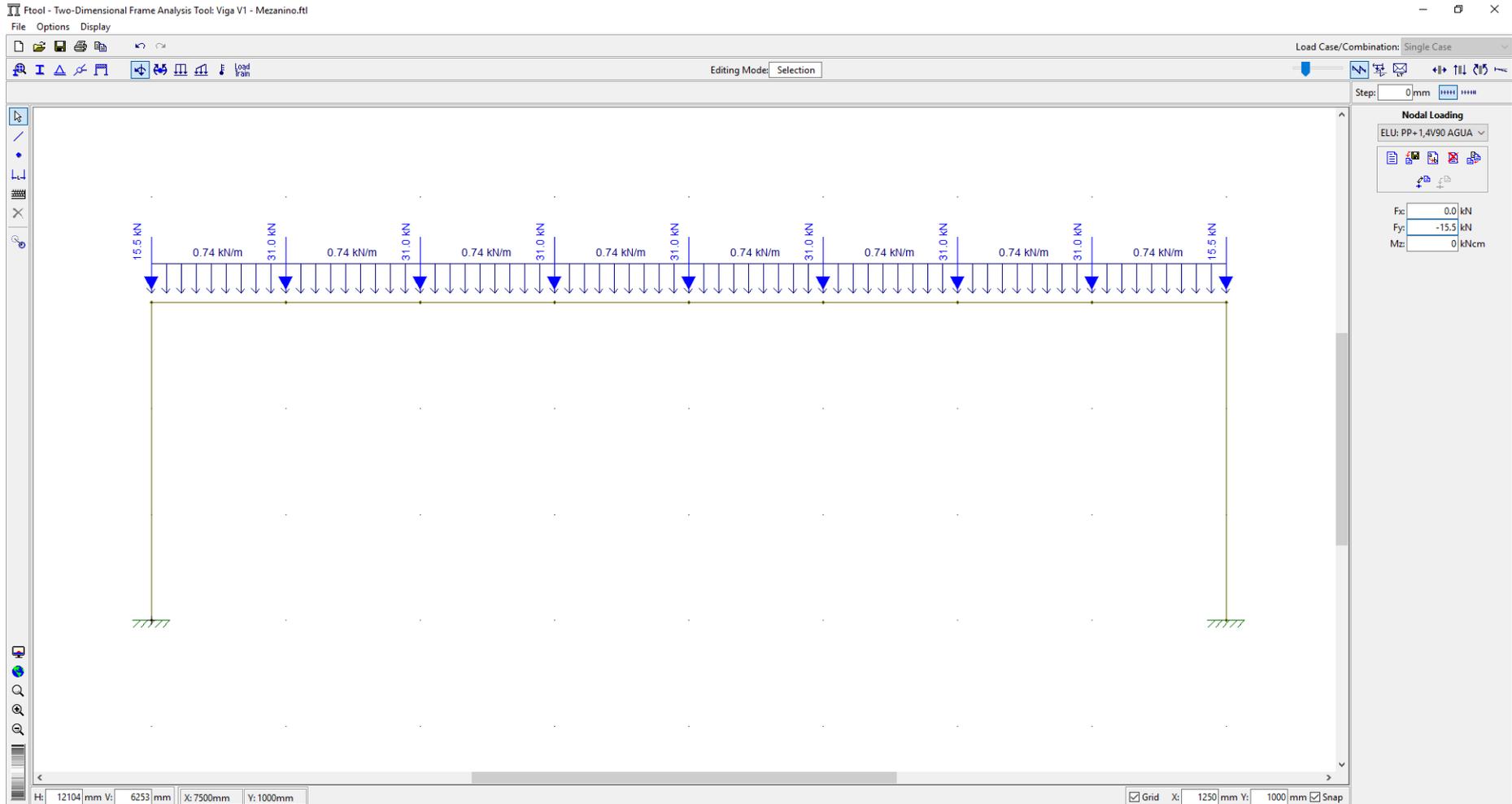
Hipótese A: Articular a base



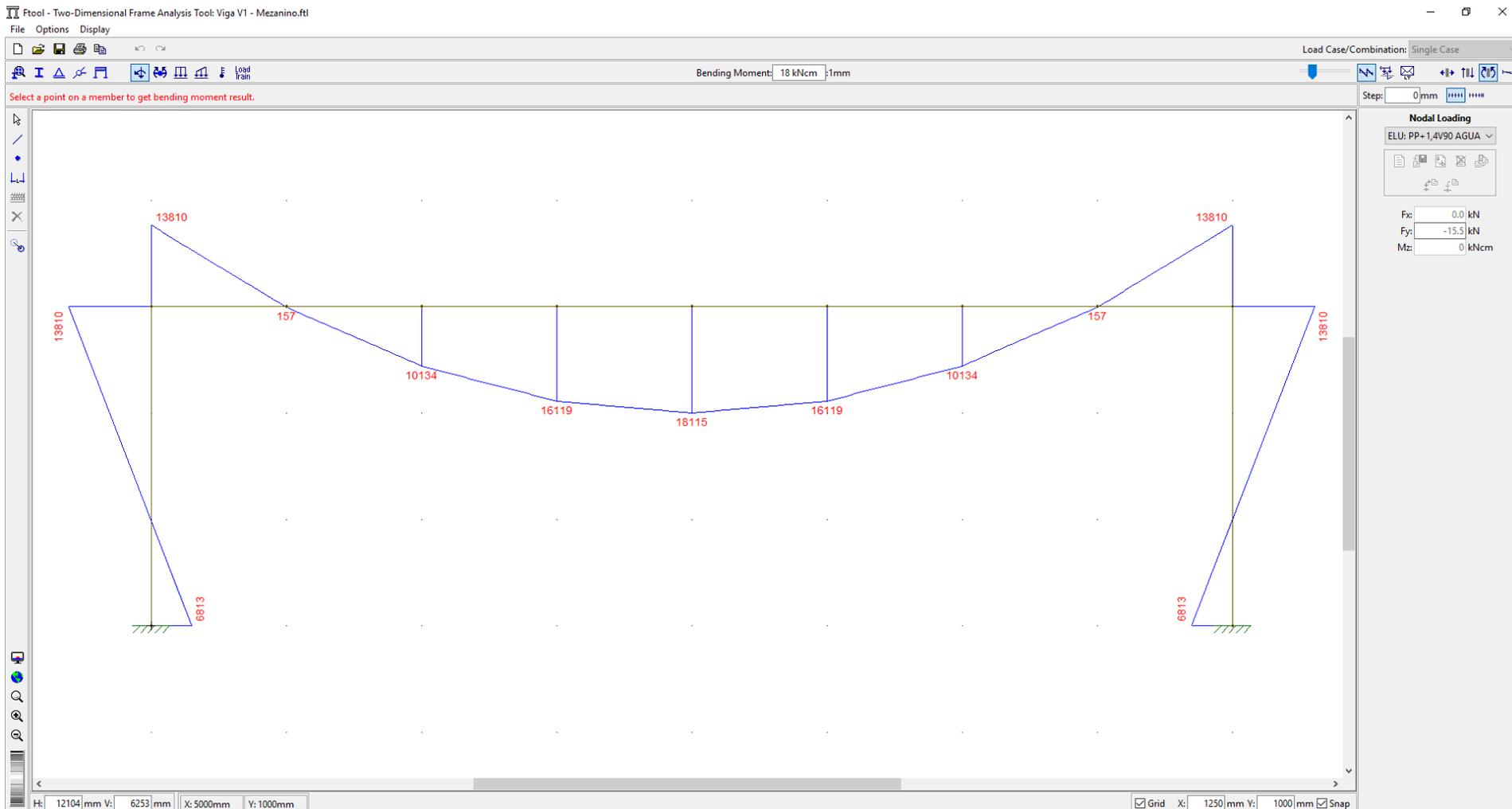
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



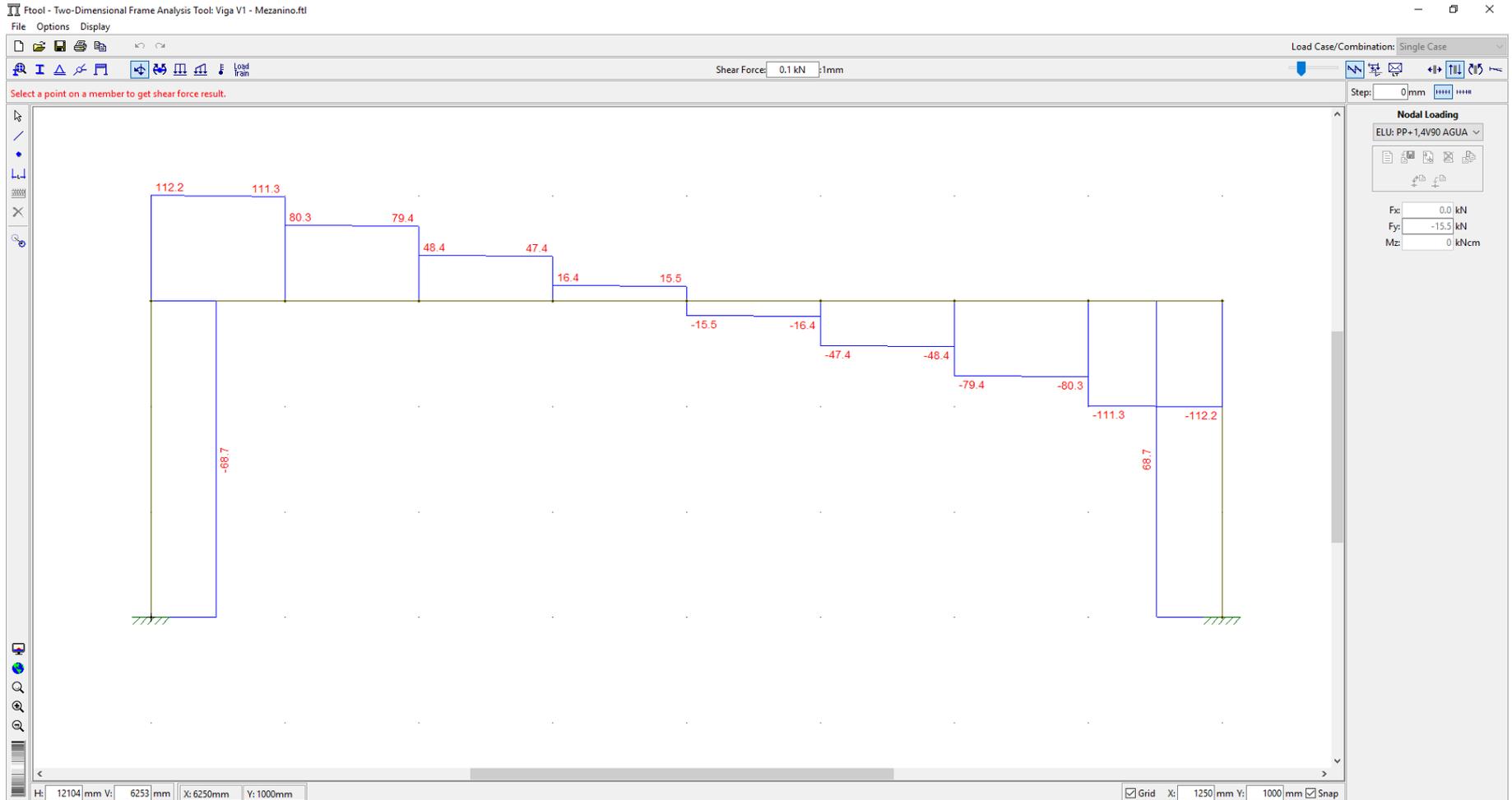
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



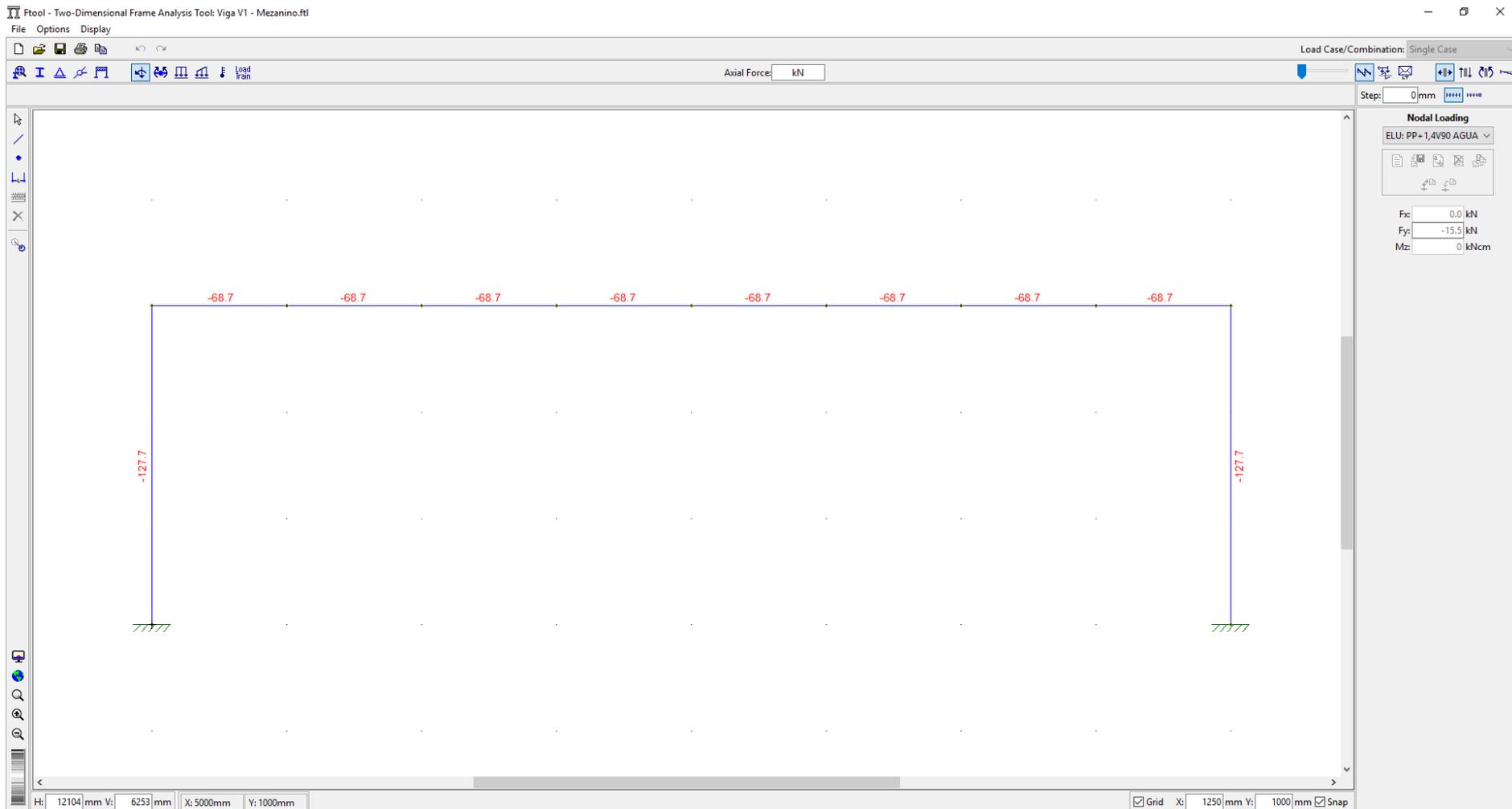
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Viga V1 - Mezanino.ftl

File Options Display

Editing Mode: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0/mm

Material Parameters

Aço

E: 205000 MPa

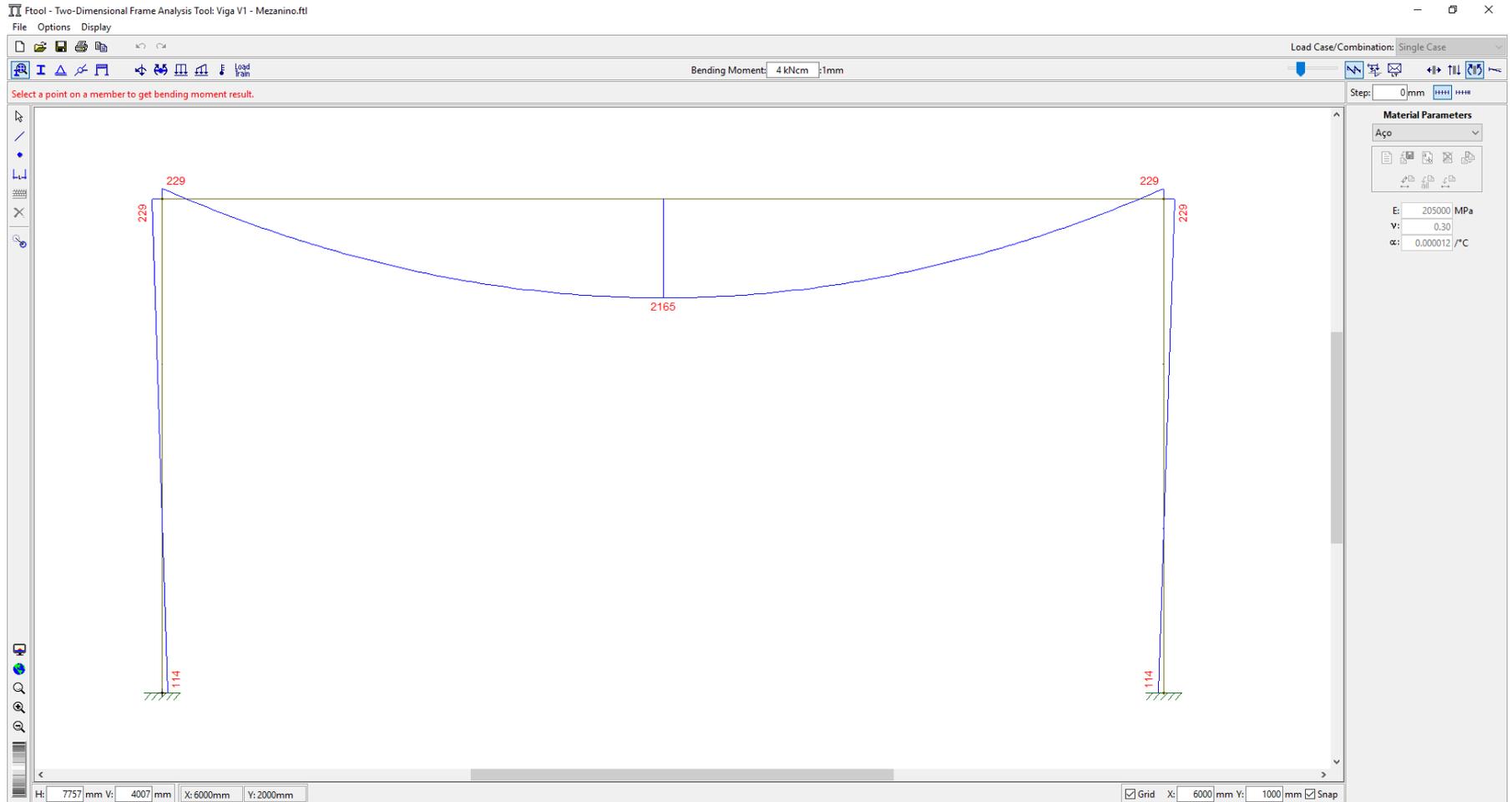
ν : 0.30

α : 0.000012 /°C

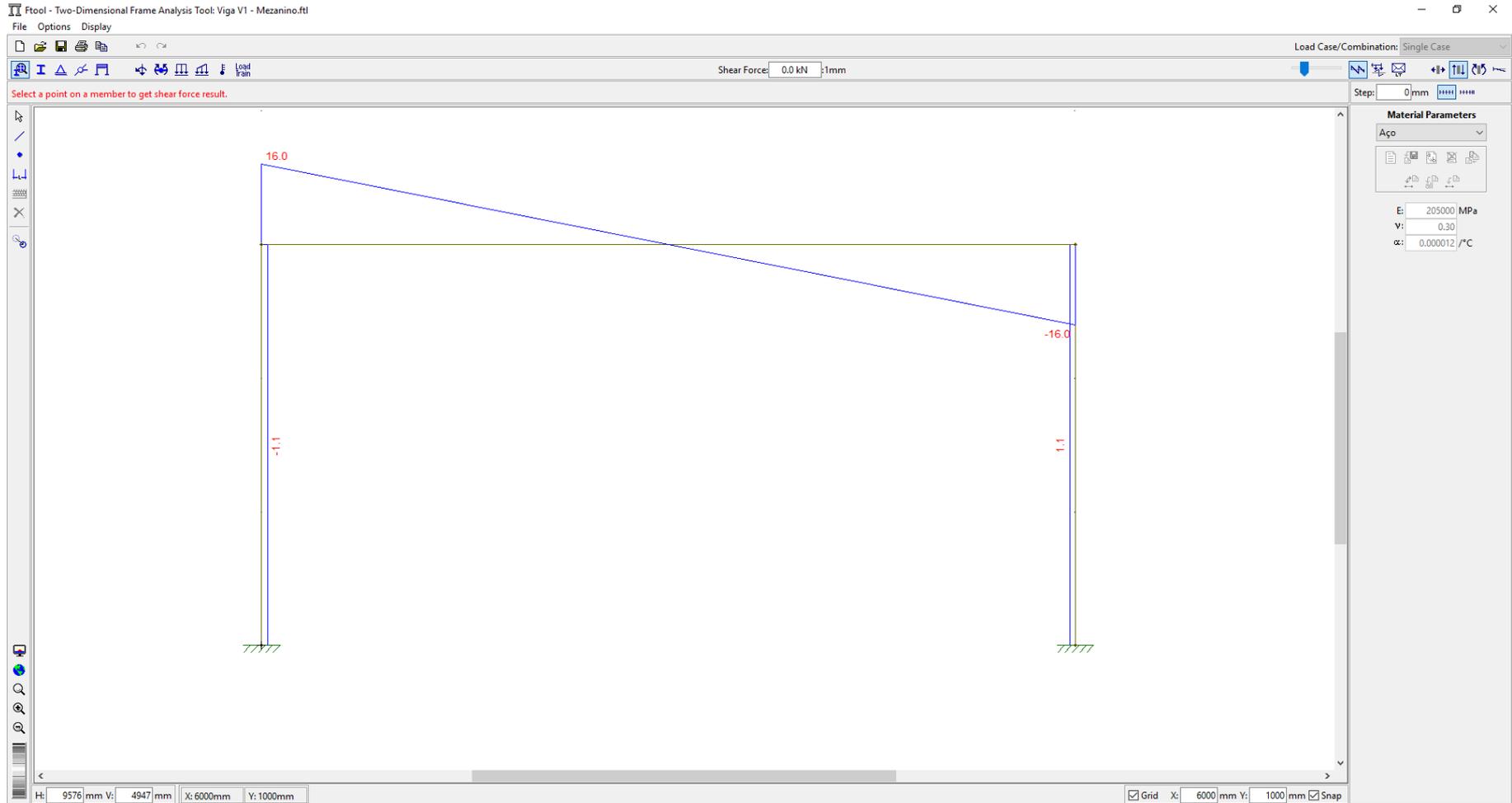
H: 7757 mm V: 4007 mm X: 0mm Y: 1000mm

Grid X: 6000 mm Y: 1000 mm Snap

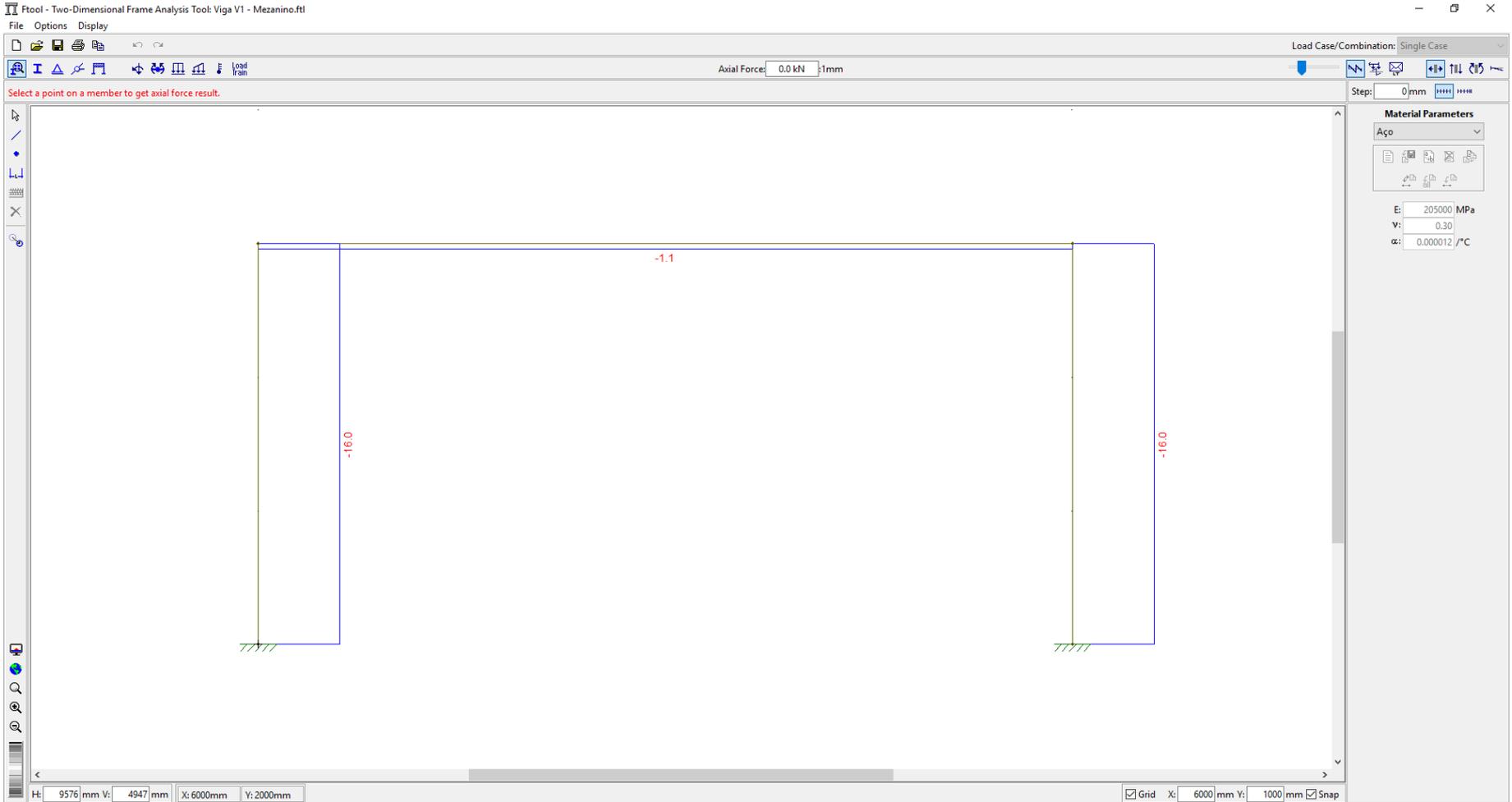
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



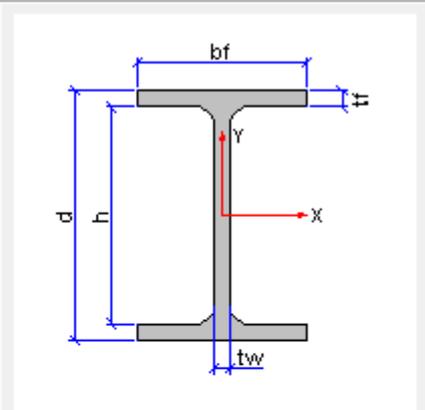
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil **W 310 x 28,3**

Dimensões

d	309 mm	Ag	36,5 cm ²	Wx	356 cm ³
tw	6 mm	P	28,3 kgf/m	Wy	31 cm ³
bf	102 mm	Ix	5500 cm ⁴	Zx	412 cm ³
tf	8,9 mm	Iy	158 cm ⁴	Zy	49,4 cm ³
		IT	8,14 cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lflx	300 cm
Lfly	300 cm
Lb	300 cm

Solicitações

Nd	-127,7 kN
Vd	68,7 kN
Mdx	13810 kN.cm
Mdy	229 kN.cm

Resultados

Rd(Nd)	-236,93 kN	Ok!
Rd(Vd)	229,43 kN	Ok!
Rd(Mdx)	5906,50 kN.cm	Não Ok!
Rd(Mdy)	871,88 kN.cm	Ok!
Rd(Md+Nd)	3,40 <= 1	Não Ok!

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Ainda não está aprovado

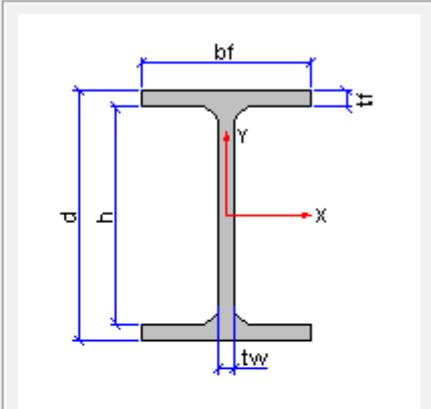
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil

Dimensões

d	<input type="text" value="355"/> mm	Ag	<input type="text" value="64,8"/> cm ²	Wx	<input type="text" value="801,2"/> cm ³
tw	<input type="text" value="7,2"/> mm	P	<input type="text" value="51"/> kgf/m	Wy	<input type="text" value="113,3"/> cm ³
bf	<input type="text" value="171"/> mm	Ix	<input type="text" value="14222"/> cm ⁴	Zx	<input type="text" value="899,5"/> cm ³
tf	<input type="text" value="11,6"/> mm	Iy	<input type="text" value="968"/> cm ⁴	Zy	<input type="text" value="174,7"/> cm ³
		IT	<input type="text" value="24,65"/> cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lflx	<input type="text" value="300"/> cm
Lfly	<input type="text" value="300"/> cm
Lb	<input type="text" value="300"/> cm

Solicitações

Nd	<input type="text" value="-127,7"/> kN
Vd	<input type="text" value="68,7"/> kN
Mdx	<input type="text" value="13810"/> kN.cm
Mdy	<input type="text" value="229"/> kN.cm

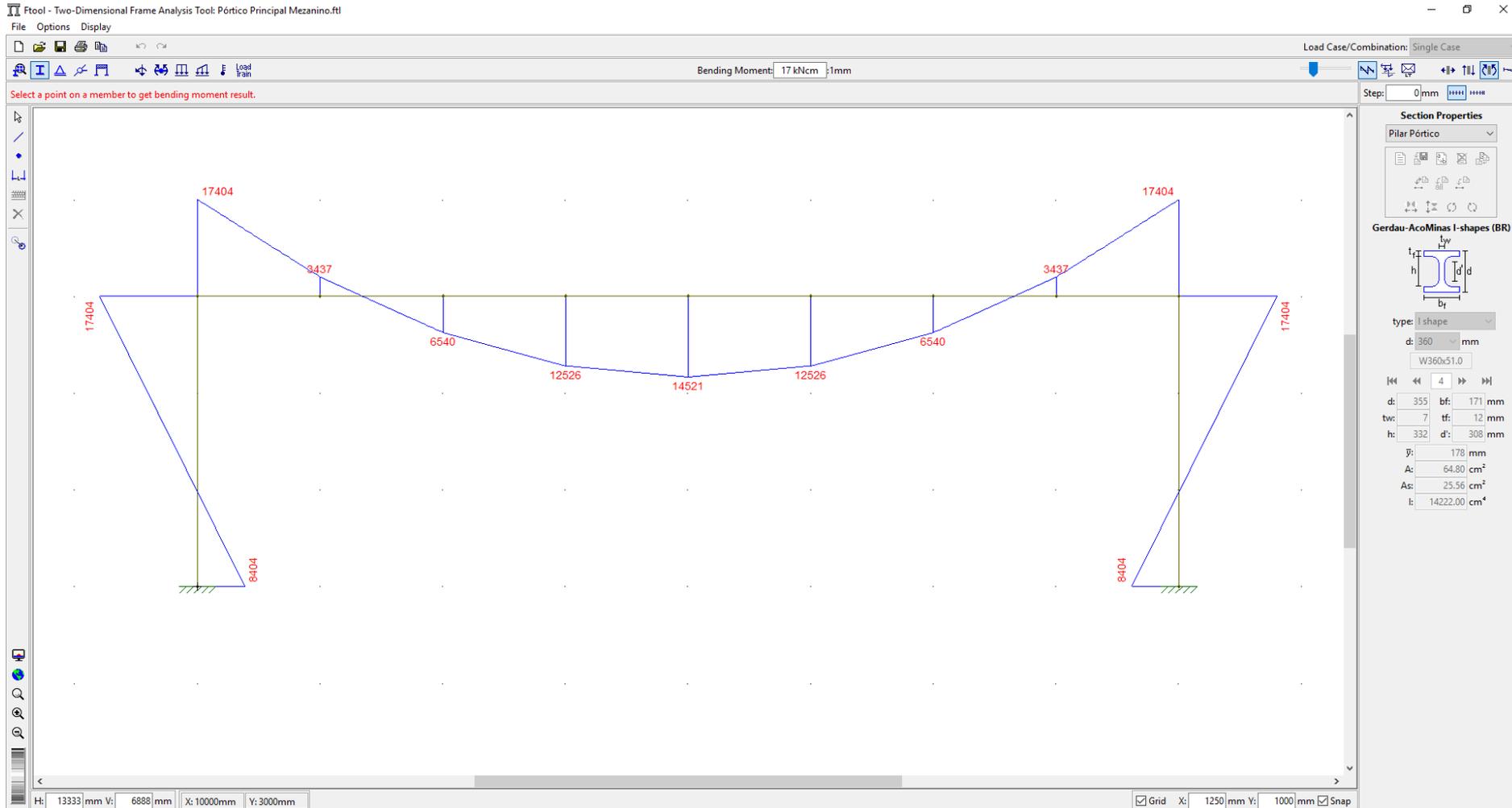
Resultados

Rd(Nd)	<input type="text" value="-897,00"/> kN	Ok!
Rd(Vd)	<input type="text" value="316,31"/> kN	Ok!
Rd(Mdx)	<input type="text" value="18103,50"/> kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	<input type="text" value="3186,56"/> kN.cm	Ok!
Rd(Md+Nd)	<input type="text" value="0,99"/> <= 1	Ok!

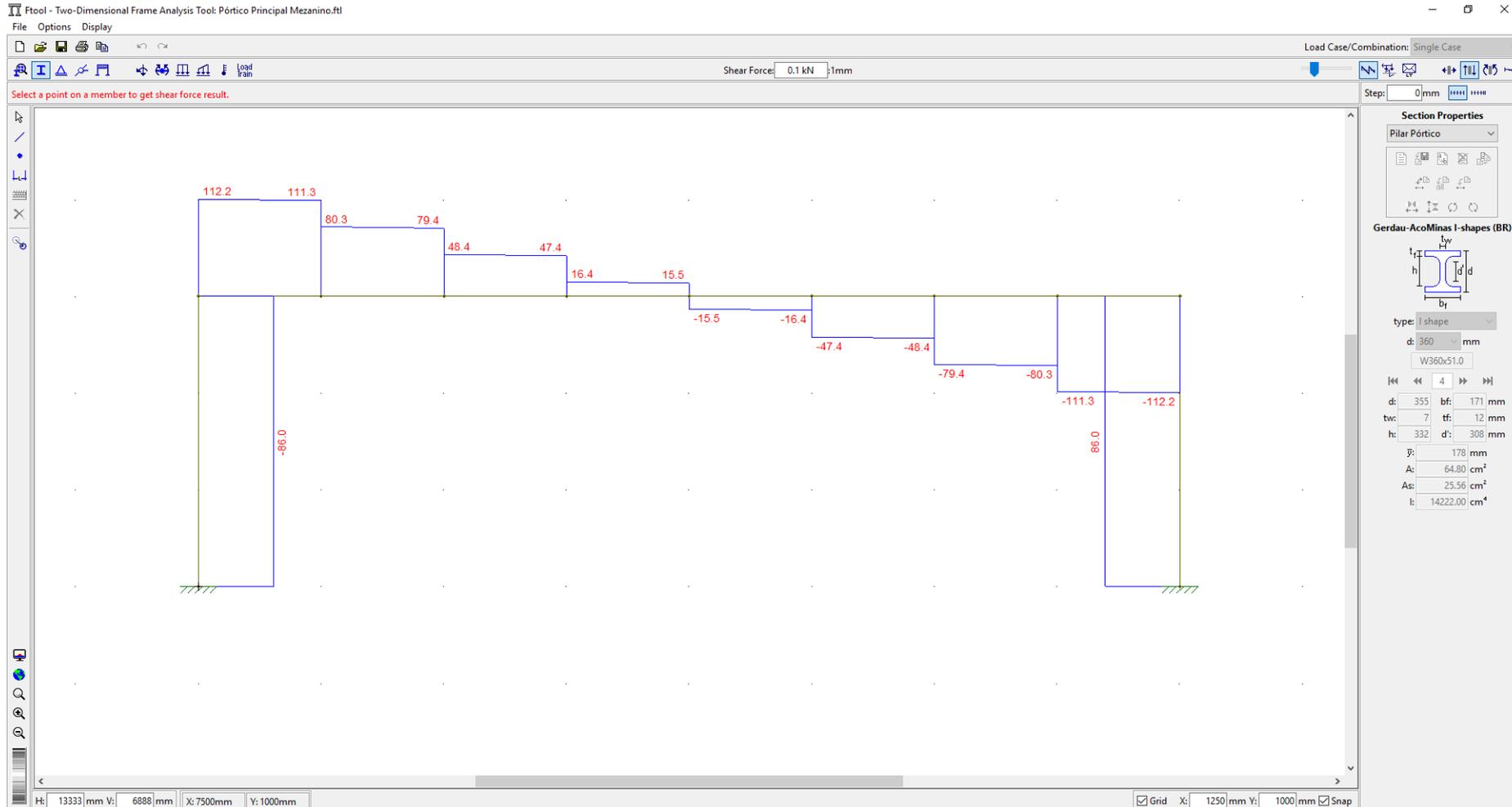
Calcula **Mais Leve** Relatório Ok

Sugestão do Visual Metal

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

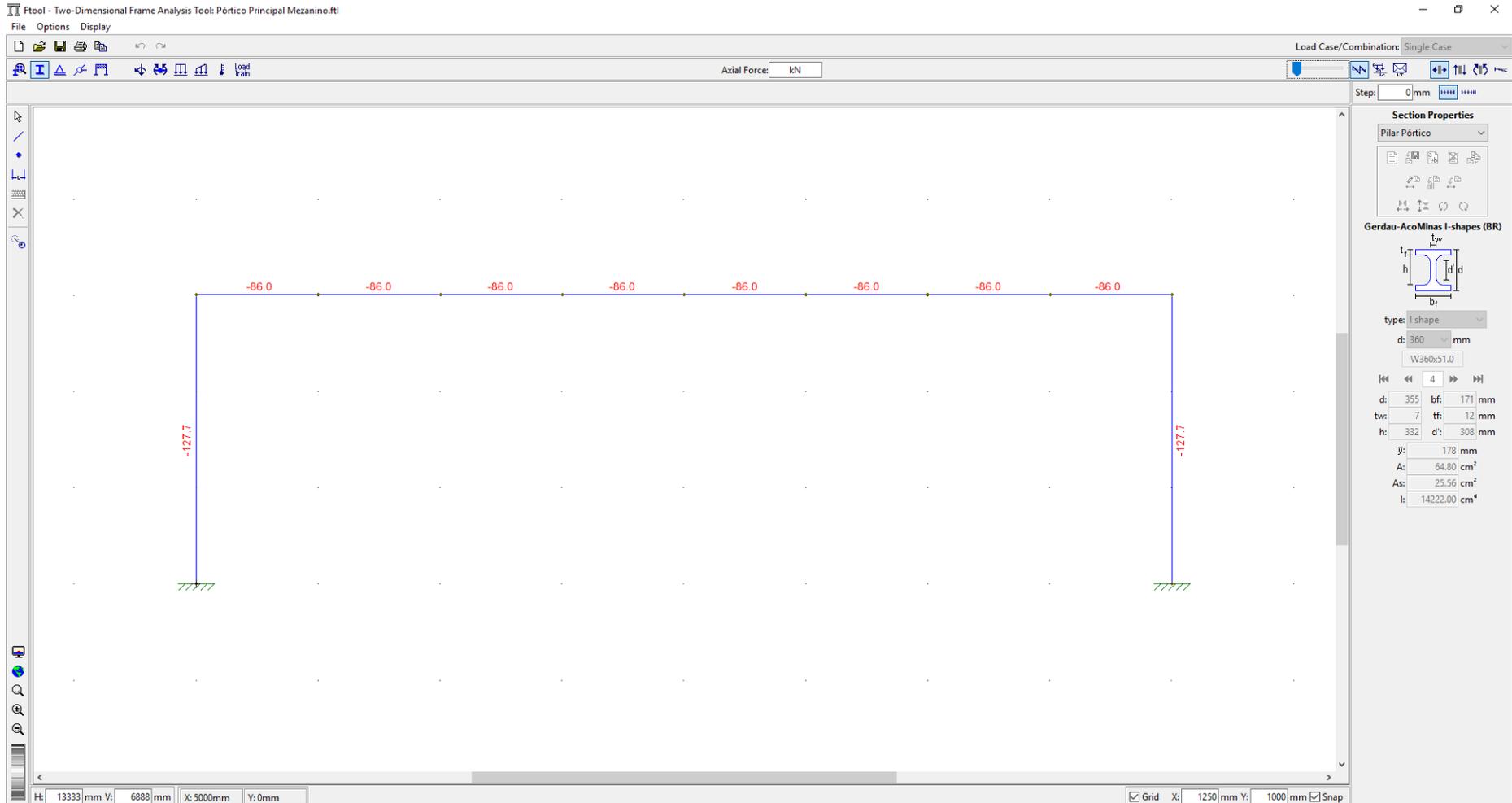
Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Pórtico Principal Mezanino.ftl

File Options Display

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

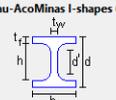
Axial Force: KN



Section Properties

Pilar Pórtico

Gerdau-AcoMinas I-shapes (BR)



type: I shape

d: 360 mm

W360x51.0

d: 355 bf: 171 mm

tw: 7 tf: 12 mm

h: 332 d: 308 mm

\bar{y} : 178 mm

A: 64.80 cm²

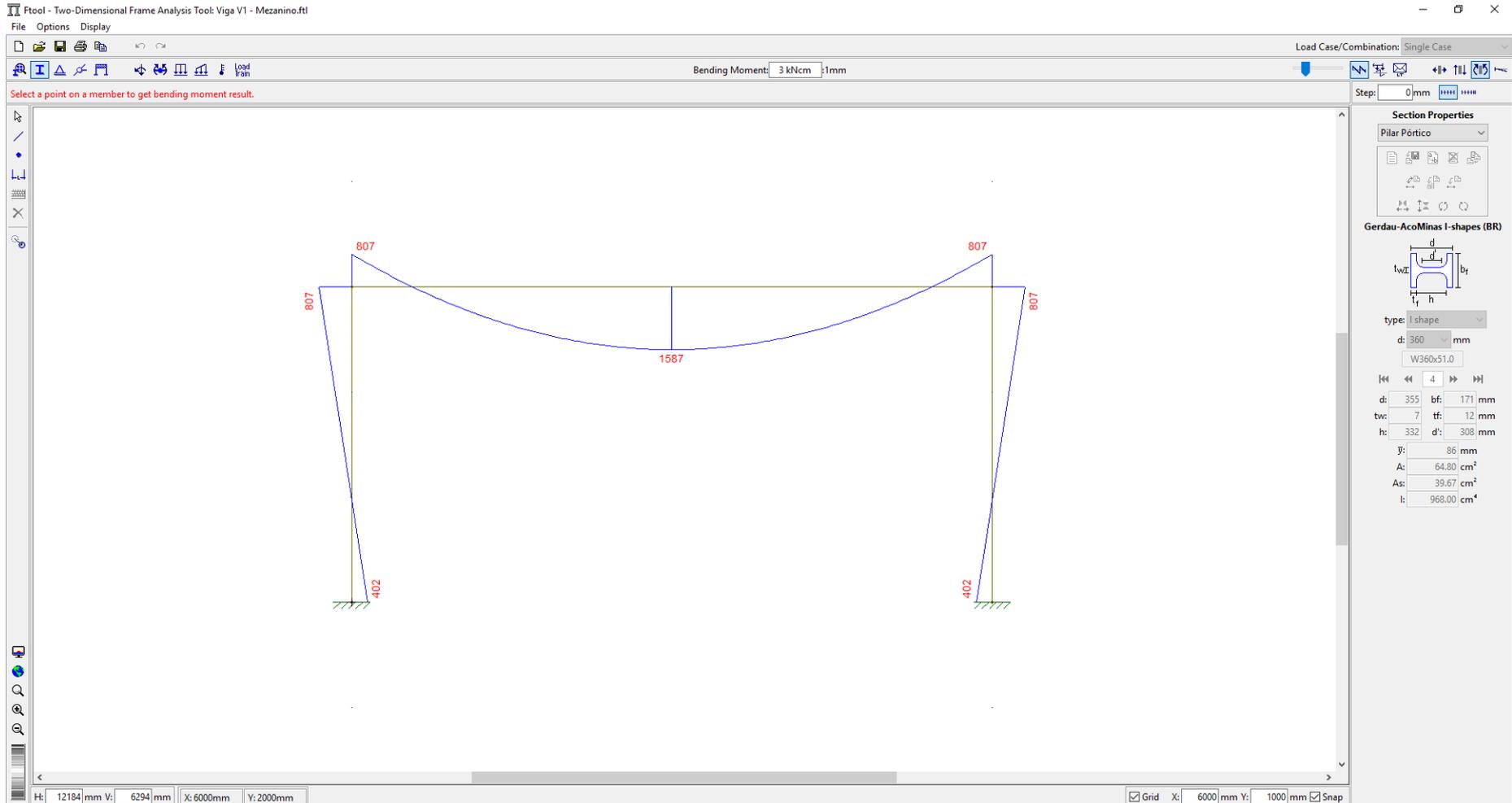
As: 25.56 cm²

I: 14222.00 cm⁴

H: 13333 mm V: 6888 mm X: 5000 mm Y: 0 mm

Grid X: 1250 mm Y: 1000 mm Snap

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



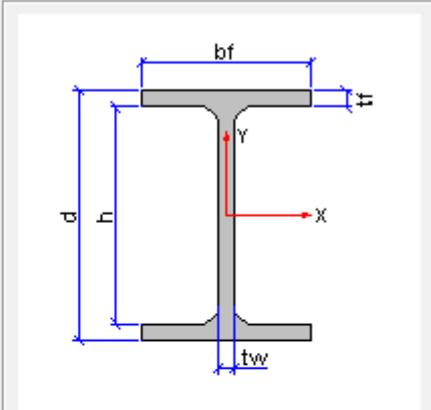
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil

Dimensões

d	<input type="text" value="355"/> mm	Ag	<input type="text" value="64,8"/> cm ²	Wx	<input type="text" value="801,2"/> cm ³
tw	<input type="text" value="7,2"/> mm	P	<input type="text" value="51"/> kgf/m	Wy	<input type="text" value="113,3"/> cm ³
bf	<input type="text" value="171"/> mm	Ix	<input type="text" value="14222"/> cm ⁴	Zx	<input type="text" value="899,5"/> cm ³
tf	<input type="text" value="11,6"/> mm	Iy	<input type="text" value="968"/> cm ⁴	Zy	<input type="text" value="174,7"/> cm ³
		IT	<input type="text" value="24,65"/> cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lflx	<input type="text" value="300"/> cm
Lfly	<input type="text" value="300"/> cm
Lb	<input type="text" value="300"/> cm

Solicitações

Nd	<input type="text" value="-127,7"/> kN
Vd	<input type="text" value="86"/> kN
Mdx	<input type="text" value="17404"/> kN.cm
Mdy	<input type="text" value="807"/> kN.cm

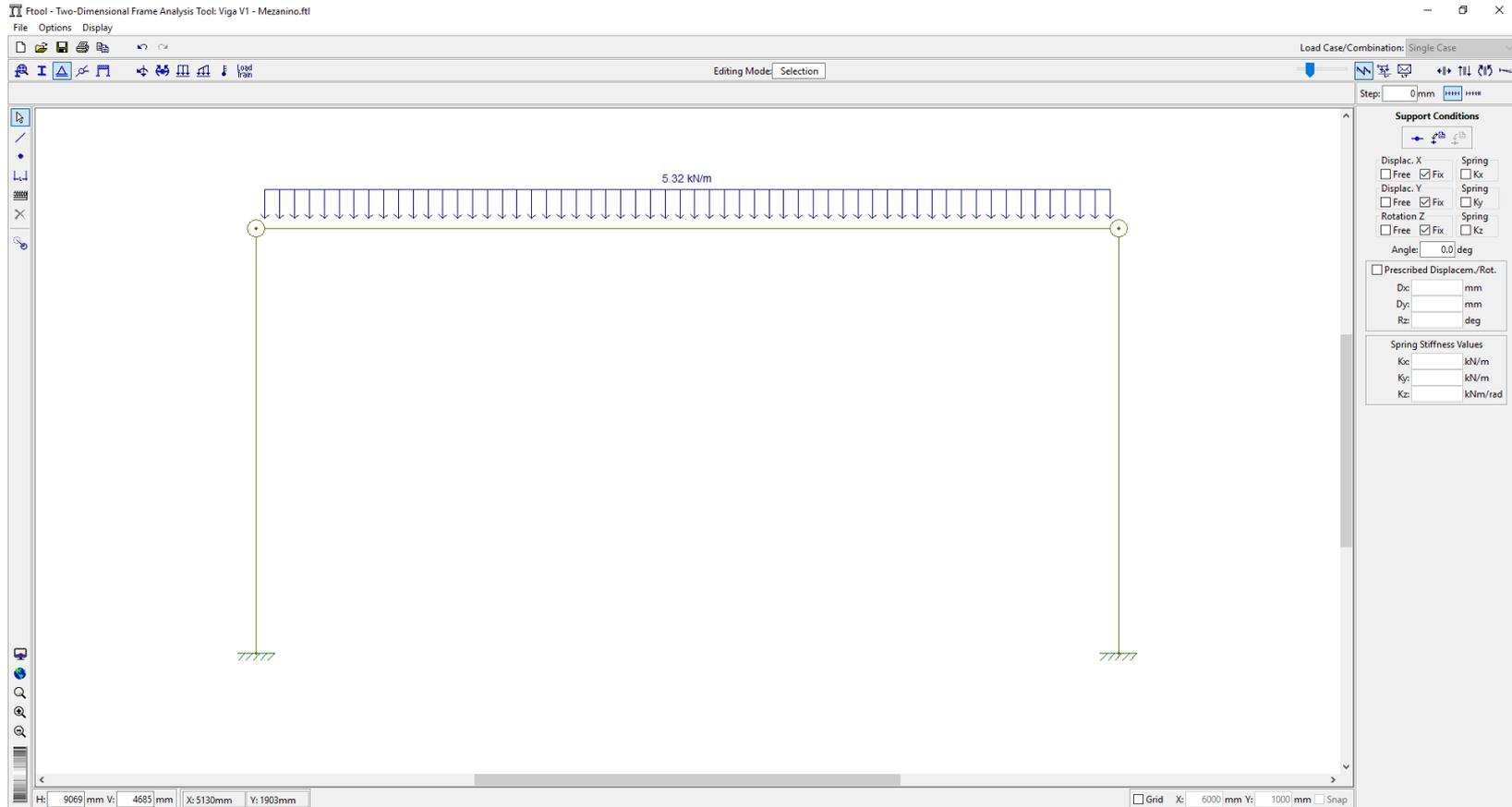
Resultados

Rd(Nd)	<input type="text" value="-897,00"/> kN	Ok!
Rd(Vd)	<input type="text" value="316,31"/> kN	Ok!
Rd(Mdx)	<input type="text" value="18103,50"/> kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	<input type="text" value="3186,56"/> kN.cm	Ok!
Rd(Md+Nd)	<input type="text" value="1,38"/> <= 1	Não Ok!

Calcular Mais Leve Relatório Ok

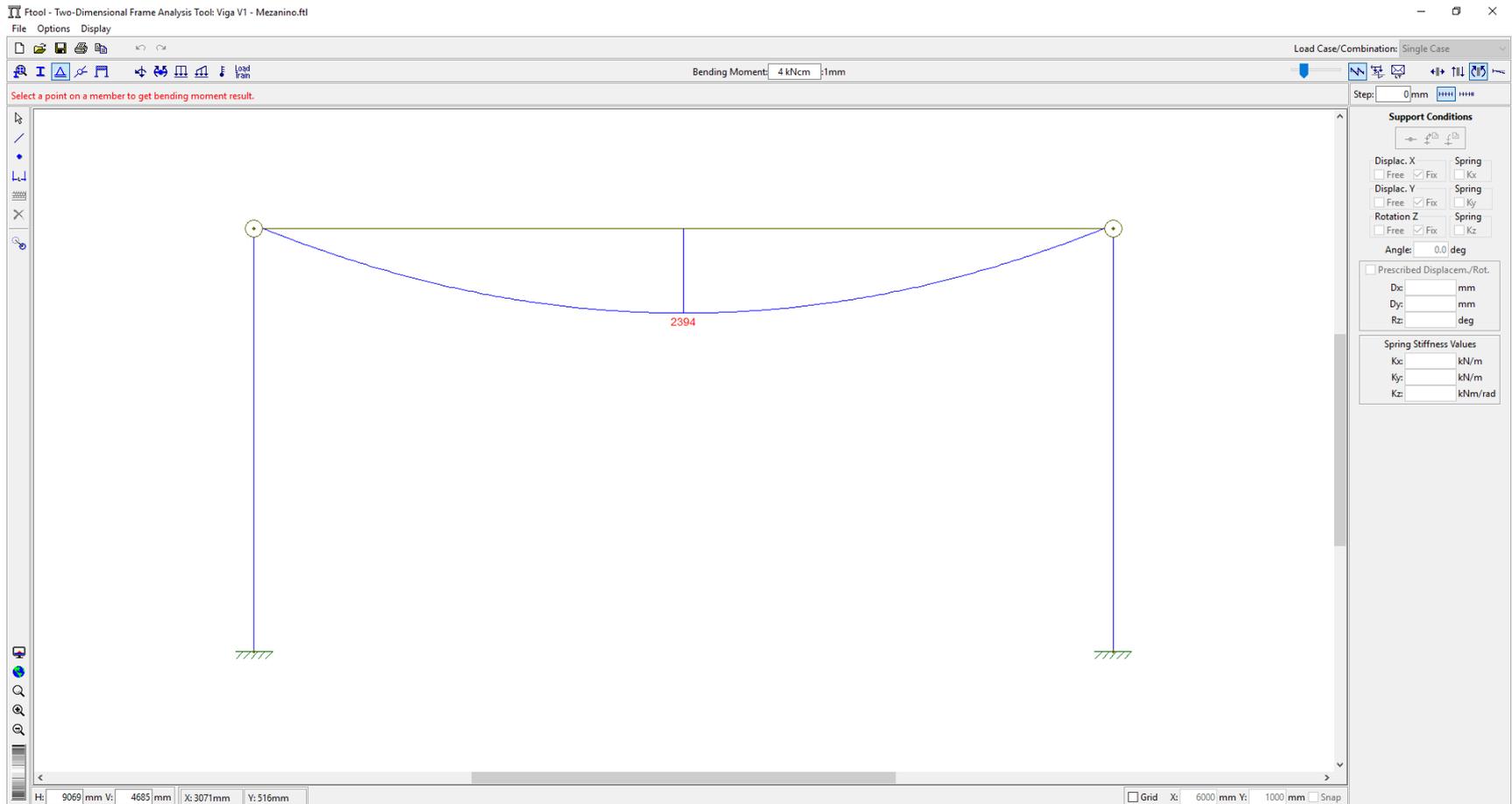
Ainda não está aprovado

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Podemos articular a vigas no sentido de 6m para eliminar momentos fletores em Y

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Podemos articular a vigas no sentido de 6m para eliminar momentos fletores em Y

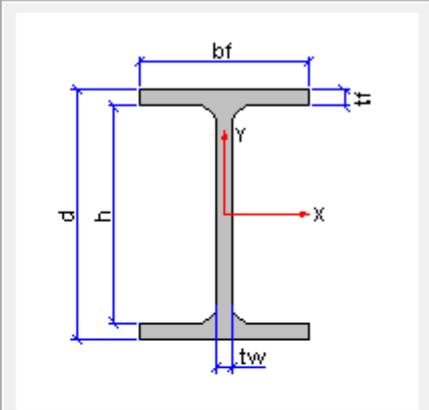
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil **W 360 x 51**

Dimensões

d	355 mm	Ag	64,8 cm ²	W _x	801,2 cm ³
tw	7,2 mm	P	51 kgf/m	W _y	113,3 cm ³
bf	171 mm	I _x	14222 cm ⁴	Z _x	899,5 cm ³
tf	11,6 mm	I _y	968 cm ⁴	Z _y	174,7 cm ³
		IT	24,65 cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

L _{flx}	300 cm
L _{fly}	300 cm
L _b	300 cm

Solicitações

N _d	-127,7 kN
V _d	86 kN
M _{dx}	17404 kN.cm
M _{dy}	0,00 kN.cm

Resultados

R _d (N _d)	-897,00 kN	Ok!
R _d (V _d)	316,31 kN	Ok!
R _d (M _{dx})	18103,50 kN.cm	Ok!
R _d (M _{dy})	0,00 kN.cm	
R _d (M _d +N _d)	1,11 <= 1	Não Ok!

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Mesmo assim, ainda não está aprovado

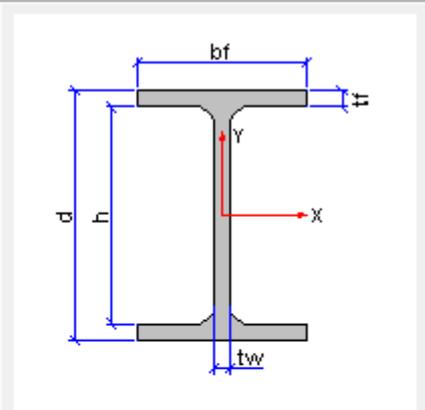
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil **W 410 x 53**

Dimensões

d	403 mm	Ag	68,4 cm ²	Wx	929,7 cm ³
tw	7,5 mm	P	53 kgf/m	Wy	114 cm ³
bf	177 mm	Ix	18734 cm ⁴	Zx	1052,2 cm ³
tf	10,9 mm	Iy	1009 cm ⁴	Zy	176,9 cm ³
		IT	23,38 cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lflx	300 cm
Lfly	300 cm
Lb	300 cm

Solicitações

Nd	-127,7 kN
Vd	86 kN
Mdx	17404 kN.cm
Mdy	0,00 kN.cm

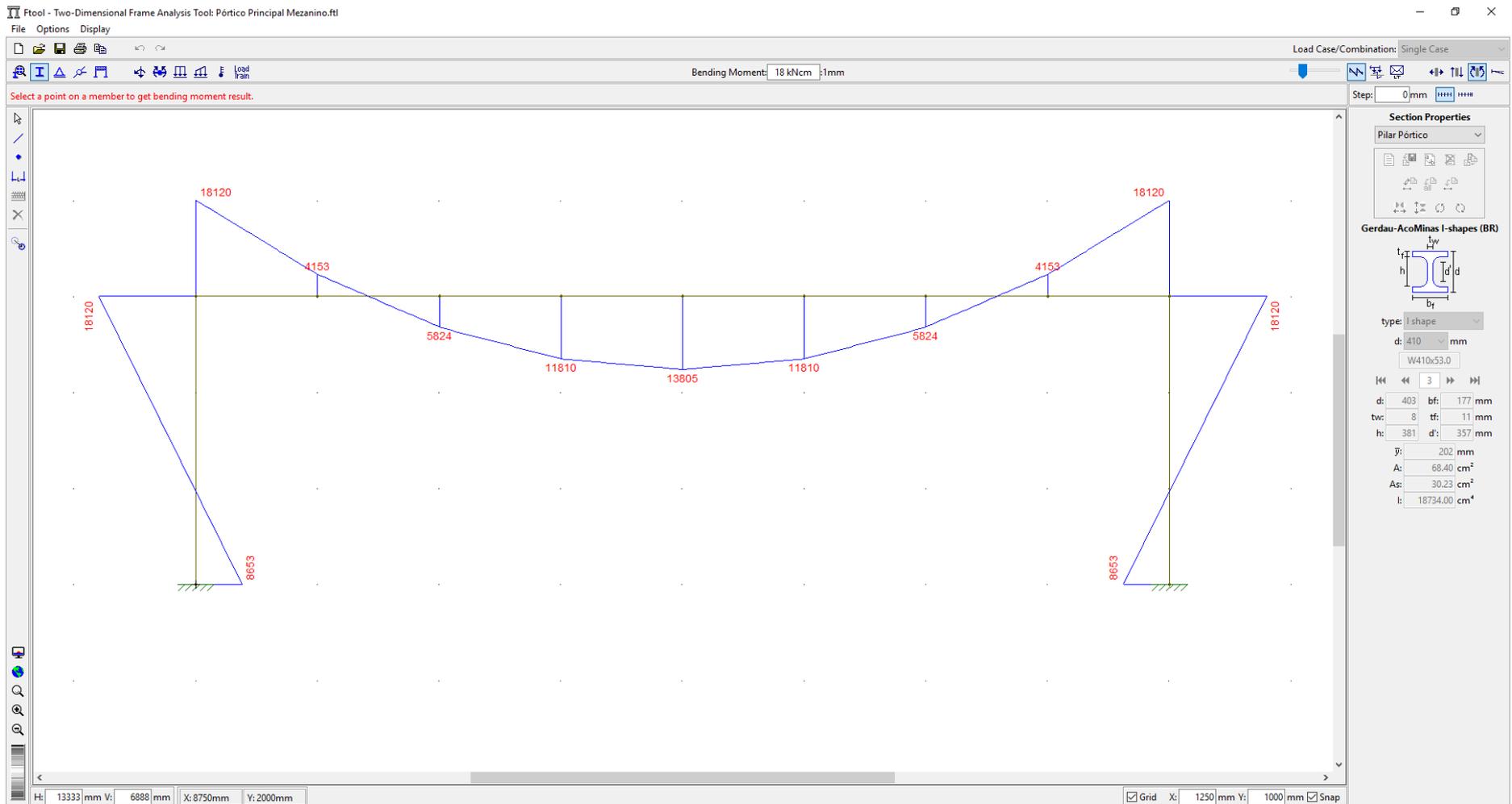
Resultados

Rd(Nd)	-923,77 kN	Ok!
Rd(Vd)	374,03 kN	Ok!
Rd(Mdx)	20934,30 kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	0,00 kN.cm	
Rd(Md+Nd)	0,97 <= 1	Ok!

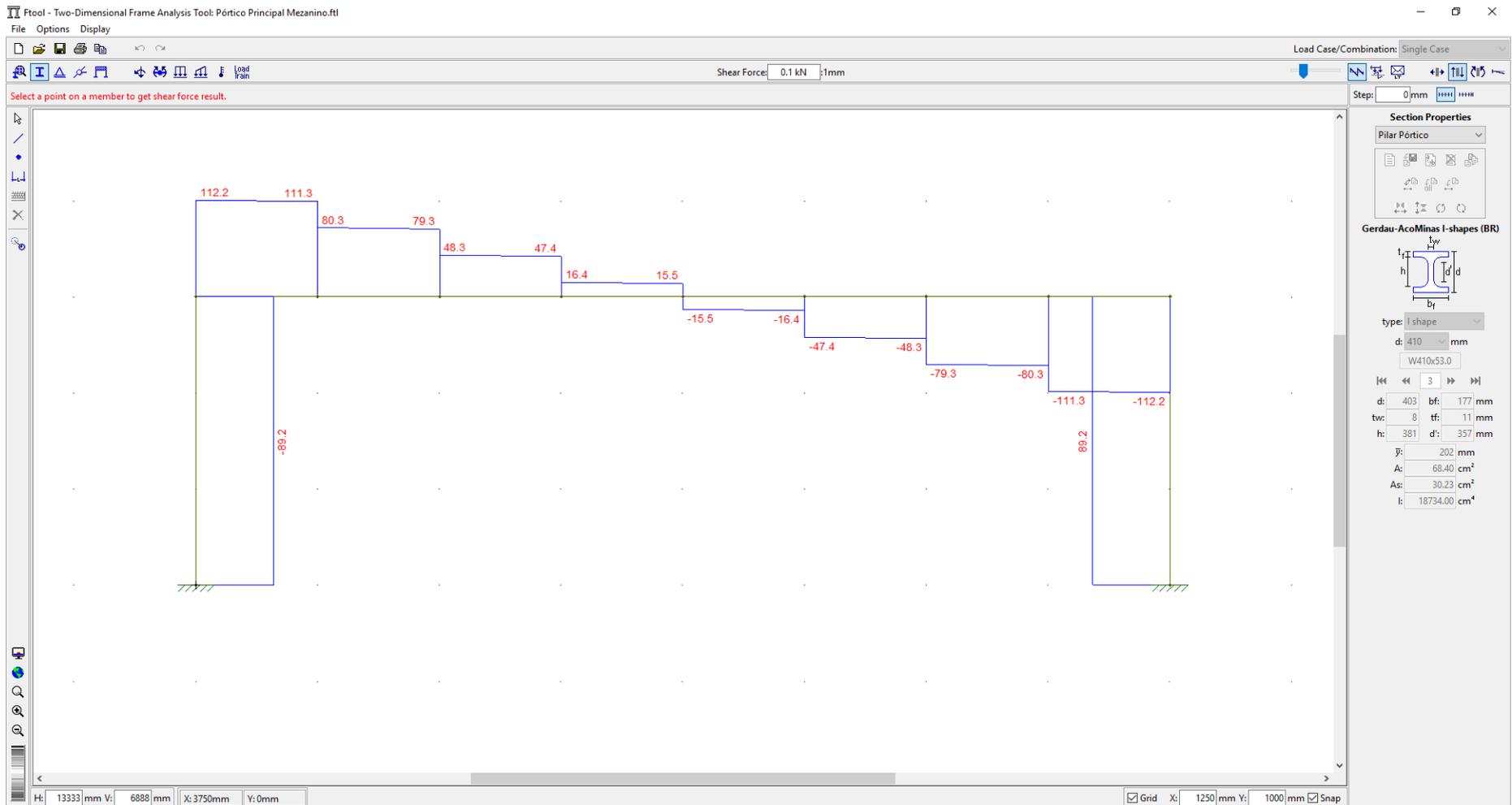
Calcular **Mais Leve** Relatório Ok

Sugestão do programa

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



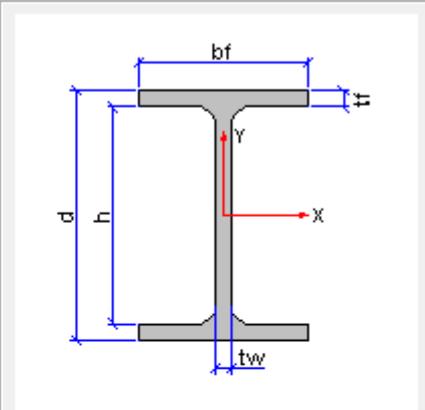
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil

Dimensões

d	<input type="text" value="403"/> mm	Ag	<input type="text" value="68,4"/> cm ²	Wx	<input type="text" value="929,7"/> cm ³
tw	<input type="text" value="7,5"/> mm	P	<input type="text" value="53"/> kgf/m	Wy	<input type="text" value="114"/> cm ³
bf	<input type="text" value="177"/> mm	Ix	<input type="text" value="18734"/> cm ⁴	Zx	<input type="text" value="1052,2"/> cm ³
tf	<input type="text" value="10,9"/> mm	Iy	<input type="text" value="1009"/> cm ⁴	Zy	<input type="text" value="176,9"/> cm ³
		IT	<input type="text" value="23,38"/> cm ⁴		



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lfx	<input type="text" value="300"/> cm
Lfy	<input type="text" value="300"/> cm
Lb	<input type="text" value="300"/> cm

Solicitações

Nd	<input type="text" value="-127,7"/> kN
Vd	<input type="text" value="89,2"/> kN
Mdx	<input type="text" value="18120"/> kN.cm
Mdy	<input type="text" value="0,00"/> kN.cm

Resultados

Rd(Nd)	<input type="text" value="-923,77"/> kN	OK!
Rd(Vd)	<input type="text" value="374,03"/> kN	OK!
Rd(Mdx)	<input type="text" value="20934,30"/> kN.cm	OK!
Rd(Mdy)	<input type="text" value="0,00"/> kN.cm	
Rd(Md+Nd)	<input type="text" value="1,01"/> <= 1	Não Ok!

Calcula Mais Leve Relatório Ok

Não Passa

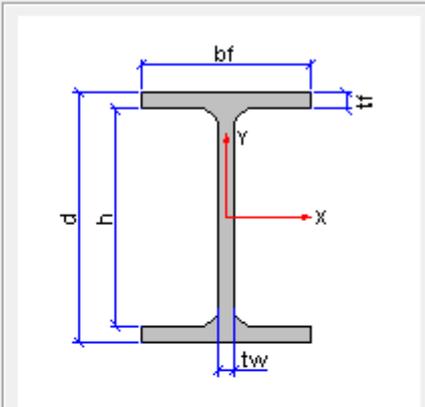
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

Laminado

Identificação
Perfil

Dimensões

d	<input type="text" value="407"/>	mm	Ag	<input type="text" value="76,2"/>	cm ²	W _x	<input type="text" value="1066,7"/>	cm ³
tw	<input type="text" value="7,7"/>	mm	P	<input type="text" value="60"/>	kgf/m	W _y	<input type="text" value="135,4"/>	cm ³
bf	<input type="text" value="178"/>	mm	I _x	<input type="text" value="21707"/>	cm ⁴	Z _x	<input type="text" value="1201,5"/>	cm ³
tf	<input type="text" value="12,8"/>	mm	I _y	<input type="text" value="1205"/>	cm ⁴	Z _y	<input type="text" value="209,2"/>	cm ³
			IT	<input type="text" value="33,78"/>	cm ⁴			



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

L _{flx}	<input type="text" value="300"/>	cm
L _{fly}	<input type="text" value="300"/>	cm
L _b	<input type="text" value="300"/>	cm

Solicitações

N _d	<input type="text" value="-127,7"/>	kN
V _d	<input type="text" value="89,2"/>	kN
M _{dx}	<input type="text" value="18120"/>	kN.cm
M _{dy}	<input type="text" value="0,00"/>	kN.cm

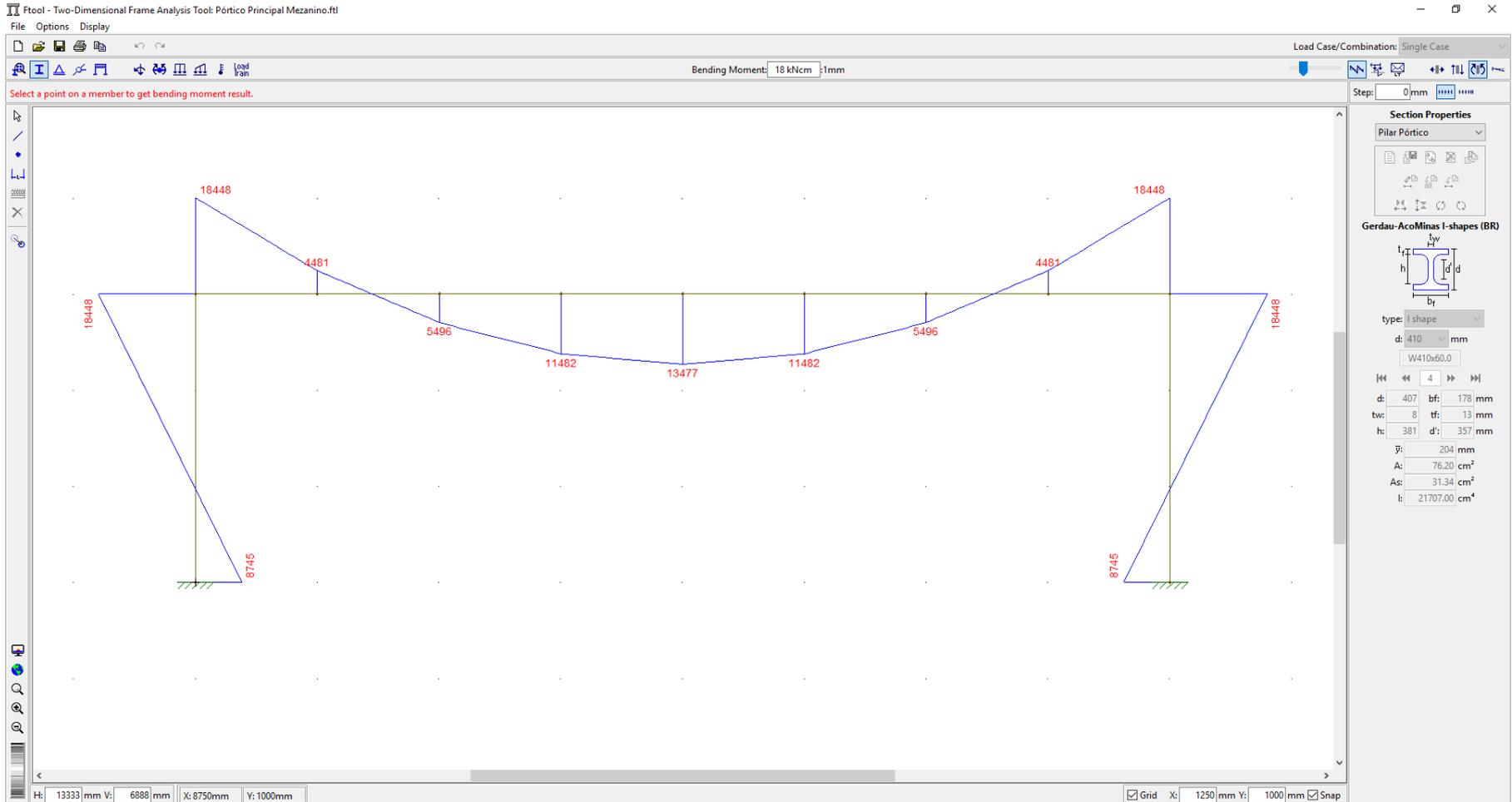
Resultados

Rd(N _d)	<input type="text" value="-1063,61"/>	kN	<input type="text" value="Ok!"/>
Rd(V _d)	<input type="text" value="387,82"/>	kN	<input type="text" value="Ok!"/>
Rd(M _{dx})	<input type="text" value="24336,10"/>	kN.cm	<input type="text" value="Ok!"/>
Rd(M _{dy})	<input type="text" value="0,00"/>	kN.cm	<input type="text" value=""/>
Rd(M _d +N _d)	<input type="text" value="0,87"/>	<= 1	<input type="text" value="Ok!"/>

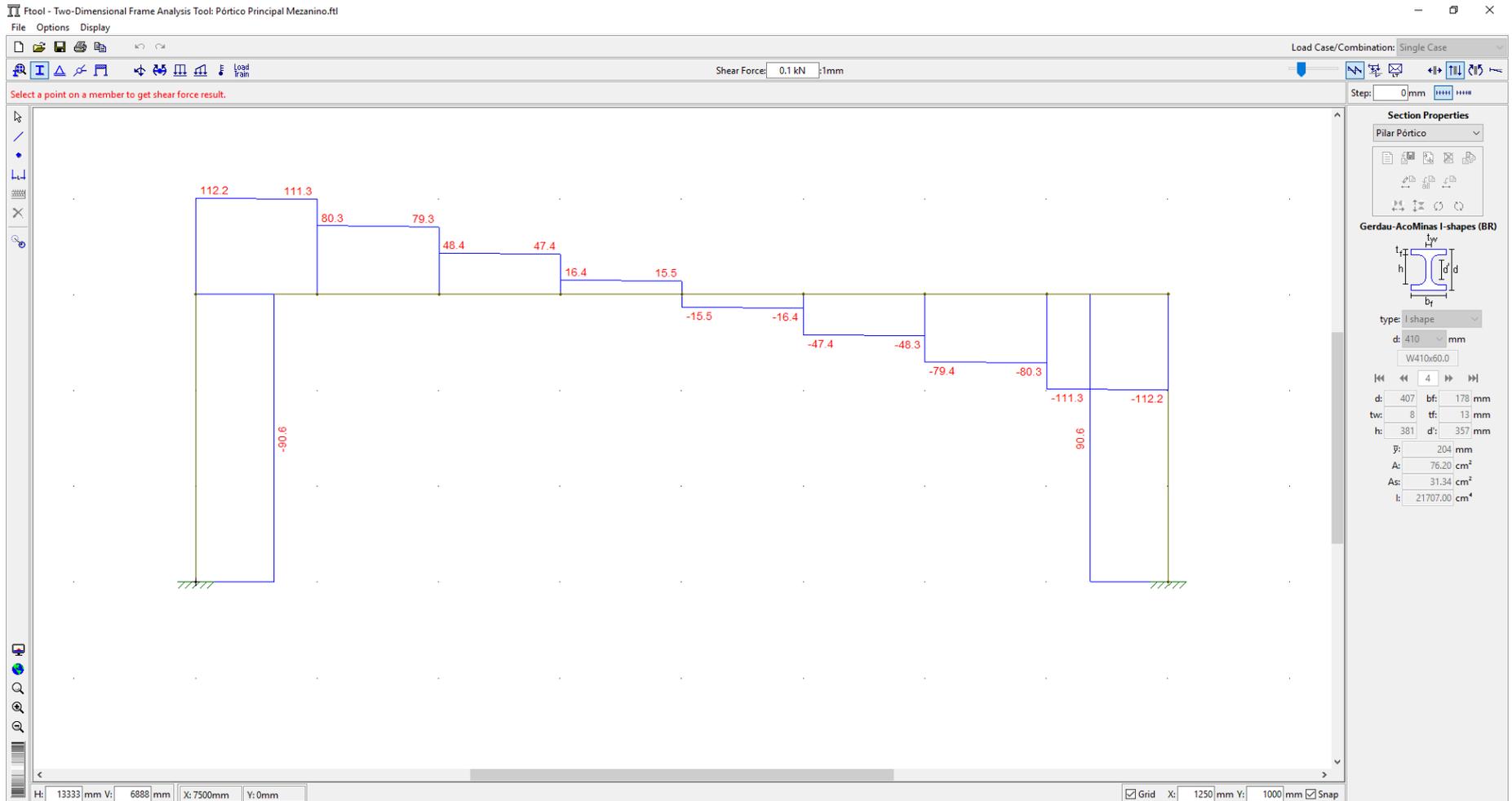
Calculador Relatório

Sugestão do programa

Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X



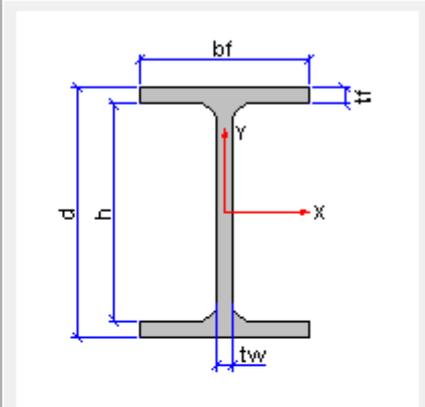
Hipótese B: Aumentar inércia do Pilar em X-X

M | Laminado

Identificação
Perfil **W 410 x 60**

Dimensões

d	407	mm	Ag	76,2	cm ²	Wx	1066,7	cm ³
tw	7,7	mm	P	60	kgf/m	Wy	135,4	cm ³
bf	178	mm	Ix	21707	cm ⁴	Zx	1201,5	cm ³
tf	12,8	mm	Iy	1205	cm ⁴	Zy	209,2	cm ³
			IT	33,78	cm ⁴			



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Compr. Flambagem

Lflx	300	cm
Lfly	300	cm
Lb	300	cm

Solicitações

Nd	-127,7	kN
Vd	90,6	kN
Mdx	18448	kN.cm
Mdy	0,00	kN.cm

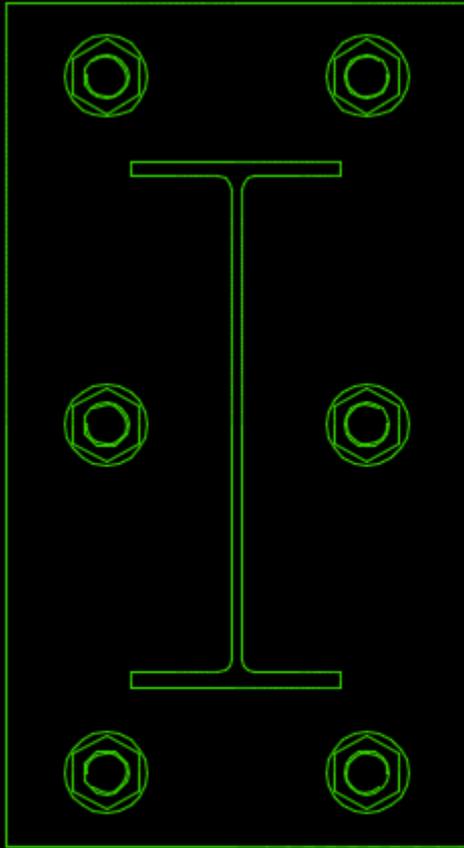
Resultados

Rd(Nd)	-1063,61	kN	Ok!
Rd(Vd)	387,82	kN	Ok!
Rd(Mdx)	24336,10	kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	0,00	kN.cm	
Rd(Md+Nd)	0,88	<= 1	Ok!

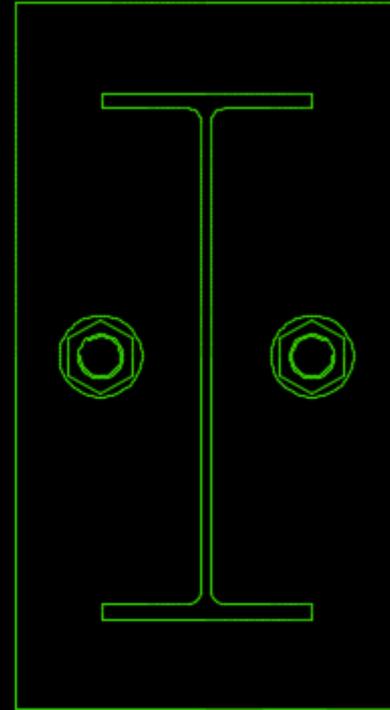
Calcular Mais Leve Relatório Ok

Finalmente aprovado

Cálculo das placas de base

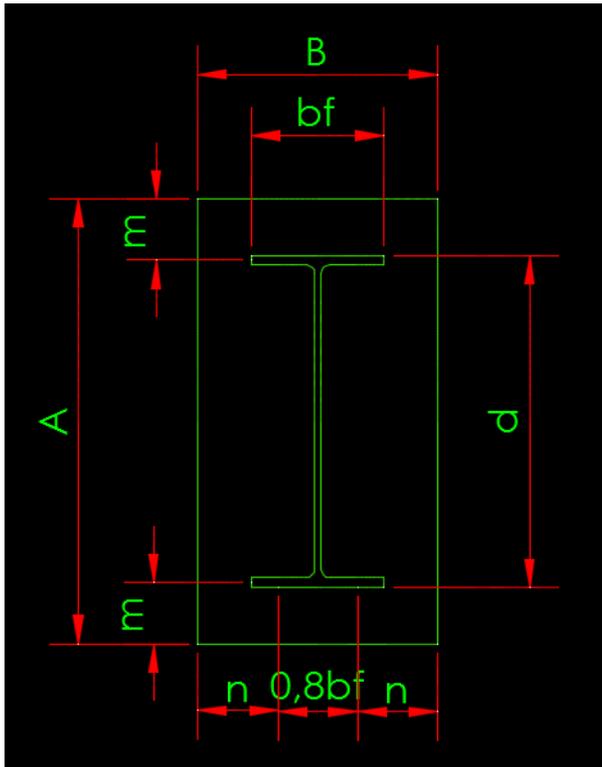


Chapa Engastada



Chapa articulada

Placas de Base com carga concêntrica



$$n' = \frac{\sqrt{d \cdot bf}}{4}$$

sendo necessário verificar para o maior valor para $L = m, n$ e n'

$$t = 1,83 \cdot L \cdot \sqrt{\frac{fc}{fy}}$$

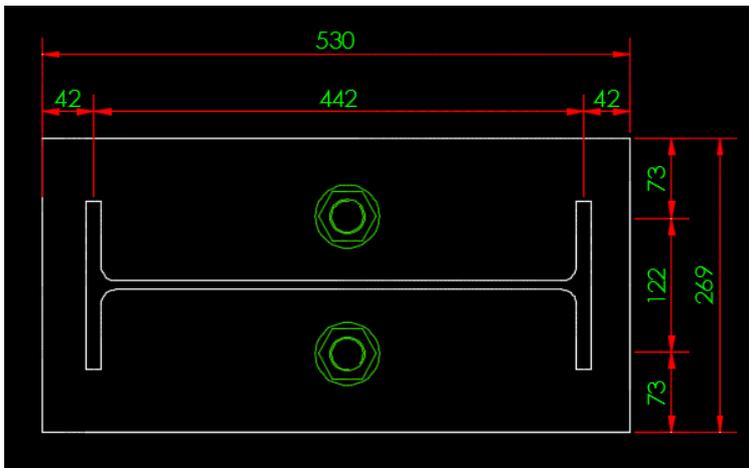
Placas de Base com carga concêntrica

Exemplo: Determinar para uma coluna W460X60 sujeita a uma carga vertical de compressão de 300kN e uma carga horizontal de 40kN, as dimensões da placa de base e o diâmetro dos chumbadores. O concreto de fundações é C20 (20MPa ou 2kN/cm²) e a chapa de Aço ASTM A36, e chumbadores em barras roscadas SAE1020 (Fu = 38kN/cm²)

$$\sigma_{conc} = \frac{Nsd}{Abase} \quad 2,00 = \frac{300}{Abase} \quad Abase = \frac{300}{2,00} \quad Abase = 150cm^2$$

$$Abase = 53cm \cdot 26,9cm = 1425,7cm^2 \quad OK$$

$$fc = \frac{300}{1425,7} \quad fc = 0,21 \text{ kN/cm}^2$$



$$n' = \frac{\sqrt{d \cdot bf}}{4}$$

$$m = 4,2 \quad n = 7,3$$

$$n' = \frac{\sqrt{45,5 \cdot 15,3}}{4} = 13,19$$

$$t = 1,83 \cdot 13,19 \cdot \sqrt{\frac{0,6}{25}} = 3,73cm \text{ (usar } 38,1mm)$$

Placas de Base com carga concêntrica

Cálculo dos chumbadores: Esforço cortante 40kN

Resistência ao cisalhamento

$$Frd = \frac{\theta \cdot A_b \cdot F_{ub}}{1,35}$$

sendo:

$\theta = 0,4$ se o cisalhamento é na rosca

$\theta = 0,5$ se o cisalhamento não é na rosca

$$20 = \frac{0,4 \cdot A_b \cdot 38}{1,35} \quad A_b = \frac{20 \cdot 1,35}{38 \cdot 0,4} \quad A_b = 1,775 \text{cm}^2$$

$$A_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad D = \sqrt{\frac{A_b \cdot 4}{\pi}} \quad D = \sqrt{\frac{1,775 \cdot 4}{\pi}} = 1,50 \text{cm} \text{ usar Diam. } \frac{5}{8} \text{ ou M16}$$

Placas de Base com carga concêntrica e enrijecedores

Tabela 1

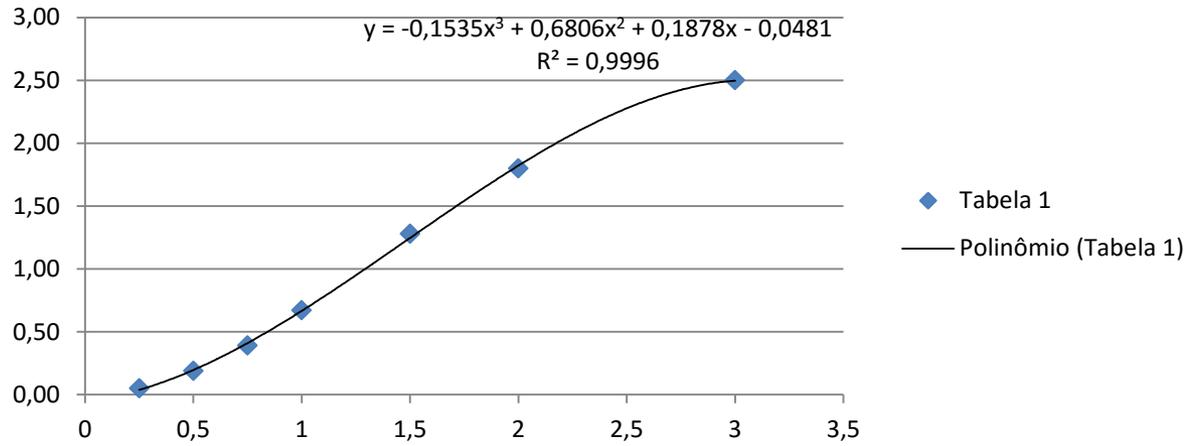
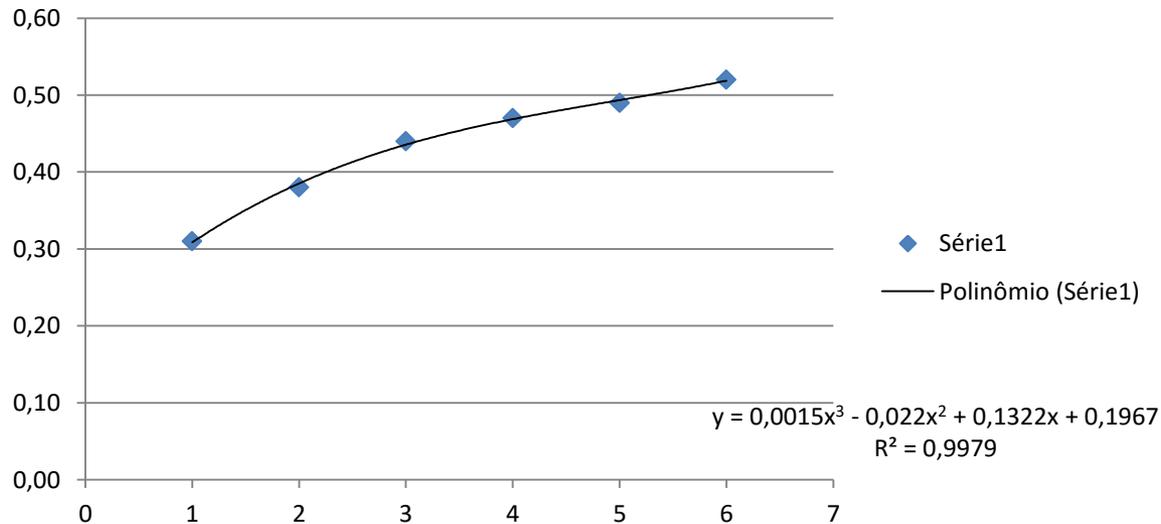
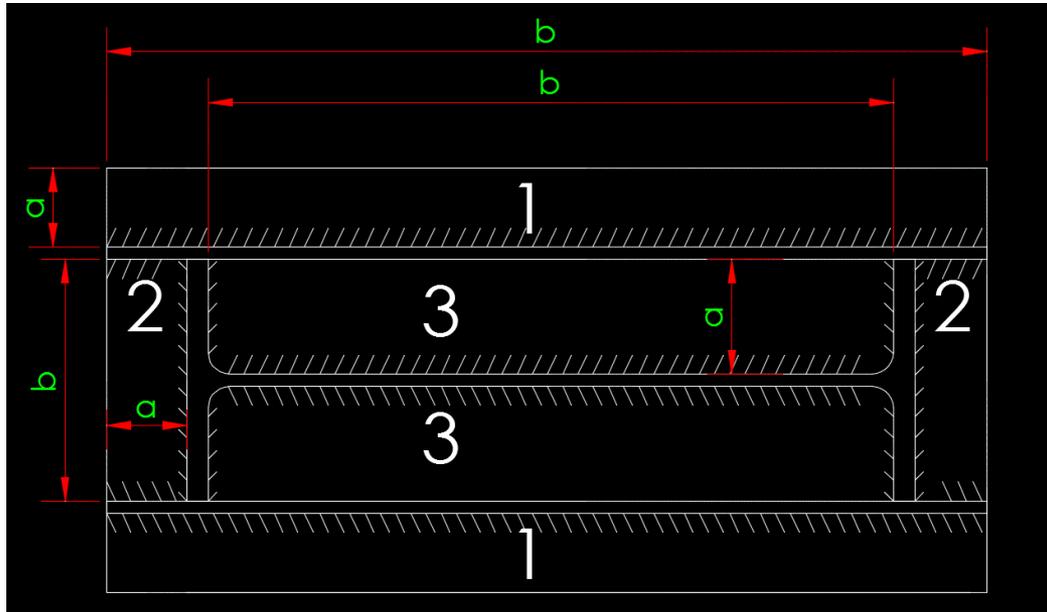


Tabela 2



Placas de Base com carga concêntrica e enrijecedores



$$t = b \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot F_c}{0,9 \cdot F_y}}$$

a/b	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	≥3
β	0,05	0,19	0,39	0,67	1,28	1,80	2,50

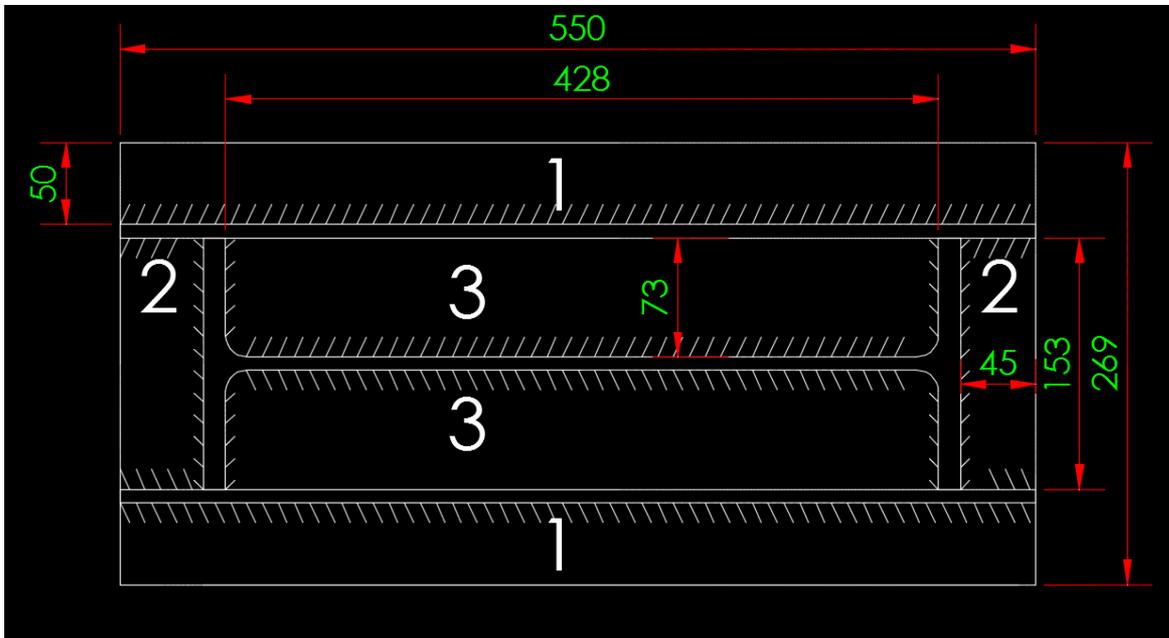
a/b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	≥2
β	0,31	0,38	0,44	0,47	0,49	0,52

Região 1 – console

Região 2 – Tabela 1

Região 3 – Tabela 2

Placas de Base com carga concêntrica e enrijecedores



Pressão no concreto:

$$A_{base} = 55\text{cm} \cdot 26,9\text{cm} = 1479,50\text{cm}^2 \quad OK$$

$$f_c = \frac{300}{1479,5}$$

$$f_c = 0,20 \text{ kN/cm}^2$$

Região 1 – console

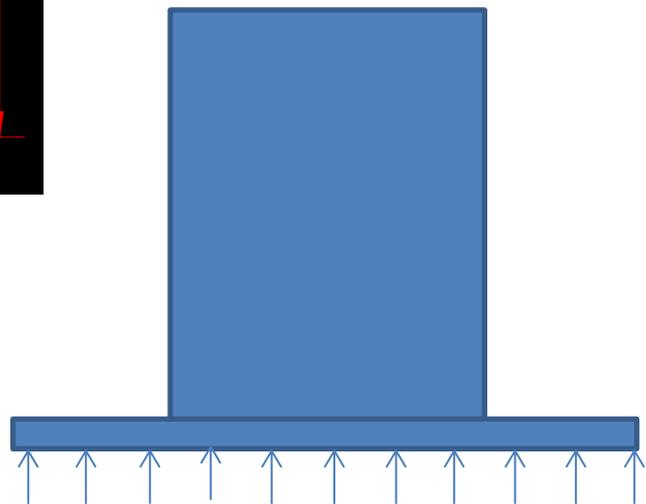
$$M_{sd} = q \cdot \frac{L^2}{2} = (0,20 \cdot 55) \cdot \frac{5^2}{2} = 137,5 \text{ kN.cm}$$

$$M_{rd} = W \cdot \frac{f_y}{1,1} = \frac{b \cdot t^2 \cdot F_y}{6 \cdot 1,1}$$

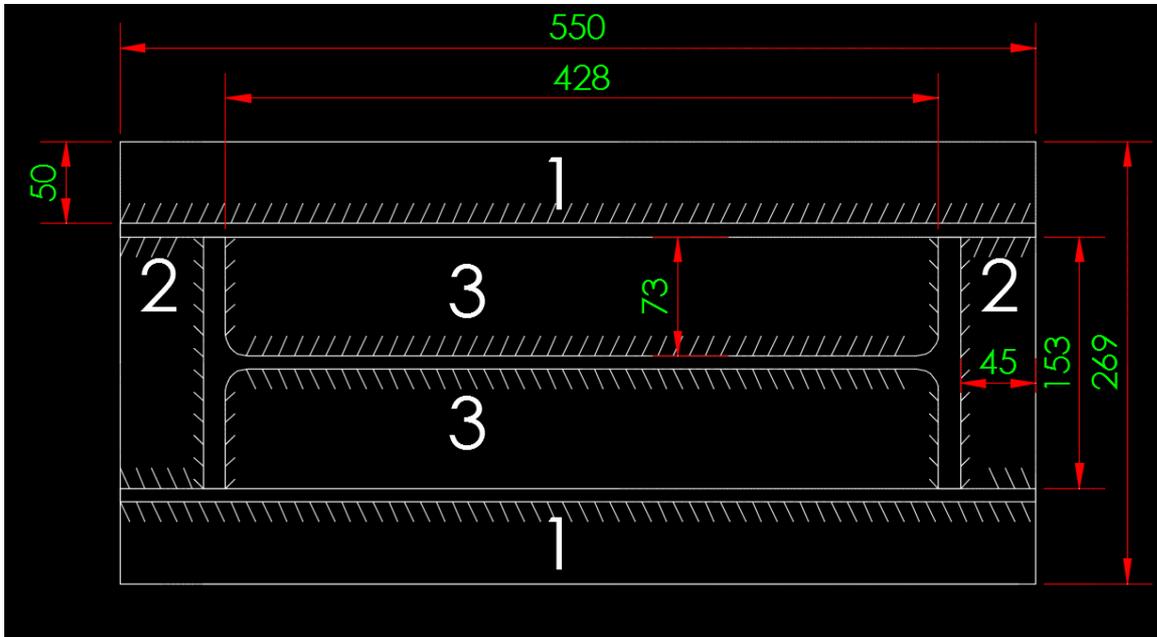
$$137,5 = \frac{55 \cdot t^2 \cdot 25}{6 \cdot 1,1}$$

$$t = \sqrt{\frac{137,5 \cdot 6 \cdot 1,1}{55 \cdot 25}}$$

$$t = \sqrt{\frac{137,5 \cdot 6 \cdot 1,1}{55 \cdot 25}} = 0,81\text{cm} = 8,1\text{mm}$$



Placas de Base com carga concêntrica e enrijecedores



Pressão no concreto:

$$A_{base} = 55\text{cm} \cdot 26,9\text{cm} = 1479,50\text{cm}^2 \quad OK$$

$$f_c = \frac{300}{1479,5}$$

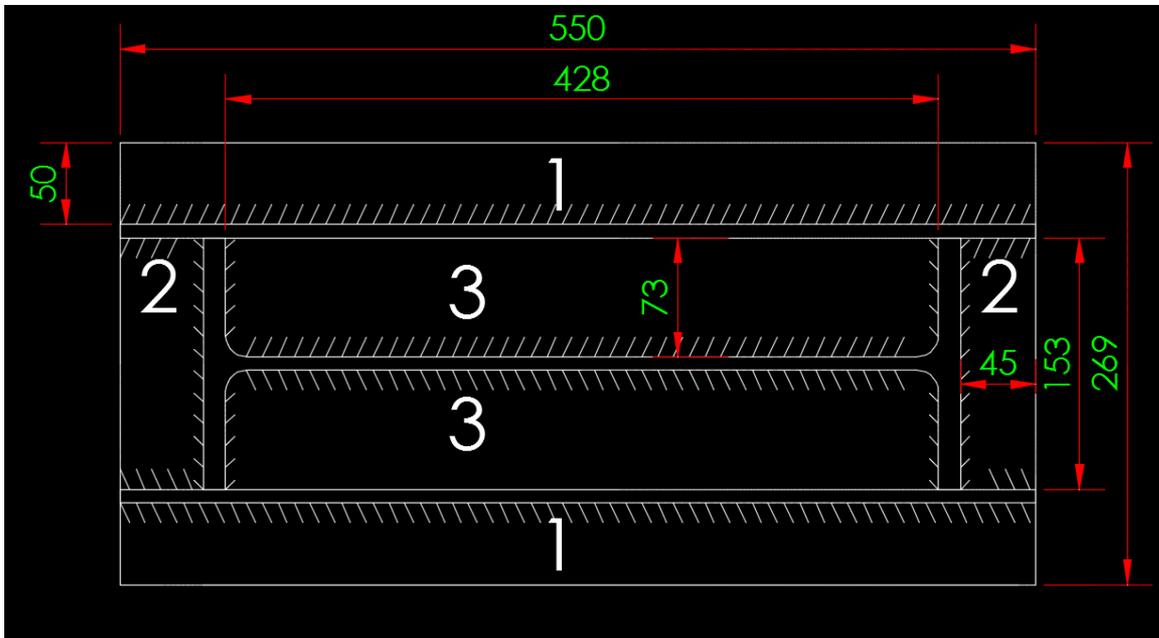
$$f_c = 0,20 \text{ kN/cm}^2$$

Região 2

$$\frac{a}{b} = \frac{45}{153} = 0,29 \rightarrow \beta = -0,1535 \cdot 0,29^3 + 0,6806 \cdot 0,29^2 + 0,1878 \cdot 0,29 - 0,0481 = 0,0598$$

$$t = b \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot F_c}{0,9 \cdot F_y}} \quad t = 15,3 \cdot \sqrt{\frac{0,0598 \cdot 0,20}{0,9 \cdot 25}} \quad t = 15,3 \cdot \sqrt{\frac{0,0598 \cdot 0,20}{0,9 \cdot 25}} = 0,35\text{cm}$$

Placas de Base com carga concêntrica e enrijecedores



Pressão no concreto:

$$A_{base} = 55\text{cm} \cdot 26,9\text{cm} = 1479,50\text{cm}^2 \quad OK$$

$$f_c = \frac{300}{1479,5}$$

$$f_c = 0,20 \text{ kN/cm}^2$$

Região 3

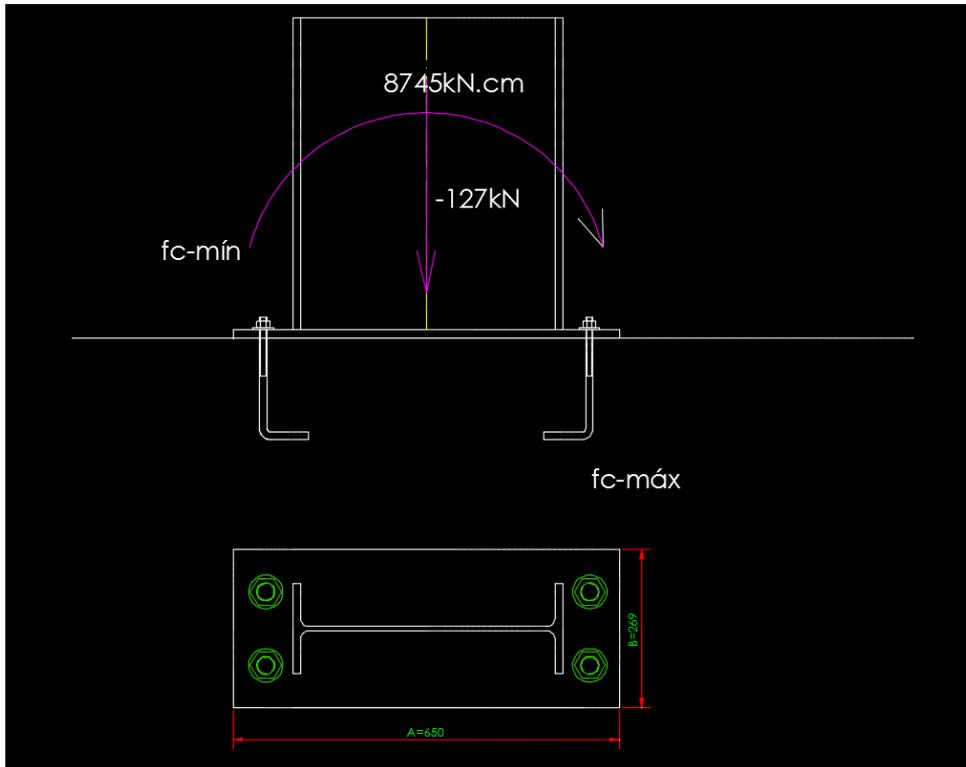
$$\frac{a}{b} = \frac{428}{73} = 5,86 \rightarrow \beta = 0,52$$

$$t = b \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot F_c}{0,9 \cdot F_y}} \quad t = 7,3 \cdot \sqrt{\frac{0,52 \cdot 0,20}{0,9 \cdot 25}} = 0,49$$

Podemos usar o maior valor: #8,1 mm

Recomendado: #12mm para boa soldabilidade

Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



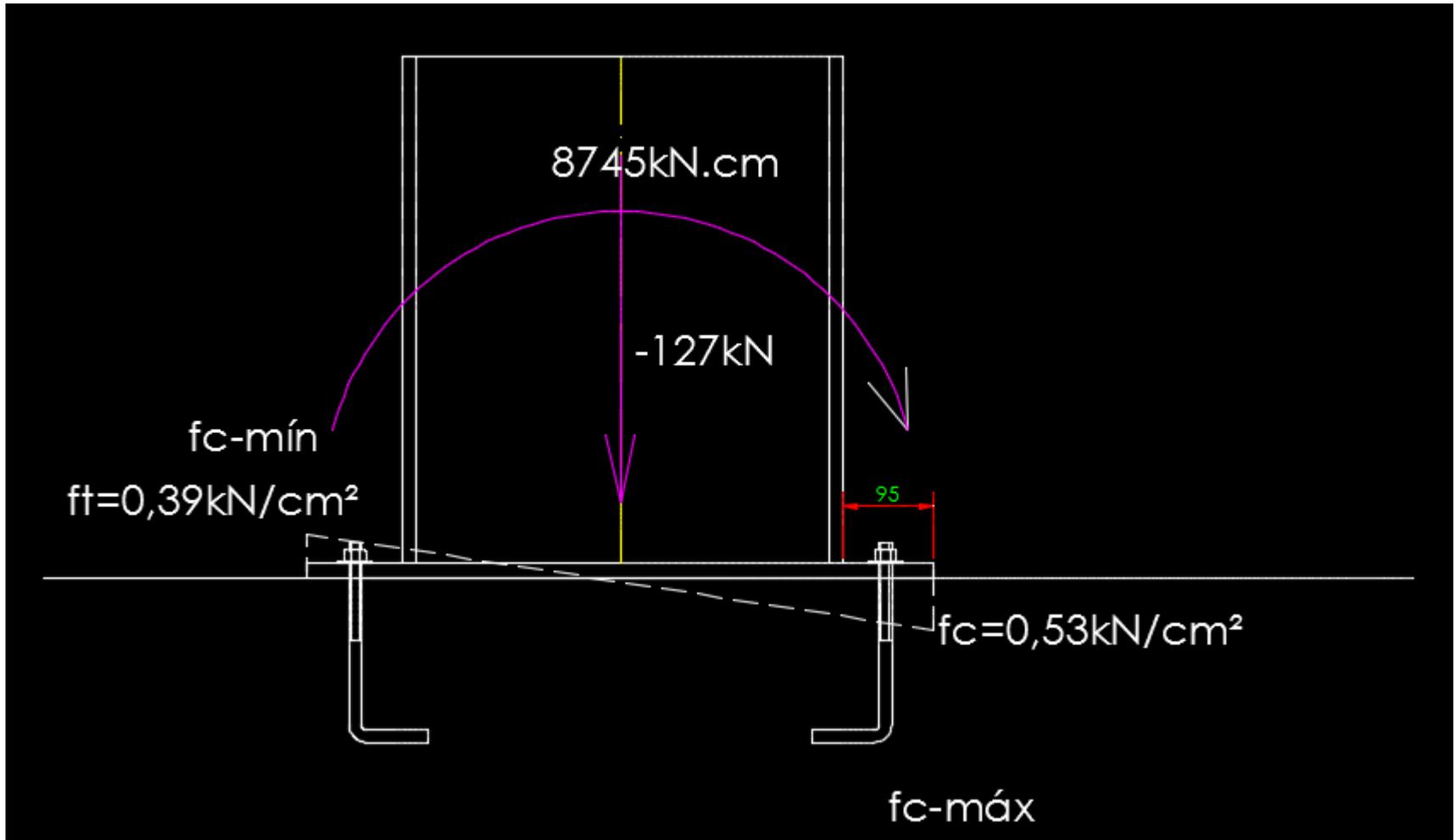
$$f_c - \text{máx} = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{A \cdot B} + \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$f_c - \text{mín} = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{B \cdot A} - \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$f_c - \text{máx} = \frac{127}{65 \cdot 26,9} + \frac{6 \cdot 8745}{26,9 \cdot 65^2} = 0,53\text{kN/cm}^2$$

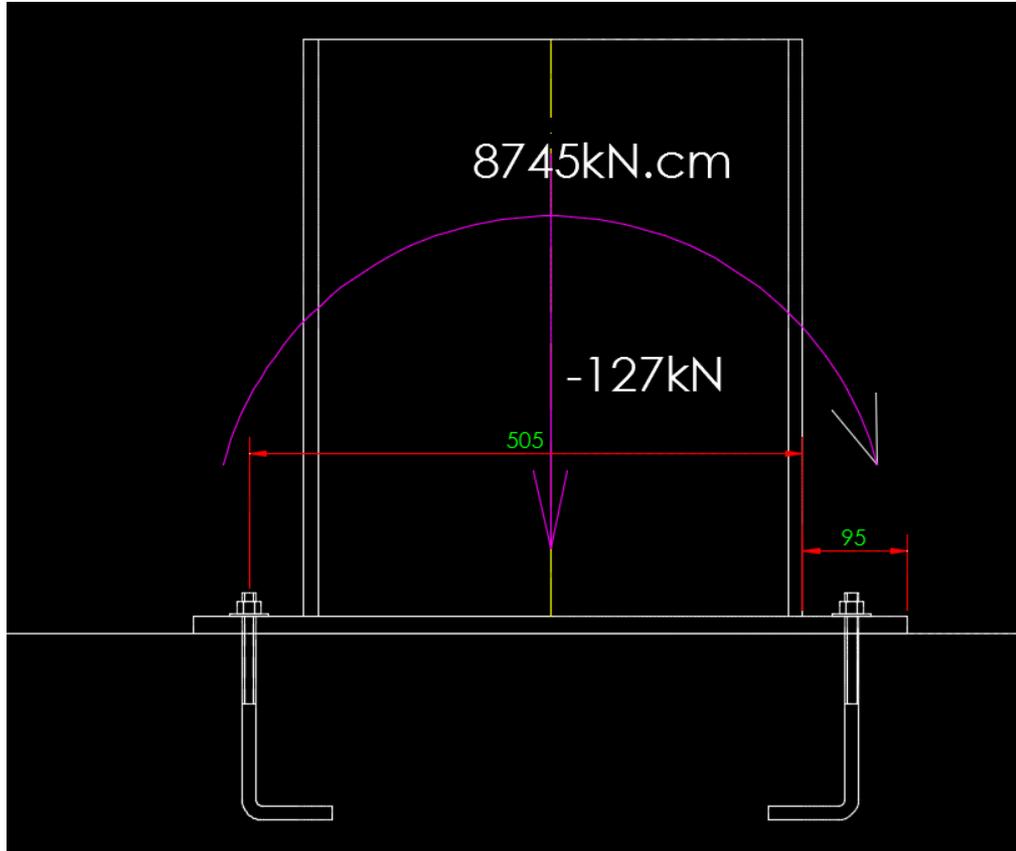
$$f_c - \text{mín} = \frac{127}{65 \cdot 26,9} - \frac{6 \cdot 8745}{26,9 \cdot 65^2} = -0,39\text{kN/cm}^2$$

Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



$$Msd = \frac{0,53 \cdot 9,5^2}{12} = 3,98 \text{ kN.cm} \quad Mrd = Wx \cdot \frac{Fy}{1,1} \quad 3,98 = \left(\frac{b \cdot t^2}{6} \right) \cdot \frac{25}{1,1} \quad t = \sqrt{\frac{6,6 \cdot Msd}{Fy}} \quad t = 25,62 \text{ mm}$$

Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



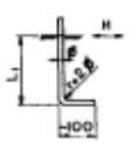
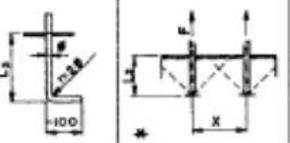
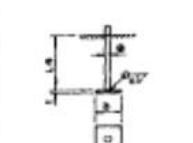
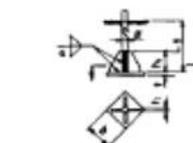
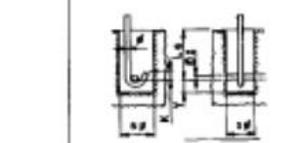
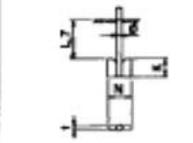
$$Nt, Sd = \frac{Msd}{L}$$

$$Nt, Sd = \frac{8745}{50,5} = 173kN$$

$$Nt, Sd = \frac{173kN}{2} = 87kN$$

Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores

Tabela 12.5 - Força admissível e comprimento de arrancamento dos chumbadores

Chumbadores a cortante		Chumbadores a arrancamento																		
		fixos									com nichos									
																				
Ø ext.	Área	H (adm)		F (adm)	altura mínima do cone de arrancamento	tipo CAL	tipo CAC		tipo CAR			tipo CAG				tipo CAM				
	cm²	tf	L1	tf	L2	L3	L4	q	t. b	L5	t. b	t, h	L6	Ø2	Y	K	L7	t	N	K
19	2,84	2,6	330																	
22	3,80	3,5	330																	
25	5,06	4,5	380	6,1	450	800	600	10	19 x 100				600	38	125	60				
32	7,92	7,1	380	9,5	450	1000	600	10	19 x 100				600	44	150	75				
38	11,40	10,3	380	13,7	600	1250	600	12	25 x 120				700	50	180	85				
44	15,20	13,7		18,2	600	1250	800	12	32 x 150				800	57	210	100				
50	19,60	17,6		23,5	750	1700	800	16	32 x 150	800	19 x 200	8 x 150	800	70	240	115	800	32	160	100
57	25,60			31	900					950	25 x 230	8 x 170					950	38	180	120
64	31,70			38	900					950	25 x 250	8 x 200					950	38	18	130
70	38,30			46	1000					1100	32 x 280	8 x 220					1100	50	210	150
76	45,60			55	1100					1200	32 x 300	8 x 240					1200	50	210	150
89	62,20			74	1300					1400	38 x 360	10 x 270					1400	64	270	170
102	81,00			97	1400					1500	38 x 400	10 x 300					1500	76	300	170

1) Aço SAE 1020 - Fv = 0,9 tf/cm², Ft = 1,2 tf/cm²
 2) Dimensões em mm
 3) A resistência dos cones de arrancamento foram reduzidas de 50% para compensar as perdas de áreas nas extremidades das fundações
 4) Para chumbadores sujeitos a esforços de tração e cisalhamento, fazer a verificação pela fórmula $F = \sqrt{R^2 + 3F_v^2}$