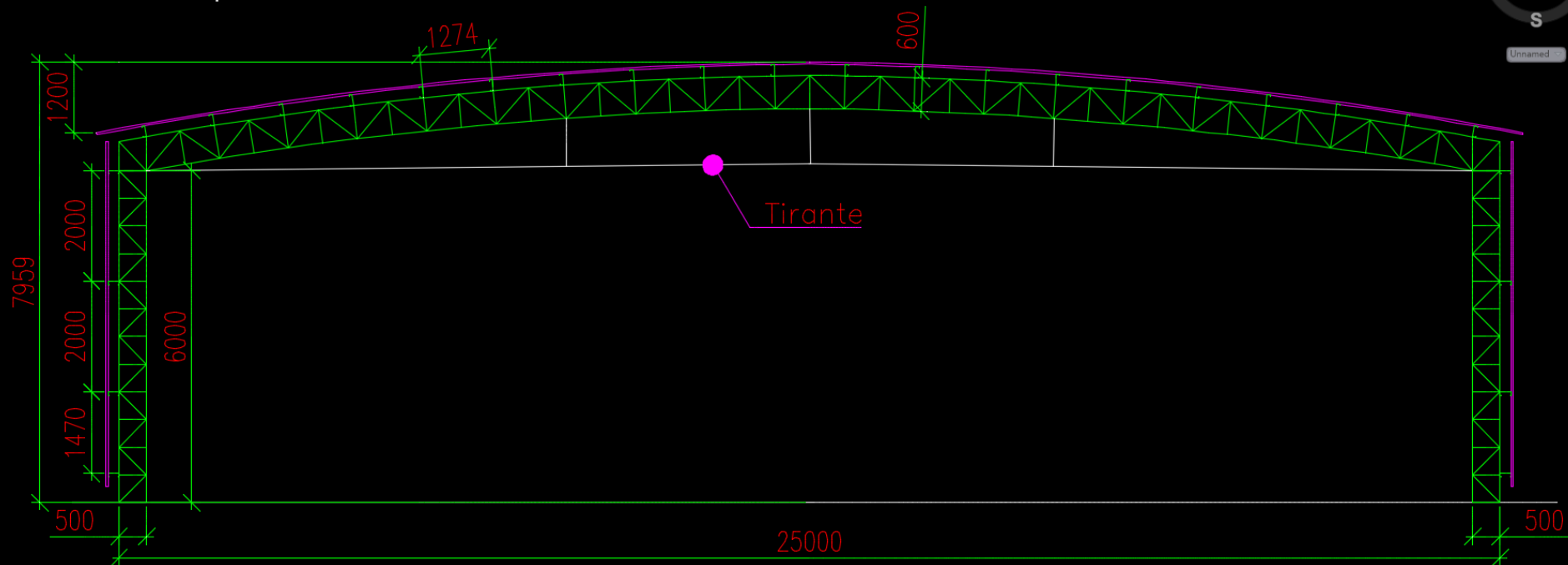


Cálculo de um Galpão 25m X 54m Em Arco treliçado

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Pórtico Típico



Informações de projeto

Cargas Permanentes

- Cobertura: Telhas Trapezoidais termoacústicas #30mm

Cargas Variáveis

- Sobrecarga: $0,25 \text{ kN/m}^2$
- Carga de Vento: A ser calculada

Localização e geometria:

- São Paulo, Terreno Industrial rodeado de outros galpões semelhantes (cota média 10m)
- Áreas de abertura: 25m^2 na frente e 25m^2 no fundo (possibilidade de haver abertura dominante pode ser descartada)
- Terreno plano

Solo:

- Terreno firme, fundações podem ser solicitadas ao momento fletor (podemos engastar as bases, caso seja conveniente)

Cálculo das cargas de vento

Velocidade básica do vento: 40m/s

Fator S1 = 1,0 – Terreno plano ou fracamente acidentado

Fator S2 = 0,76 – Categoria IV - Classe C

Fator S3 = 1,0 – Edificações para Hotéis, Residências e indústrias com alto fator de ocupação

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = 40 \cdot 1 \cdot 0,76 \cdot 1 = 30,4 \text{ m/s}$$

$$q = 0,613 \cdot V_k^2 = 0,613 \cdot 30,4^2 = 566,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \mathbf{0,57 \frac{kN}{m^2}}$$

Quatro faces igualmente permeáveis: CPI = 0,00 ou -0,3

Cálculo das cargas de vento

VisualVentos

Ler Arquivo Gravar Arquivo Sair Notações Ajuda Sobre o Programa

Geometria Velocidade Básica Fator S1 Fator S2 Fator S3 Cpe - Paredes

Coeficiente de pressão externa - Paredes

Vento 0°

0.70

-0.80

-0.40

-0.20

-0.30

A1 B1 A2 B2 A3 B3 C D

Copiar

Vento 90°

-0.90

-0.50

-0.70

-0.50

-0.90

-0.50

C1 C2 A B D1 D2

Copiar

Cpe médio -1.00

Voltar Continuar

Cálculo das cargas de vento

Tabela 24 - Coeficientes de pressão externa, c_{pe} , para vento soprando perpendicularmente à geratriz da cobertura

f/l_2	h/l_2	c_{pe} para a parte					
		1	2	3	4	5	6
1/5	0	+0,3	-0,3	-0,6	-0,7	-0,6	-0,2
	1/8	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	-0,5	-0,2
	1/4	-0,9	-0,6	-0,8	-0,8	-0,4	-0,2
	1/2	-1,2	-0,7	-0,9	-0,8	-0,3	-0,2
	1	-1,4	-0,8	-0,9	-0,9	-0,4	-0,4
	5	-1,8	-1,0	-1,1	-1,2	-0,8	-0,7
1/10	1/8	-1,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3
	1/4	-1,2	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3
	1/2	-1,5	-1,0	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3
	1	-1,6	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3

Tabela 25 - Coeficientes de pressão externa, c_{pe} , para vento soprando paralelamente à geratriz da cobertura

Parte da cobertura	$A_1 + A_2$	B	C	$D_1 + D_2$
c_{pe}	-0,8	-0,6	-0,3	-0,2

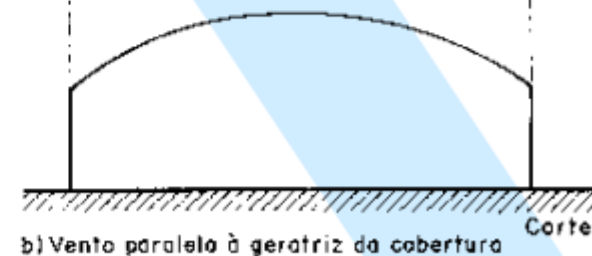
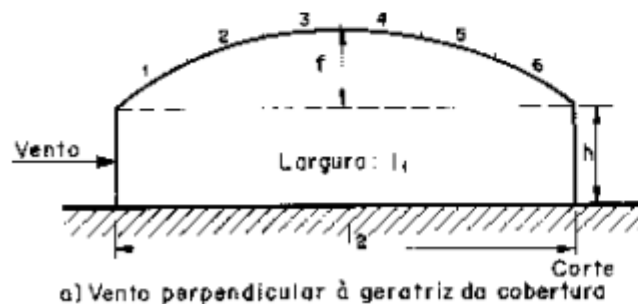
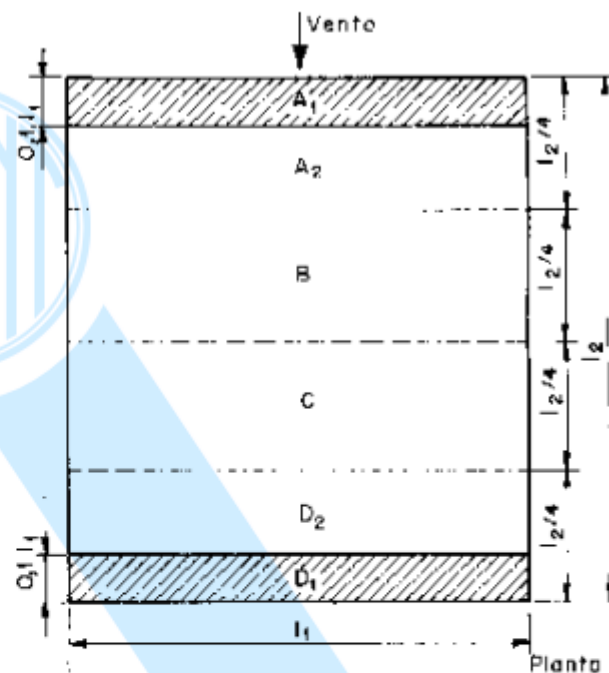
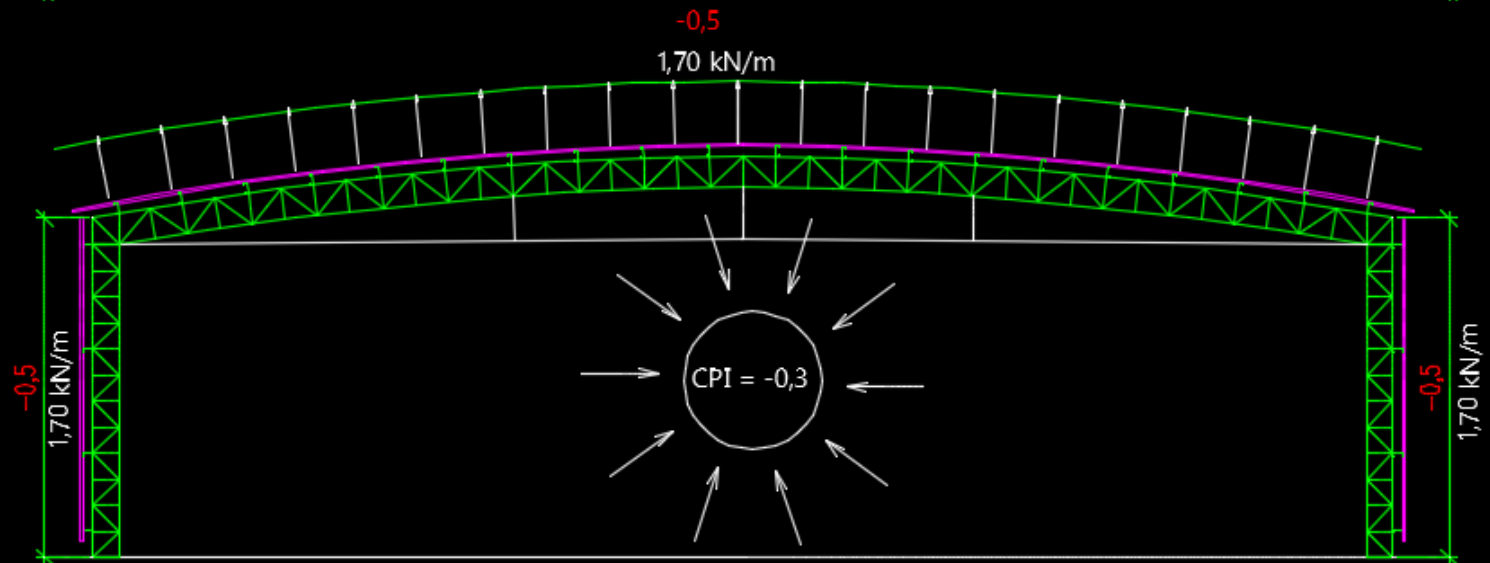
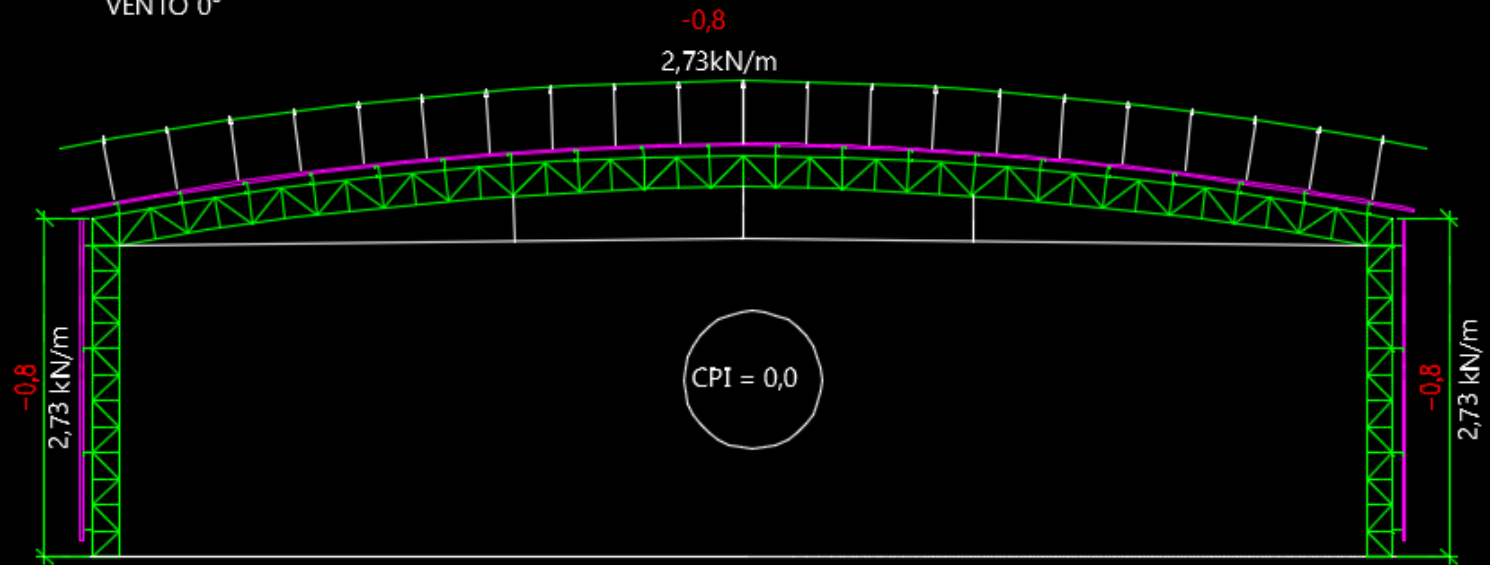


Figura 21 - Abóbadas cilíndricas de seção circular com $0,5 l_2 < l_1 < 3 l_2$ (l_1 e l_2 da parte "a" desta figura)

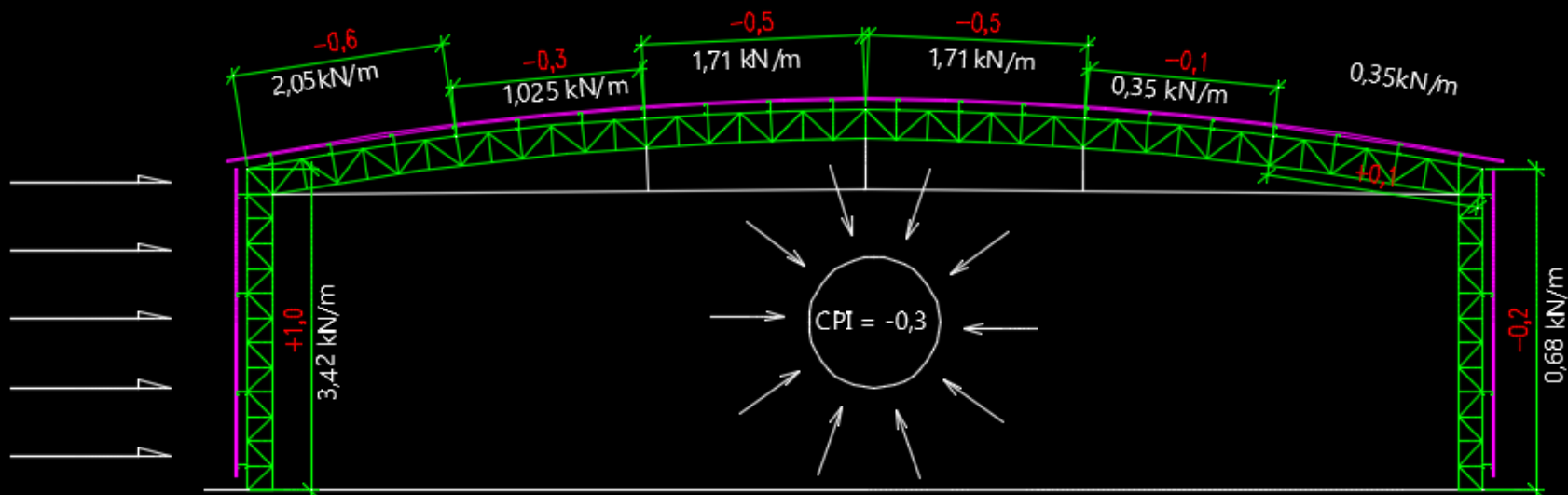
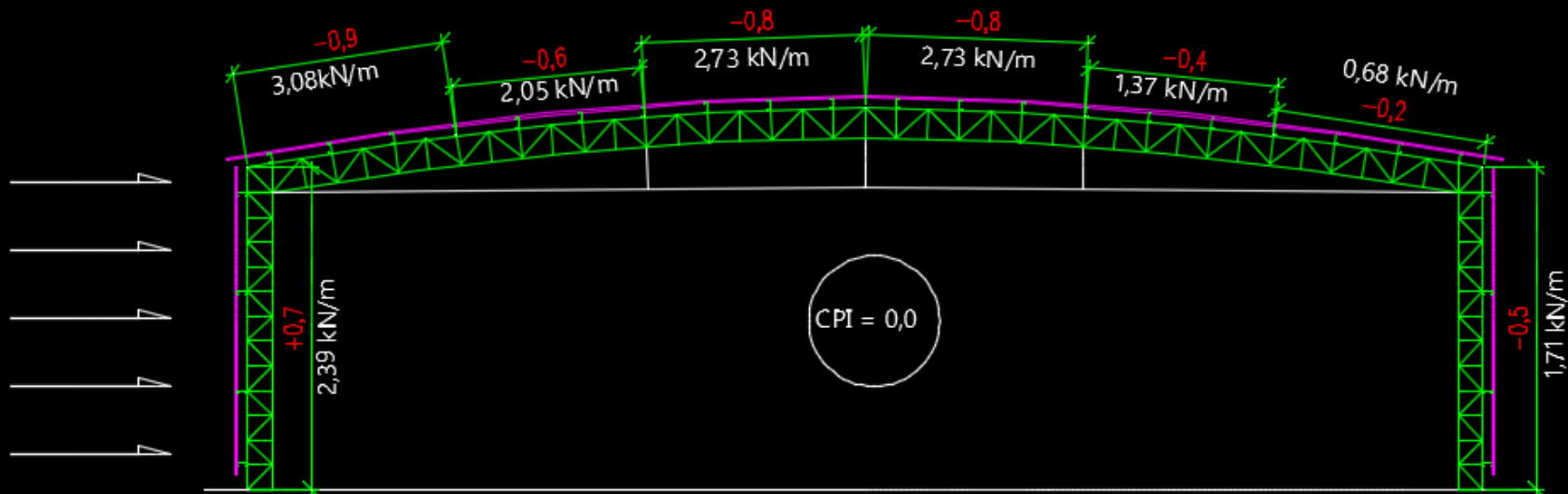
Cálculo das cargas de vento

VENTO 0°



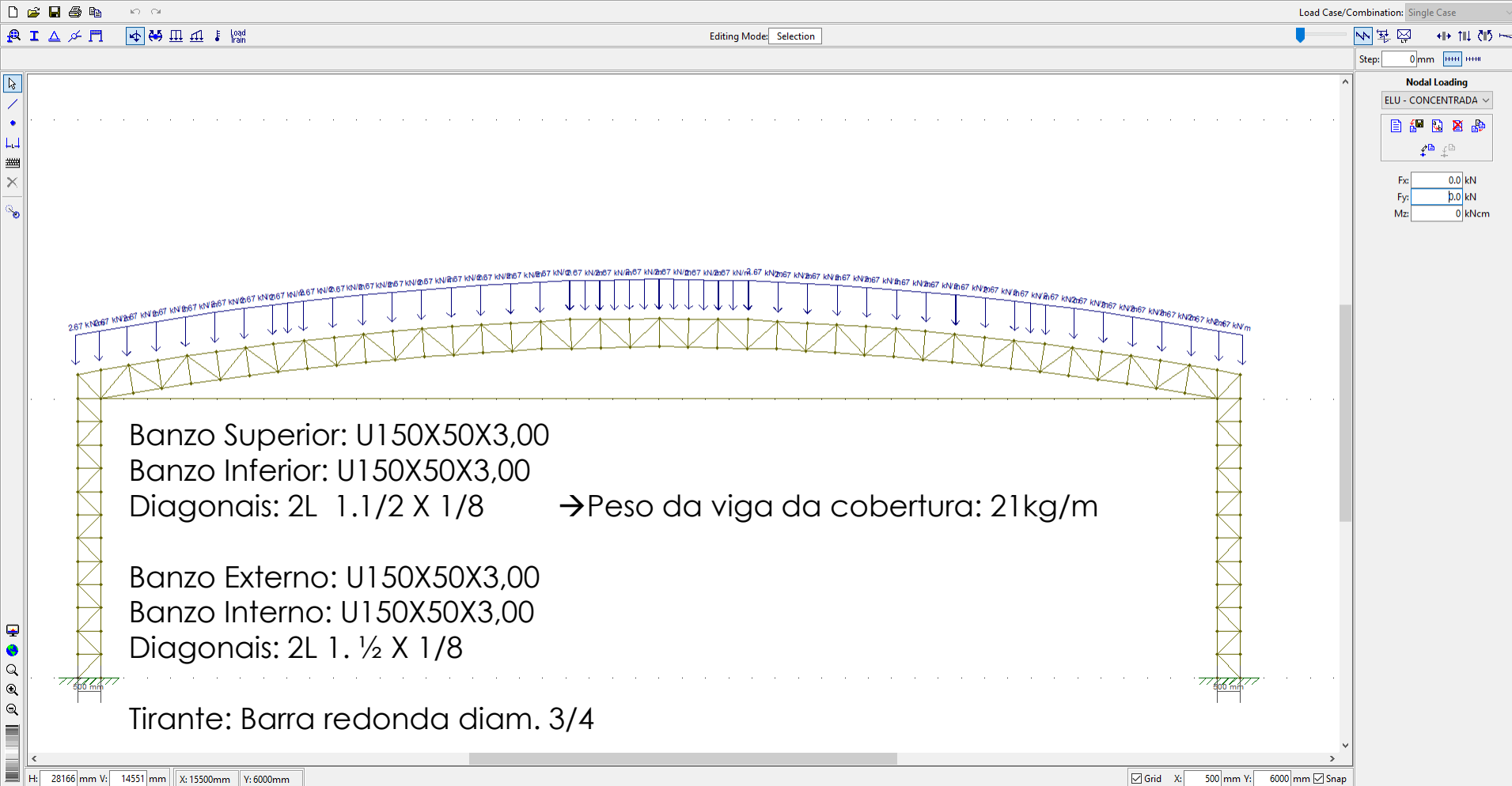
Cálculo das cargas de vento

VENTO 90°



Verificações ELS: PP+SC

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl
File Options Display



Carga Distribuída sobre a viga: $(0,11+0,05+0,25) \times 6 + 0,21 = 2,67 \text{ kN/m}$

Verificações ELS: PP+SC

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl
File Options Display

Deformed Factor: 4.9

Displ./rotat. at local pos.: x = 366 mm L = 637 mm - Dx: -0.29 mm Dy: -96.88 mm Rz: 0.0 deg

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0/mm

Member
Displacements and Rotations

Init:
Dx: 0.00 mm
Dy: -96.90 mm
Rz: -0.0 deg

End:
Dx: -0.51 mm
Dy: -96.63 mm
Rz: 0.1 deg

Max. Transv.
Displ.:
96.91 mm
At local pos.: 191 mm
Member length: 637 mm

Define a reasonable
step value to get
results along member.

Flecha máxima na viga da cobertura: 96,91 mm

Flecha admissível: $L/250 = 25000/250 = 100\text{mm}$

Flecha máxima no pilar: 9,55 mm

Flecha admissível: $H/300 = 6000/300 = 20\text{mm}$

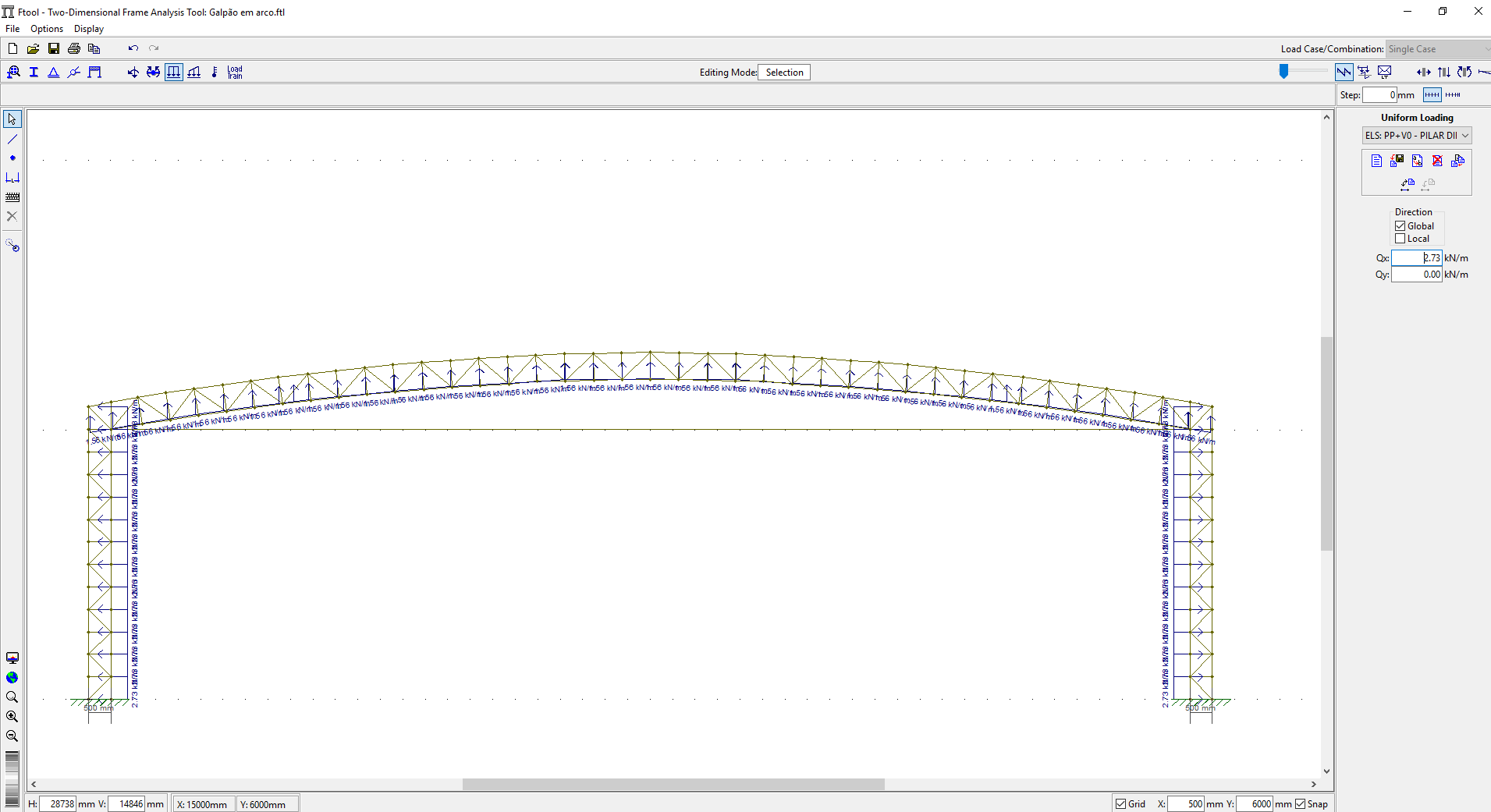
94.5 kN
61.0 kN
17 kNm
0.3 kNm

0.3 kNm
61.0 kN
94.5 kN
18 kNm

H: 28166 mm V: 14551 mm X: 15000 mm Y: 6000 mm

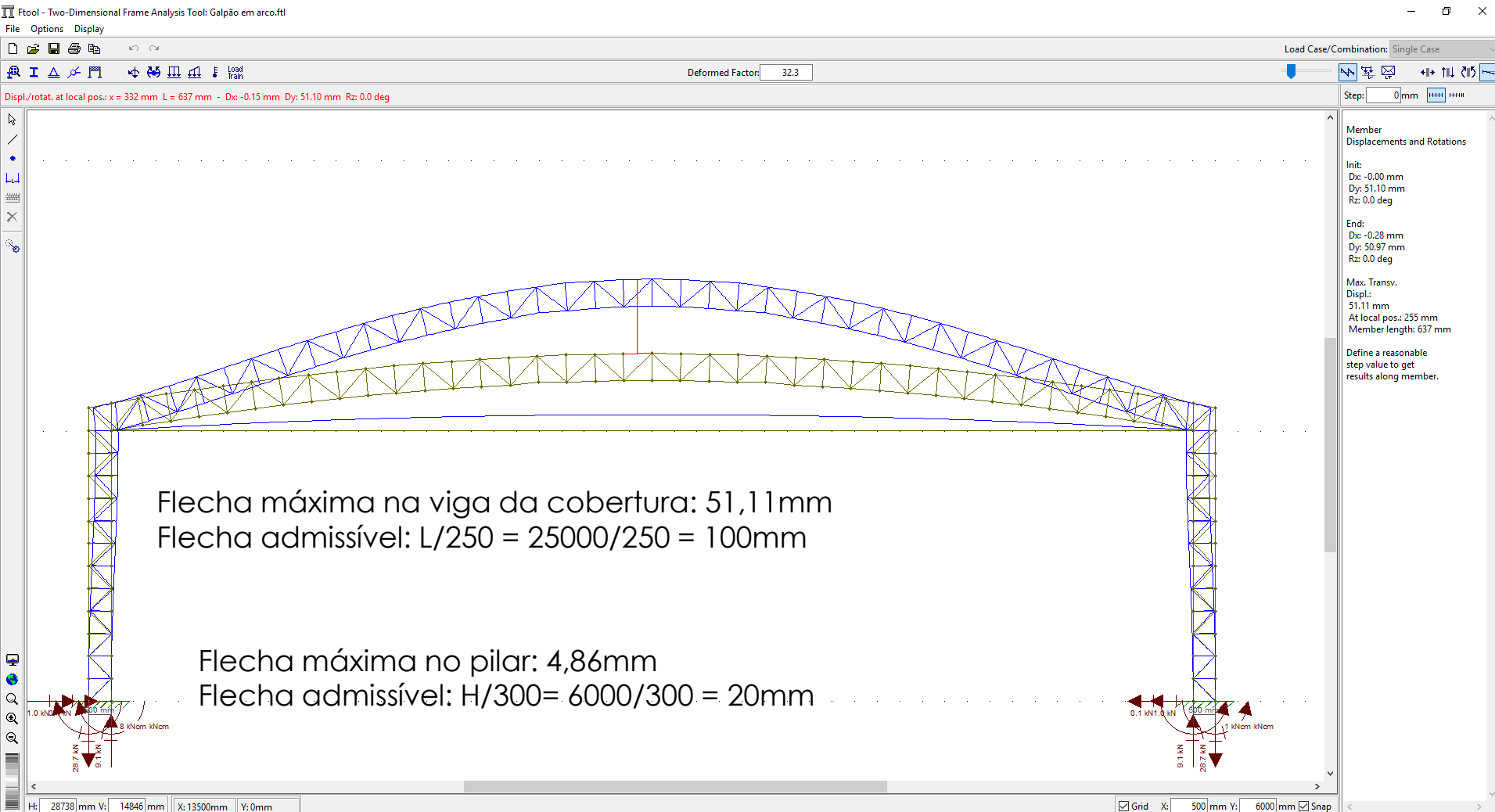
Grid X: 500 mm Y: 6000 mm Snap

Verificações *ELS*: PP+V0

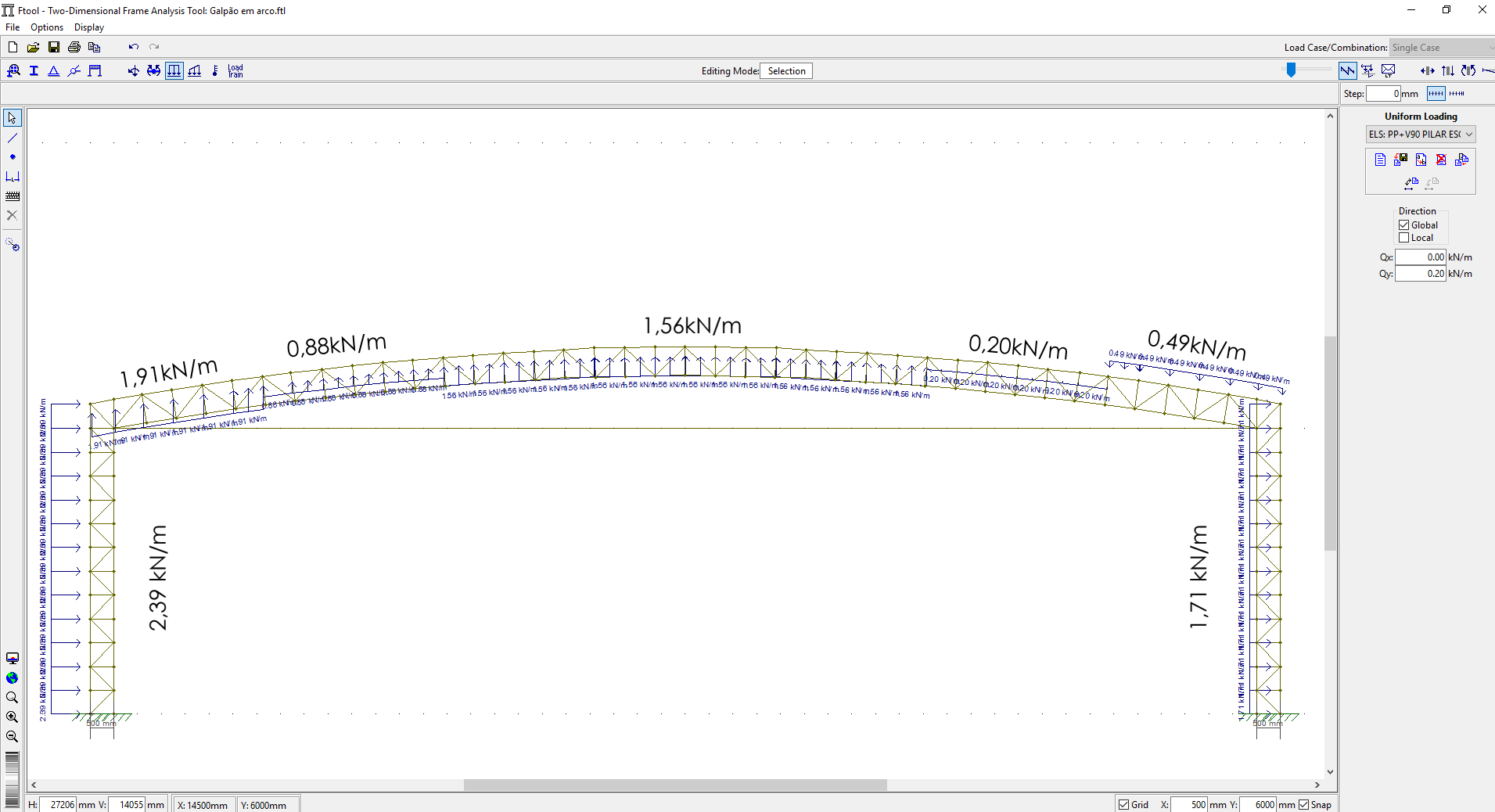


Carga Distribuída sobre a viga: $(0,11+0,05) \times 6 + 0,21 - 2,73 = 1,56 \text{ kN/m}$

Verificações ELS: PP+V0 (CPI 0,00)

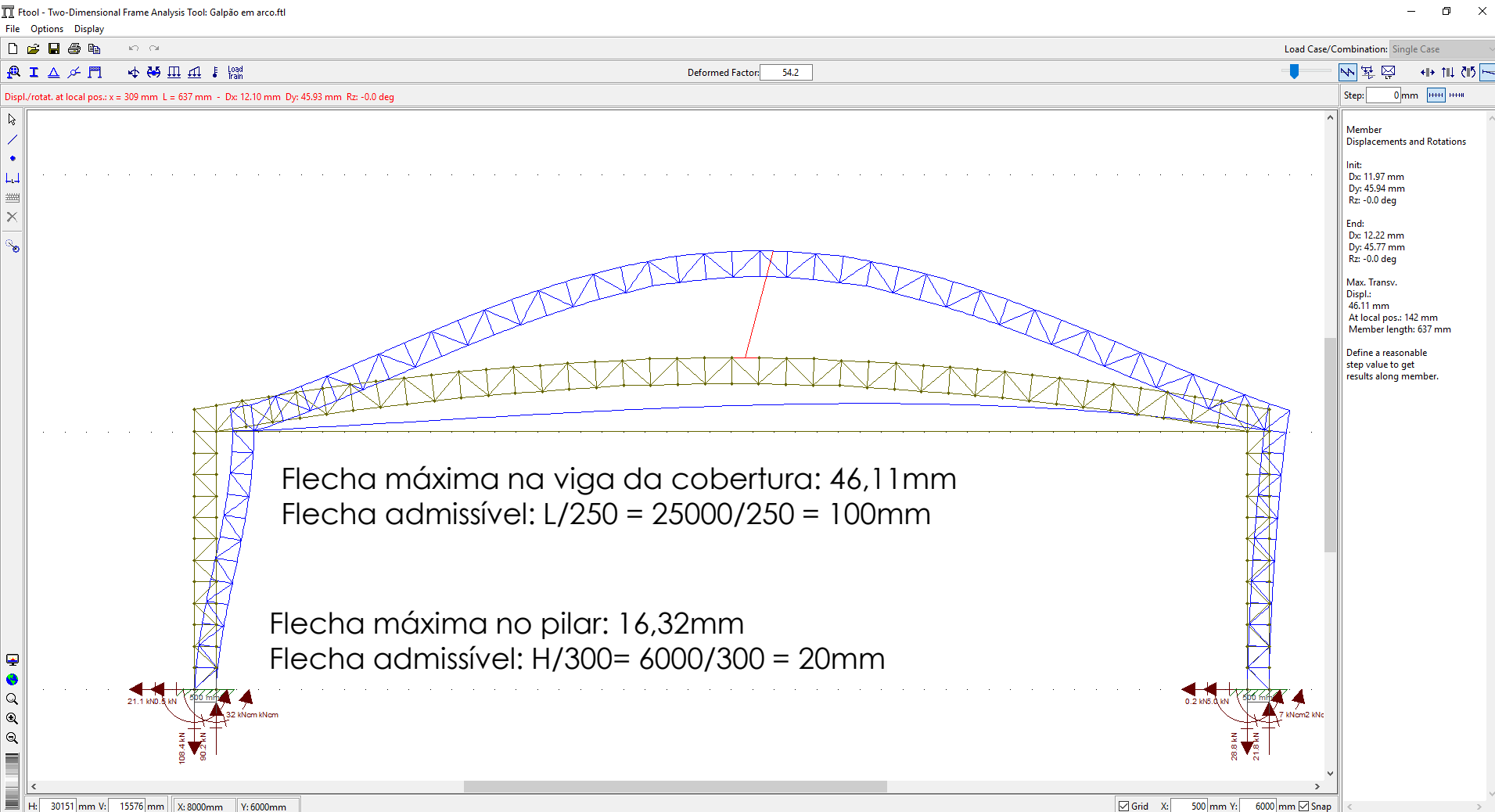


Verificações ELS: PP+V90 (CPI 0,00)



Carga Distribuída sobre a viga: $(0,11+0,05)x6 + 0,21 - V0$

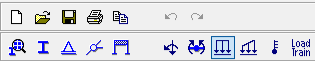
Verificações ELS: PP+V90 (CPI 0,00)



Verificações ELS: PP+V90 (CPI 0,00)

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl

File Options Display



Editing Model: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Uniform Loading

ELS: PP+V0 - PILAR DII

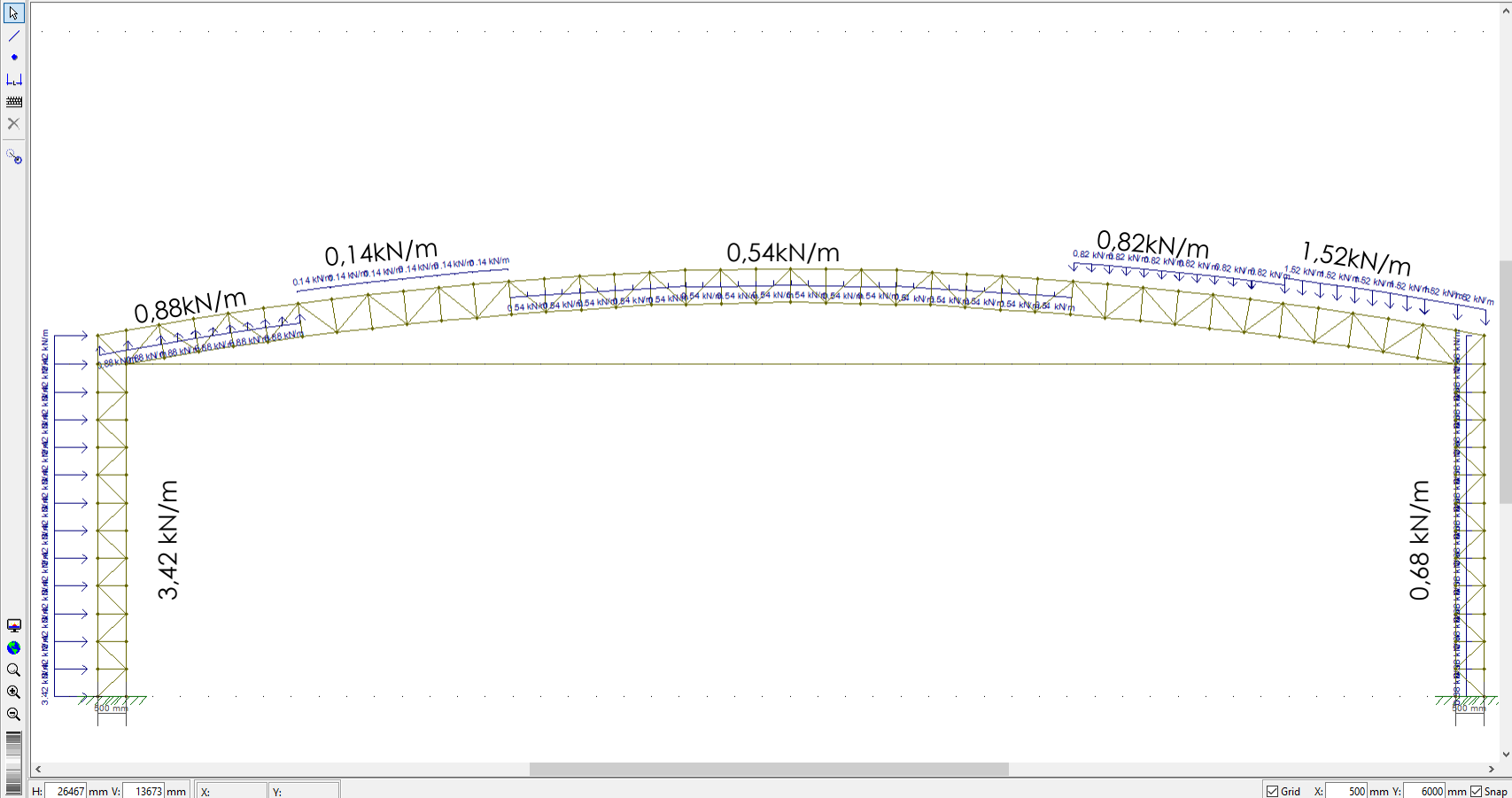
Direction

☒ Global

☐ Local

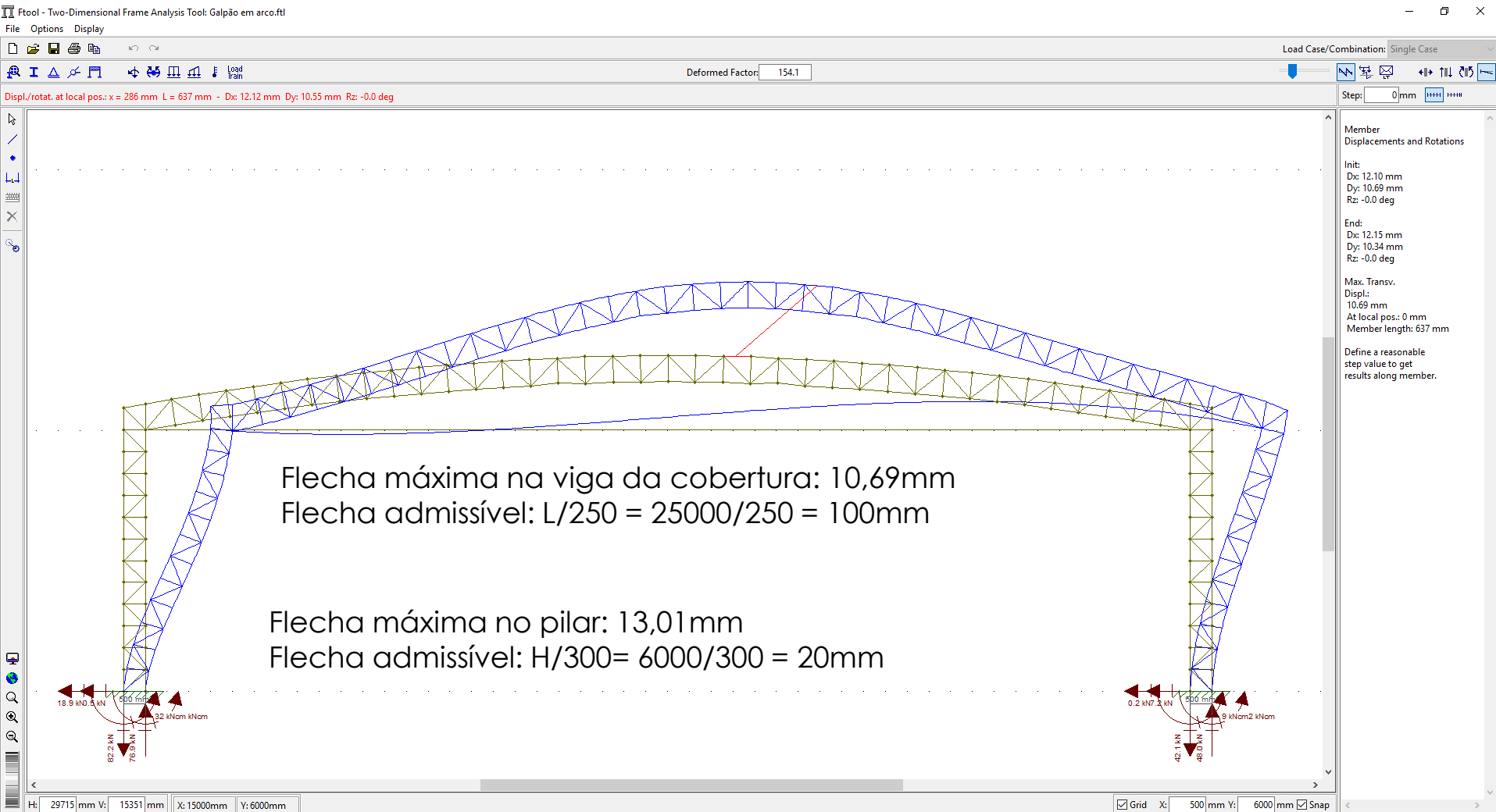
Qx: 0,68 kN/m

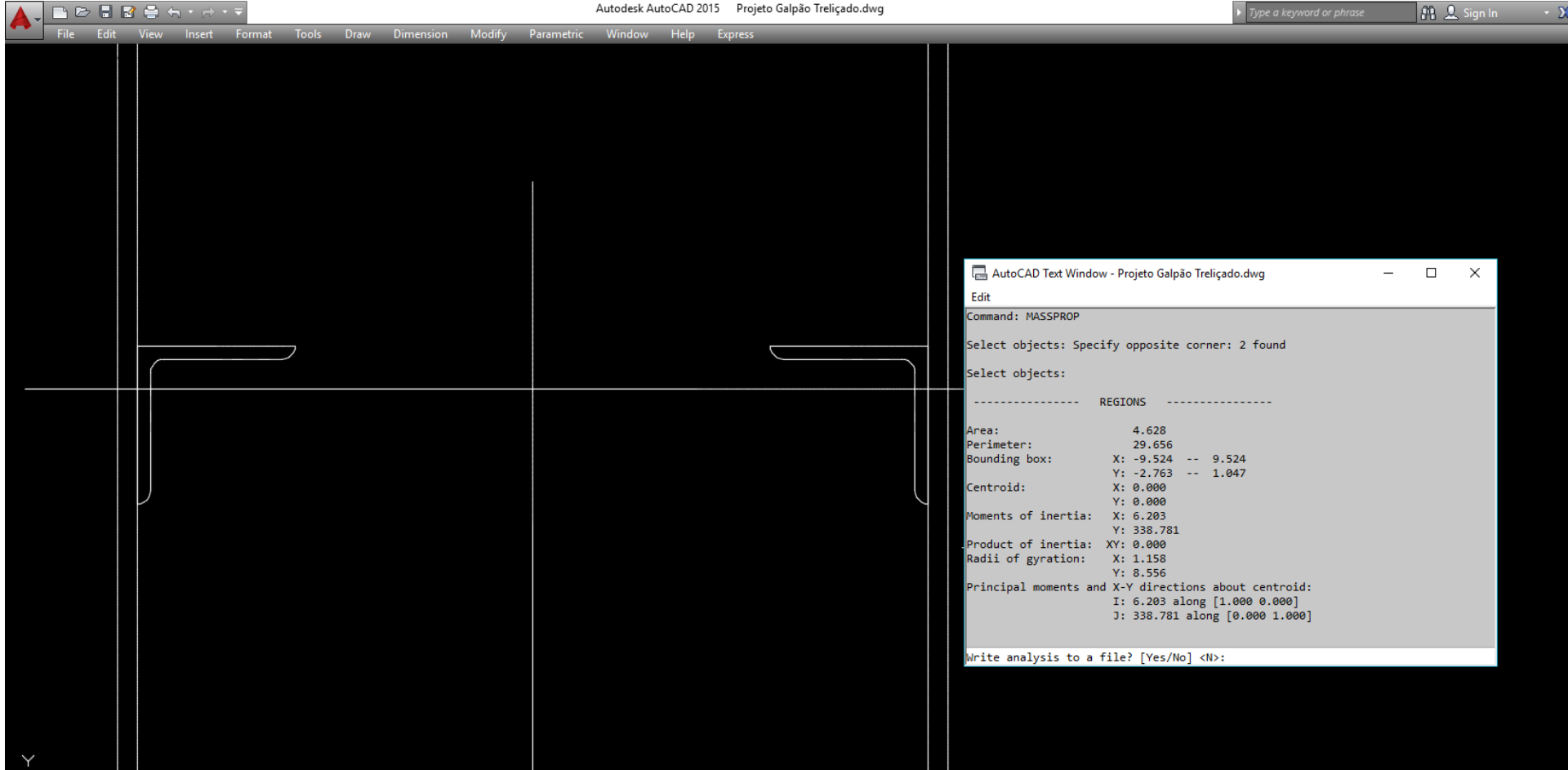
Qy: 0,00 kN/m



Carga Distribuída sobre a viga: $(0,11+0,05) \times 6 + 0,21 - V90$

Verificações ELS: PP+V90 (CPI 0,00)



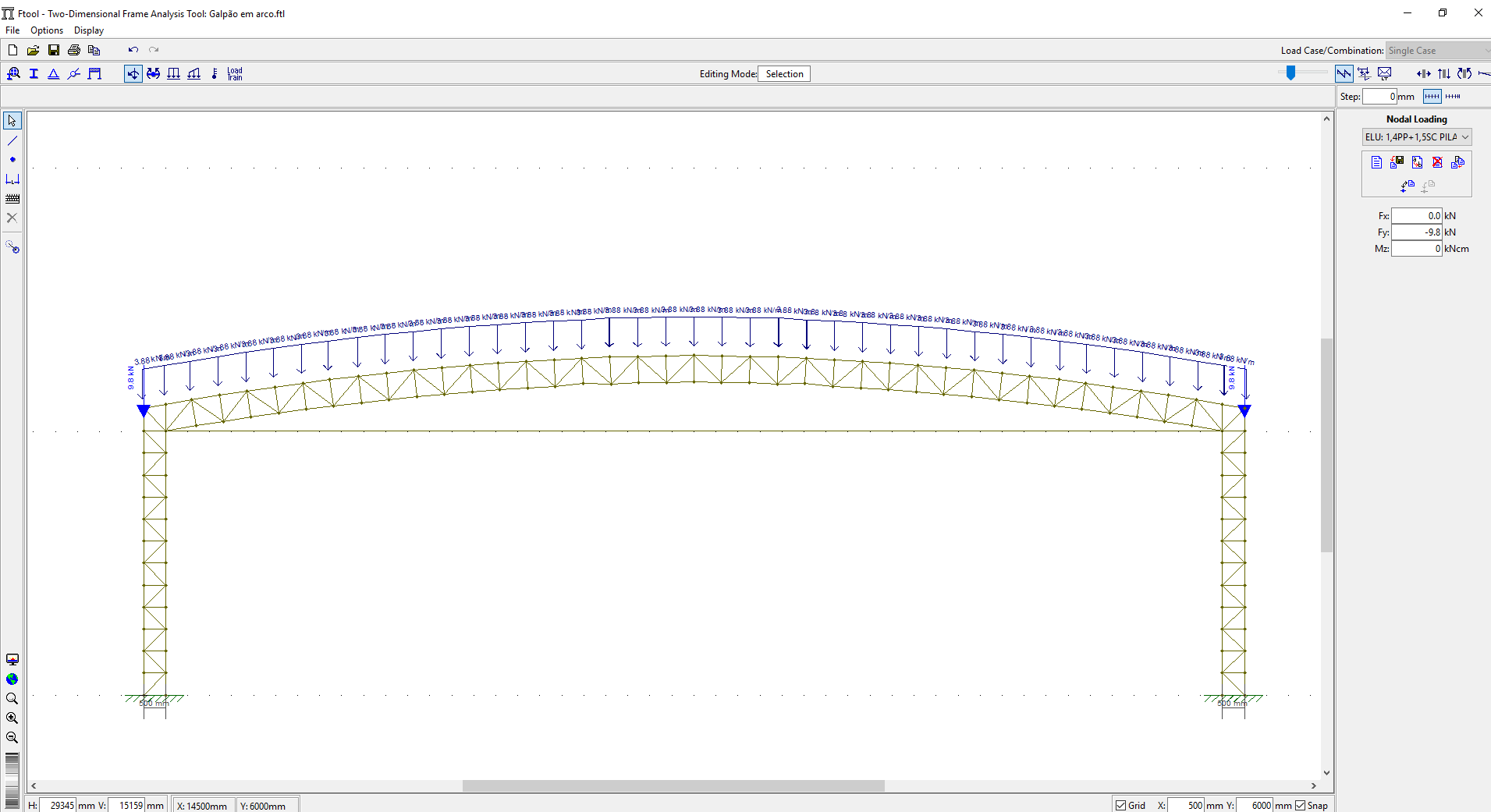


Diagonais: Selecionado 2L 1.1/2 X 1/8 (38,1X3,2mm)

Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)

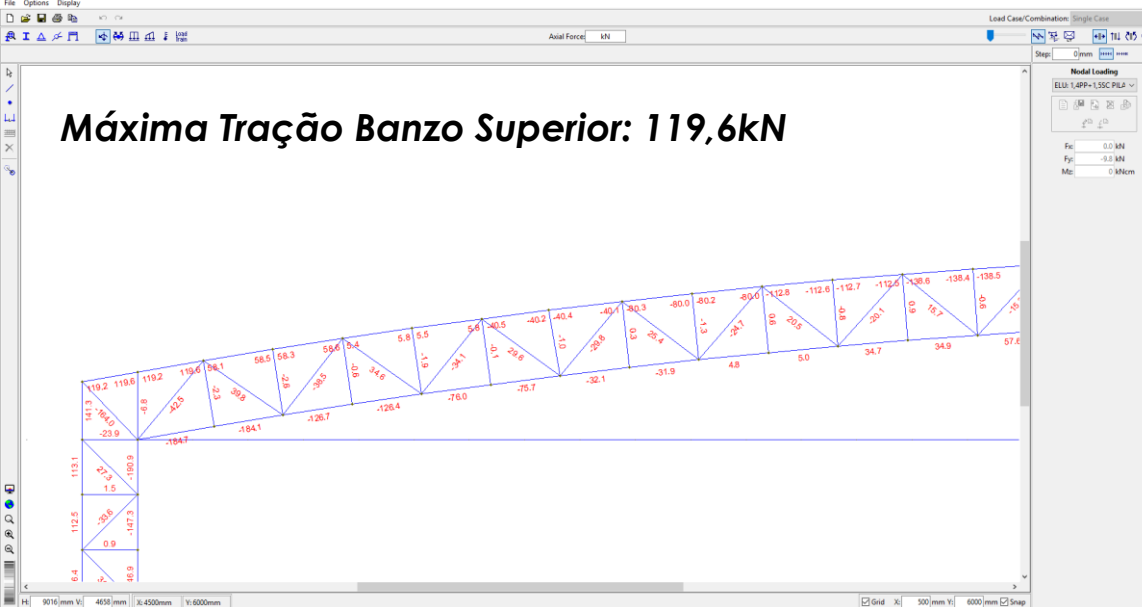
Viga: $1,4PP + 1,5SC = 1,4 \times (0,11 + 0,05) \cdot 6 + 1,4 \times 0,21 + 1,5 \times 0,25 \times 6 = 3,89 \text{ kN/m}$

Pilares: $1,4PP = 1,4 \times (0,11 + 0,05) \cdot 6 + 1,4 \times 0,21 = 1,64 \text{ kN/m} \times 6 \text{ m} = 9,84 \text{ kN}$



Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)

Free - Two-Dimensional Frame Analysis Tool Galpão em arco.tif



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 α = 0
b_w = 15
b_f = 5
 τ = 0,475
 β = 90

Comprimentos (cm)

L_x: 126
L_y: 63
L_t: 63

Esforços Solicitantes

N_d: -119 kN
M_{xd}: kN.cm
M_{yd}: kN.cm
V_d: kN

Coefficiente de Momento

Em X C_b: 1
Em Y C_b: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,49 (se <=1, ok!)

CALCULAR

Relatório: Limpar anterior

Abrir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - N_{rd}
 - M_{rd}
 - M_{xrd}
 - M_{yrd}
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,49 (se <=1, ok!)

CALCULAR

Relatório: Limpar anterior

Abrir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

2 - Verificação da Esbelteza Limite

barra submetida a esforço de tração:

$\lambda_{limite} = 300$

Verificação em Relação a X

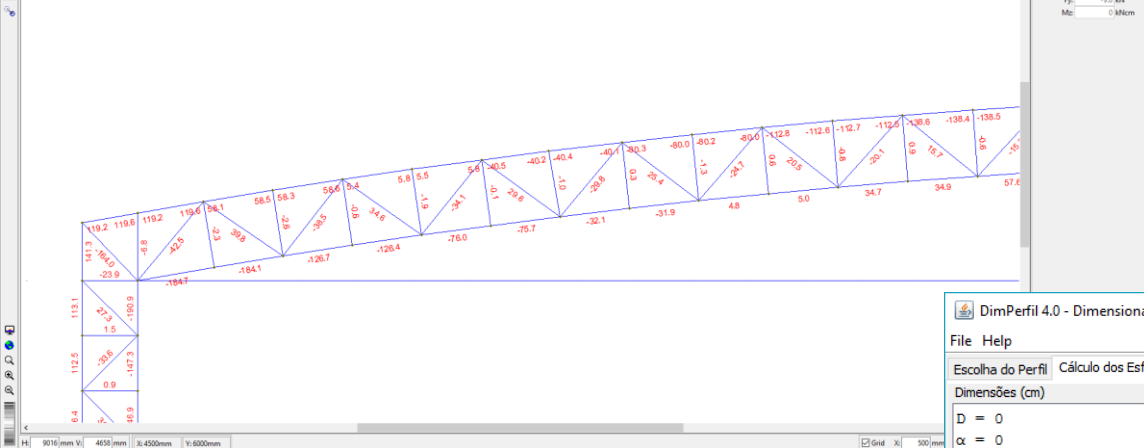
$r_x = 5,56$ cm
L_x = 126 cm

Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)

File Options Display

File Options Display

Máxima Compressão no banco Inferior: 184,7kN



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
b_w = 15
b_f = 5
t = 0.475
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

L_x: 126
L_y: 63
L_t: 63

Esforços Solicitantes

N_d: 184,7 kN
M_{xd}: kN.cm
M_{yd}: kN.cm
V_d: kN

Coefficiente de Momento

Em X C_b: 1
Em Y C_b: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,915 (se ≤ 1 , ok!)

CALCULAR

Relatório: Limpar anterior

Abrir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/
Flexão Composta

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

$N_{Ed} = 201,850 \text{ kN}$
 $\rightarrow M_{xRd} = 1001,323 \text{ kN.cm}$
 $\rightarrow M_{yRd} = 137,234 \text{ kN.cm}$
Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]
Verificação de Flexo-Compressão
 $\Rightarrow 0,915 + 0 + 0 = 0,915 \leq 1 - \text{Ok!}$
4 - Verificação da Esbeltez Limite
barra submetida a esforço de compressão:
 $\lambda_{limite} = 200$
Verificação em Relação a X
 $r_x = 5,56 \text{ cm}$
L_x = 126 cm

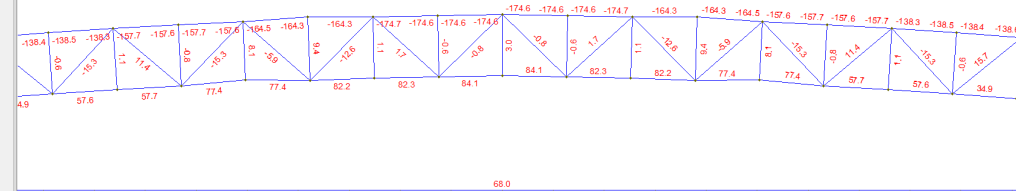
Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)

Tool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.tif

File Options Display

Arquitetura Engenharia

Máxima Tração no banzo inferior: 84,1kN



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 15$
 $b_f = 5$
 $t = 0.475$
 $\beta = 90$

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/
 Flexão Composta

NBR 14762:2010
 Flexão Composta
 Nrd
 Mrd
 Mxrd
 Myrd
 Flexão Composta
 Cortante
 Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Load Case/Combination Single Case

Step: 0/100 100

Model Loading

ELU: 1,4PP + 1,5SC (ELA)

Fe: 0,0 kN

Fy: 0,0 kN

Mx: 0 kNm

U

Comprimentos (cm)

Lx: 126
 Ly: 63
 Lt: 63

Esforços Solicitantes

Nd: -84,1 kN
 Mxd: kN.cm
 Myd: kN.cm
 Vd: kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1
 Em X
 Cb: 1
 Em Y

Resultados

Resultado:
 Flexão Composta

NBR 14762:2001
 0,346 (se ≤ 1 , ok!)

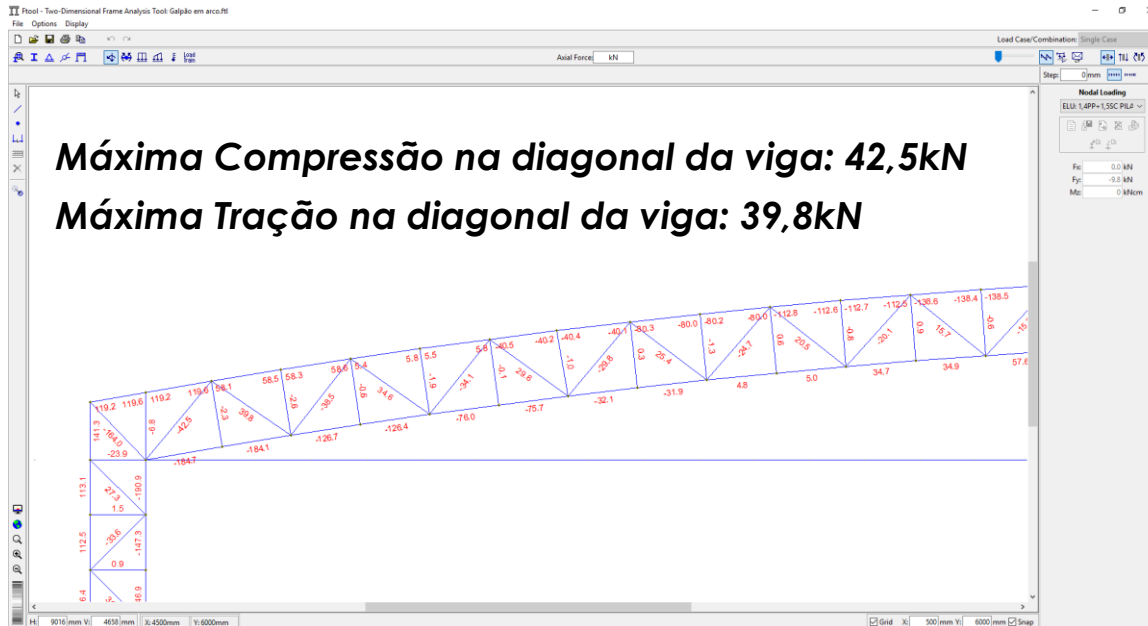
CALCULAR

Relatório: Limpar anterior

Abrir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

$N_{Ed} = 242,907 \text{ kN}$
 $\rightarrow M_{xRd} = 1001,323 \text{ kN.cm}$
 $\rightarrow M_{yRd} = 137,234 \text{ kN.cm}$
 Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]
 Verificação de Flexão-Tração
 $\Rightarrow 0,346 + 0 + 0 = 0,346 \leq 1 - \text{Ok!}$
 2 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de tração:
 $\lambda_{limite} = 300$
 Verificação em Relação a X
 $r_{xx} = 5,56 \text{ cm}$
 $L_x = 126 \text{ cm}$

Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)



L Laminado

Identificação

Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões

bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x=y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Espaçamento

e 64,28 mm

Solicitações

Nd 39,8 kN

Compr. Flambagem

Lflx 92,7 cm
Lfly 92,7 cm

Resultados

Rd(Nd) 104,40 kN OK!
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

Calcular Mais Leve Relatório Ok

L Laminado

Identificação

Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões

bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x=y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Espaçamento

e 64,28 mm

Solicitações

Nd -42,7 kN

Compr. Flambagem

Lflx 92,7 cm
Lfly 92,7 cm

Resultados

Rd(Nd) -65,33 kN OK!
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

Calcular Mais Leve Relatório Ok

File Options Display



Laminado

Identificação
 Perfil

Dimensões
 b_f^* mm A_g^* cm²
 t_f^* mm $I_x = I_y^*$ cm⁴
 $x = y^*$ cm r_z^* cm
 P^* kgf/cm

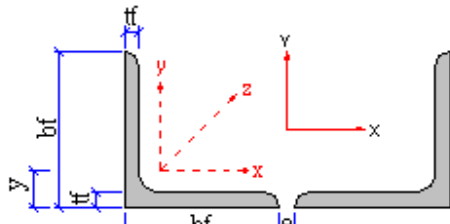
* Dado referente a uma única cantoneira

Espaçamento
 e mm

Solicitações
 N_d kN

Compr. Flambagem
 L_{fx} cm
 L_{fy} cm

Resultados
 $R_d(N_d)$ kN **Ok!**
 Espaçadores em X a cada cm



O diagrama mostra o perfil L 50,8 x 3,63 com as seguintes dimensões indicadas: b_f (largura da flange superior), t_f (espessura da flange superior), b_f (largura da flange inferior) e t_f (espessura da flange inferior). Os eixos de referência são mostrados como x e y (em vermelho) e X e Y (em azul).

Combinação 1 – 1,4PP + 1,5SC (E.L.U)

FTool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl

File Options Display



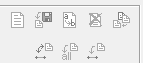
Axial Force: kN

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Material Parameters

Aço



E: 205000 MPa
ν: 0.30
α: 0.000012 /°C

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
α = 0
bw = 15
bf = 5
t = 0.475
β = 90

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 50
Lt: 50

Esforços Solicitantes

Nd: 190,9 kN
Md: kN.cm
Myd: kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1
Em X
Em Y

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,938 (se <=1, ok!)

CALCULAR

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nd
Md
Myd
Flexão Composta
Cortante
Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
α = 0
bw = 15
bf = 5
t = 0.475
β = 90

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 50
Lt: 50

Esforços Solicitantes

Nd: 190,9 kN
Md: kN.cm
Myd: kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1
Em X
Em Y

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,582 (se <=1, ok!)

CALCULAR

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nd
Md
Myd
Flexão Composta
Cortante
Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

H: 14032 mm V: 7249 mm X: 6370mm Y: 1602mm

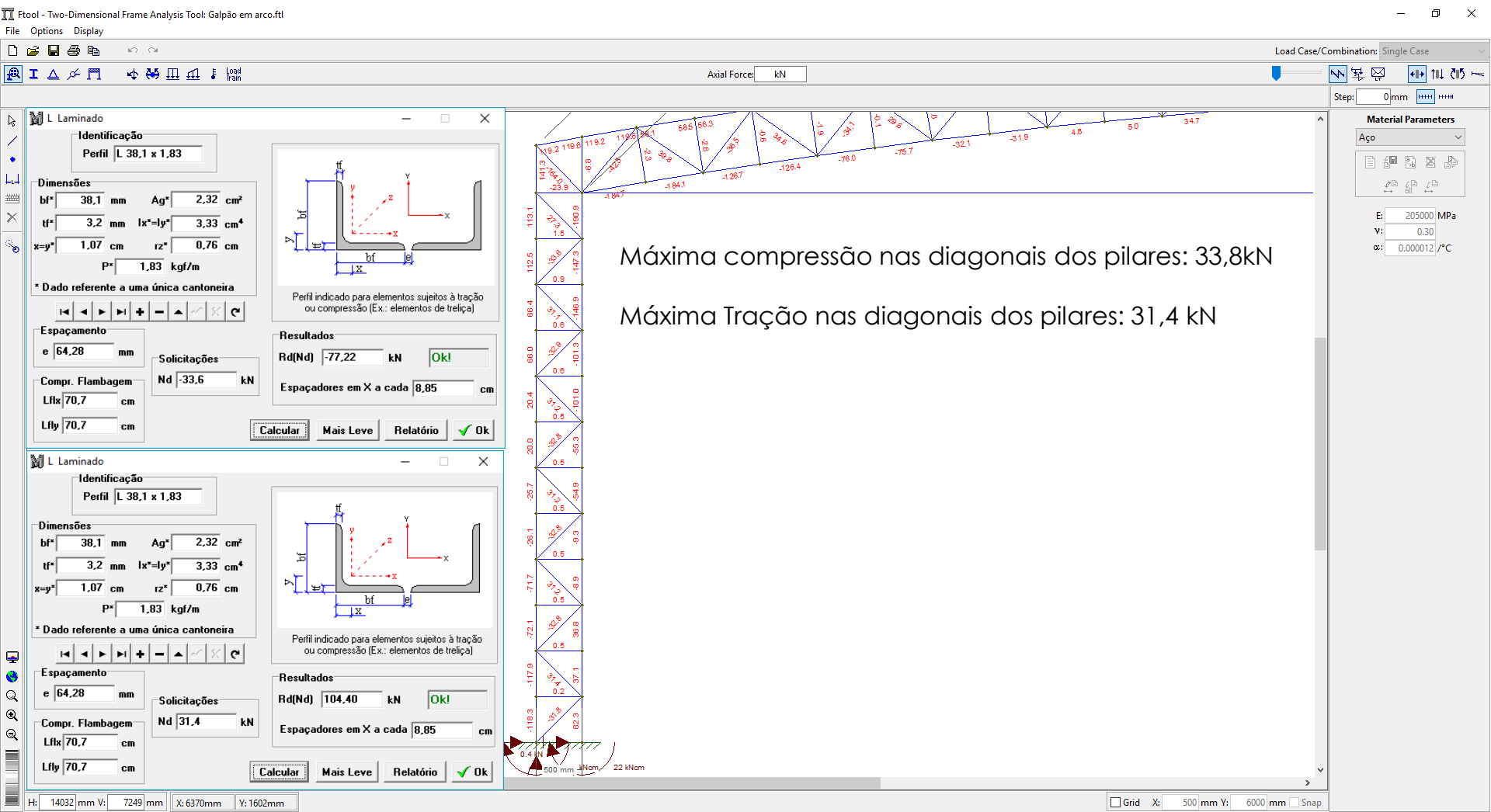


Máxima compressão nos banzos dos pilares: 190,9 kN

Máxima Tração nos banzos dos pilares: 141,3 kN

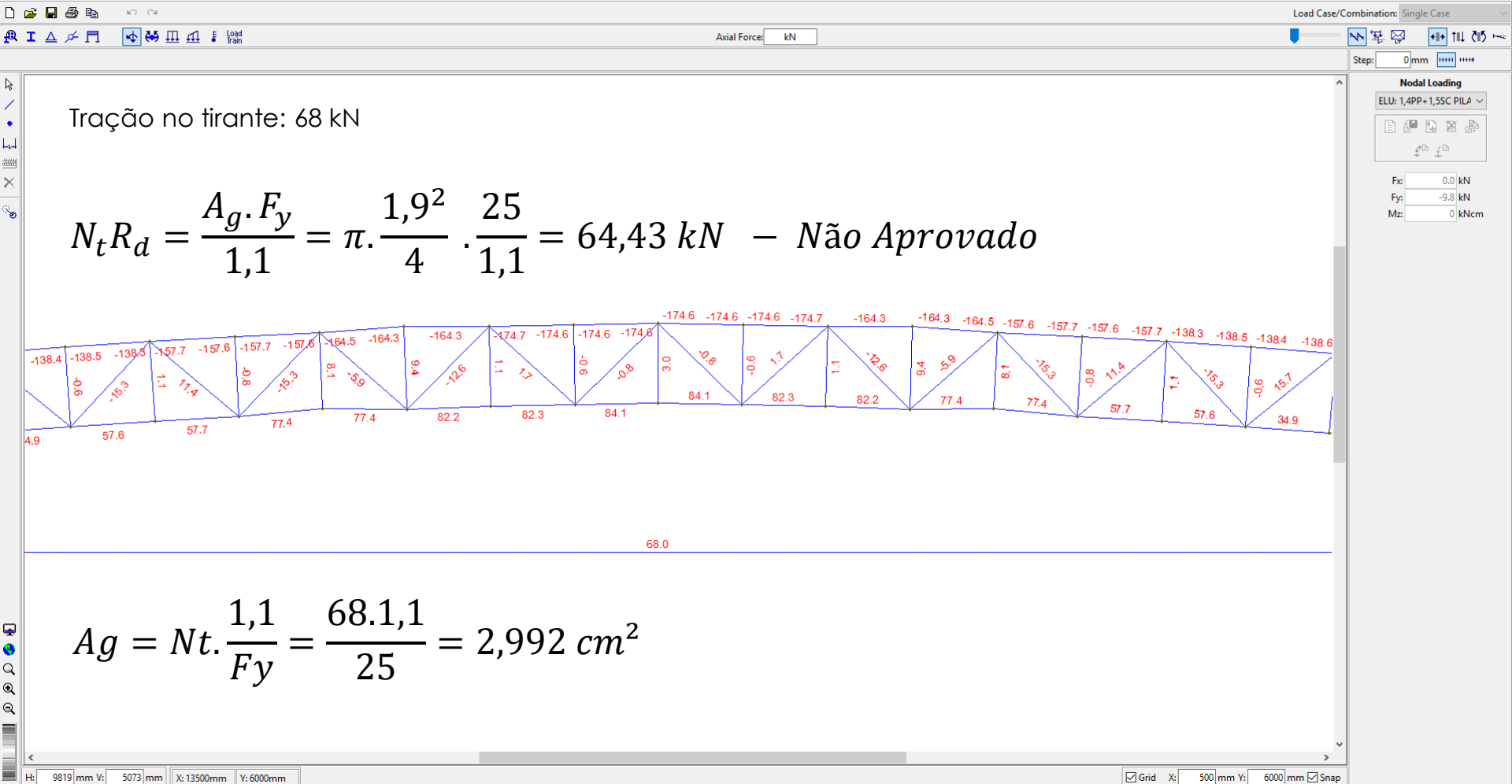
Grid X: 500 mm Y: 6000 mm Snap

Combinação 2 – PP + +1,5SC (E.L.U)



Combinação 2 – PP + +1,5SC (E.L.U)

FTool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl
File Options Display

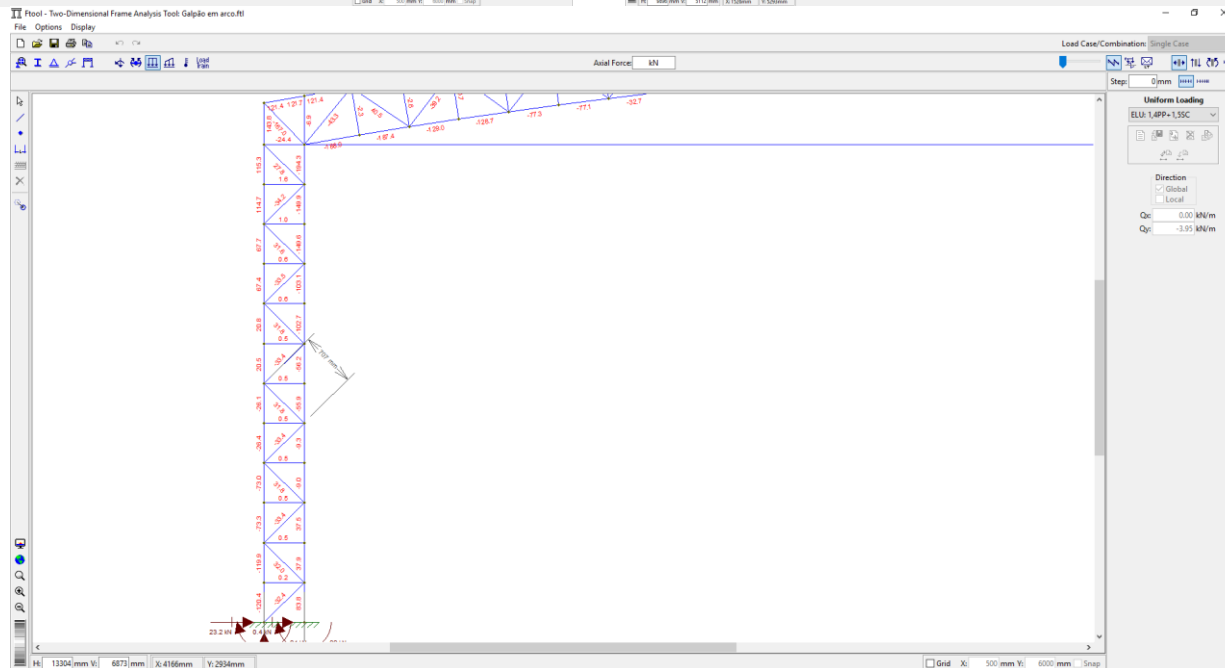
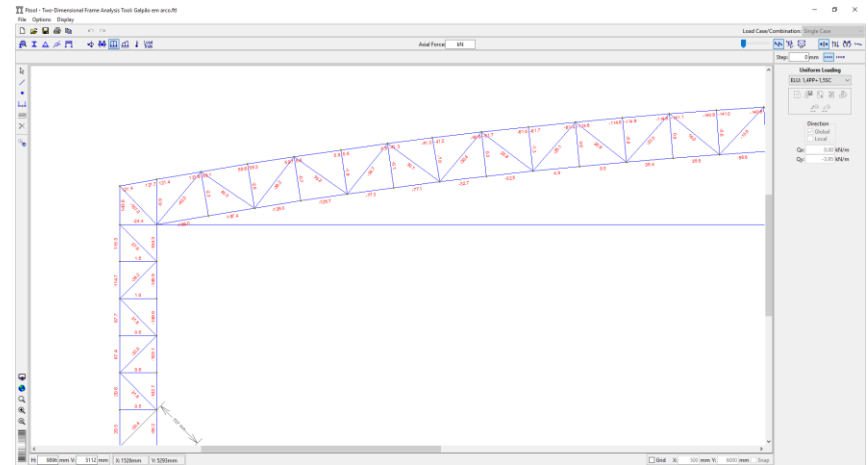
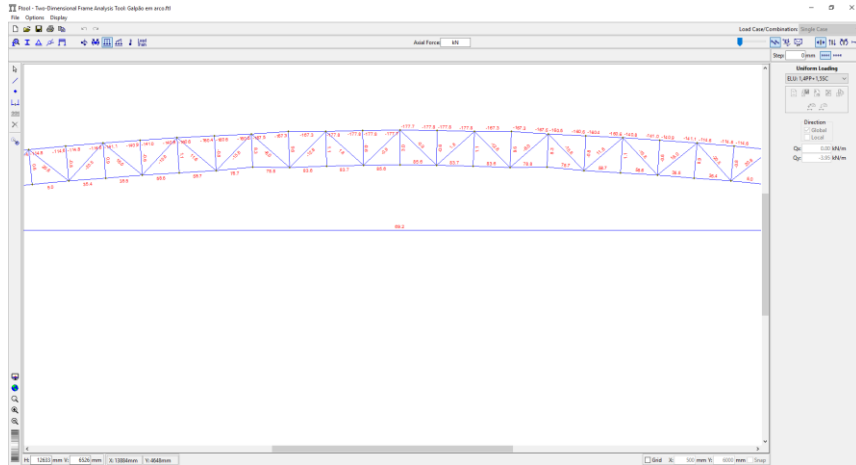


$$2,992 = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$D = \sqrt{\frac{2,992 \cdot 4}{\pi}} = 1,95 \text{ cm} - \text{Adotaremos } D = 1'' (25,4 \text{ mm})$$

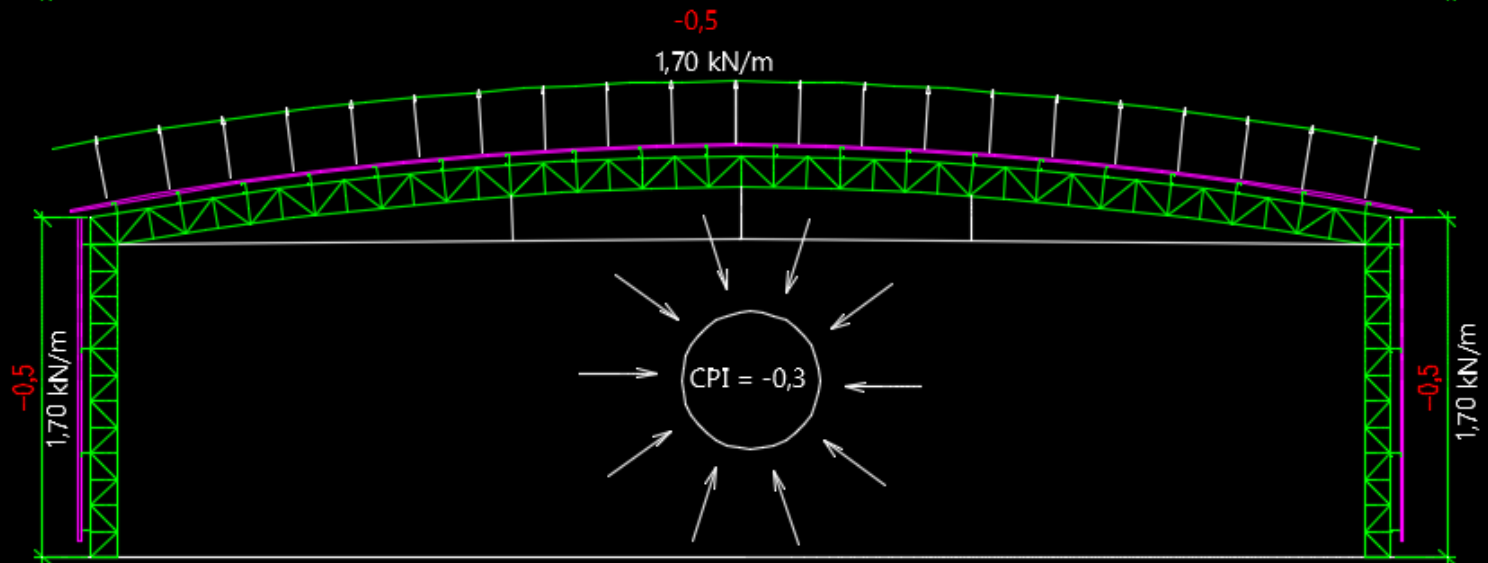
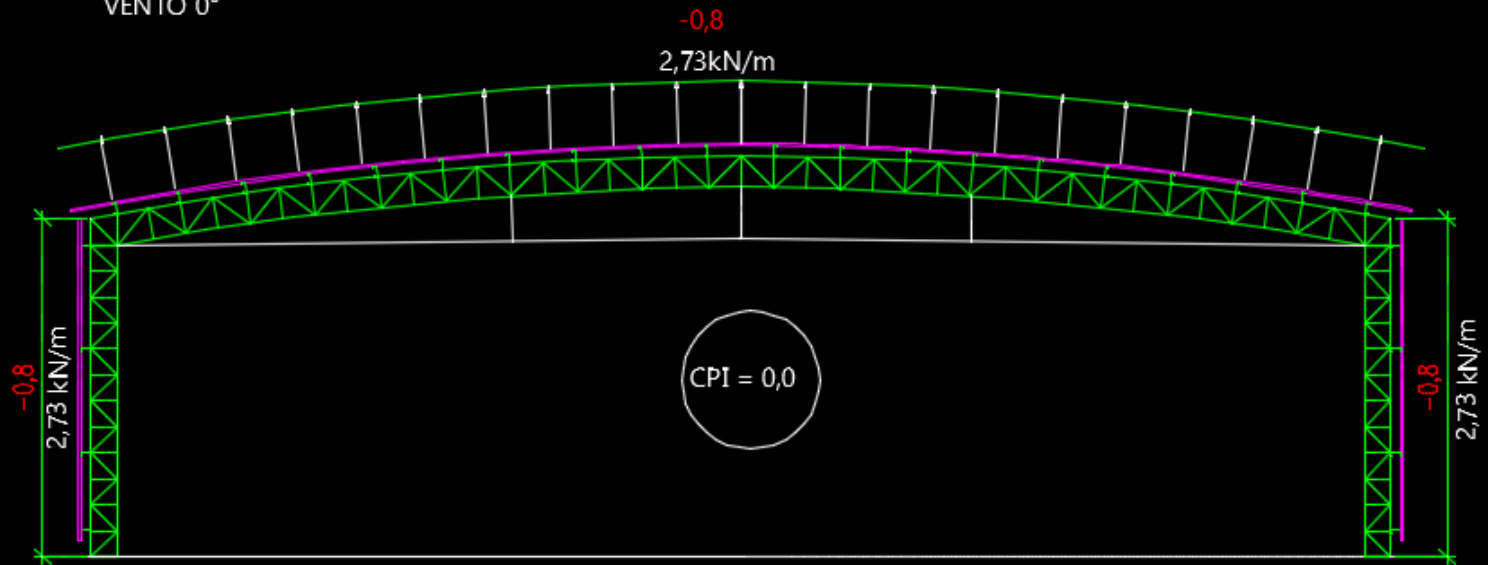
Combinação 2 – PP + +1,5SC (E.L.U) Atualizando o peso da viga para 0,26 kN/m

$$\text{Viga: } 1,4PP + 1,5SC = 1,4 \times (0,11 + 0,05) \cdot 6 + 1,4 \times 0,26 + 1,5 \times 0,25 \times 6 = 3,95 \text{ kN/m}$$



Cálculo das cargas de vento

VENTO 0°

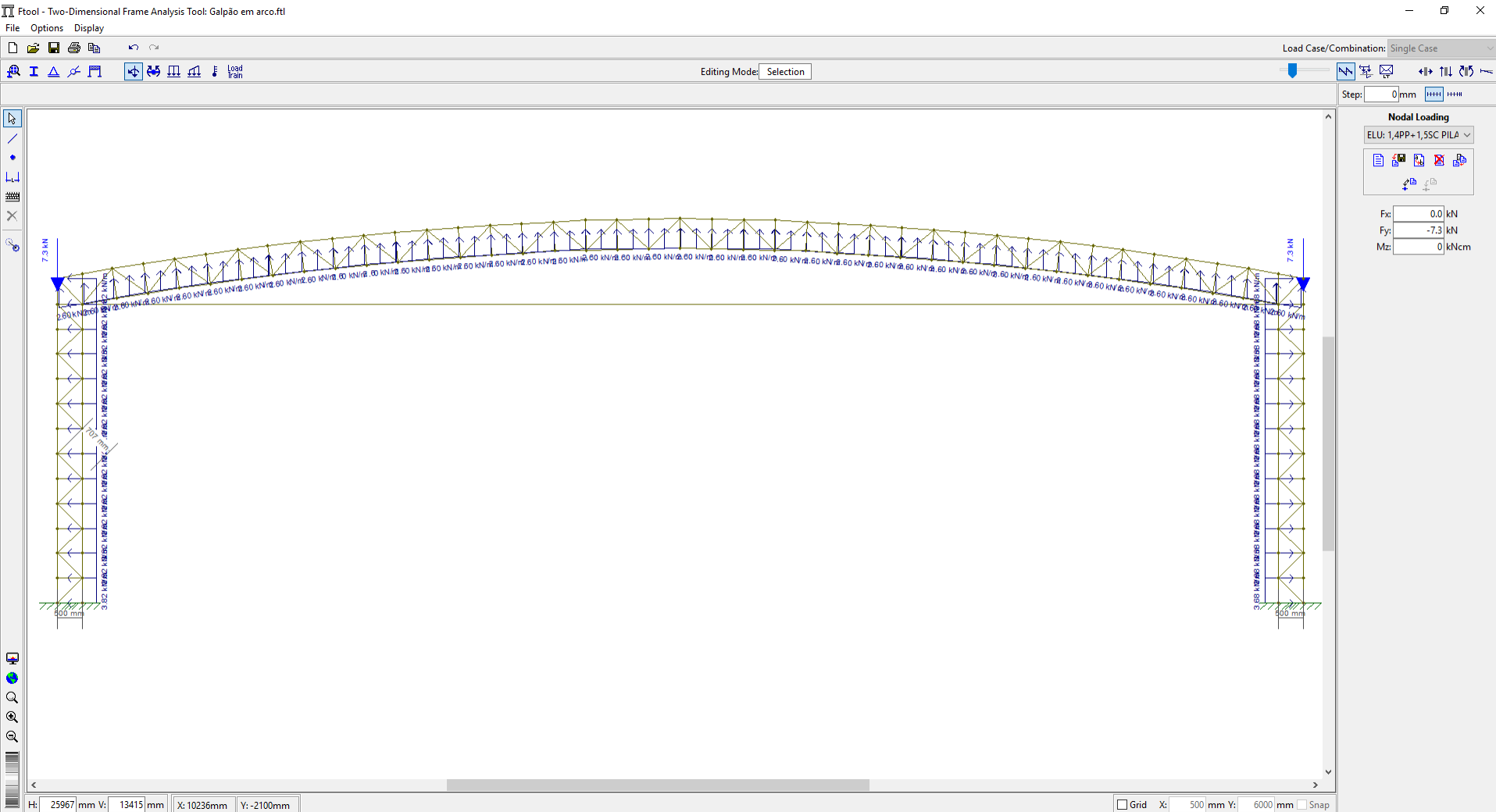


Combinação 2 – PP + 1,4V0 (E.L.U)

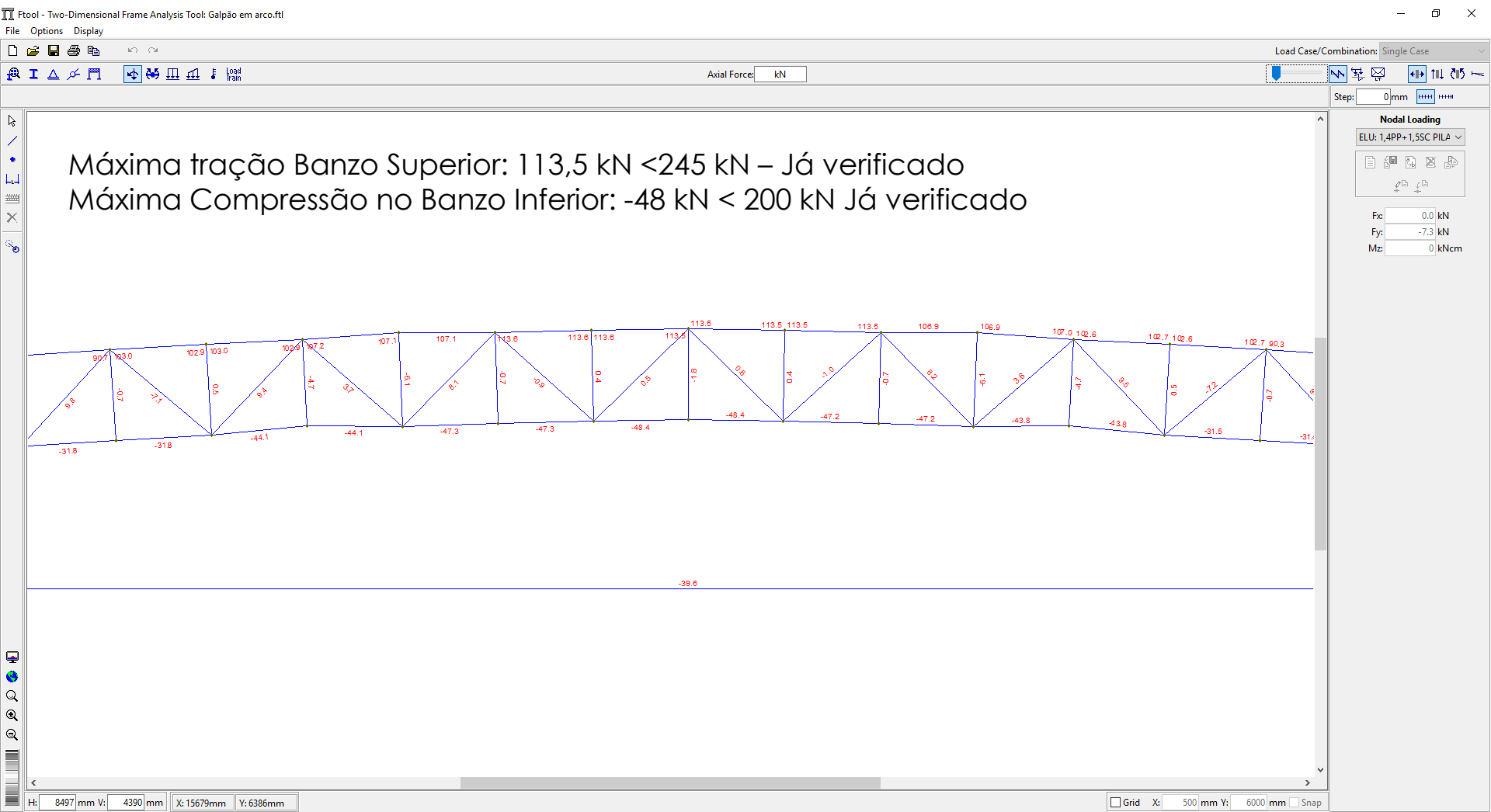
Viga: $PP + 1,4V0 = (0,11 + 0,05).6 + 0,26 - 1,4 \times 2,73 = -2,60 \text{ kN/m}$

Pilares: $PP = (0,11 + 0,05).6 + 0,26 = 1,22 \text{ kN/m} \times 6\text{m} = 7,32 \text{ kN}$

Pilares: $1,4 \cdot 2,73 = 3,822 \text{ kN/m}$



Combinação 2 – PP + 1,4V0 (E.L.U)



Combinação 2 – PP + 1,4V0 (E.L.U)

FTool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl

File Options Display

Load Case/Combination: Single Case

Axial Force: kN

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0/mm

Nodal Loading

ELU: 1,4PP+1,5SC PILA

Fx: 0.0 kN
Fy: -7.3 kN
Mz: 0 kNm

Máxima tração Banzo inferior: 123,7 kN < 245 kN – Já verificado
Máxima Compressão no Banzo Superior: -74,8 kN < 200 kN Já verificado

Máxima Compressão nas diagonais da treliça: 25,5 kN
Máxima tração na diagonal de União Viga/Pilar: 103,9 kN

Laminado

Identificação
Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões
bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x-y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Perfil indicado para elementos sujeitos à tração ou compressão (Ex.: elementos de treliça)

Resultados
Rd(Nd) 104,40 kN ☒ Ok
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

Espaçamento
e 64,28 mm

Solicitações
Nd 39,8 kN

Compr. Flambagem
Lfix 92,7 cm
Lfly 92,7 cm

Calcular Mais Leve Relatório ☒ Ok

Laminado

Identificação
Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões
bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x-y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Perfil indicado para elementos sujeitos à tração ou compressão (Ex.: elementos de treliça)

Resultados
Rd(Nd) -65,33 kN ☒ Ok
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

Espaçamento
e 64,28 mm

Solicitações
Nd -42,7 kN

Compr. Flambagem
Lfix 92,7 cm
Lfly 92,7 cm

Calcular Mais Leve Relatório ☒ Ok

Laminado

Identificação
Perfil L 50,8 x 3,63

Dimensões
bf* 50,8 mm Ag* 4,58 cm²
tf* 4,8 mm Ix*=Iy* 11,7 cm⁴
x-y* 1,45 cm rz* 1,02 cm
P* 3,63 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Perfil indicado para elementos sujeitos à tração ou compressão (Ex.: elementos de treliça)

Resultados
Rd(Nd) 206,10 kN ☒ Ok
Espaçadores em X a cada 12,68 cm

Espaçamento
e 38,88 mm

Solicitações
Nd 103,9 kN

Compr. Flambagem
Lfix 72,1 cm
Lfly 72,1 cm

Calcular Mais Leve Relatório ☒ Ok

Combinação 2 – PP + 1,4V0 (E.L.U)

FTool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Galpão em arco.ftl

File Options Display

Load train

Axial Force: kN

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Nodal Loading

ELU: 1,4PP+1,5SC PILA

+

Fx: 0.0 kN

Fy: -7.3 kN

Mz: 0 kNm

Máxima tração nos banzos dos pilares : 122 kN < 245 kN – Já verificado
Máxima compressão nos banzos dos pilares: -89,1 kN < 200 kN Já verificado

Máxima compressão nas diagonais dos pilares: 28,7 kN
Máxima tração na diagonal de União Viga/Pilar: 30,1 kN

L Laminado

Identificação
Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões
bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x-y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

Espacamento
e 64,28 mm

Compr. Flambagem
Lfix 92,7 cm
Lfy 92,7 cm

Solicitações
Nd 39,8 kN

Resultados
Rd(Nd) 104,40 kN **Ok!**
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

Calcular Mais Leve Relatório **Ok**

L Laminado

Identificação
Perfil L 38,1 x 1,83

Dimensões
bf* 38,1 mm Ag* 2,32 cm²
tf* 3,2 mm Ix*=Iy* 3,33 cm⁴
x-y* 1,07 cm rz* 0,76 cm
P* 1,83 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira

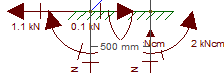
Espacamento
e 64,28 mm

Compr. Flambagem
Lfix 92,7 cm
Lfy 92,7 cm

Solicitações
Nd -42,7 kN

Resultados
Rd(Nd) -65,33 kN **Ok!**
Espaçadores em X a cada 11,60 cm

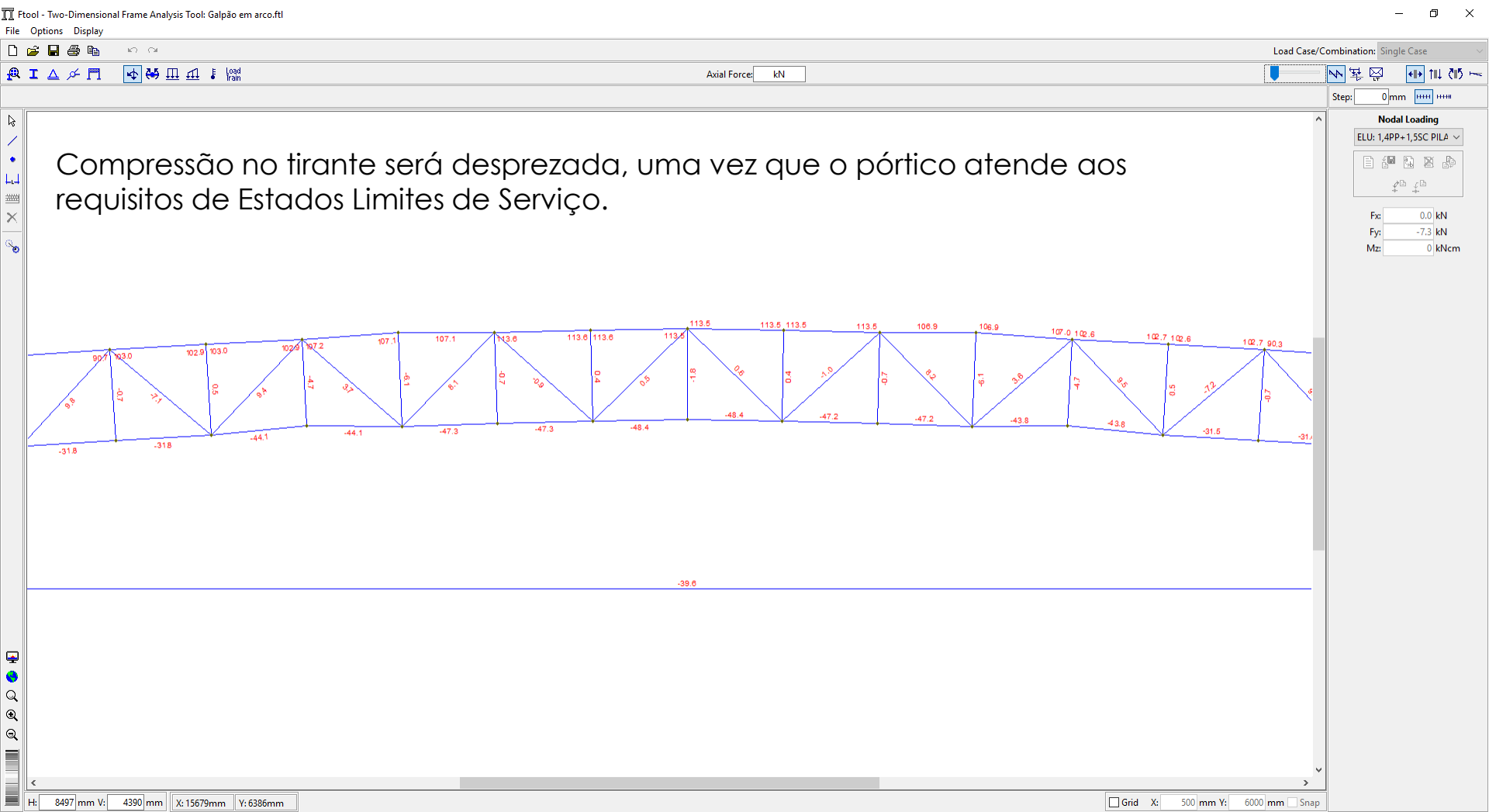
Calcular Mais Leve Relatório **Ok**



H: 13890 mm V: 7175 mm X: 3150 mm Y: 3760 mm

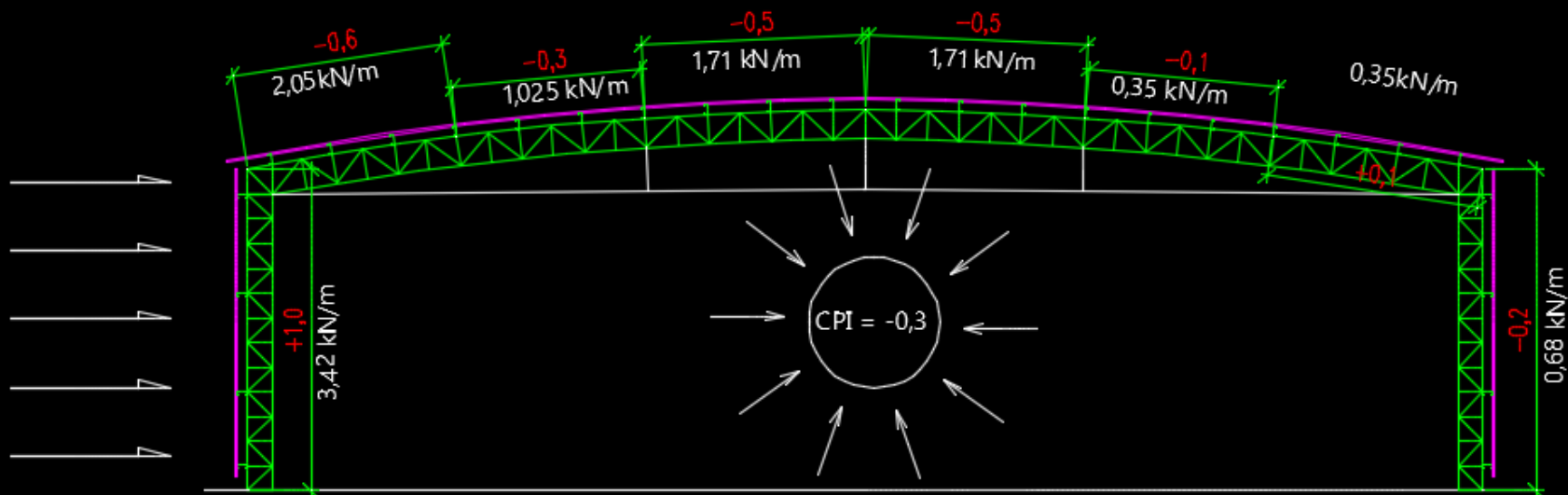
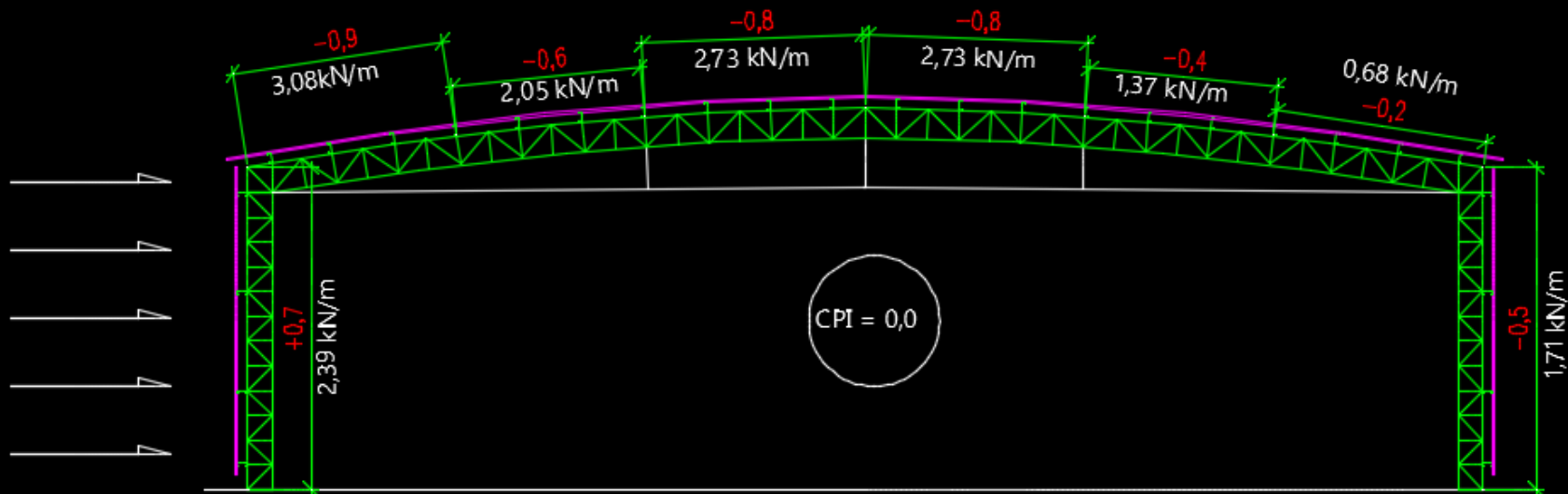
Grid X: 500 mm Y: 6000 mm Snap

Combinação 2 – PP + 1,4V0 (E.L.U)

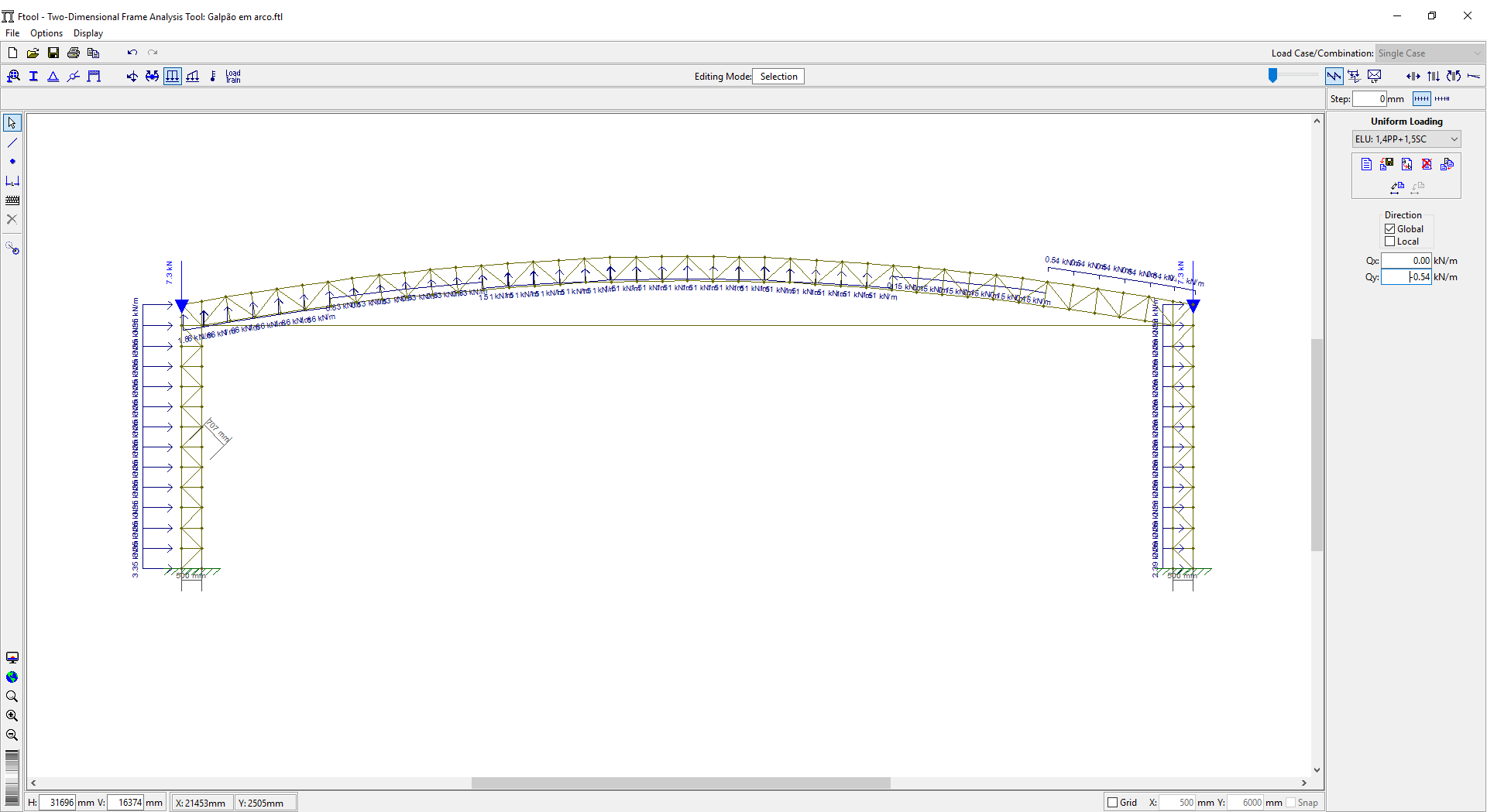


Cálculo das cargas de vento

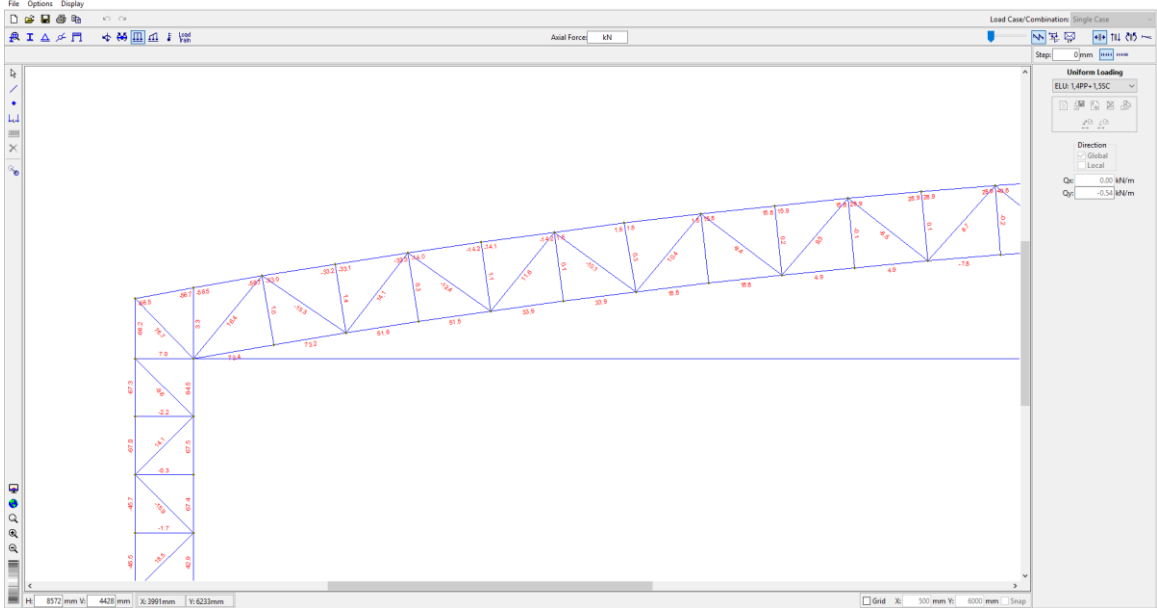
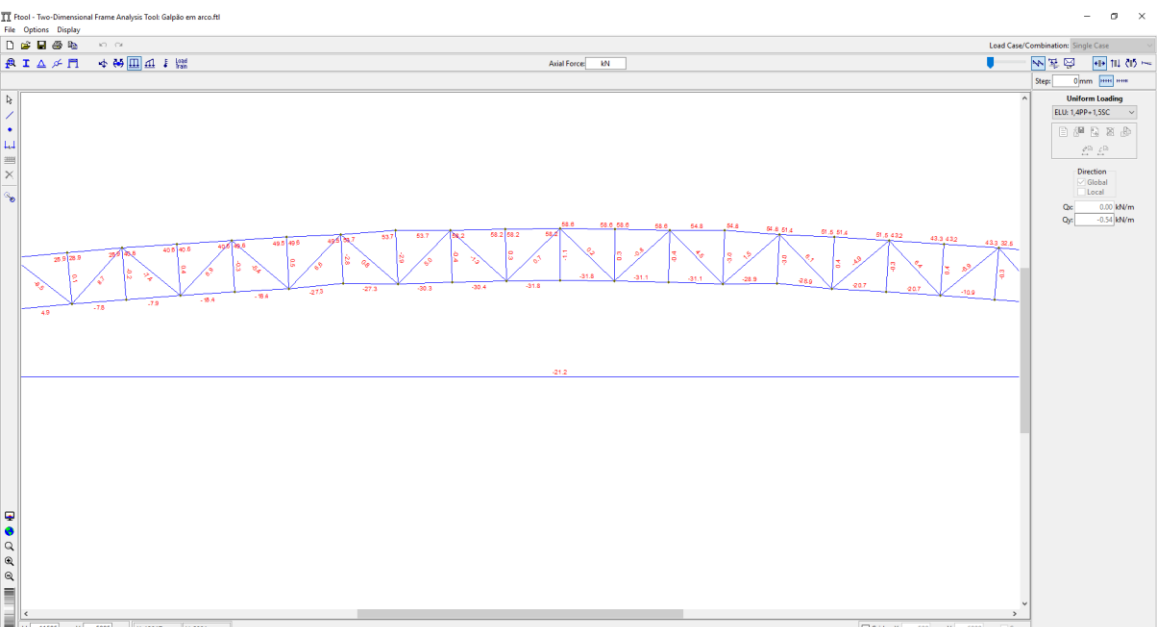
VENTO 90°



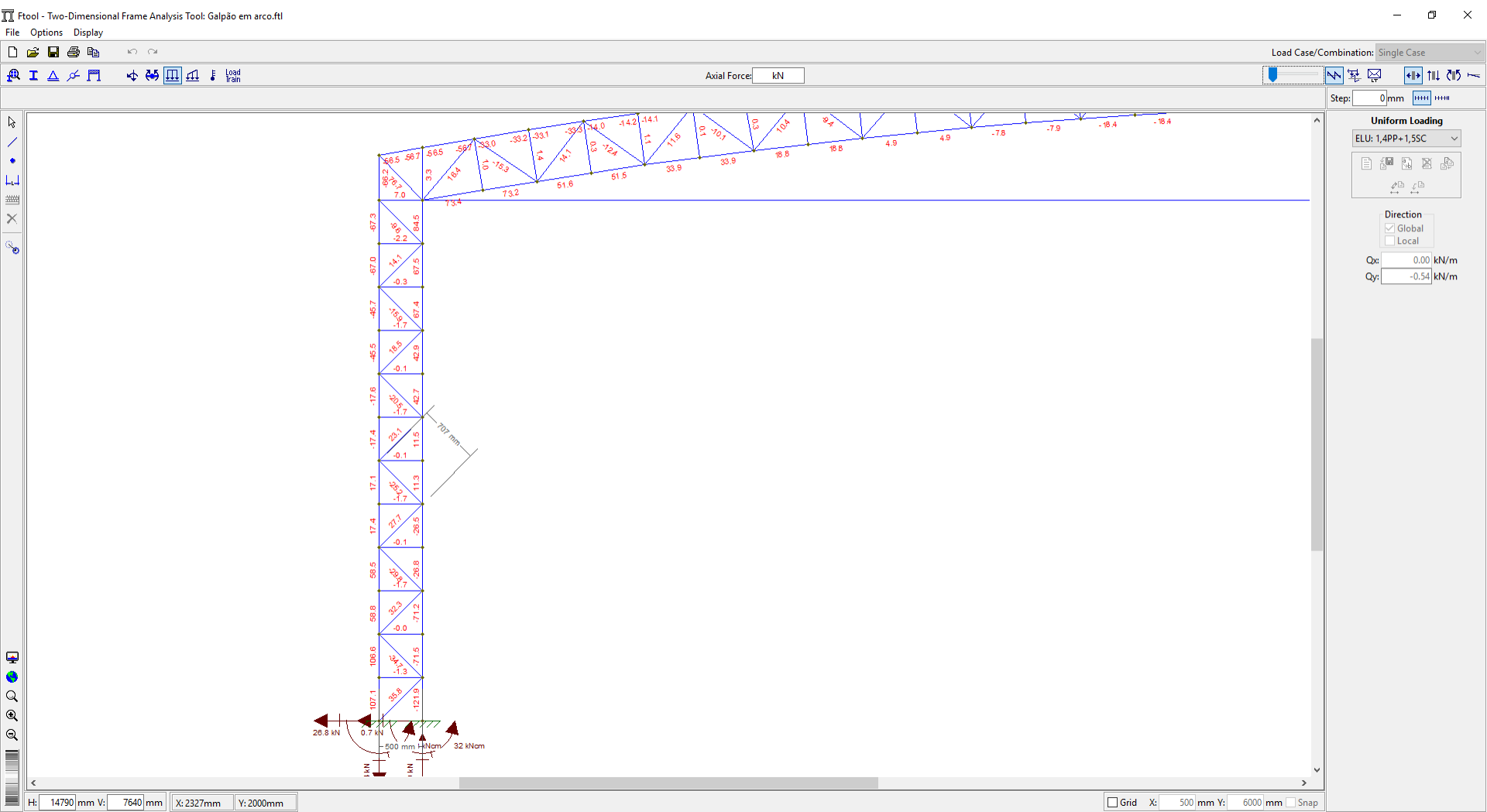
Combinação 3 – PP + 1,4V90 (E.L.U)



Combinação 3 – PP + 1,4V90 (E.L.U)

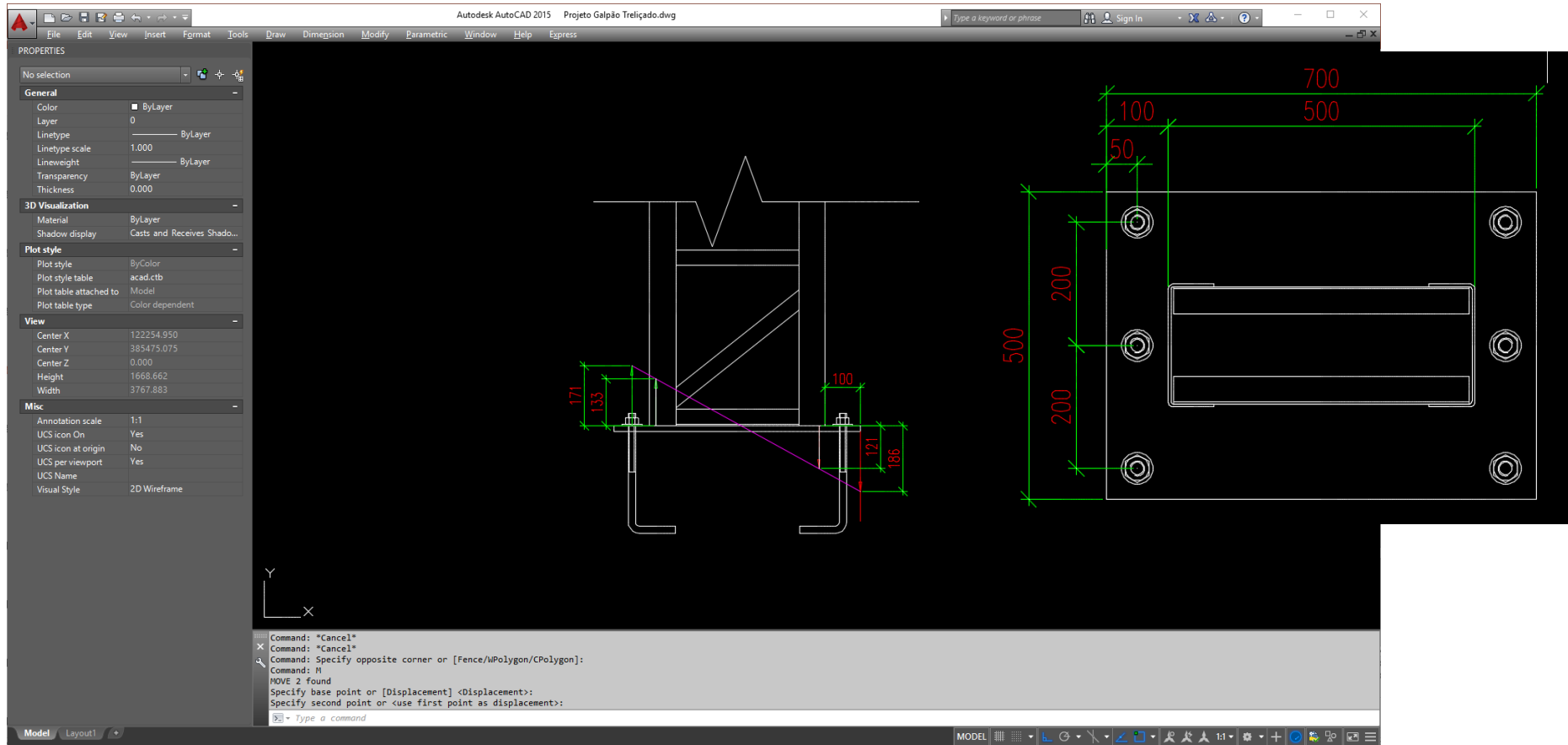


Combinação 3 – PP + 1,4V90 (E.L.U)



Todos os esforços são menores aos já calculados como resistência dos elementos

Cálculo da chapa de base



Tração nos chumbadores: $171/3 = 57 \text{ kN}$

$$Frd = \frac{0,75 \cdot A_b \cdot F_{ub}}{1,35} \rightarrow A_b = \frac{1,35 \cdot 57}{0,75 \cdot 40} = 2,52 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 2,52 \rightarrow D = 1,79 \text{ cm} \rightarrow \text{adotar } 3/4''$$

Cálculo da chapa de base

6.6.5 Apoios de concreto

A tensão resistente de cálculo à pressão de contato, na área A_1 da região carregada sob placas de apoio, é dada por (Figura 22):

- a) quando a superfície de concreto se estende além da placa de apoio e seu contorno é homotético com relação à região carregada:

$$\sigma_{c,Rd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c \gamma_n} \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq f_{ck}$$

onde:

A_1 é a área carregada sob a placa de apoio;

A_2 é a área da superfície de concreto.

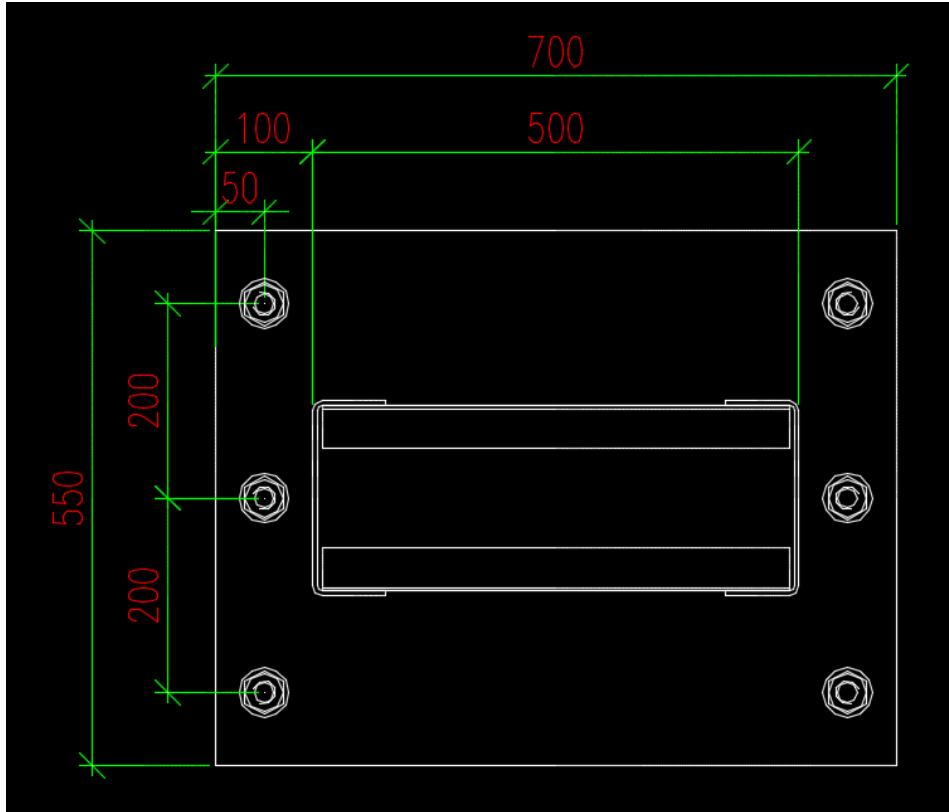
γ_n é um coeficiente de comportamento, igual a 1,40.

$$\sigma_c = \frac{3,5}{(1,4 \cdot 1,4)} \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 100}{70 \cdot 50}} = 3,01 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{186}{50} = 3,72 \text{ kN/cm}^2$$

$$Largura = \frac{186}{3,5} = \text{cm} \approx 55 \text{ cm} \quad \sigma_c = \frac{186}{55} = 3,38 \text{ kN/cm}^2$$

Cálculo da chapa de base



$$M_{sd} = \frac{3,38 \cdot 10^2}{2} = 169 \text{ kN.cm}$$

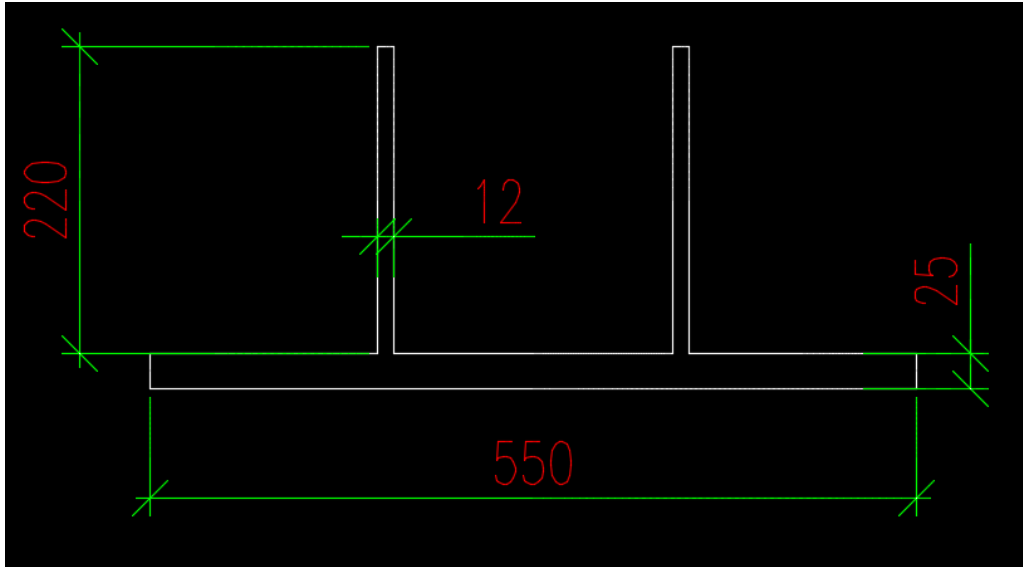
$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{rd} \cdot 1,1}{F_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 169 \cdot 1,1}{25}} = 6,67 \text{ cm}$$

CHAPA DE BASE MUITO ESPESSA, VAMOS USAR NERVURAS PARA REDUZIR ESSA ESPESSURA

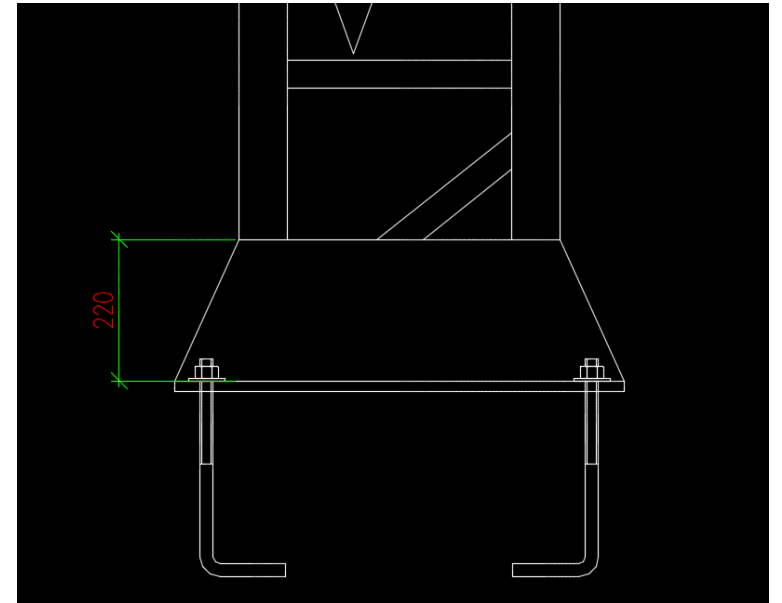
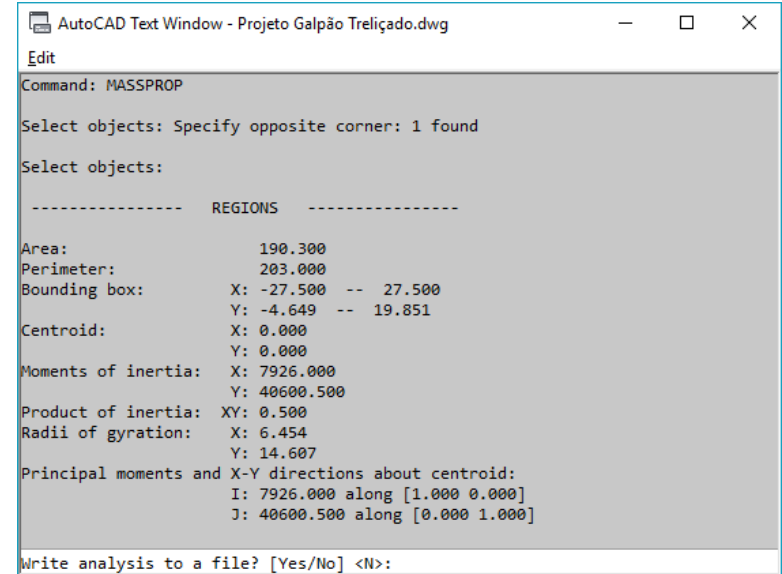
$$M_{sd} = \frac{169 \cdot 10^2}{2} = 8450 \text{ kN.cm}$$

$$M_{rd} = W_x \cdot \frac{F_y}{1,1} \rightarrow W_x = 1,1 \cdot \frac{M_{rd}}{f_y} = \frac{1,1 \cdot 8450}{25} \rightarrow W_x = 371,8 \text{ cm}^3$$

Cálculo da chapa de base



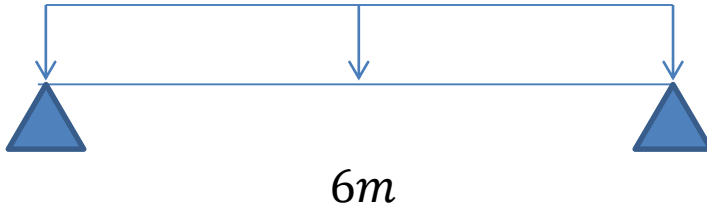
$$W_x = \frac{I_x}{d} = \frac{7926}{19,85} = 399 \text{ cm}^3 > 371 \text{ OK}$$



Terças do fechamento CPI -0,3

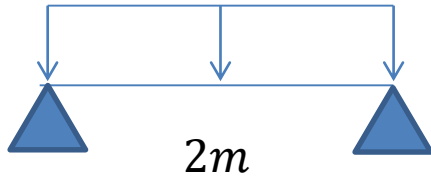
No eixo y da peça

$$q = 0,57 \cdot 2 = 1,14 \text{ kN/m}$$



No eixo X da peça

$$q = (0,11 + 0,02) \cdot 2m + 0,07 = 0,33 \text{ kN/m}$$



$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$V_k = 40 \cdot 1 \cdot 0,76 \cdot 1 = 30,4 \text{ m/s}$$

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

$$q = 0,613 \cdot 30,4^2$$

$$q = 566 \text{ N/m}^2$$

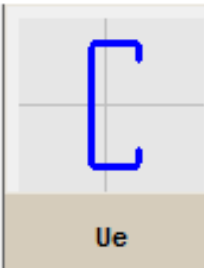
$$q = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$\alpha = 0$
 $b_w = 15$
 $b_f = 6$
 $D = 2$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$



Comprimentos (cm)

Lx: 600
Ly: 300
Lt: 0

Esforços Solicitantes

Nd: 0 kN
Mxd: 718,2 kN.cm
Myd: 16,5 kN.cm
Vd: kN

Coeficiente de Momento

Cb: 1
Em X
Cb: 1
Em Y

Resultados

Resultado:
Flexão Composta

NBR 14762:2001
0,9 (se ≤ 1 , ok!)

☒ Relatório: ☒ Limpar anterior

Item a ser calculado:

Var

Inequações de verificação p/
Flexão Composta

- [-] Nrd
 - Nt
 - Nc_MLE
 - Ndist
 - Larguras efetivas
- [-] Mrd
 - [+] Mxrd
 - [+] Myrd
 - Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

CALCULAR

Abrir Relatório

Salvar Relatório

Gerar Tabela

Esforços Solicitantes:

NSd= 0 kN

MxSd= 718,2 kN.cm

MySd= 16,5 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 67,32 kN

-> MxRd= 865,63 kN.cm

-> MyRd= 224,6 kN.cm

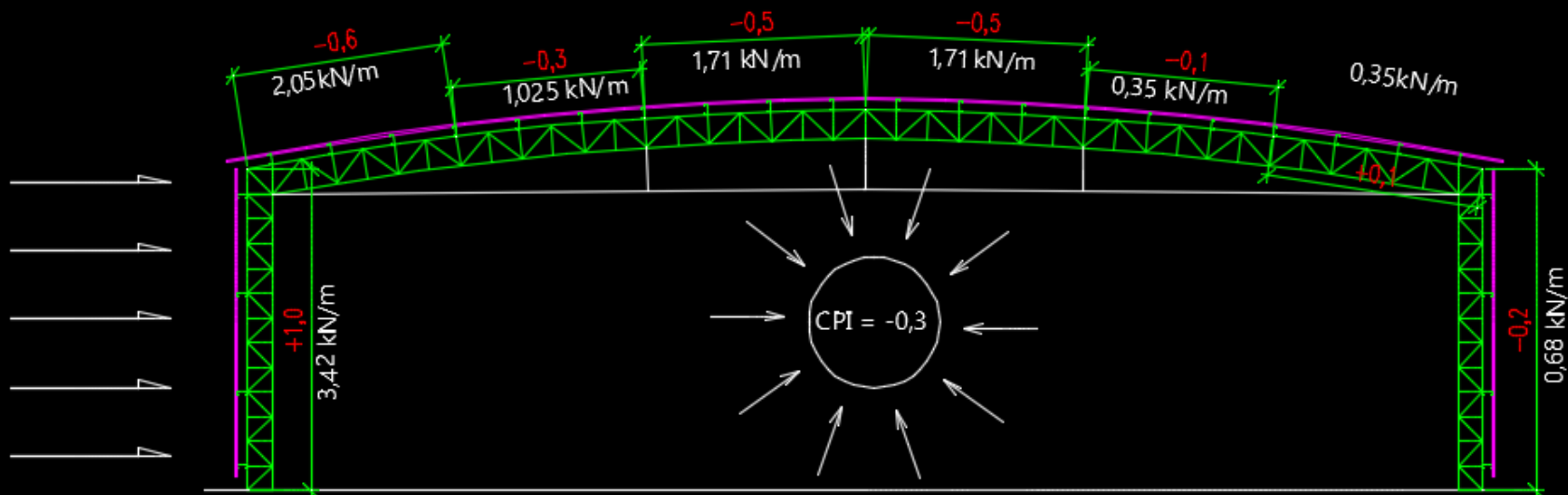
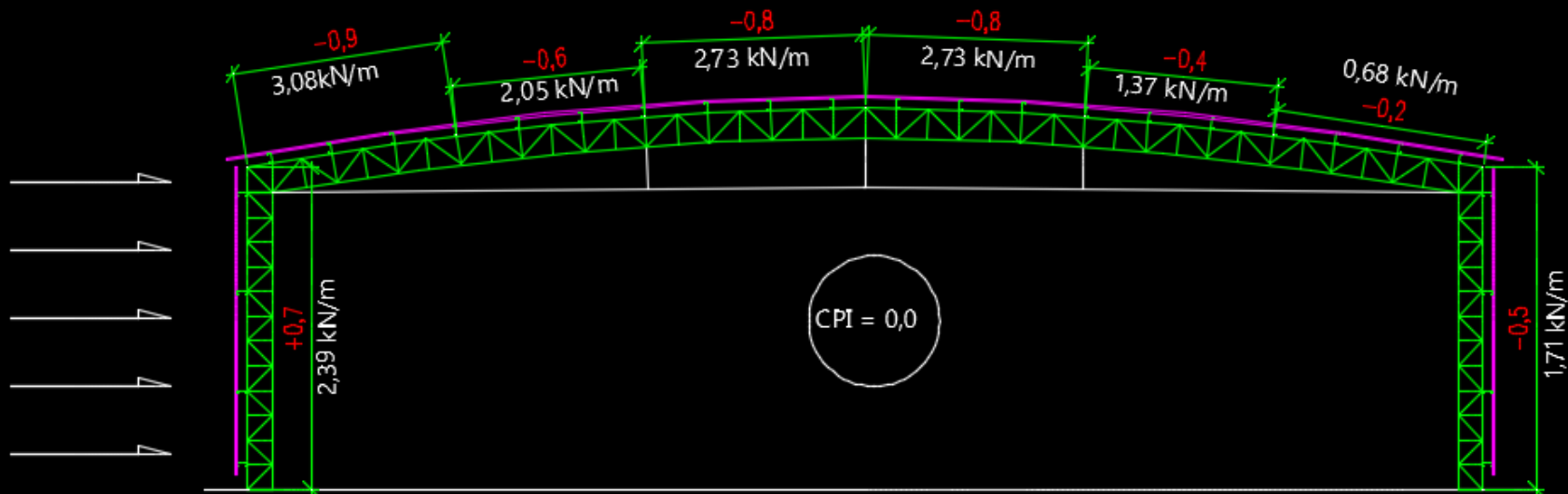
Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

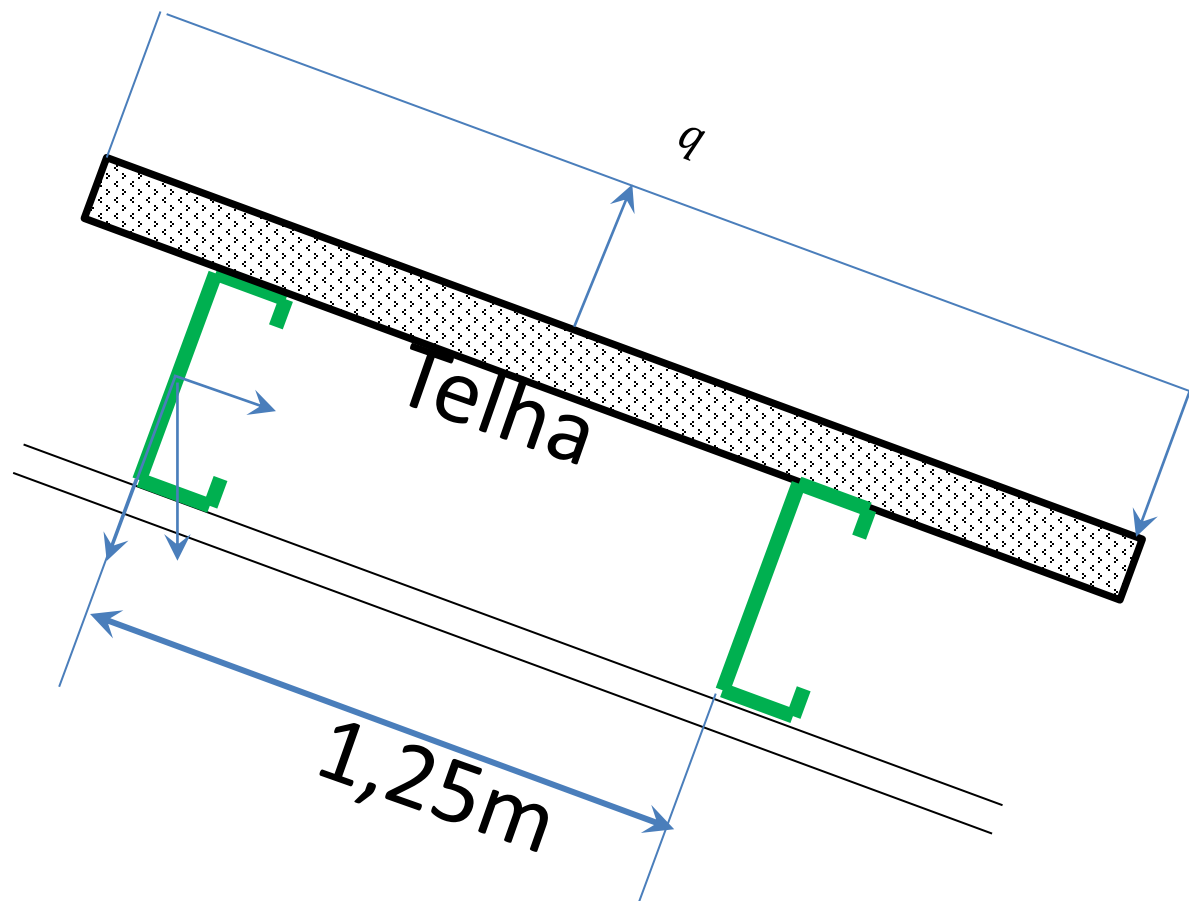
=> $0 + 0,83 + 0,07 = 0,9 \leq 1$ - Ok!☐ Mostrar perfil

Cálculo das terças da cobertura

VENTO 90°



Cálculo das terças da cobertura



Ângulo = 10°

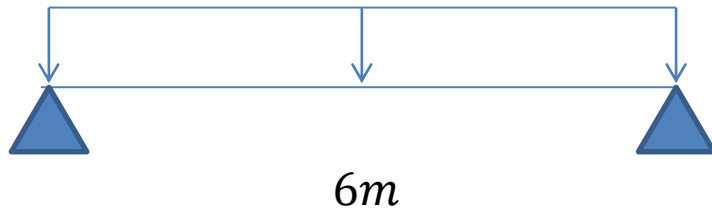
Dimensionamento das terças da cobertura

$$q = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

No eixo y da peça ELS

$$1 - (PP + SC) \ q = (0,11 + 0,25 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \cos(10^\circ) + 0,06 \cdot \cos(10^\circ) = 0,53 \text{ kN/m}$$

$$2 - (V90) \ q = (0,11 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \cos(10^\circ) + 0,06 \cdot \cos(10^\circ) - 0,90 \cdot 0,57 \cdot 1,25m = -0,422 \text{ kN/m}$$



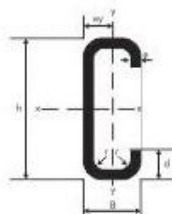
$$1 - (PP + SC) \rightarrow f_{max} = \frac{L}{180} = \frac{6000}{180} = 33mm \quad I_x = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{max}} = \frac{5 \cdot 0,0053 \cdot 6000^4}{384 \cdot 20500 \cdot 3,3} = 132,20cm^4$$

$$2 - (V90) \rightarrow f_{max} = \frac{L}{120} = \frac{6000}{120} = 50mm \quad I_x = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{max}} = \frac{5 \cdot 0,0064 \cdot 6000^4}{384 \cdot 20500 \cdot 5} = 105,36cm^4$$

UDC enrijecidos

Dobrado de chapa

Dimensões				S	P	J _x	W _x	i _x	e _y	J _y	W _y	i _y
h	B	d	e = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
mm	mm	mm	mm									
50	25	10	2,00	2.14	1.68	7.93	3.17	1.93	0.93	1.78	1.13	0.91
			2,25	2.37	1.86	8.65	3.46	1.91	0.93	1.91	1.22	0.90
			2,65	2.72	2.13	9.68	3.87	1.89	0.92	2.09	1.33	0.88
			3,00	3.01	2.36	10.46	4.18	1.86	0.92	2.21	1.40	0.86
75	40	15	2,00	3.44	2.70	30.33	8.09	2.97	1.50	7.88	3.15	1.51
			2,25	3.83	3.01	33.47	8.93	2.96	1.50	8.62	3.45	1.50
			2,65	4.44	3.49	38.22	10.19	2.93	1.50	9.72	3.89	1.48
			3,00	4.96	3.89	42.08	11.22	2.91	1.50	10.58	4.23	1.46
100	40	17	2,00	4.02	3.15	60.66	12.13	3.89	1.38	9.25	3.53	1.52
			2,25	4.48	3.52	67.14	13.43	3.87	1.37	10.15	3.87	1.50
			2,65	5.21	4.09	77.03	15.41	3.85	1.37	11.47	4.37	1.48
			3,00	5.83	4.58	85.19	17.04	3.82	1.37	12.51	4.76	1.47
100	50	17	2,00	4.42	3.47	70.26	14.05	3.99	1.78	15.76	4.90	1.89
			2,25	4.93	3.87	77.89	15.58	3.97	1.78	17.36	5.39	1.88
			2,65	5.74	4.51	89.59	17.92	3.95	1.78	19.74	6.13	1.85
			3,00	6.43	5.05	99.30	19.86	3.93	1.78	21.66	6.72	1.84
127	50	17	2,00	4.68	3.67	115.45	18.18	4.97	1.58	16.17	4.74	1.86
			2,25	5.54	4.35	135.33	21.31	4.94	1.59	18.71	5.48	1.84
			2,65	6.39	5.01	154.31	24.30	4.92	1.58	21.07	6.17	1.82
			3,00	7.21	5.66	172.40	27.15	4.89	1.58	23.24	6.79	1.80
150	60	20	2,00	5.61	4.40	195.38	26.05	5.90	1.92	28.36	6.95	2.25
			2,25	6.66	5.23	229.93	30.66	5.88	1.91	33.03	8.08	2.23
			2,65	7.69	6.04	263.19	35.09	5.85	1.91	37.42	9.15	2.21
			3,00	8.70	6.83	295.19	39.36	5.82	1.91	41.53	10.14	2.18
200	60	20	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			2,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			2,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			3,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—



S = área de seção
 P = peso estimado por metro
 J_x = momento da inércia do eixo x
 W_x = módulo de resistência do eixo x
 i_x = raio de giro do eixo x
 e_y = distância da linha neutra
 J_y = momento da inércia do eixo y
 W_y = módulo de resistência do eixo y
 i_y = raio de giro do eixo y

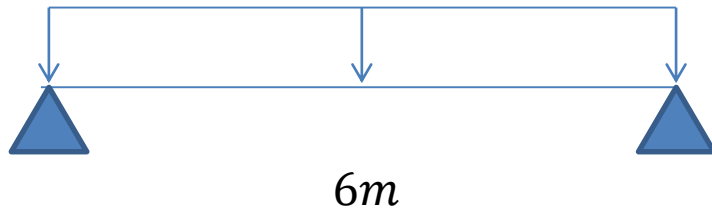
Dimensionamento das terças da cobertura

$$q = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

No eixo y da peça ELS

$$1 - (1,4PP + 1,5SC) q = 1,4 \cdot ((0,11 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \cos(10^\circ) + 0,06 \cdot \cos(10^\circ)) + 1,5 \cdot 0,25 \cdot 1,25m \cdot \cos(10^\circ) = 0,745 \text{ kN/m}$$

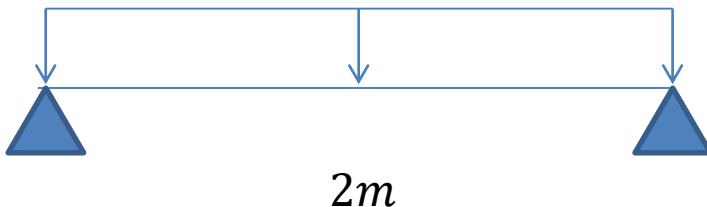
$$2 - (PP + 1,4V90) q = (0,11 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \cos(10^\circ) + 0,06 \cdot \cos(10^\circ) - 1,4 \cdot 0,90 \cdot 0,57 \cdot 1,25m = -0,68 \text{ kN/m}$$



$$M_{x, Sd} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,00745 \cdot 600^2}{8} = 335,25 \text{ kN.cm}$$

$$1 - (1,4PP + 1,5SC) q = 1,4 \cdot ((0,11 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \sin(10^\circ) + 0,06 \cdot \sin(10^\circ)) + 1,5 \cdot 0,25 \cdot 1,25m \cdot \sin(10^\circ) = 0,1313 \text{ kN/m}$$

$$2 - (PP + 1,4V90) q = (0,11 + 0,02) \cdot 1,25m \cdot \sin(10^\circ) + 0,06 \cdot \sin(10^\circ) - 1,4 \cdot 0,90 \cdot 0,57 \cdot 1,25 = -0,86 \text{ kN/m}$$



$$M_{y, Sd} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,0086 \cdot 200^2}{8} = 43 \text{ kN.cm}$$

Dimensionamento das terças da cobertura

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$\alpha = 0$
 $b_w = 12.5$
 $b_f = 5$
 $D = 1.7$
 $t = 0.225$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 600
Ly: 200
Lt: 200

Esforços Solicitantes

Nd: kN
Mxd: 336 kN.cm
Myd: 43 kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Ue

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 1,25 (se ≤ 1 , ok!)

☒ Relatório: ☒ Limpar anterior

CALCULAR

Item a ser calculado: Var

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
- Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

myrd = 112,4 kN.cm
Esforços Solicitantes:
NSd= 0 kN
MxSd= 336 kN.cm
MySd= 43 kN.cm
Esforços Resistentes:
-> NcRd= 36,6 kN
-> MxRd= 387,84 kN.cm
-> MyRd= 112,4 kN.cm
Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]
Verificação de Flexo-Compressão
=> $0 + 0,87 + 0,38 = 1,25 > 1$ - Não Ok!

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$\alpha = 0$
 $b_w = 12.5$
 $b_f = 5$
 $D = 1.7$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 600
Ly: 200
Lt: 200

Esforços Solicitantes

Nd: kN
Mxd: 336 kN.cm
Myd: 43 kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Ue

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,97 (se ≤ 1 , ok!)

☒ Relatório: ☒ Limpar anterior

CALCULAR

Item a ser calculado: Var

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
- Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

myrd = 143,45 kN.cm
Esforços Solicitantes:
NSd= 0 kN
MxSd= 336 kN.cm
MySd= 43 kN.cm
Esforços Resistentes:
-> NcRd= 49,64 kN
-> MxRd= 503,17 kN.cm
-> MyRd= 143,45 kN.cm
Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]
Verificação de Flexo-Compressão
=> $0 + 0,67 + 0,3 = 0,97 \leq 1$ - Ok!

Lista de Materiais

Aplicação	Perfil	Material	Quant	U.M	Peso Unit.	Peso Total	Peso/m²	%
Terças da Cobertura	Ue127X50X17X3,00	CF-24	180	Barras 6m	36,87	6636,6	4,92	22,98%
Terças do fechamento Lateral	Ue150X60X20X3,00	CF-24	143	Barras 6m	40,98	5860,14	4,34	20,29%
Banzos Pilares e Viga	U150X50X4,76	CF-24	125	Barras 6m	56	7000	5,19	24,24%
Diagonais e montantes Pilares e vigas	L38,1X3,2	A36	297	Barras 6m	10,98	3261,06	2,42	11,29%
Diagonal reforçada	L50,8X4,76	A36	5	Barras 6m	22,77	113,85	0,08	0,39%
Correntes da Cobertura	L38,1X3,2	A36	62	Barras 6m	10,98	680,76	0,50	2,36%
Banzo Escora do beiral	U100X50X2,00	CF-24	36	Barras 6m	18,84	678,24	0,50	2,35%
Diagonais Escora do Beiral	L30X30X2,00	CF-24	51	Barras 6m	5,65	288,15	0,21	1,00%
Banzo Pilares Forntais	U150X50X3,00	CF-24	16	Barras 6m	35,32	565,12	0,42	1,96%
Diagonais Pilares Forntais	L38,1X3,2	CF-24	39	Barras 6m	10,98	428,22	0,32	1,48%
Contrav. Vertical	L76,2X4,76	A36	17	Barras 6m	33	561	0,42	1,94%
Contrav. Vertical	L50,8X3,2	A36	9	Barras 6m	22	198	0,15	0,69%
Contrav. Horiz	Redondo 12mm	A36	60	Barras 6m	6	360	0,27	1,25%
Chapa de Base do Pórtico	Chapa 700X550X25	A36	18	Unid	75,5	1359	1,01	4,71%
Nervura pórtico	Chapa 700X220X12	A36	36	Unid	16,4	590,4	0,44	2,04%
Chapa de Base Pilar frontal	Chapa 700X300X16	A36	8	Unid	26,37	210,96	0,16	0,73%
Nervuras Frontal	Chapa 700X100X10	A36	16	Peças	5,49	87,84	0,07	0,30%
TOTAL						28879,34	21,39	100,00%