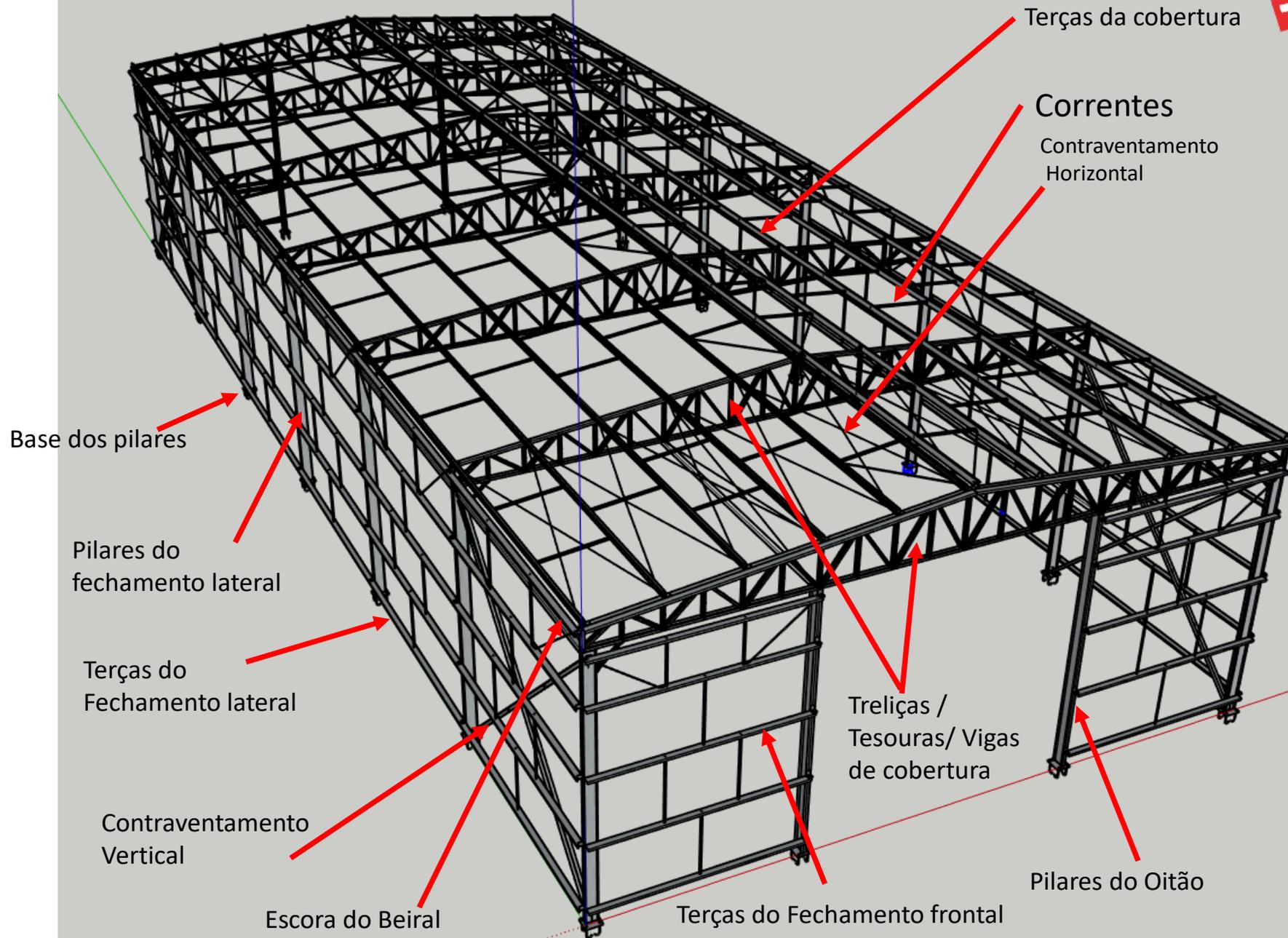


Concepção Estrutural

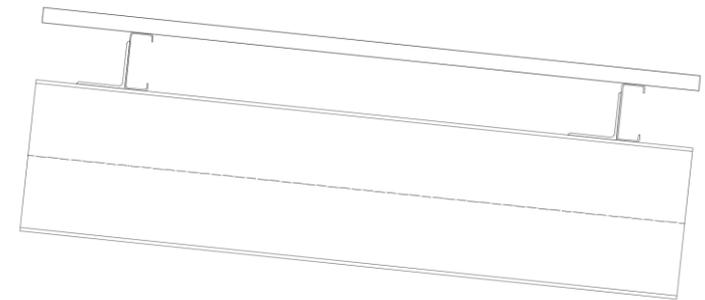
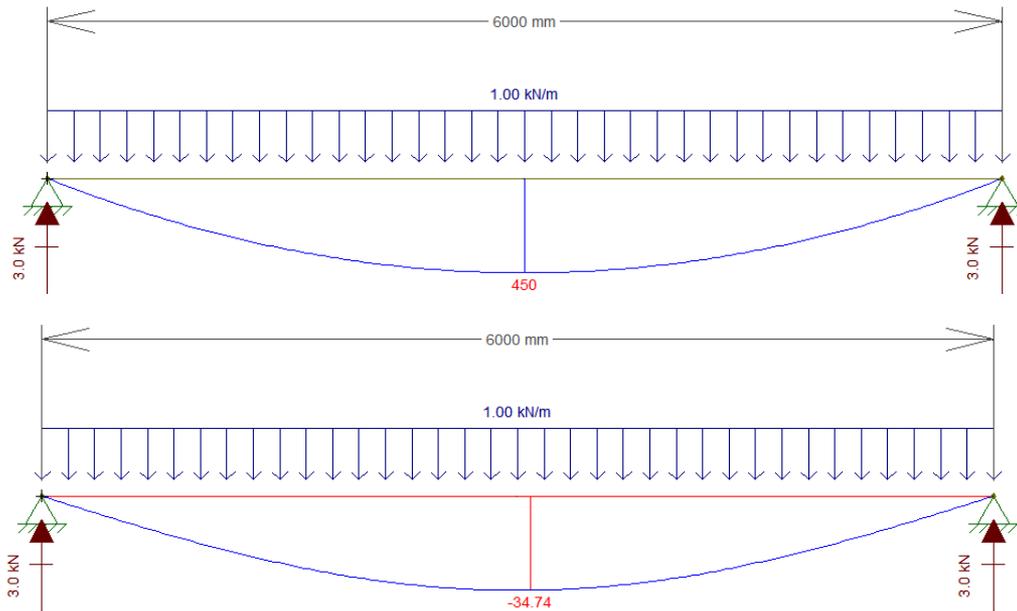
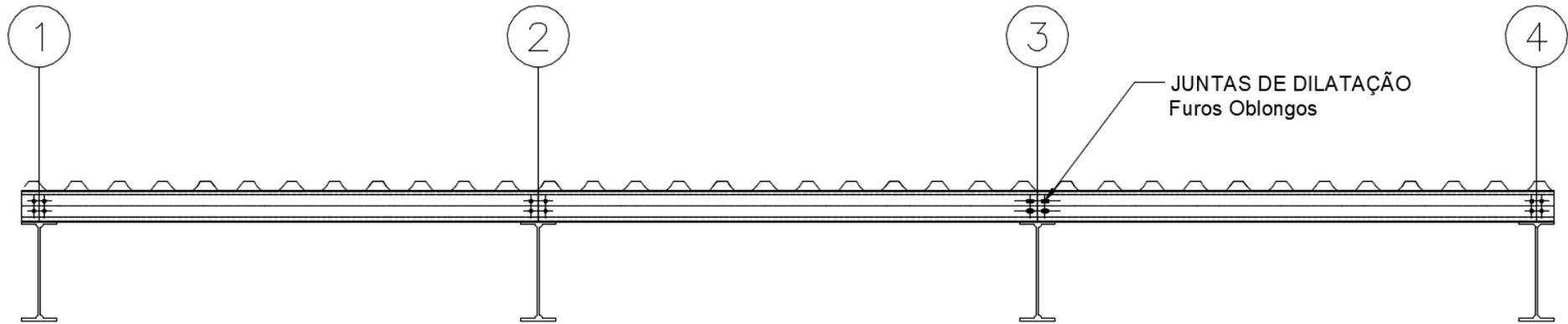
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

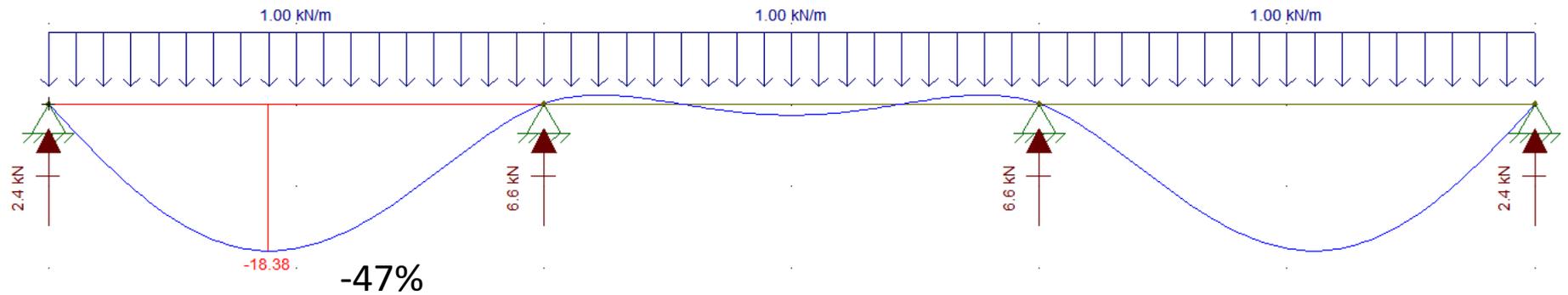
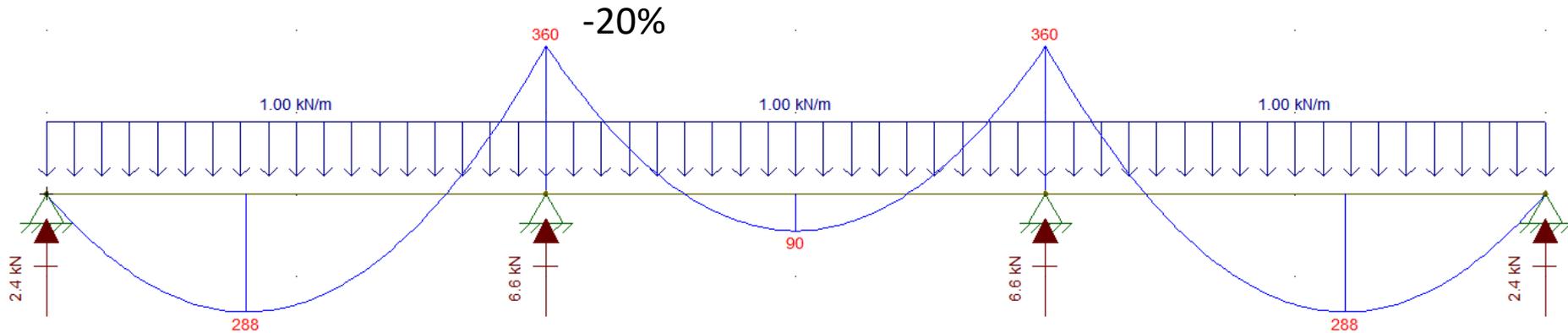
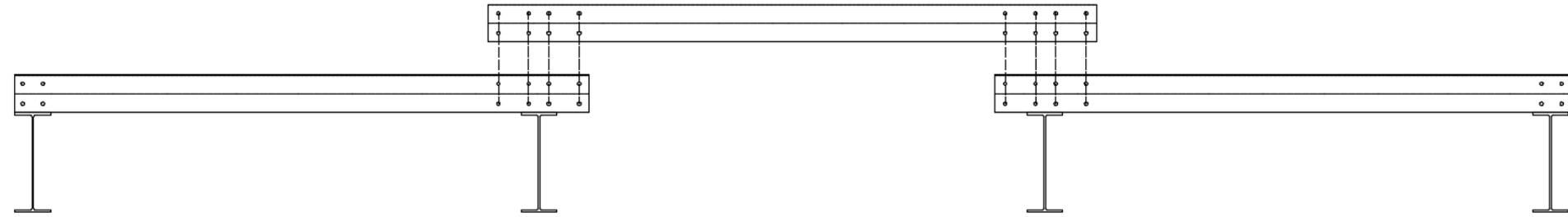
Terças

Simplesmente apoiada



Terças

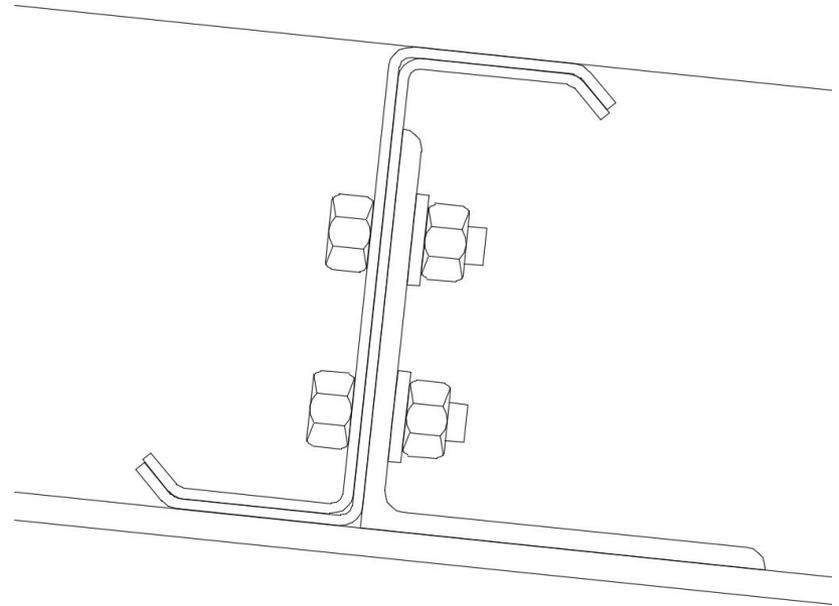
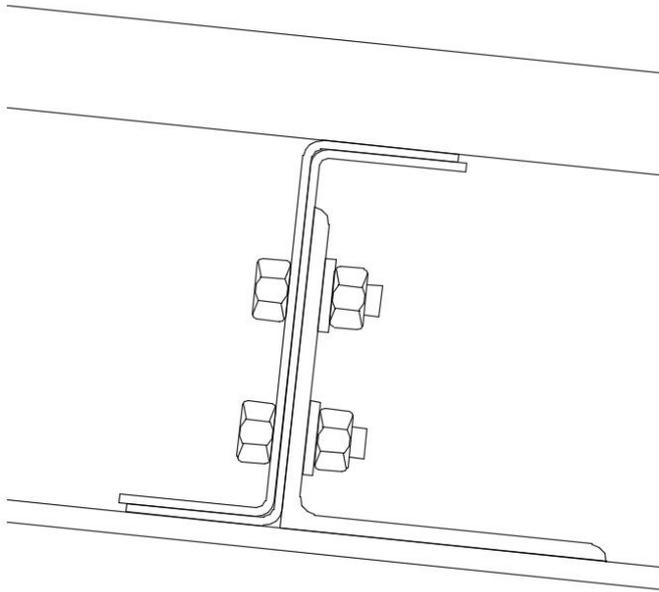
Com transpasse



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

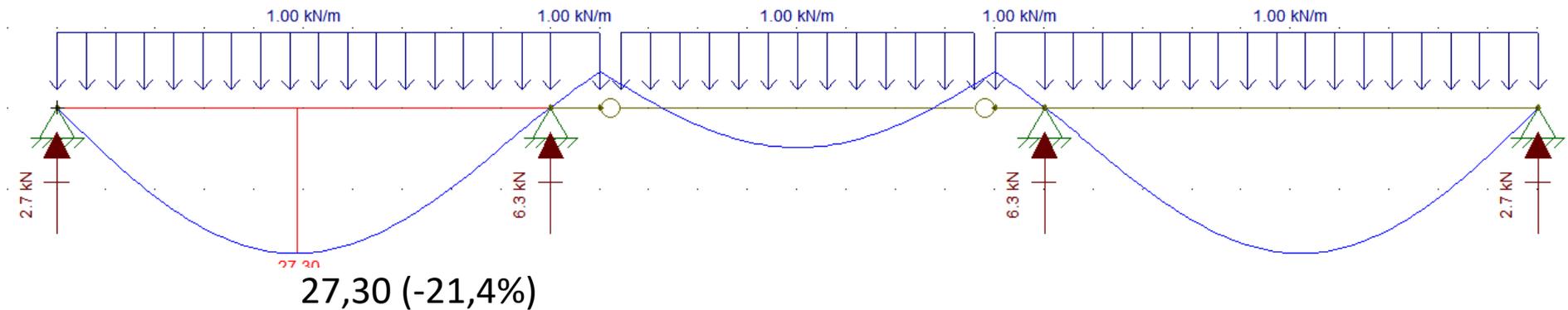
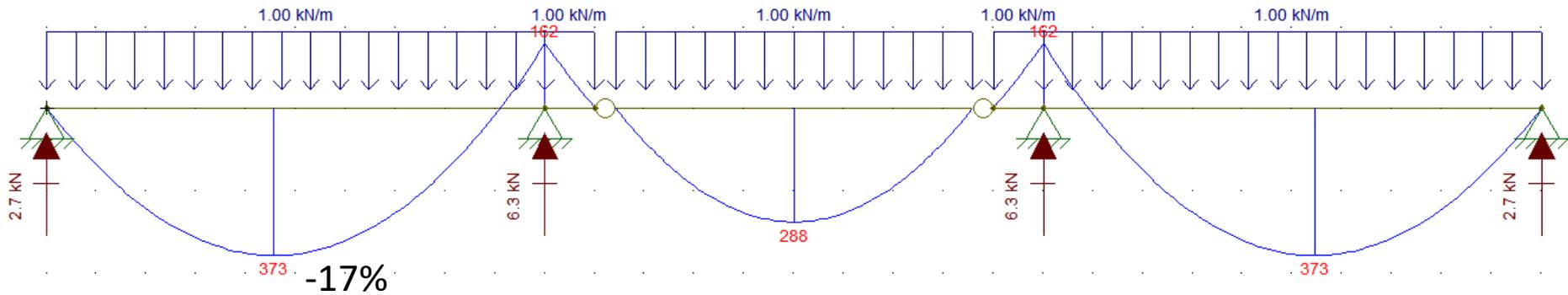
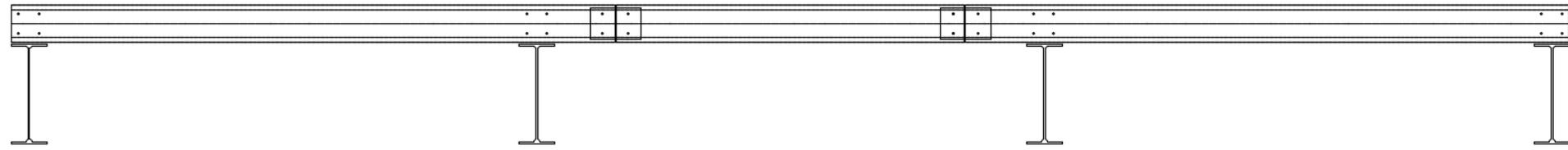
Terças

Com transpasse



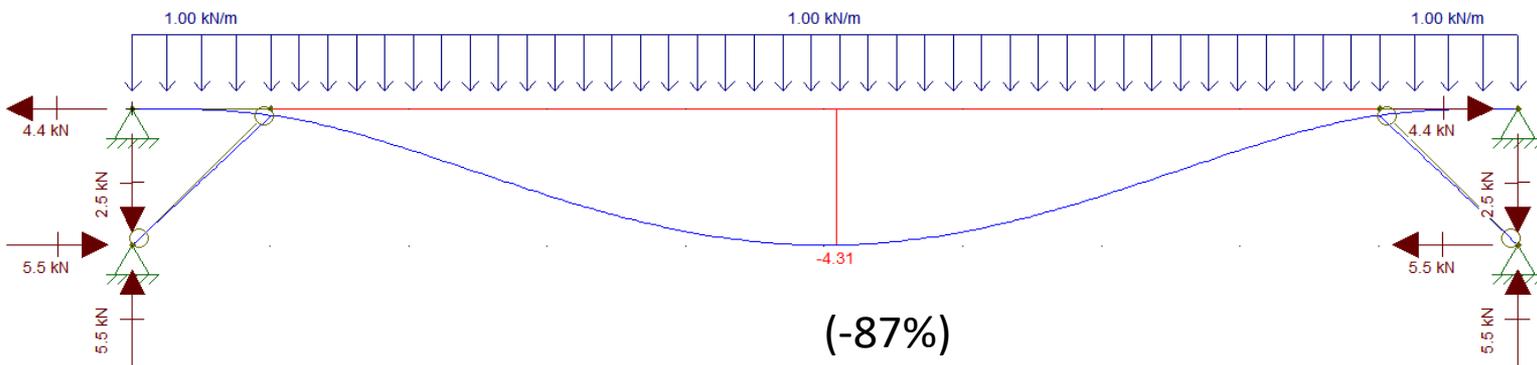
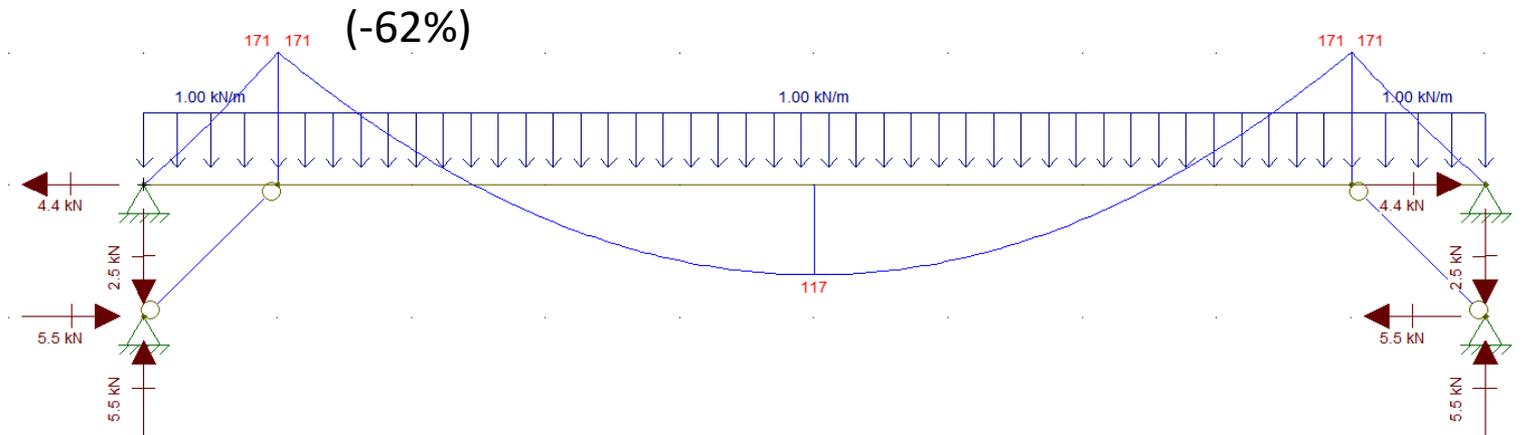
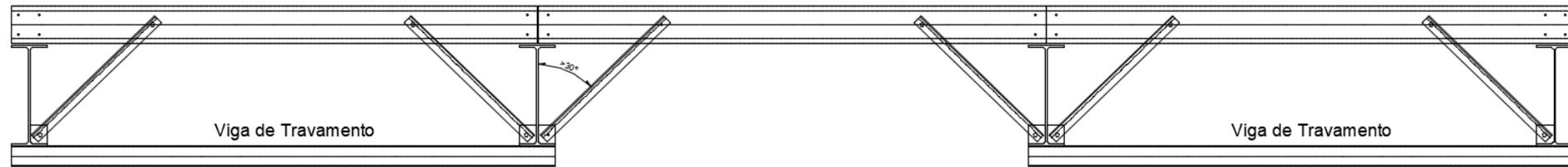
Terças

Segmentadas



Terças

Com mãos francesas



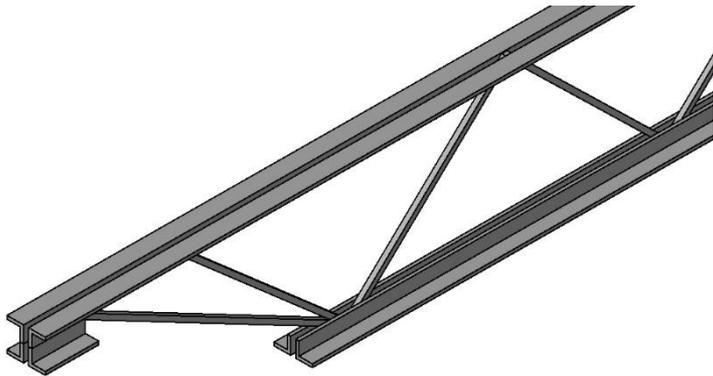
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Terças

Terça Vagonada ou terça Vagão

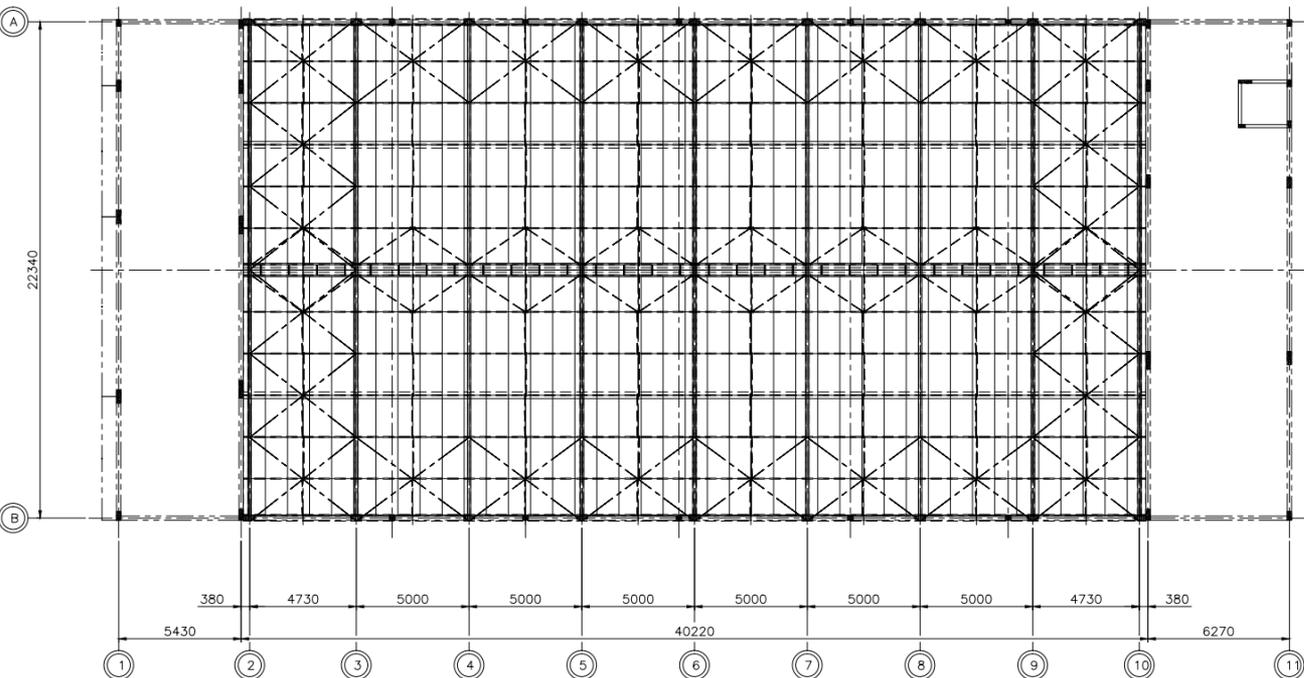


Terça Steel Joist

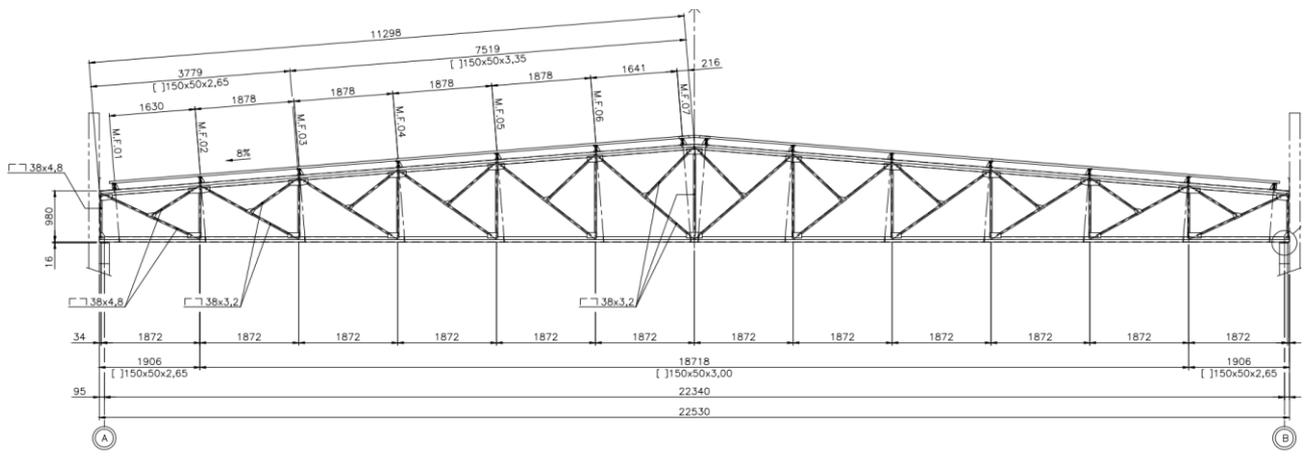


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

CONTRAVENTAMENTOS

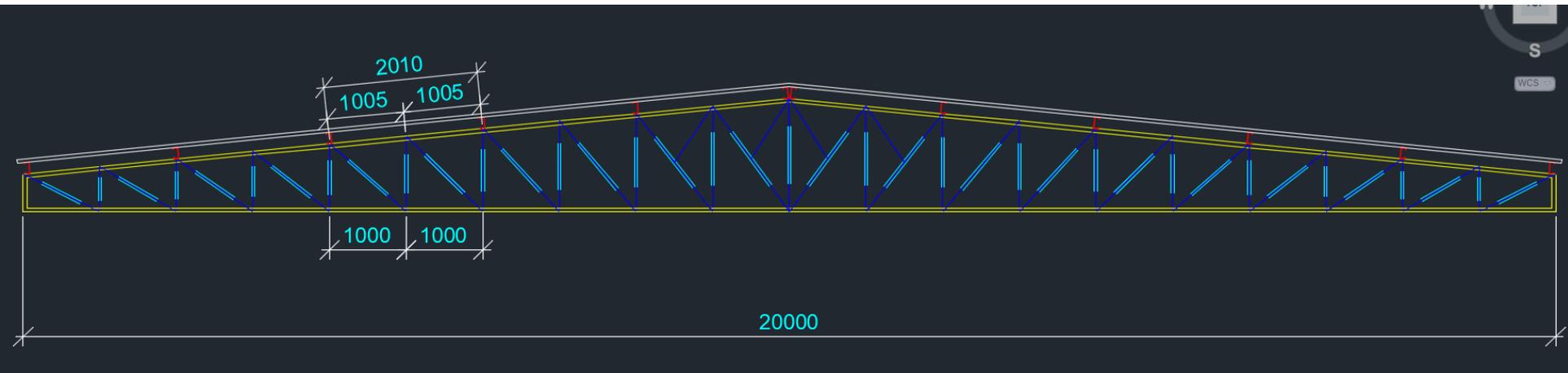


Funções:
Contenção
Contraventamento

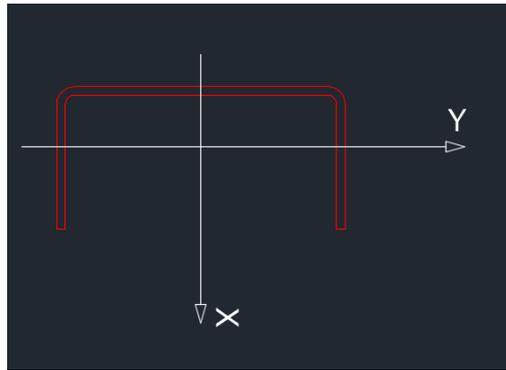


DETALHE TÍPICO - TESOURA
ESCALA 1:50

CONTRAVENTAMENTOS

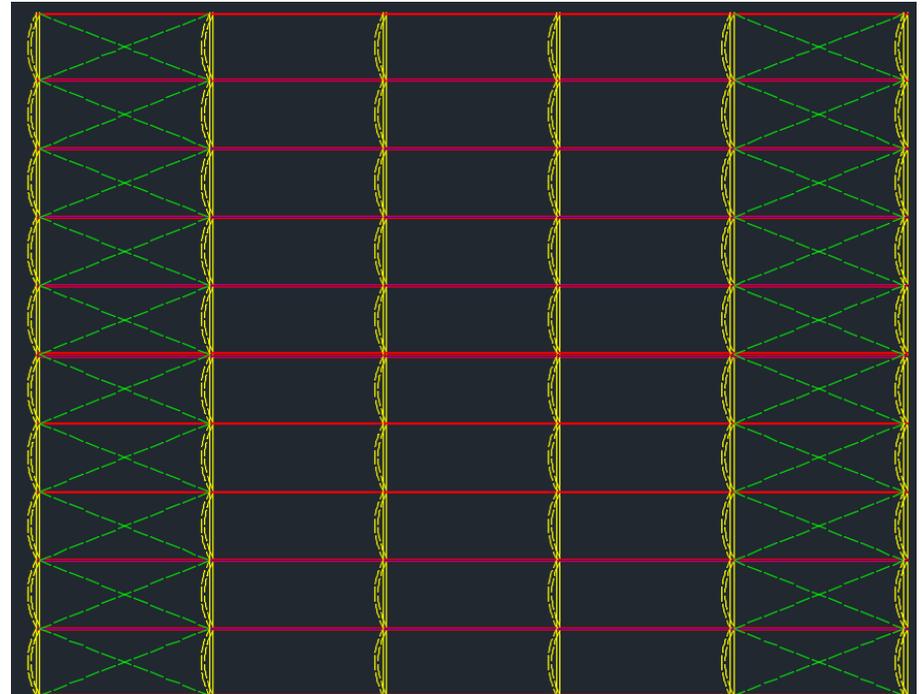


Banzo Superior:



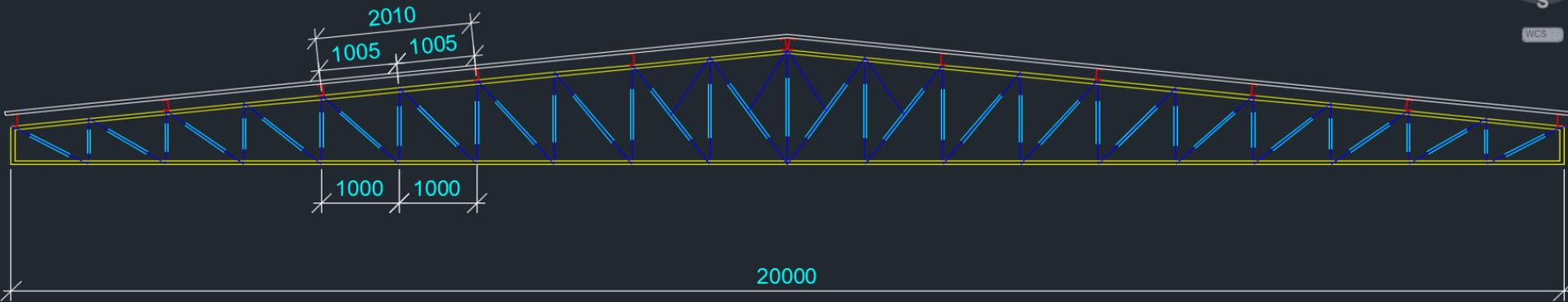
$L_x = 2010\text{mm}$

$L_y = 1005\text{mm}$

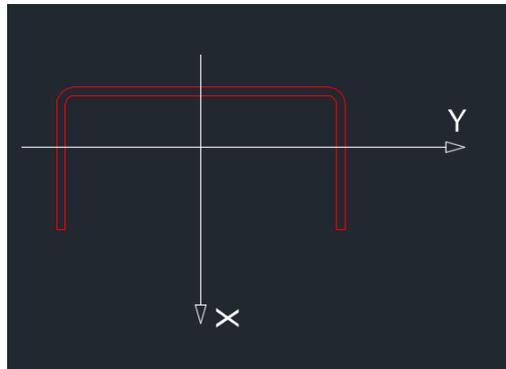


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

CONTRAVENTAMENTOS

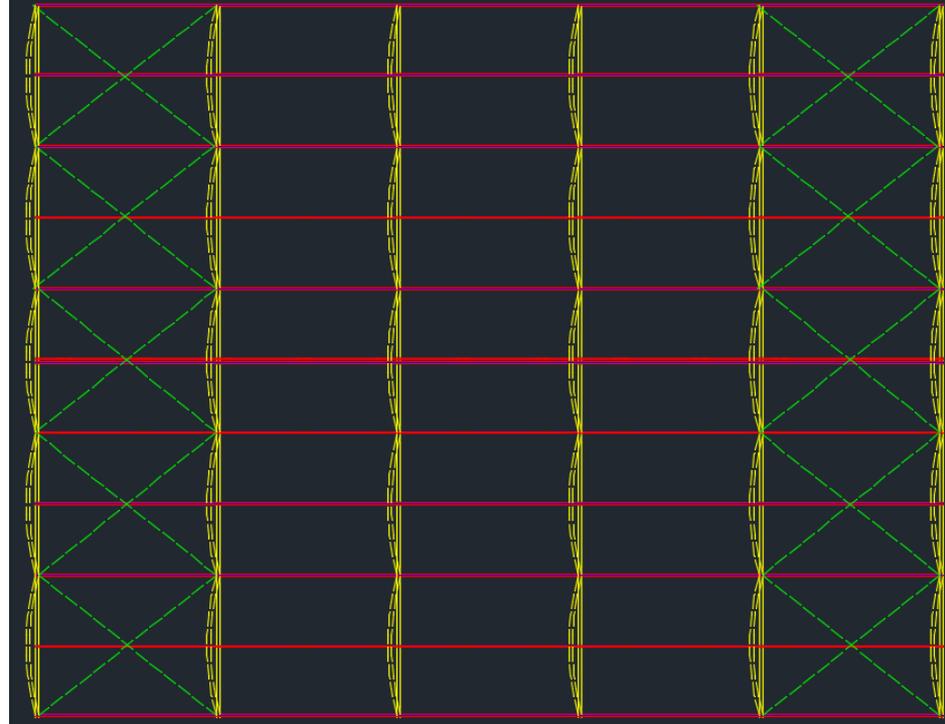


Banzo Superior:

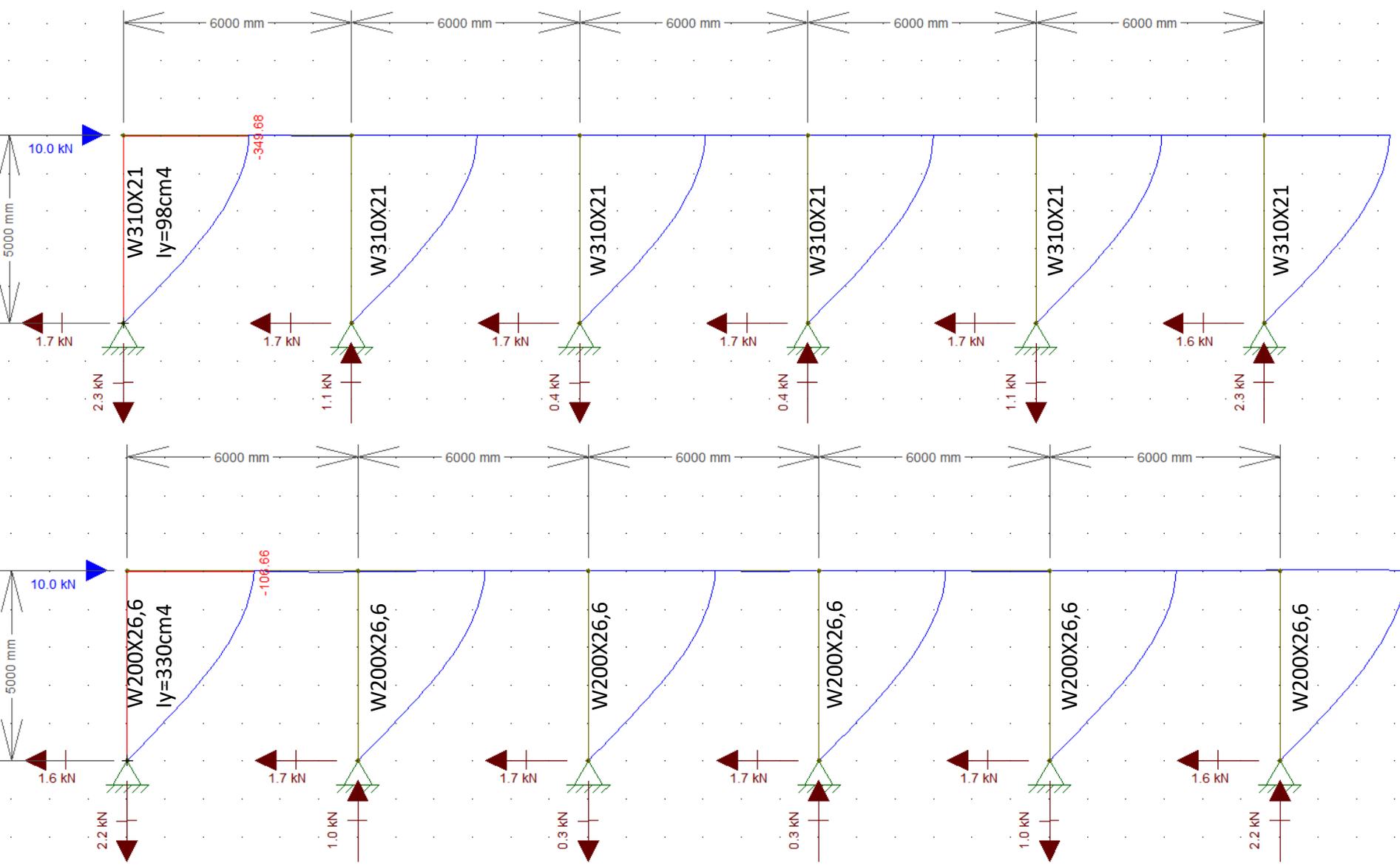


$L_x = 4020\text{mm}$

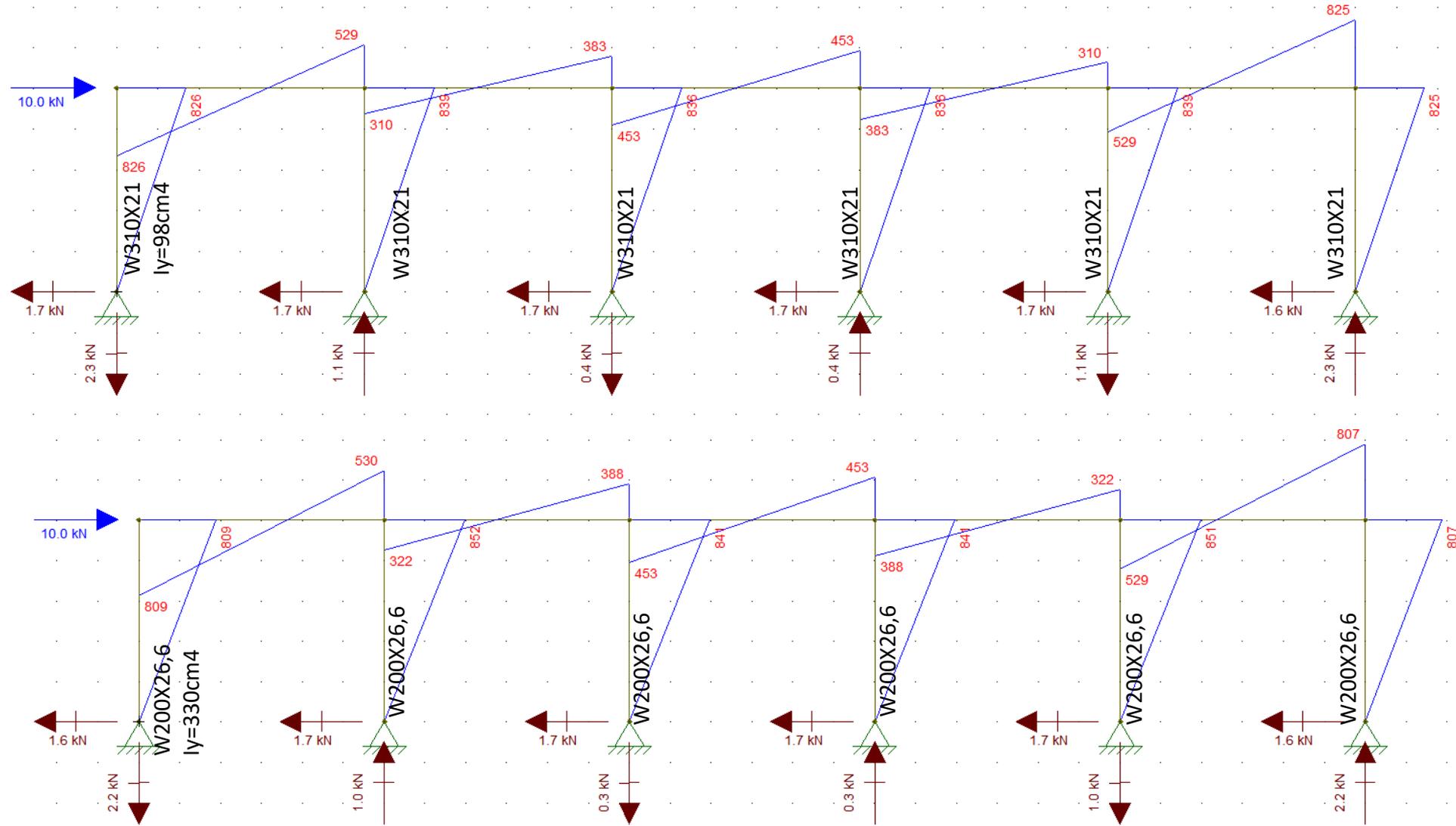
$L_y = 1005\text{mm}$



CONTRAVENTAMENTOS



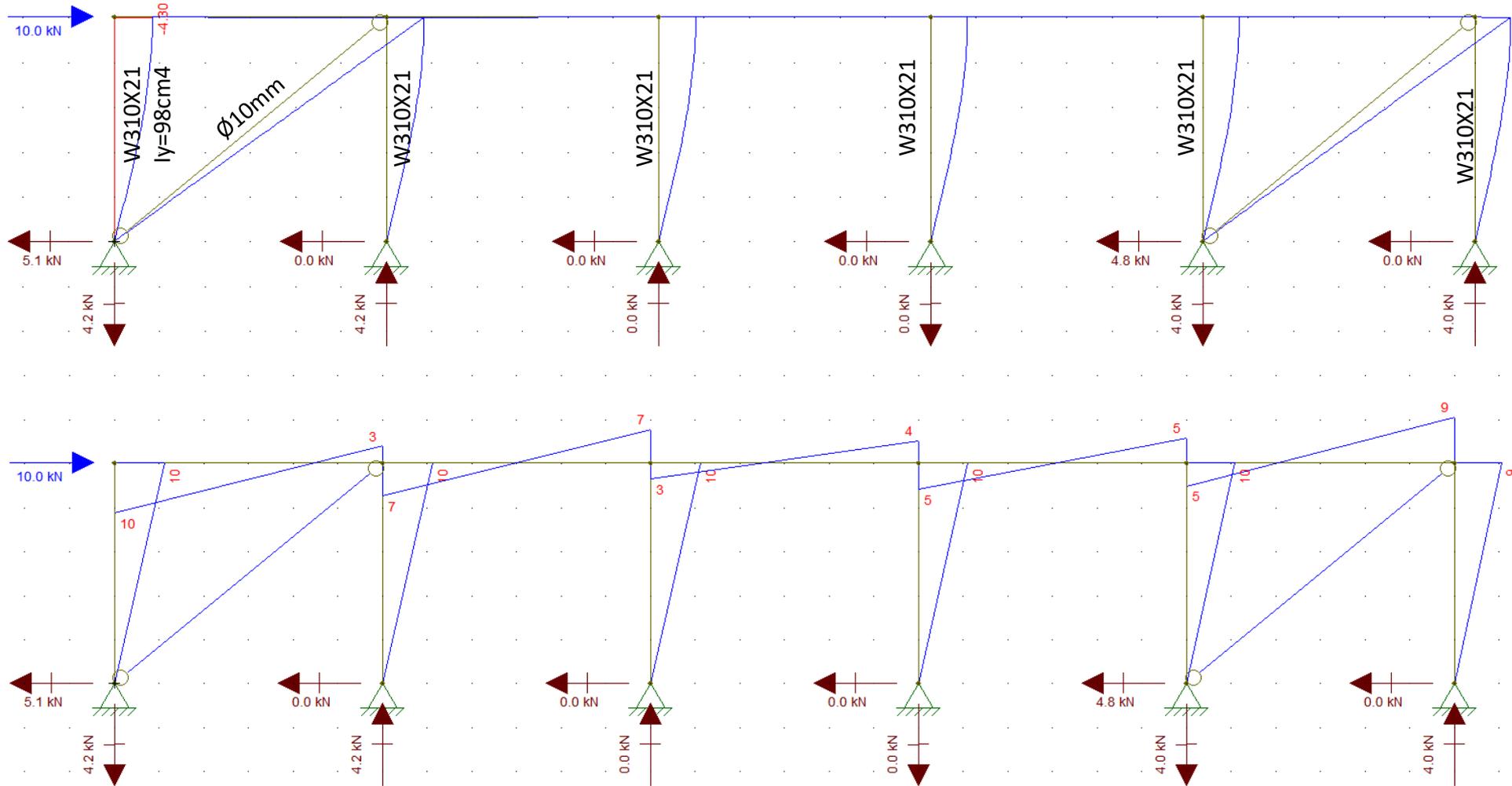
CONTRAVENTAMENTOS



Aumento de Peso = $(26,6 - 21) \times 5 \text{ m} \times 6 = 168 \text{ kg}$

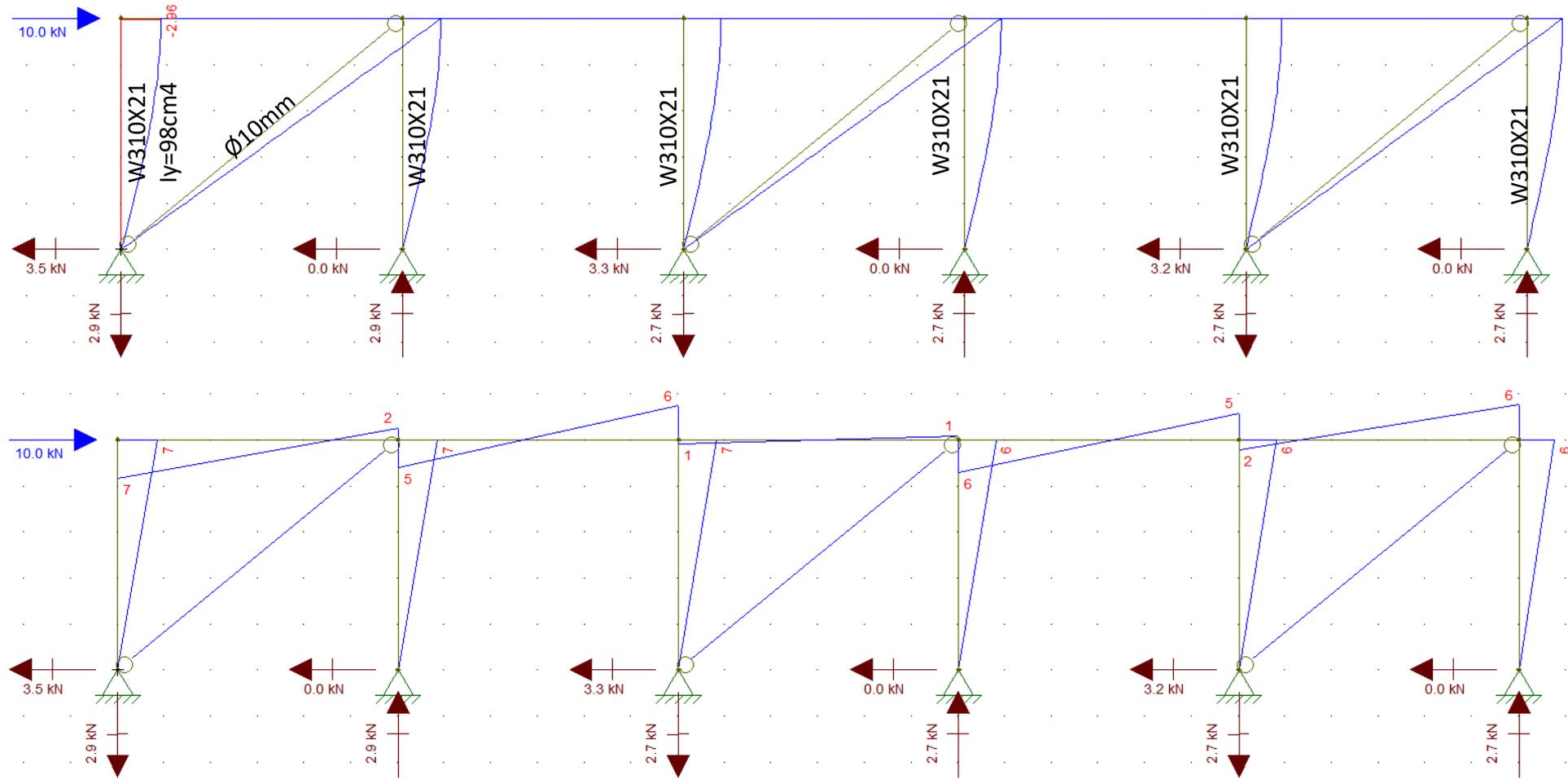
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

CONTRAVENTAMENTOS



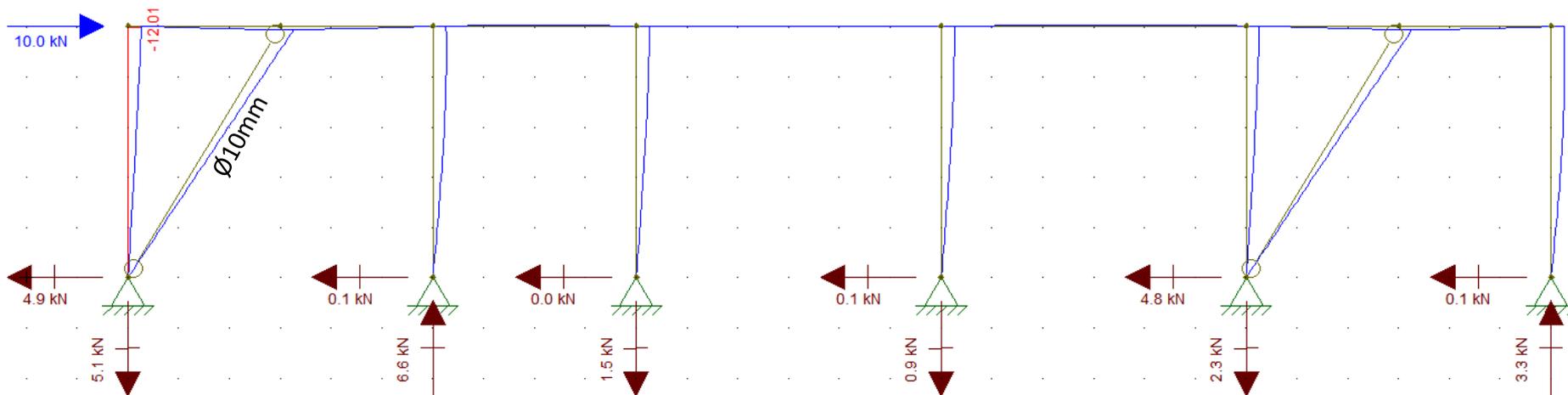
Aumento de Peso = $0,79\text{cm}^2 \times 0,7850 \times 7,81\text{m} \times 4 = 19,37 \text{ kg}$

CONTRAVENTAMENTOS

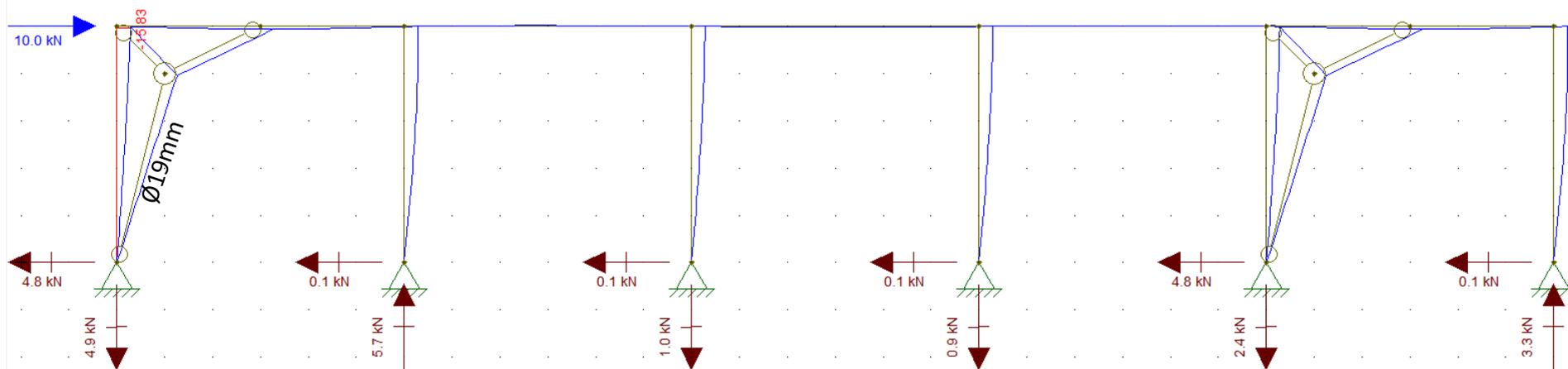


Aumento de Peso = $0,79 \text{ cm}^2 \times 0,7850 \times 7,81 \text{ m} \times 6 = 29,05 \text{ kg}$

CONTRAVENTAMENTOS



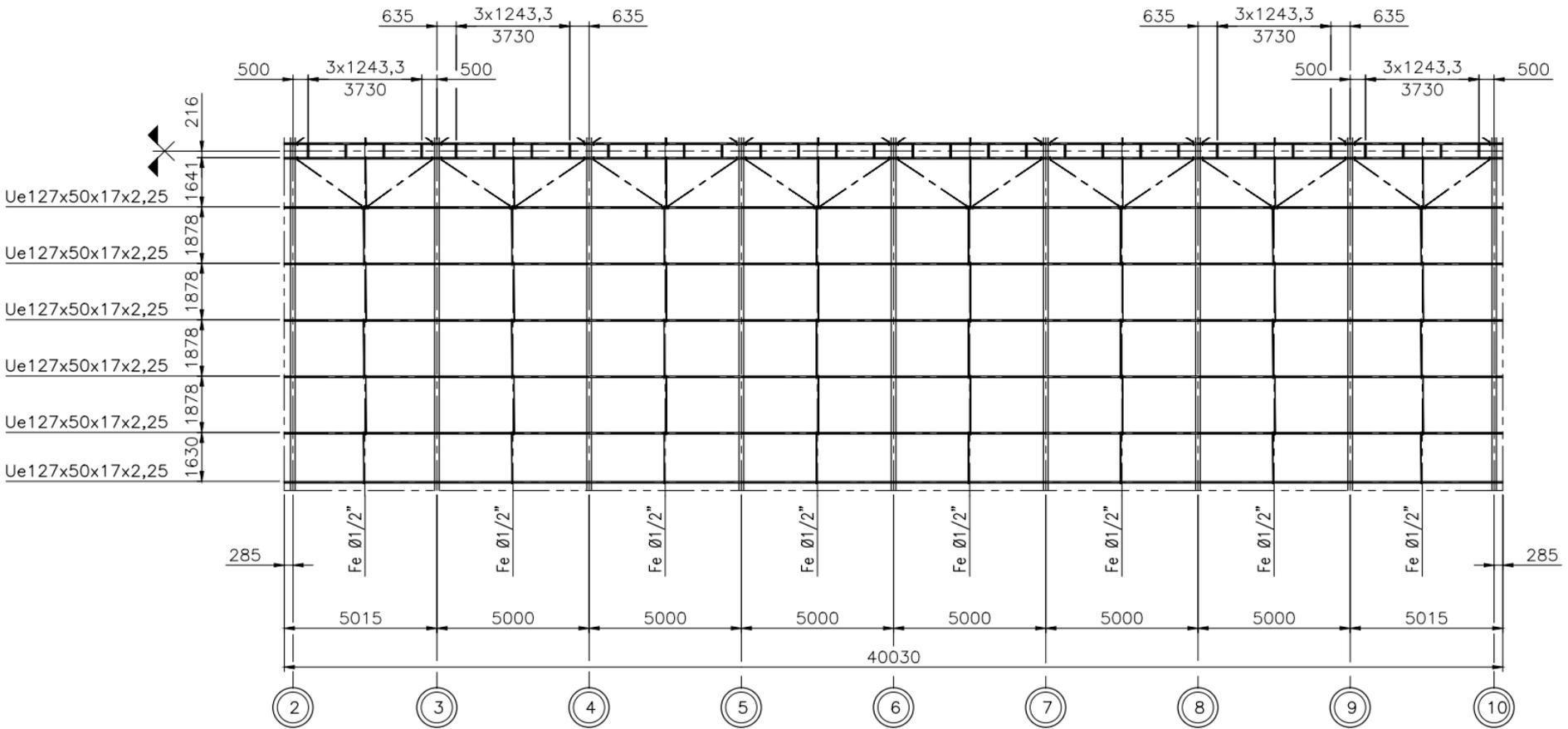
Aumento de Peso = $0,79\text{cm}^2 \times 0,7850 \times 5,83\text{m} \times 4 = 14,46\text{ kg}$



Aumento de Peso = $2,84\text{cm}^2 \times 0,7850 \times 7,77\text{m} \times 4 = 69,28\text{ kg}$

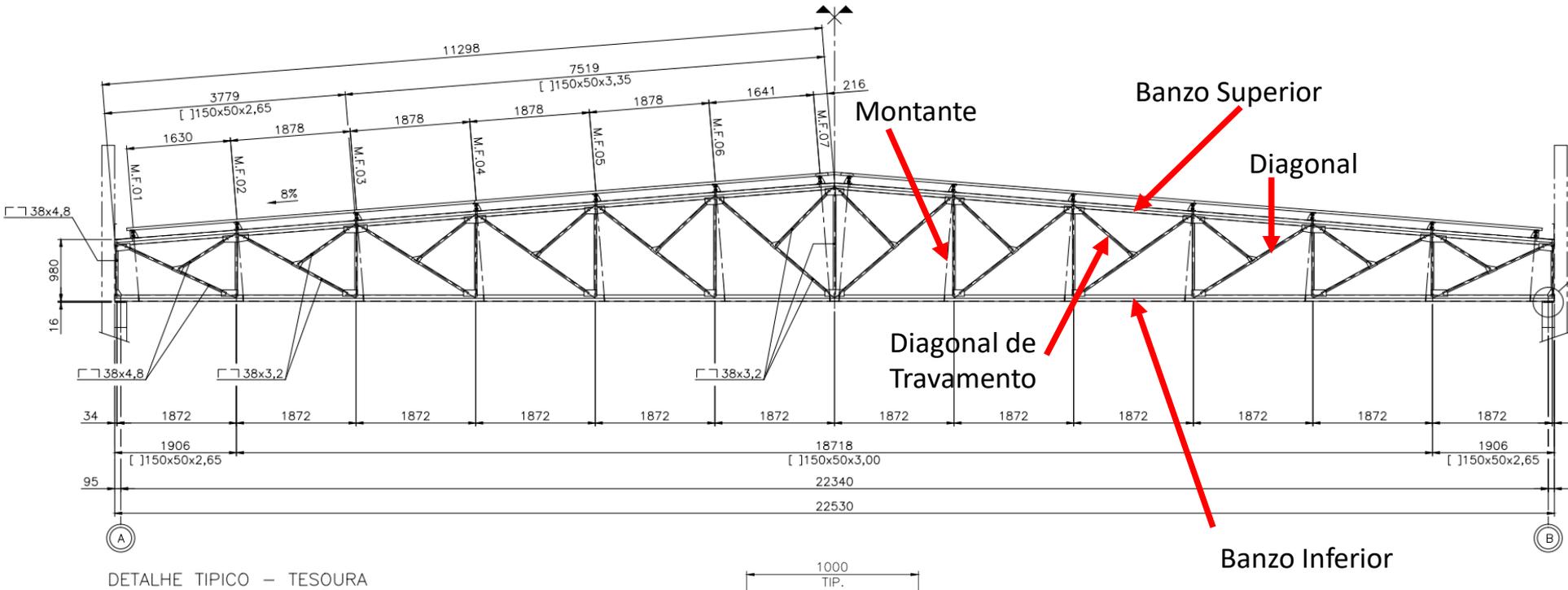
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Correntes / Agulhamento

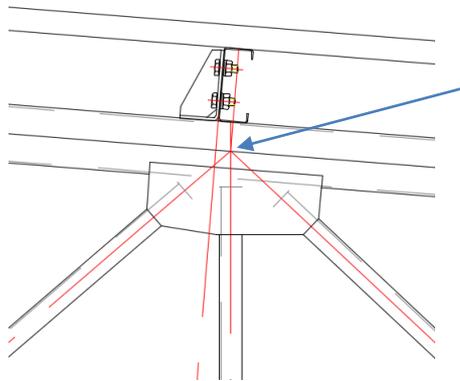


TERÇAS E TIRANTES (V.G.)
ESCALA 1:150

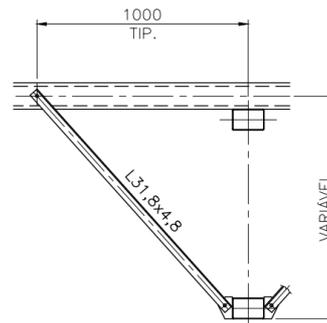
Treliças



DETALHE TIPICO - TESOURA

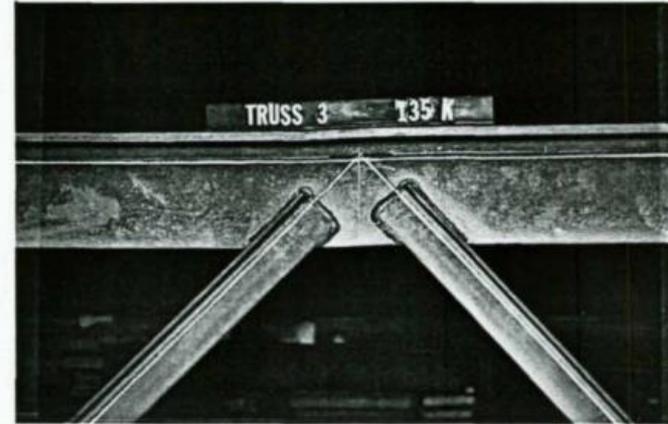
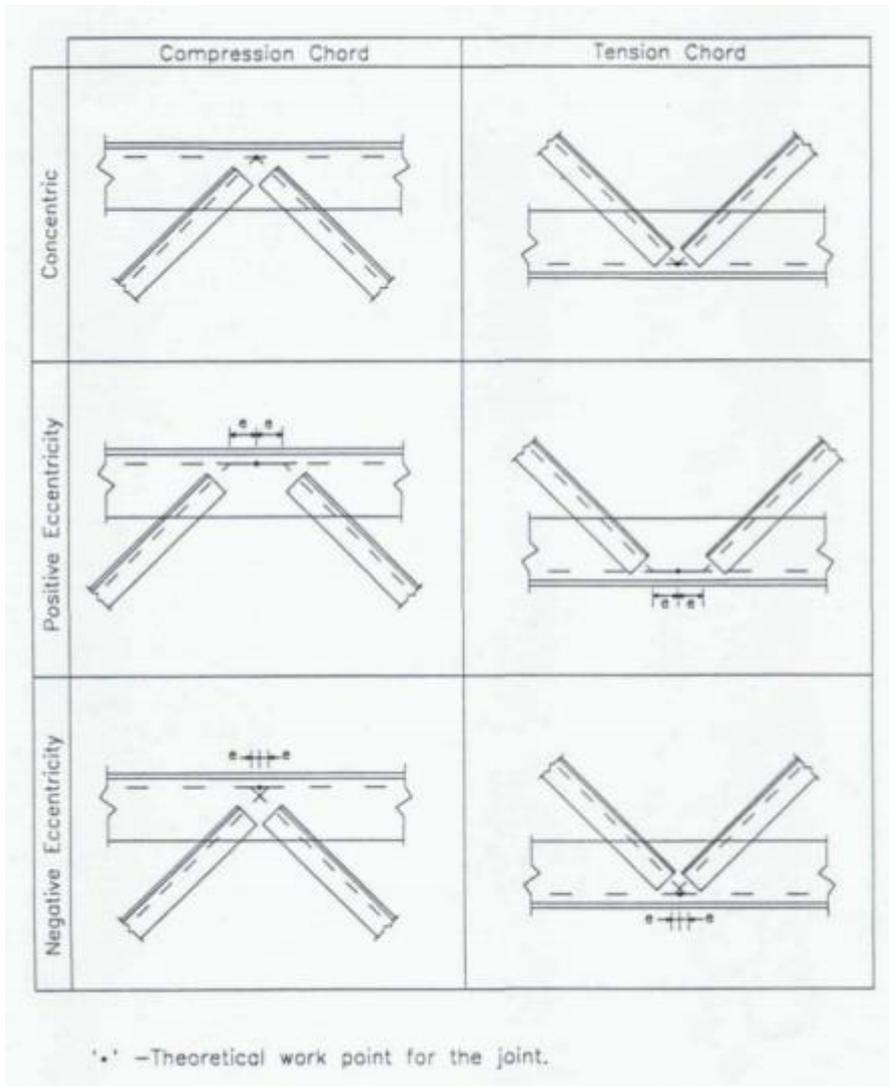


Ponto de Trabalho

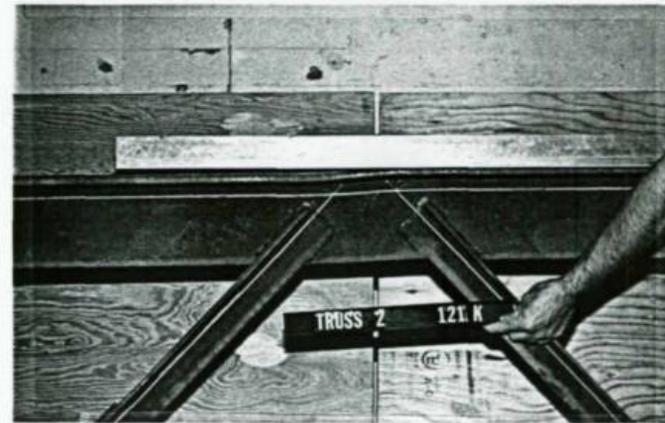


DETALHE TIPICO - MÃO FRANCESA (M.F.)
ESCALA 1:20

Treliças



(a) Concentric Top Chord Joint



(b) Eccentric Top Chord Joint

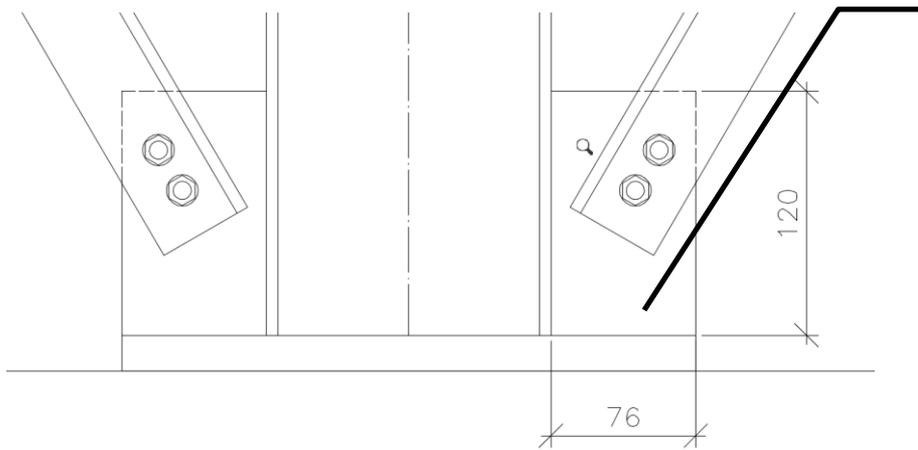
Figure 4.7 a & b Typical Joint Distortion

Fonte: Kurt, S Carl – The behaviour of Trusses with Eccentric Joints, 1990

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Aspectos de Processo

Logística – Reduzir cadeia de fornecedores

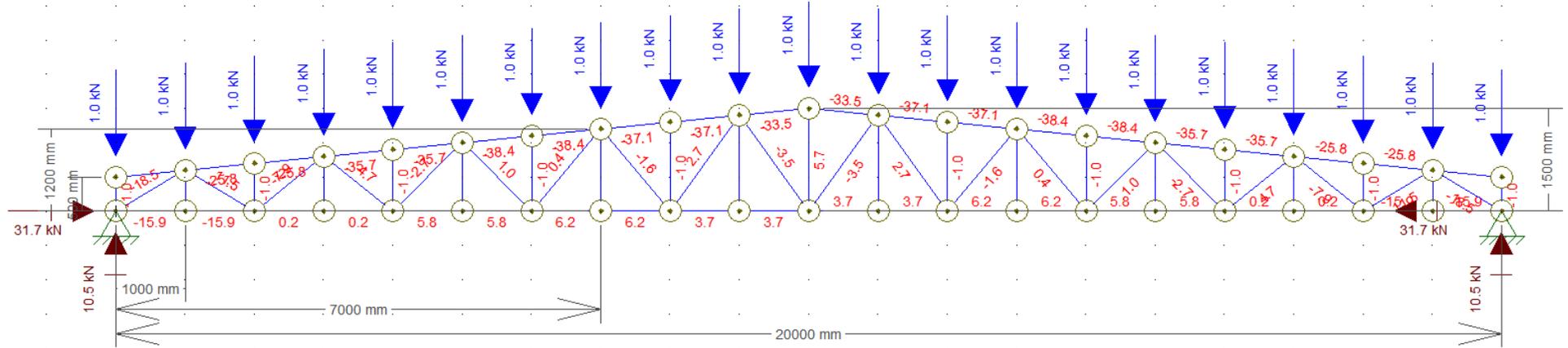


Projetos de enrijecedores, chapas e nervuras com larguras de barras chatas disponíveis no mercado geram economia para o cliente

Treliças

Pré-dimensionamento

$$M(x) = \frac{q \cdot x}{2} \cdot (L - x) \quad M_{m\acute{a}x} = M\left(\frac{L}{2}\right) \text{ ou } \frac{q \cdot L^2}{8}$$



Compressão Banzo Superior (em L/2)

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,01 \cdot 2000^2}{8} = 5000 \text{ kN} \cdot \text{cm} \quad F = \frac{M}{d} \rightarrow F = \frac{5000}{150} = 33,33 \text{ kN}$$

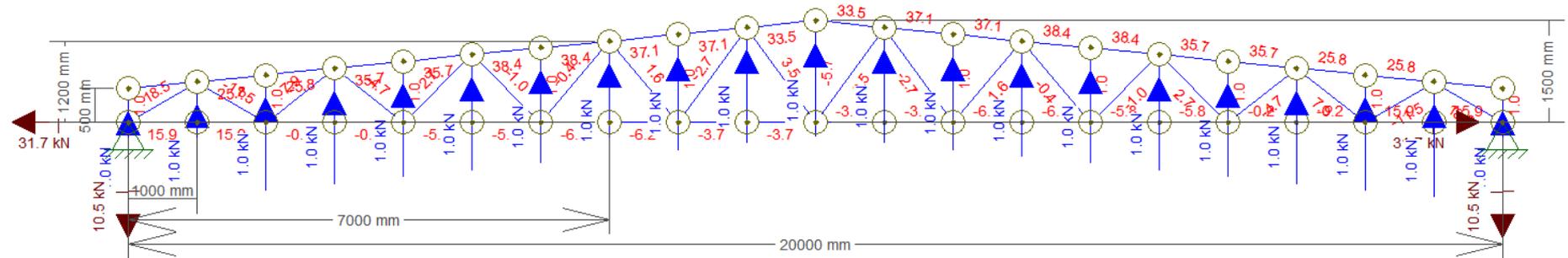
Compressão Banzo Superior (em x=7000mm)

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot x}{2} (L - x) = \frac{0,01 \cdot 700}{2} (2000 - 700) = 4550 \text{ kN} \cdot \text{cm} \quad F = \frac{4550}{120} = 37,9 \text{ kN}$$

Treliças

Pré-dimensionamento

$$M(x) = \frac{q \cdot x}{2} \cdot (L - x) \quad M_{m\acute{a}x} = M\left(\frac{L}{2}\right) \text{ ou } \frac{q \cdot L^2}{8}$$



Tração Banzo Superior (em $L/2$)

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,01 \cdot 2000^2}{8} = 5000 \text{ kN} \cdot \text{cm} \quad F = \frac{M}{d} \rightarrow F = \frac{5000}{150} = 33,33 \text{ kN}$$

Tração Banzo Superior (em $x=7000\text{mm}$)

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot x}{2} (L - x) = \frac{0,01 \cdot 700}{2} (2000 - 700) = 4550 \text{ kN} \cdot \text{cm} \quad F = \frac{4550}{120} = 37,9 \text{ kN}$$

Treliças – Exemplo 1

Qual a altura máxima da treliça para pré aprovamos o perfil U100X40X2,65 como banzo

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)
D = 0
 $\alpha = 0$
bw = 10
bf = 5
t = 0.3
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)
Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes
Nd: -1 kN
Mxd: kN.cm
Myd: kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento
Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados
Resultado: NBR 14762:2001
Nc_MLE 80,848 kN

Item a ser calculado:
Esforço Resistente à Tração Centrada

Fe= 29,636 kN/cm²
flambagem por flexo-torção
A= 5,704 cm²
 $\lambda_0 = 0,9$
X= 0,713
 $\sigma = 17,1$ kN/cm²

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)
Aef_MLE= 5,673 cm²
 $\gamma = 1,2$
Nc= 80,848 kN

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)
D = 0
 $\alpha = 0$
bw = 10
bf = 5
t = 0.3
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)
Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes
Nd: -1 kN
Mxd: kN.cm
Myd: kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento
Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados
Resultado: NBR 14762:2001
Nt 124,453 kN

Item a ser calculado:
Esforço Resistente à Tração Centrada

$\gamma = 1,35$
Nt,Rd= 169,011 kN

Cálculo para ruptura na seção líquida na região da ligação:
Ct= 0,9
An= 5,704 cm²
fu= 40 kN/cm²
 $\gamma = 1,65$
Nt,Rd= 124,453 kN

O esforço resistente à tração é o menor valor calculado acima:
Nt,Rd= 124,453 kN

Dados:

Distancia entre Treliças=5m

SC = 0,25 kN/m²

Cp Telhas = 0,06 kN/m²

Cp Estrutura= 0,15 kN/m²

Vento= 0,7 kN/m² (para cima)

Vão Livre = 26m

Inclinação = 10%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Treliças

Carga Distribuída: CP + SC - Compressão Banzo

$$Q = (0,25 + 0,06 + 0,15) \times 5\text{m} \times 1,47 \text{ (Majoração arbitrária média)} = 3,38 \text{ kN/m}$$

$$F = \frac{M}{d} \rightarrow d = \frac{M}{F} \rightarrow d = \frac{q \cdot x(L - x)}{2N_{Rd}} \quad \text{A força máxima ocorre entre } L/3 \text{ e } L/2$$

(2600/2,5 = 1040 ~ 1100cm p/ i=10%)

$$d = \frac{0,0338 \cdot 1100(2600 - 1100)}{2.80,84} = 345\text{cm} \quad \text{Altura da treliça quando } x = 1100\text{cm}$$

Como $\text{tg}\theta=0,1$ e faltam 200cm para chegar à cumeeira, o acréscimo de altura até a cumeeira será: $h = 200 \cdot 0,1 = 20\text{cm}$, portanto, altura final = $345 + 20\text{cm} = 365\text{cm}$

Treliças

Carga Distribuida: PP+ V - Tração Banzo

$$Q = (0,15+0,06) \times 5\text{m} - 1,4 \cdot 0,7 \cdot 5\text{m} = -3,85 \text{ kN/m}$$

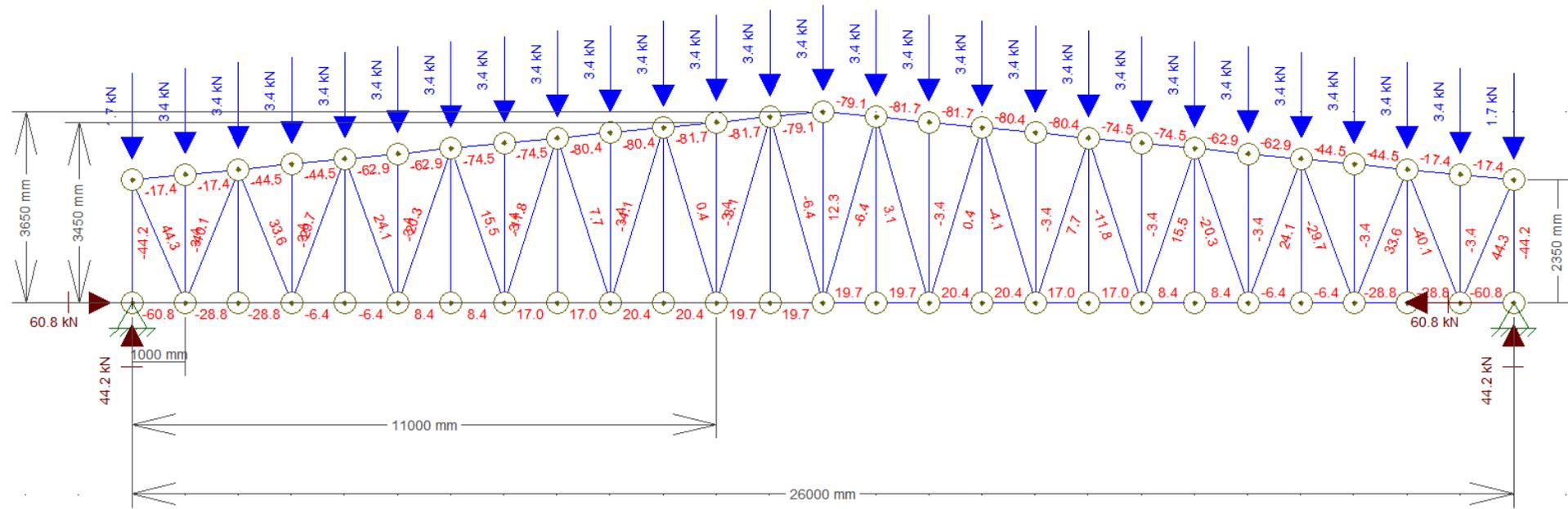
$$F = \frac{M}{d} \rightarrow d = \frac{M}{F} \rightarrow d = \frac{q \cdot x(L - x)}{2N_{Rd}}$$

$$d = \frac{0,0385 \cdot 1100(2600 - 1100)}{2 \cdot 124,45} = 255\text{cm} \quad \text{Altura da treliça quando } x = 1100\text{cm}$$

$$\text{Altura Final} = (1300 - 1100) \times 0,1 + 255 = 265\text{cm}$$

Como a Hipótese PP+ SC Pediu 365cm, devemos adotar essa altura

Treliças



Treliças – Exemplo 2

Qual a altura máxima da treliça para pré aprovamos o perfil Caixa U100X50X2,65 como banzo

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
bw = 10
b_f = 5
t = 0,3
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes

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

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Nc_MLE 193,791 kN

Item a ser calculado: **CALCULAR**

Esforço Resistente à Tração Centrada

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Nc_MLE**
 - Ndist
 - Larguras efetivas
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta

Fe = 76,444 kN/cm²
flambagem por flexão X-X
A = 11,408 cm²
 $\lambda_0 = 0,56$
X = 0,877
 $\sigma = 21,045$ kN/cm²

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)
A_{ef_MLE} = 11,05 cm²
 $\gamma = 1,2$
Nc = 193,791 kN

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
bw = 10
b_f = 5
t = 0,3
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes

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

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Nt 248,907 kN

Item a ser calculado: **CALCULAR**

Esforço Resistente à Tração Centrada

NBR 14762:2010

- Flexão Composta
 - Nrd
 - Nt**
 - Nc_MLE
 - Ndist
 - Larguras efetivas
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta

$\gamma = 1,35$
N_{t,Rd} = 338,022 kN

Cálculo para ruptura na seção líquida na região da ligação:
C_t = 0,9
A_n = 11,408 cm²
f_u = 40 kN/cm²
 $\gamma = 1,65$
N_{t,Rd} = 248,907 kN

O esforço resistente à tração é o menor valor calculado acima:
N_{t,Rd} = 248,907 kN

Dados:

Distancia entre Treliças=5m

SC = 0,25 kN/m²

Cp Telhas = 0,06 kN/m²

Cp Estrutura= 0,15 kN/m²

Vento= 0,7 kN/m² (para cima)

Vão Livre = 26m

Inclinação = 10%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

Treliças

Carga Distribuída: CP + SC - Compressão Banzo

$$Q = (0,25 + 0,06 + 0,15) \times 5\text{m} \times 1,47 \text{ (Majoração arbitrária média)} = 3,38 \text{ kN/m}$$

$$F = \frac{M}{d} \rightarrow d = \frac{M}{F} \rightarrow d = \frac{q \cdot x(L - x)}{2N_{Rd}}$$

$$d1 = \frac{0,0338 \cdot 1100(2600 - 1100)}{2.193,79} = 144\text{cm} \text{ Altura da treliça quando } x = 1100\text{cm (L/2,5)}$$

$$d2 = \frac{0,0338 \cdot 800(2600 - 800)}{2.193,79} = 125,57\text{cm} \text{ Altura da treliça quando } x = 800\text{cm (L/3)}$$

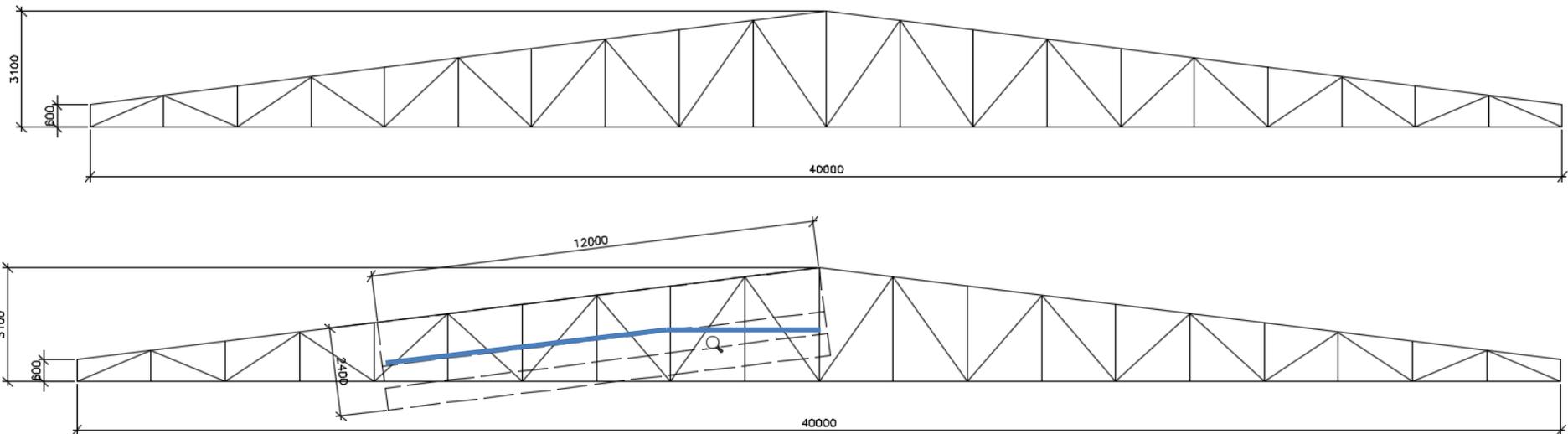
$$H1 = 144 + (1300 - 1100) \cdot 0,1 = 164\text{cm}$$

$$H2 = 125 + (1300 - 800) \cdot 0,1 = 175\text{cm} \rightarrow \text{Adotar } 175\text{cm}$$

Aspectos de Processo

Logística – Transporte de estruturas

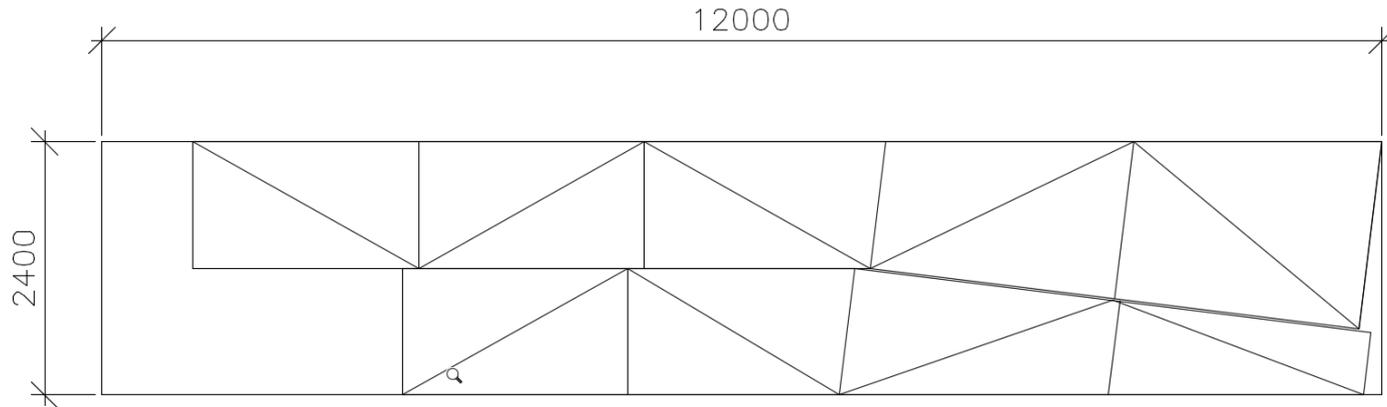
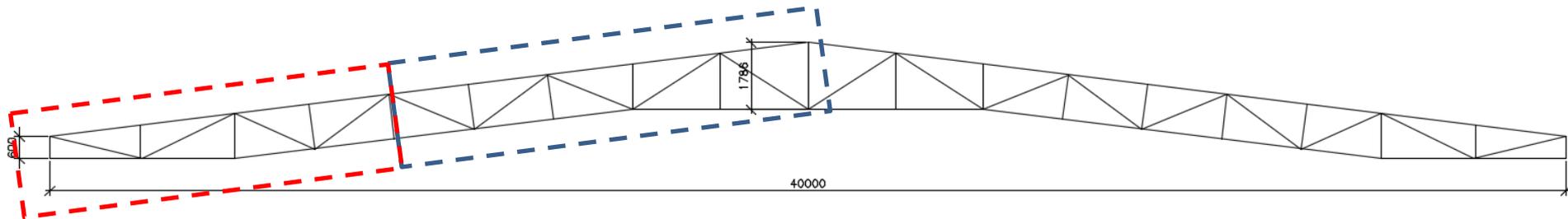
Para fins de projeto, consideramos que a área útil de um deck de carreta comum mede 12m x 2,40m



Aspectos de Processo

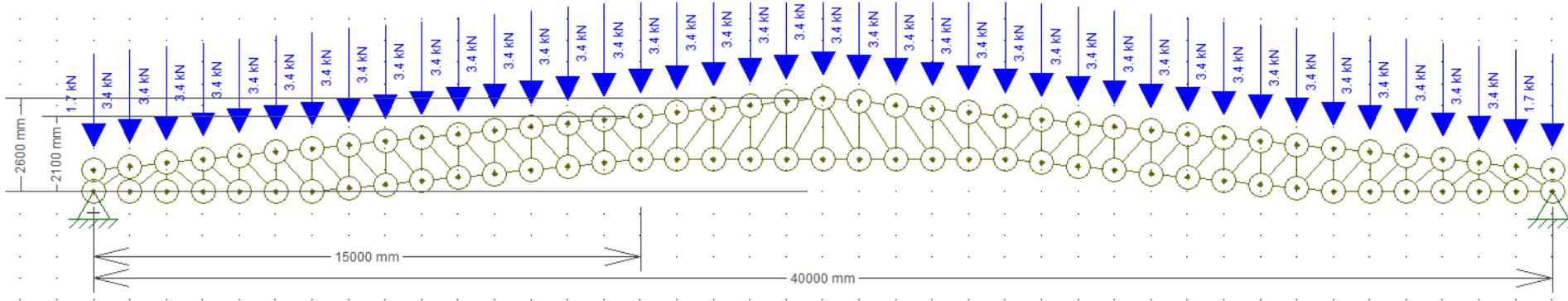
Logística – Transporte de estruturas

Para fins de projeto, consideramos que a área útil de um deck de carreta comum mede 12m x 2,40m



Treliças – Exemplo 3

Para a geometria dada de treliça dada, qual o perfil de pré-dimensionamento dos banzos na região da cumeeira e em em 1/3 da treliça?



Dados:

Vão Livre = 40m

Distancia entre Treliças=5m

Inclinação = 10%

SC = 0,25 kN/m²

Cp Telhas = 0,06 kN/m²

Cp Estrutura= 0,15 kN/m²

Vento= 0,7 kN/m² (para cima)

Treliças – Exemplo 3

Carga Distribuída: CP + SC - Compressão Banzo

$$Q = (0,25 + 0,06 + 0,15) \times 5\text{m} \times 1,47 \text{ (Majoração arbitrária média)} = 3,38 \text{ kN/m}$$

$$F = \frac{M}{d} \rightarrow d = \frac{M}{F} \rightarrow N_{Rd} = \frac{q \cdot x(L - x)}{2d}$$

$$N_{Rd(\text{cumeeira})} = \frac{0,0338 \cdot 2000(4000 - 2000)}{2 \cdot 260} = 260 \text{ kN (compressão)}$$

$$N_{Rd(14\text{m})} = \frac{0,0338 \cdot 1500(4000 - 1500)}{2 \cdot 210} = 302 \text{ kN (compressão)}$$

Treliças – Exemplo 3

Carga Distribuída: CP + SC - Compressão Banzo

$$Q = (0,25 + 0,06 + 0,15) \times 5\text{m} \times 1,47 \text{ (Majoração arbitrária média)} = 3,38 \text{ kN/m}$$

$$F = \frac{M}{d} \rightarrow d = \frac{M}{F} \rightarrow N_{Rd} = \frac{q \cdot x(L - x)}{2d}$$

$$N_{Rd(\text{cumeeira})} = \frac{0,0338 \cdot 2000(4000 - 2000)}{2 \cdot 260} = 260 \text{ kN (compressão)}$$

$$N_{Rd(14\text{m})} = \frac{0,0338 \cdot 1500(4000 - 1500)}{2 \cdot 210} = 302 \text{ kN (compressão)}$$

Treliças – Exemplo 3

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$D = 0$
 $\alpha = 0$
 $bw = 15$
 $bf = 5$
 $t = 0,375$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes

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

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Nc_MLE 334,18 kN

Relatório: Limpar anterior

Item a ser calculado: **CALCULAR**

Esforço Resistente à Tração Centrada

- NBR 14762:2010
 - Flexão Composta
 - Nrd
 - Nt
 - Nc_MLE**
 - Ndist
 - Larguras efetivas
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Fe = 155,32 kN/cm²
flambagem por flexão X-X
A = 17,825 cm²
 $\lambda_0 = 0,393$
X = 0,937
 $\sigma = 22,497$ kN/cm²
MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)
Aef_MLE = 17,825 cm²
 $\gamma = 1,2$
Nc = 334,18 kN

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$D = 0$
 $\alpha = 0$
 $bw = 15$
 $bf = 5$
 $t = 0,335$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 200
Ly: 100
Lt: 100

Esforços Solicitantes

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

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Nc_MLE 292,354 kN

Relatório: Limpar anterior

Item a ser calculado: **CALCULAR**

Esforço Resistente à Tração Centrada

- NBR 14762:2010
 - Flexão Composta
 - Nrd
 - Nt
 - Nc_MLE**
 - Ndist
 - Larguras efetivas
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Fe = 156,538 kN/cm²
flambagem por flexão X-X
A = 16,012 cm²
 $\lambda_0 = 0,392$
X = 0,938
 $\sigma = 22,508$ kN/cm²
MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)
Aef_MLE = 15,586 cm²
 $\gamma = 1,2$
Nc = 292,354 kN

Treliças – Exemplo 3

