EM-20211208

ART123456789

Histórico de Revisões

08.12.2021 – Emissão Inicial – Felipe Jacob

Sumário

[1 – Descrição do Projeto 3](#_Toc89886580)

[2 – Normas Utilizadas 3](#_Toc89886581)

[3 – Softwares Utilizados 3](#_Toc89886582)

[4 – Carregamentos Adotados 5](#_Toc89886583)

[5 – Dimensionamento da Estrutura 5](#_Toc89886584)

[**Determinação das dimensões do degrau da escada** 5](#_Toc89886585)

[6 – Conclusão 6](#_Toc89886586)

# 1 – Descrição do Projeto

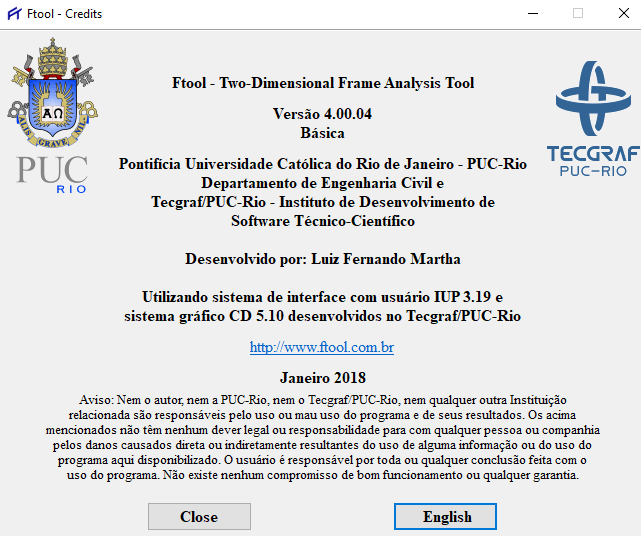
O objetivo deste memorial de cálculo é documentar as etapas do dimensionamento de um mezanino cujas medidas são 10m x 6m x 3,70m, que será utilizado para área de circulação de lojas.

# 2 – Normas Utilizadas

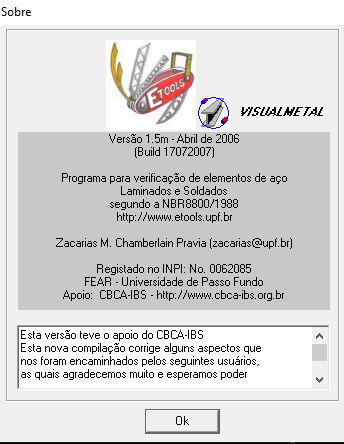
Para o dimensionamento foram utilizadas as seguintes normas técnicas

* ABNT NBR8800/08
* ABNT NBR14.762/10
* ABNT 6120/66
* AWS D1.1

# 3 – Softwares Utilizados









# 4 – Carregamentos Adotados

Painel Wall: 0,34 kN/m²

Peso Próprio da Estrutura: Calculado durante o processo

Contrapiso 2cm: 0,42 kN/m²

Piso Porcelanato: 0,23 kN/m²

Sobrecarga de Uso: 4 kN/m² (Circulação e Lojas em Geral)

Sobrecarga de Uso na Escada: 4 kN/m² (escadas para centros comerciais)

Guarda Corpo Calculado Durante o processo

# 5 – Dimensionamento da Estrutura

## Determinação das dimensões do degrau da escada

Regra de Blondel:

2.e + p = 64~66

2 . e + 30 = 66

e= (66-30)/2 = 18cm

Dimensionamento do Guarda Corpo

Carregamento horizontal = 2 kN/m (Tabela 12 NBR6120)

Carga pontual nas montantes: P = 2 x 1,20 = 2,40 kN

Carregamento ELU = 1,5 x 2,4 = 3,6 kN

Msd = 3,6 x 110 = 396 kN.cm

Vsd = 3,6 kN

**Dimensionamento das montantes**

Adotaremos 2.1/2 x 3/16’’

Verificação da flambagem local

**Dimensionamento da Barra horizontal**

Q = 2 x 1,5 = 3 kN/m

Verificação da flambagem local

Determinação do peso do guarda corpo

∅63,5X4,76 m = 9,49 x 0,7850= 7,45 kg/m x 1,10 x 10 = 81,95 kg

∅38,1 x 2,00 m = 2,39 x 0,7850 = 1,88 kg/m x 8,89 x 2 = 33,42 kg

∅25,4 x 2,00 m = 1,59 x 0,7850 = 1,25 kg/m x 0,9 x 53 = 59,62

TOTAL = 175 kg / 8,89 = 19,68 kg/m

Dimensionamento da longarina da escada

Carregamento na longarina da escada

Degraus + Chapa Xadrez = (2,44 + 0,6631)/9 = 0,35 kN/m /2 = 0,17 kN/m

Guarda Corpo = 0,1968 kN/m

PP Viga = 0,15 kN/m

SC = 4 x 0,6 = 2,4 kN/m

**ELS (Combinação Rara):**

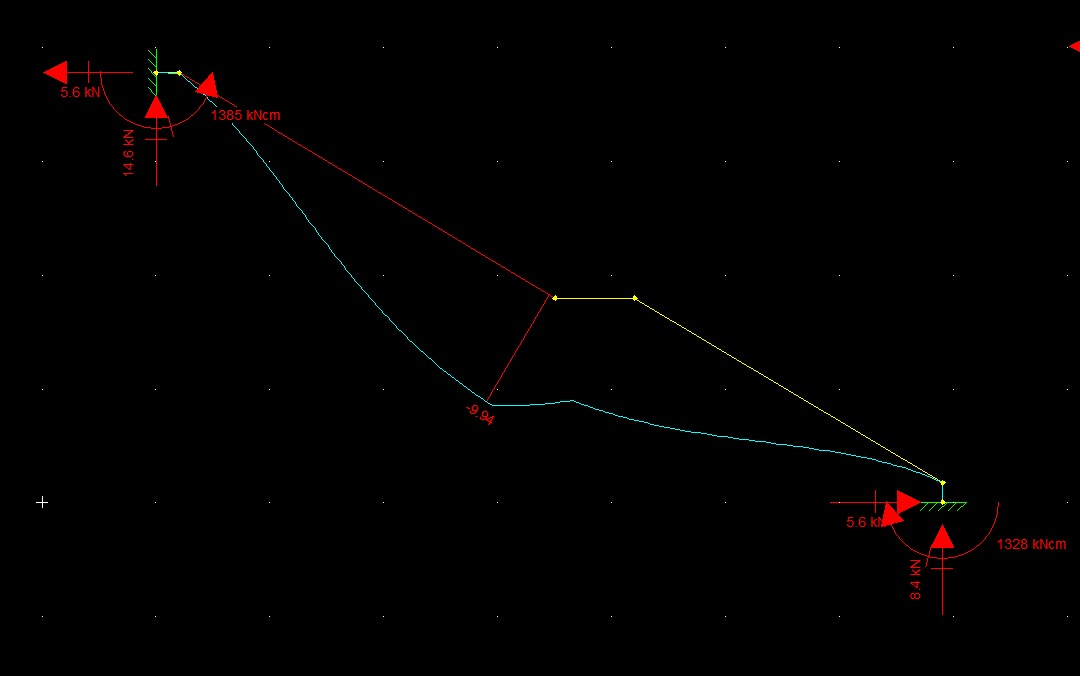
0,17 + 0,1968 + 0,15 + 2,4 = 2,92 kN/m

**ELS (Combinação Frequente)**

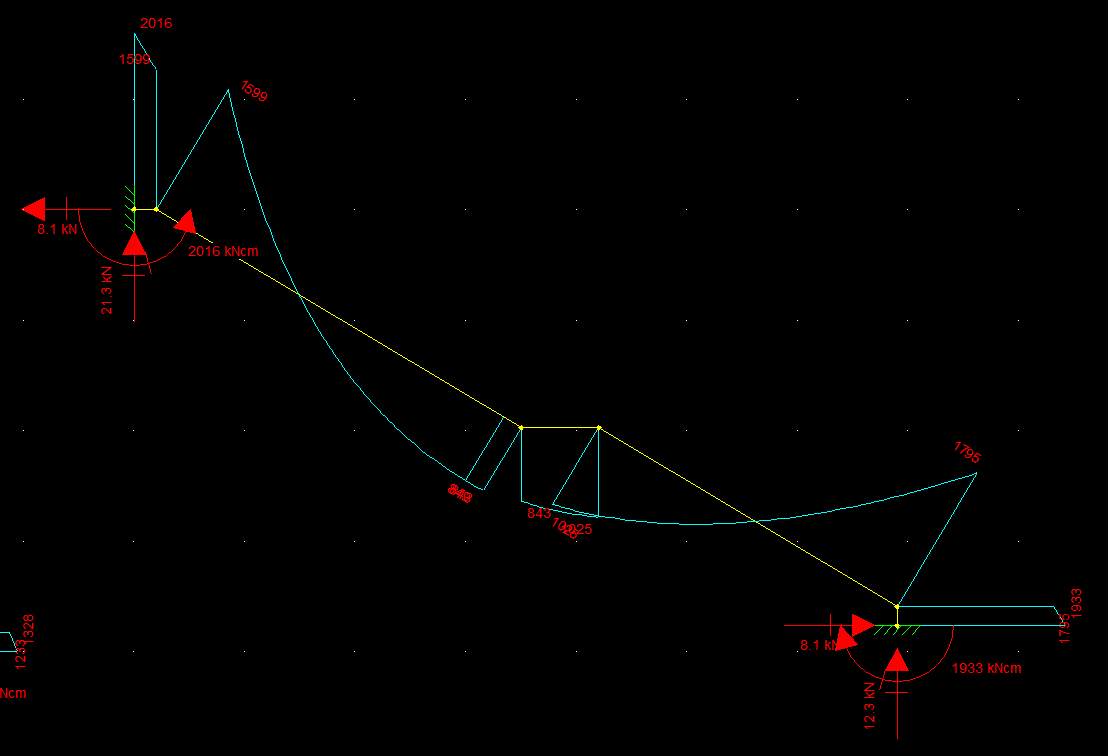
0,17 + 0,1968 + 0,3. 2,4 = 1,0868 kN/m

**ELU (Combinações Normais)**

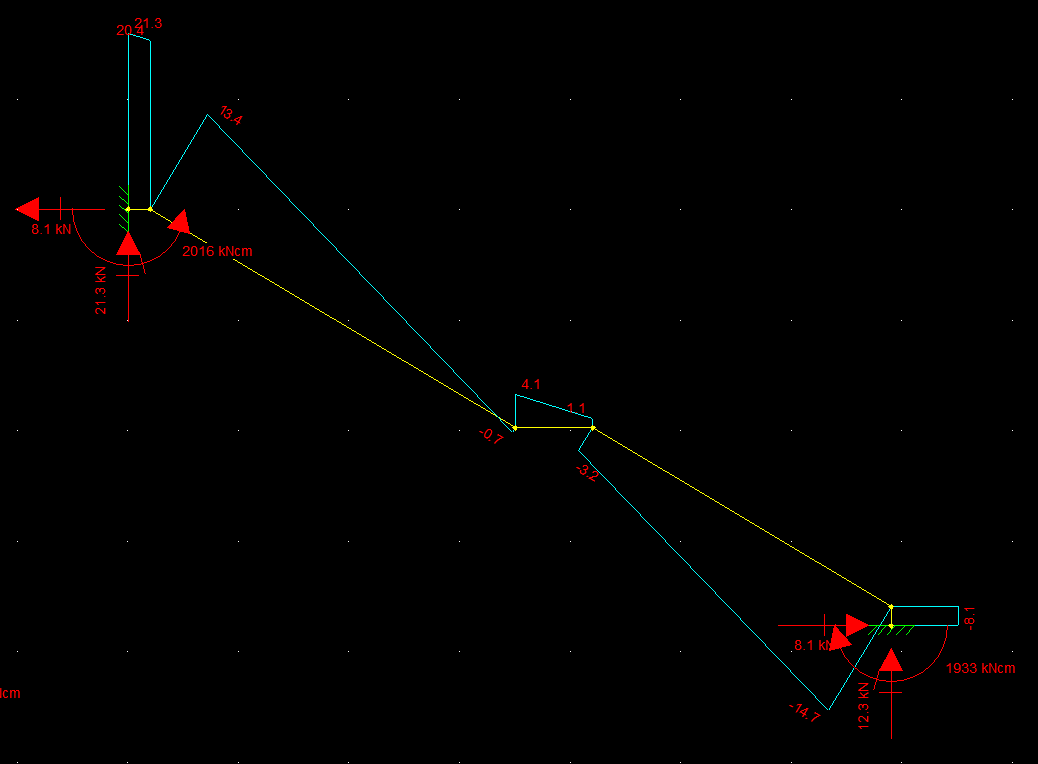
**1,25** . 0,17 + **1,25** x 0,1968 + **1,25** x 0,15 + **1,5** . 2,4 = 4,25 kN/m



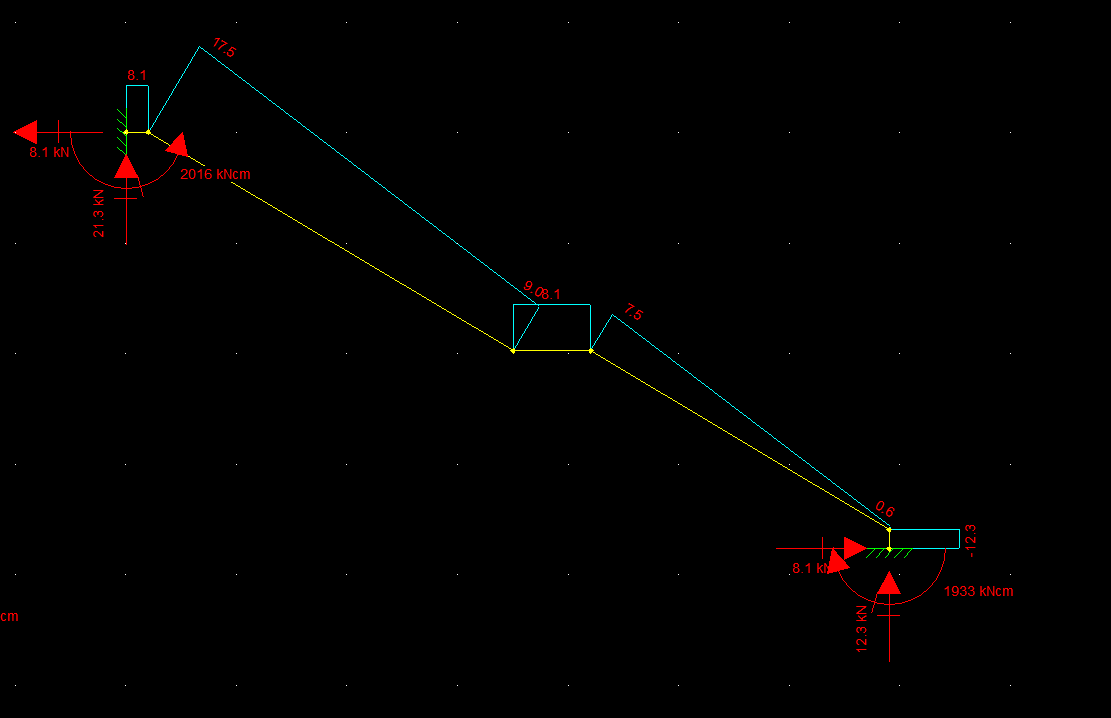
Flecha atuante = 9,95mm – Flecha admissível = 8083/350 = 23,09mm OK



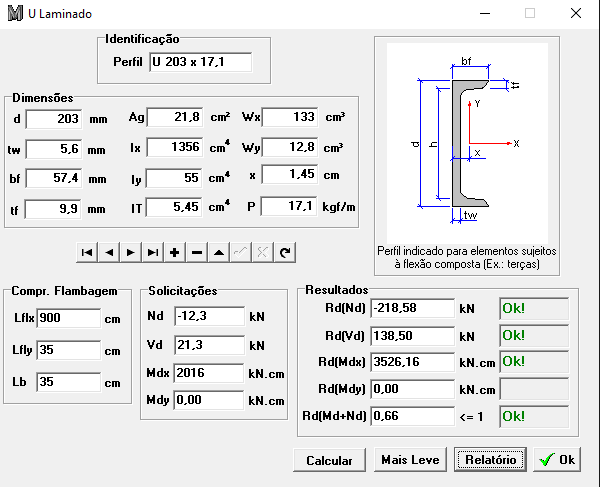
Momento Fletor

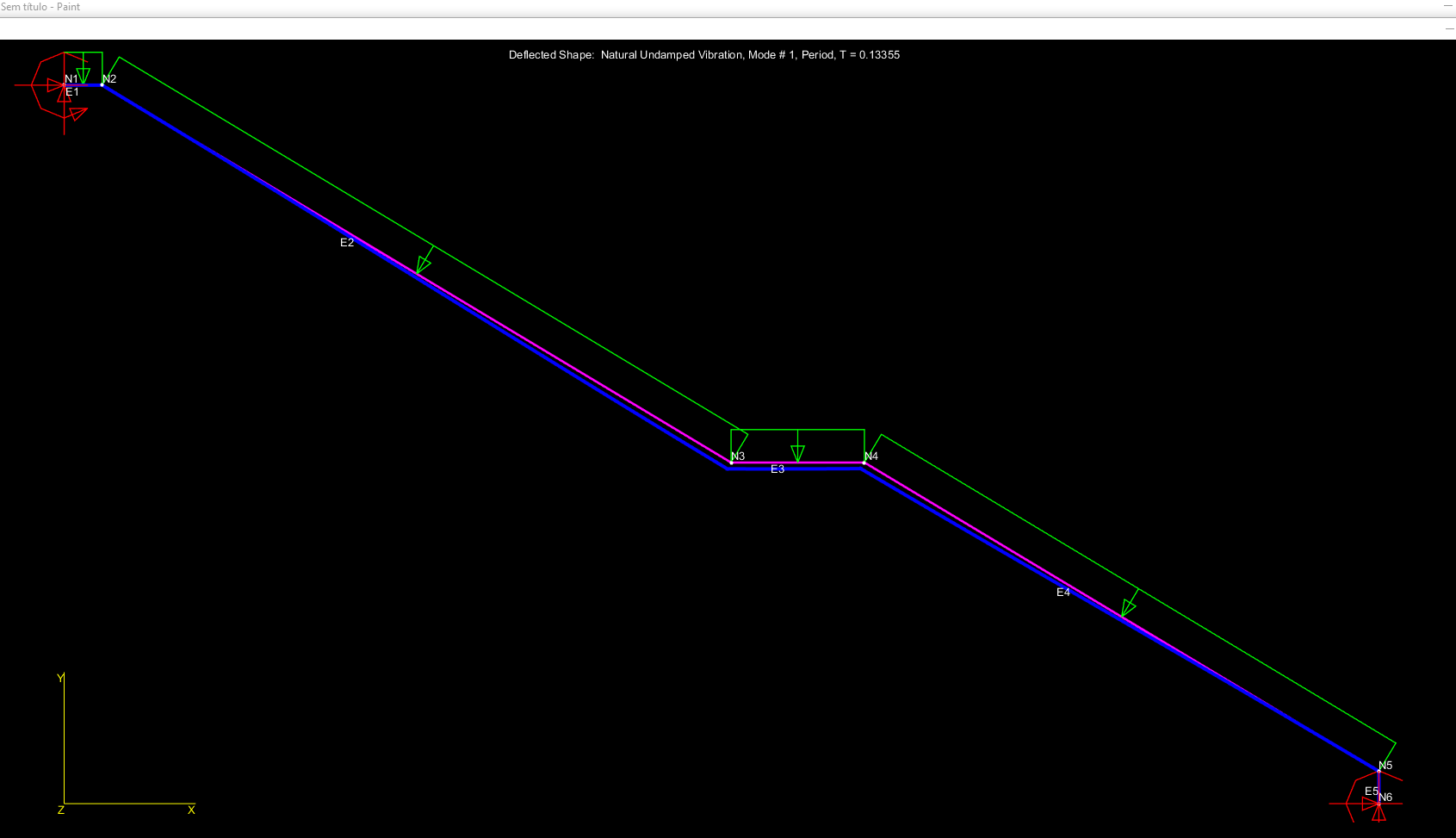


Cortante



Axiais





Frequencia natural da viga da escada = 1/0,13355 = 7,48Hz > 4Hz OK

Dimensionamento da Viga V3

Carregamentos

Painel Wall = 0,34 kN/m² x 1,25 = 0,425 kN/m

Contrapiso = 0,42 kN/m² x 1,25 = 0,525

Piso = 0,23 kN/m² x 1,25 = 0,29 kN/m

PP = 0,05 kN/m

SC = 4 x 1,25 = 5 kN/m

ELS (Combinações Raras)

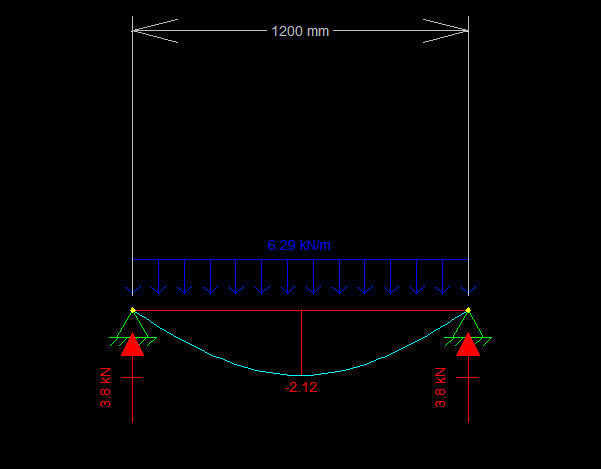
Q=0,425 +0,525 + 0,29 + 0,05 + 5 = 6,29 kN/m

ELS (Combinações Frequentes)

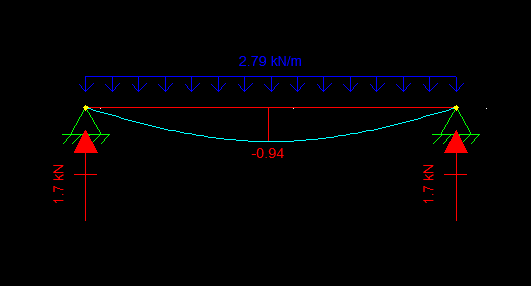
Q = 0,425 +0,525 + 0,29 + 0,05 + 0,3 x 5 = 2,79 kN/m

ELU (Combinações normais)

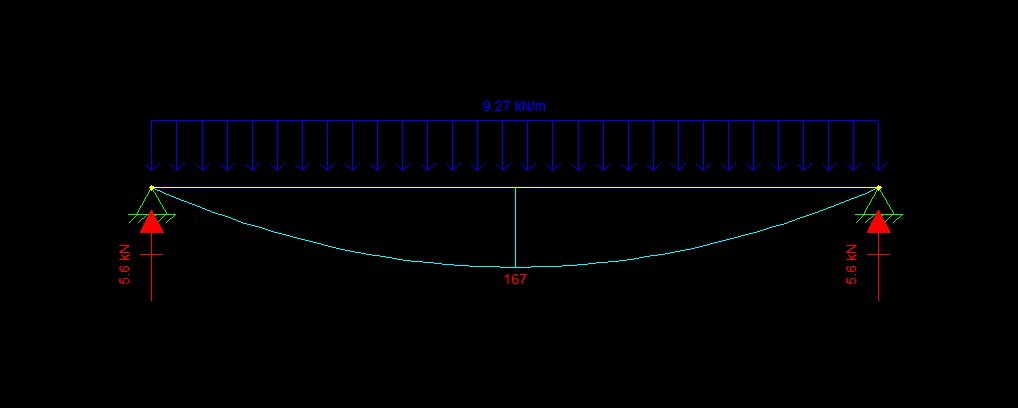
Q = **1,4** x 0,425 + **1,35** x 0,525 + **1,4** x 0,29 + **1,25** x 0,05 + **1,5** x 5 = 9,27 kN/m



Flecha atuante = 2,12 – limite = 1200/350 = 3,43mm OK



Flecha atuante combinações frequentes = 0,94mm



Momento = 167 kN

Cortante = 5,6 kN

Verificação ao momento Fletor (L76,2X4,76)

Z = 1,5 x W = 1,5 x I/y = 1,5 x 40/2,082 = 28,81

Mpl = Z.Fy = 28,81 . 25 = 720 kN.cm

Mr = (Fy – 0,3Fy).W = (25-0,3 . 25). 40/2,082 = 336,21 kN.cm

Verificação à cortante

b/t = 16

(Compacta)

Dimensionamento da Viga V2

Carregamentos

Painel Wall = 0,34 kN/m² x 1,20 = 0,408 kN/m

Contrapiso = 0,42 kN/m² x 1,20 = 0,504

Piso = 0,23 kN/m² x 1,20 = 0,276 kN/m

PP = 0,13 kN/m

SC = 4 x 1,20 = 4,8 kN/m

ELS (Combinações Raras)

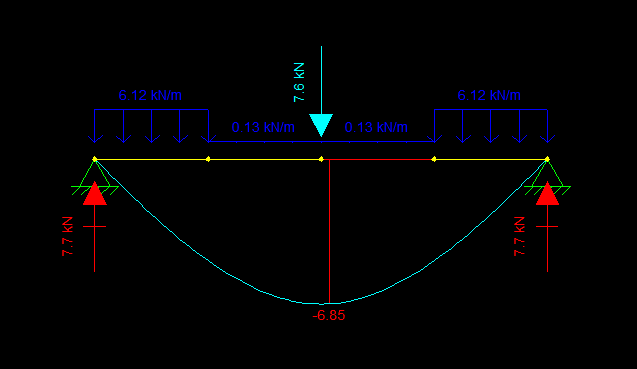
Q=0,408 +0,504 + 0,276 + 0,13 + 4,8 = 6,12 kN/m

ELS (Combinações Frequentes)

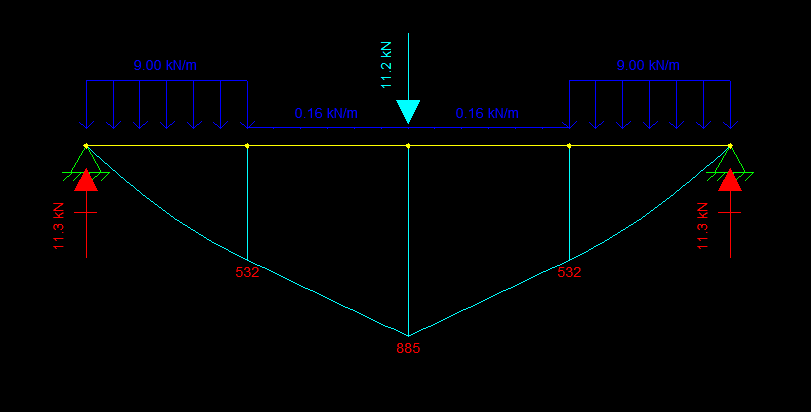
Q = 0,408 +0,504 + 0,276 + 0,13 + 0,3 x 4,8 = 2,76 kN/m

ELU (Combinações normais)

Q = **1,4** x 0,408 + **1,35** x 0,504 + **1,4** x 0,276 + **1,25** x 0,13 + **1,5** x 4,8 = 9,00 kN/m



Flecha limite = 2500/350 = 7,14 > 6,85 OK



Msd = 885 kN.cm

Adotado perfil I Lam 4’’X11,4 (Padrão Americano)

FLM

Seção Compacta ao FLM

FLA

Seção Compacta ao FLA

Desconsiderando o efeito da rigidez dos painéis wall (opcional)

FLT

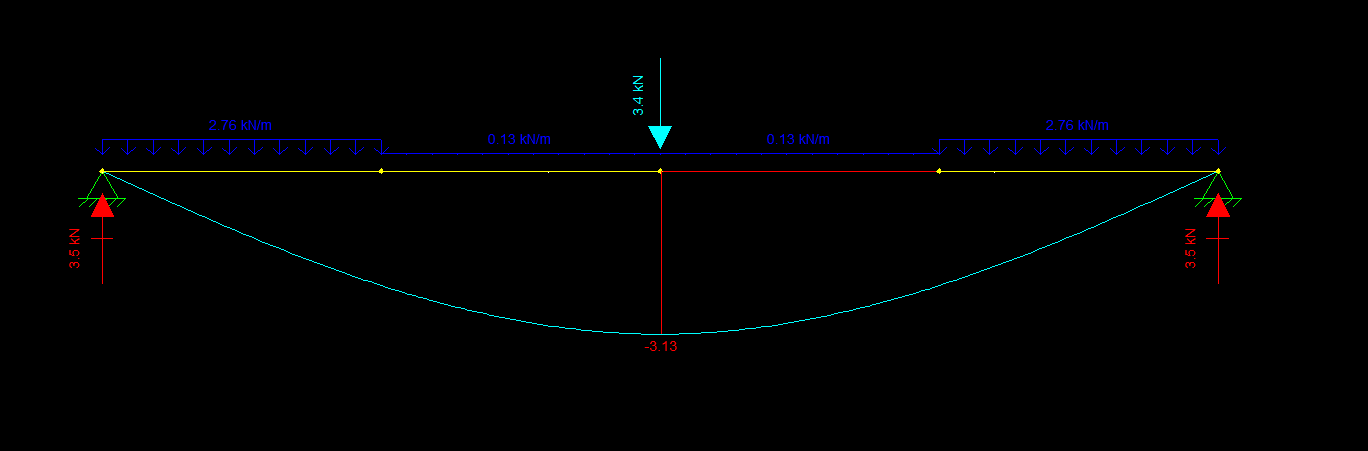
Perfil Semicompacto ao FLT

Verificação do perfil ao esforço cortante

h/tw = 8,68/0,483 = 18

(Compacta)

Verificação da frequencia da viga



## Cálculo da Viga V1

Carregamentos

Painel Wall = 0,34 kN/m² x 2,5 = 0,85 kN/m

Contrapiso = 0,42 kN/m² x 2,5 = 1,05 kN/m

Piso = 0,23 kN/m² x 2,5 = 0,58 kN/m

PP = 0,33 kN/m

SC = 4 x 2,5 = 10 kN/m

ELS (Combinações Raras)

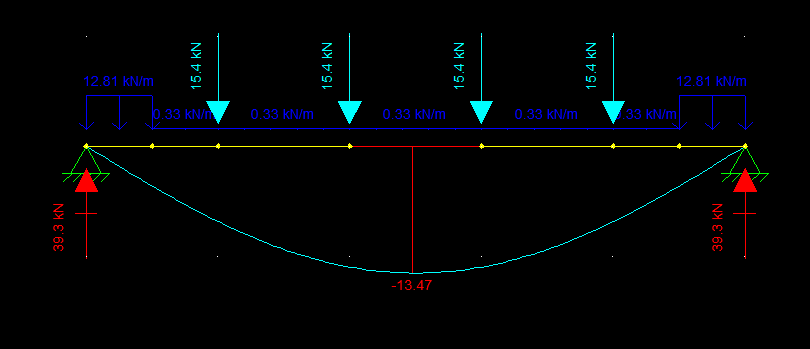
Q=0,85 + 1,05 +0,58 +0,33 +10 = 12,81 kN/m

ELS (Combinações Frequentes)

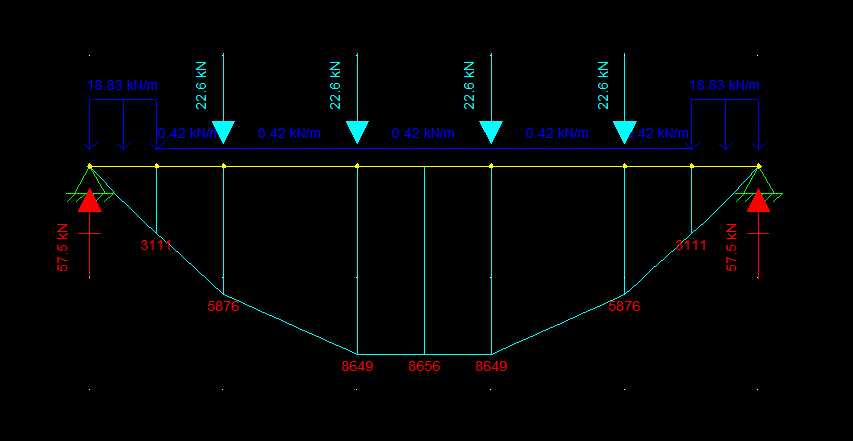
Q = 0,85 + 1,05 +0,58 +0,33 +0,3.10 = 5,81 kN/m

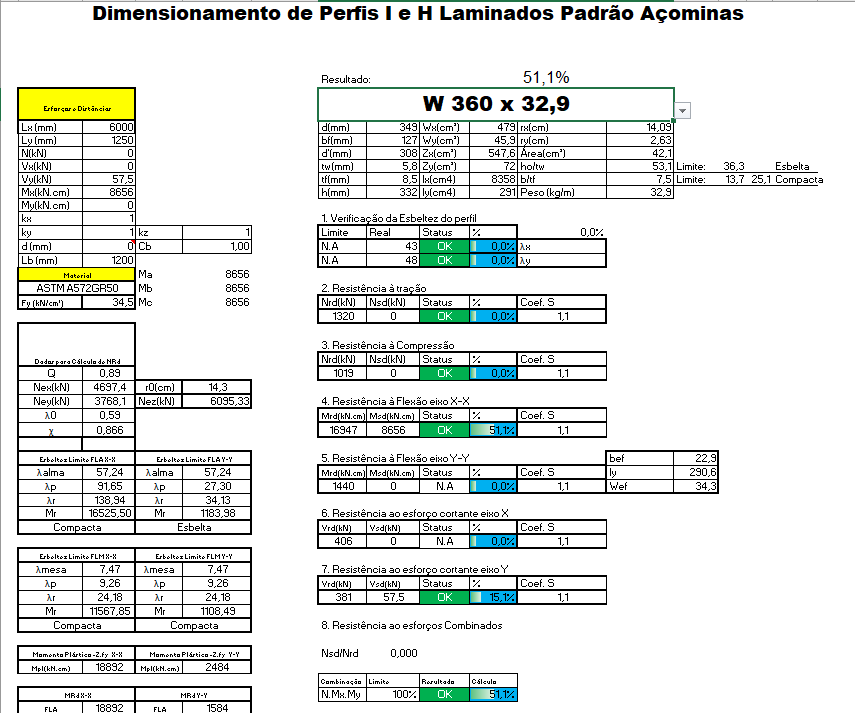
ELU (Combinações normais)

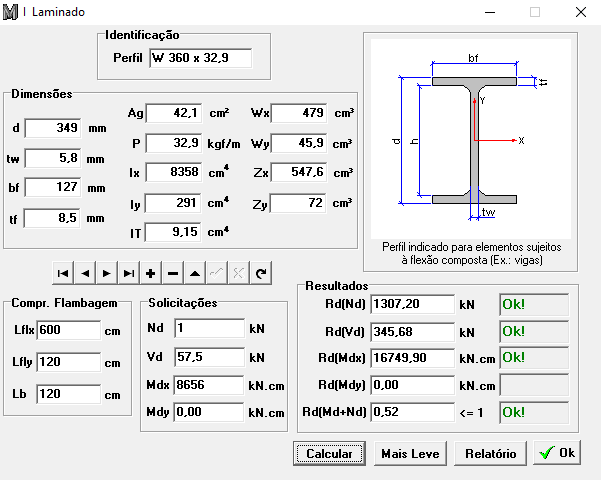
Q = **1,4** x 0,85 + **1,35** x 1,05 + **1,4** x 0,58 + **1,25** x 0,33 + **1,5** x 10 = 18,83 kN/m



Flecha Limite = 6000/350 = 17,14 > 13,47 OK





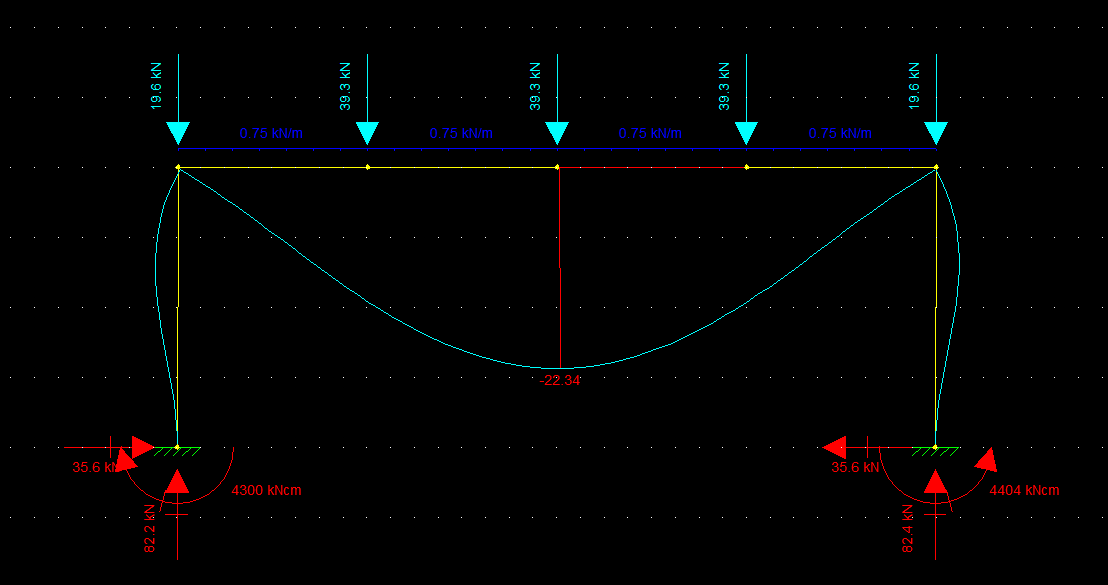


## Verificação dos pórticos posteriores do mezanino

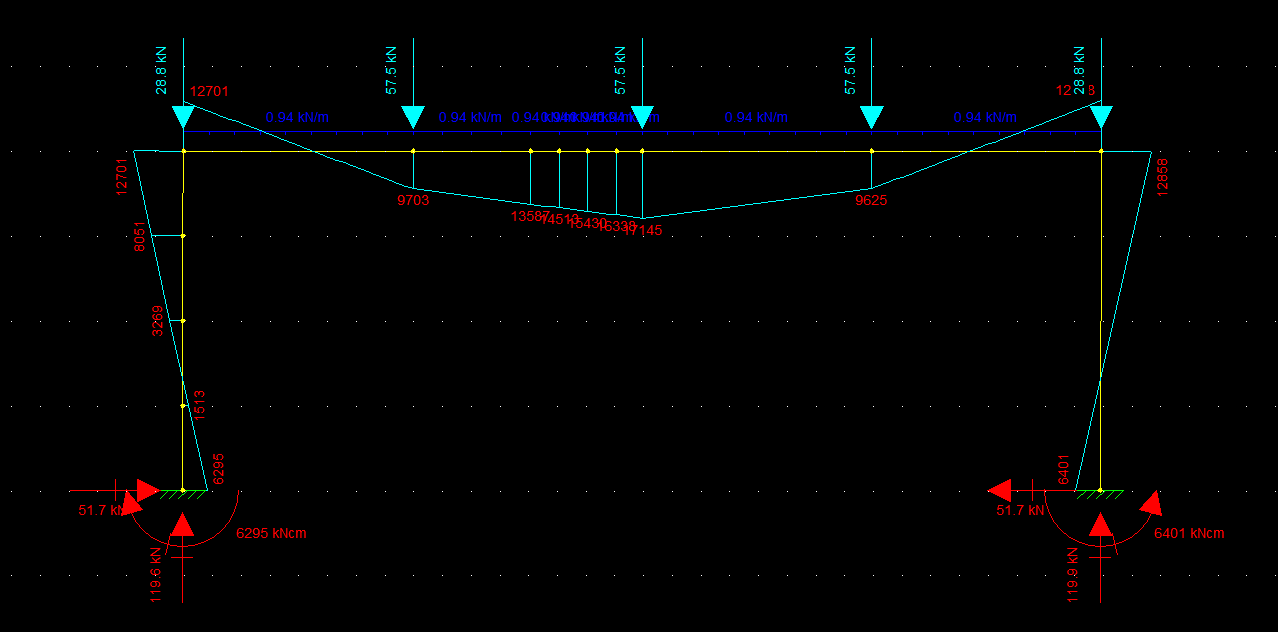
Cálculo do B2 para o plano de 6m

Cálculo do B2 para o plano de 10m

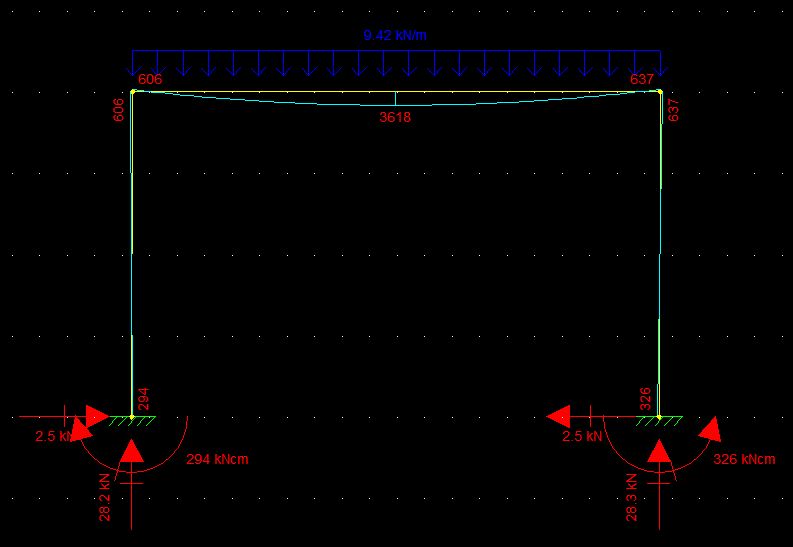
Para considerar os efeitos das imperfeições iniciais, a estrutura dos pórticos foi modelada com desalinhamento horizontal de h/333 (11mm)



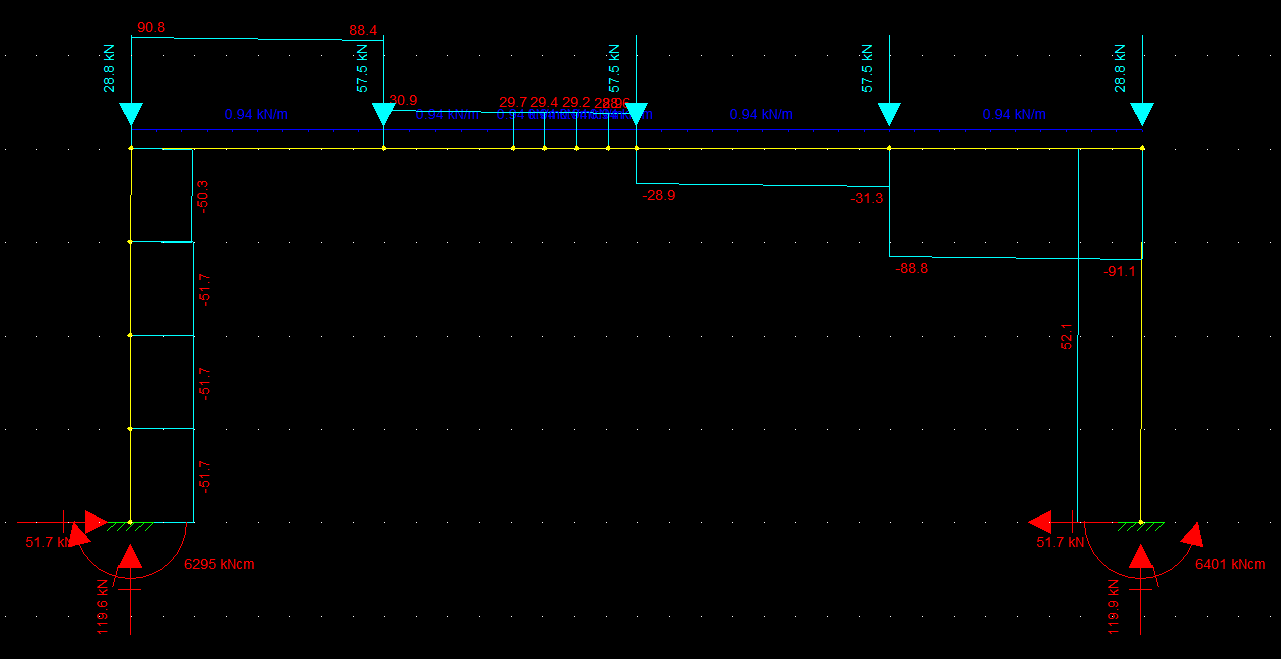
Flecha Limite: 10000/350 = 28,57mm > 22,34mm OK!



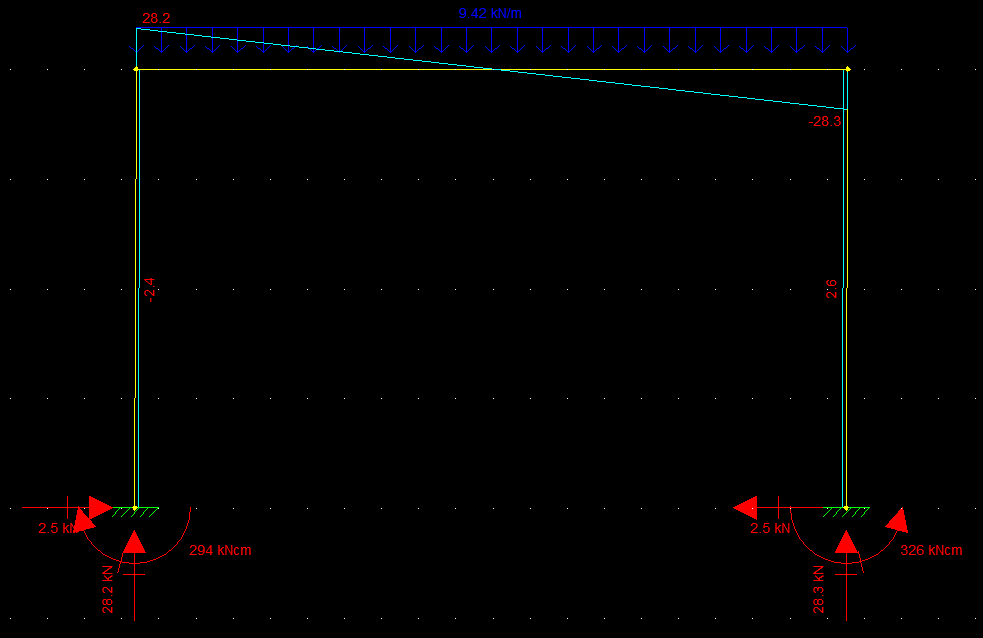
Diagramas de Momento Fletor (Vão 10m)



Diagramas de Momentos Fletores (Vão 6m)



Diagramas de Esforços cortantes (Vão 10m)



Digrama de Esforços cortantes (Vão 6m)

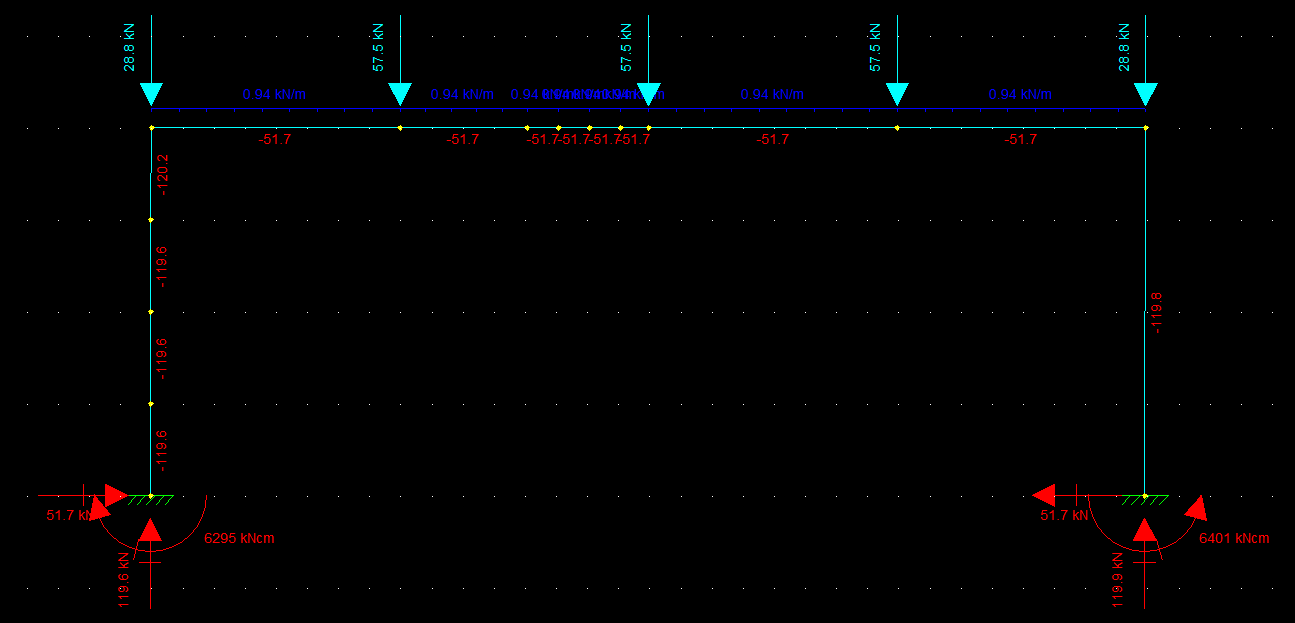


Diagrama de esforços axiais (Vão 10m)

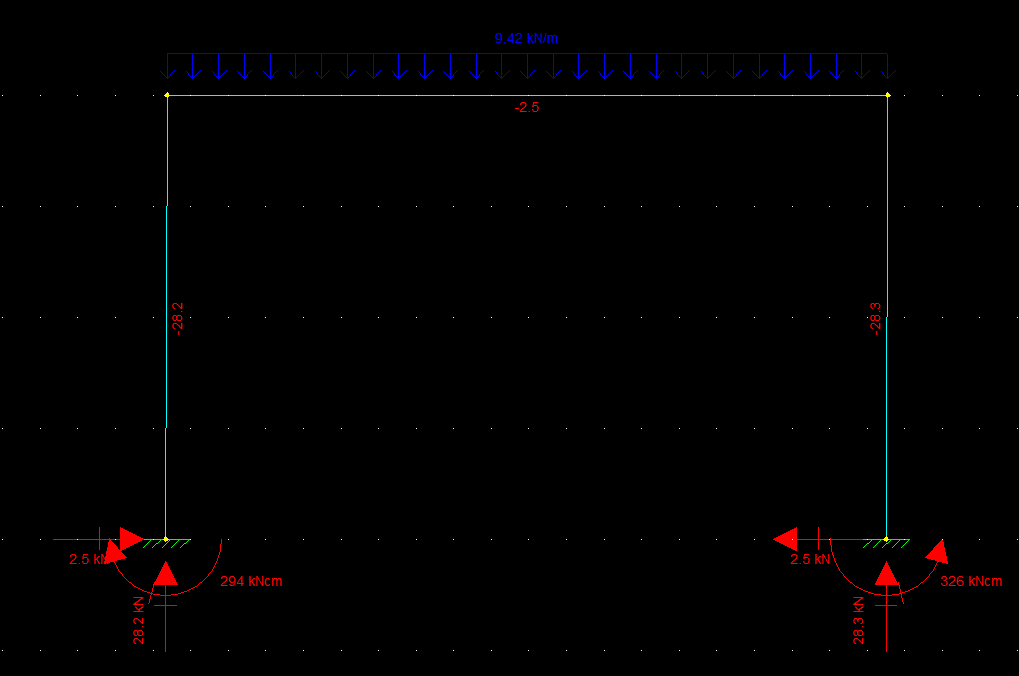
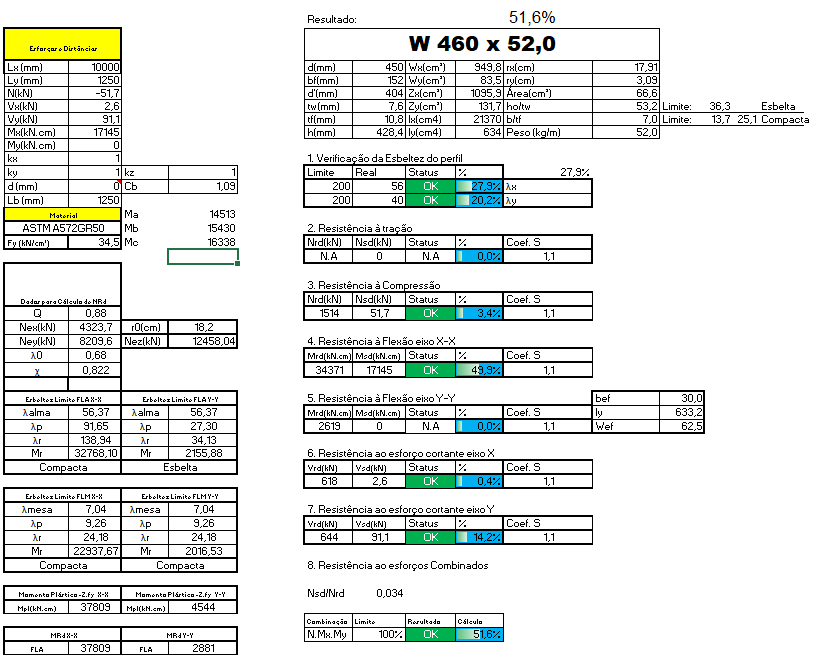
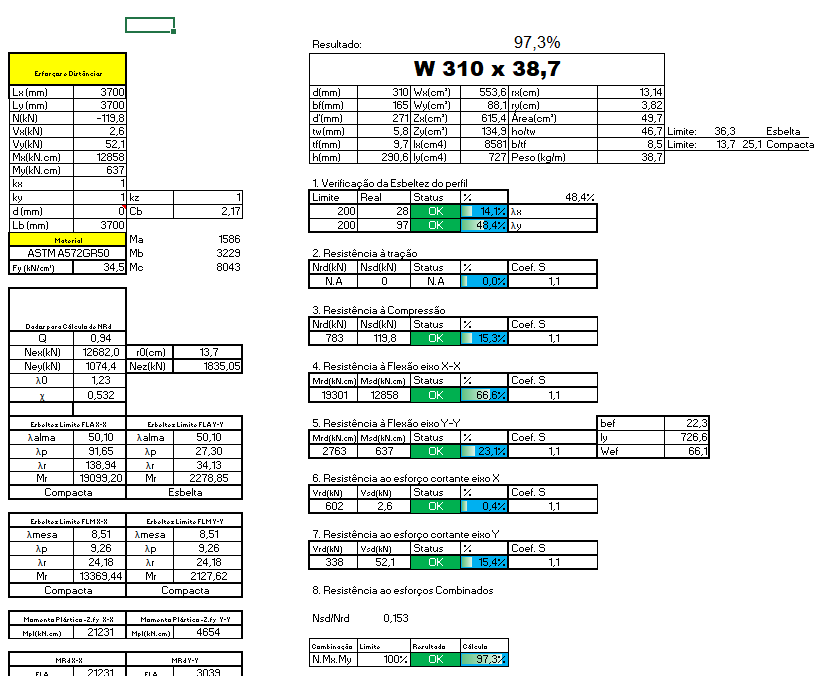


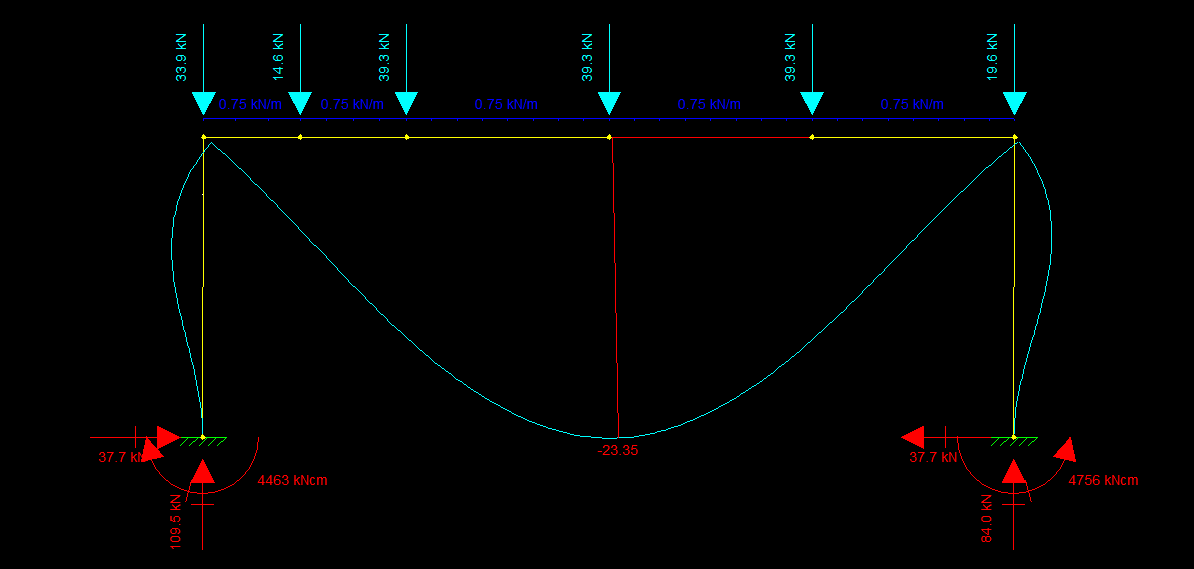
Diagrama de esforços axiais (Vão 6m)



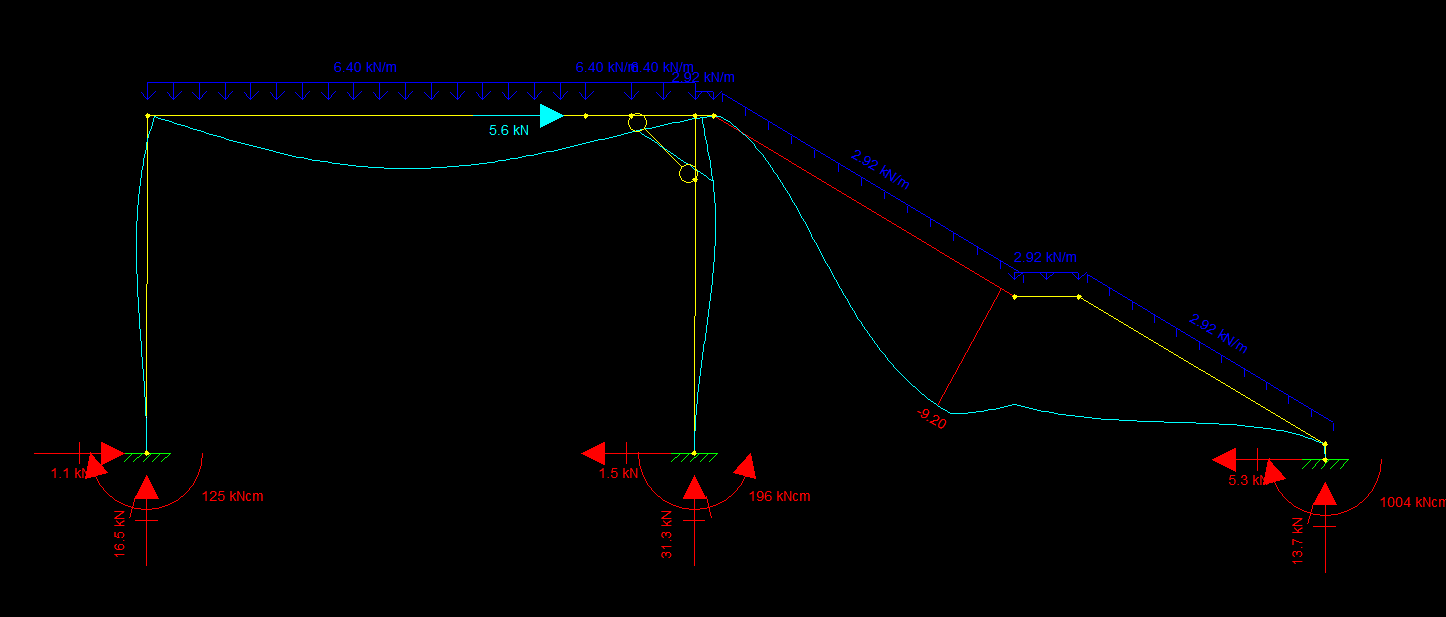
Verificação da Viga (Vão 10m)



## Verificação dos Pórticos afetados pela escada



Flecha limite L/350 = 10000/350 = 28,57 > 23,35 OK



Flecha atuante = 9,20mm (Atualizado) – Flecha admissível = 8083/350 = 23,09mm OK

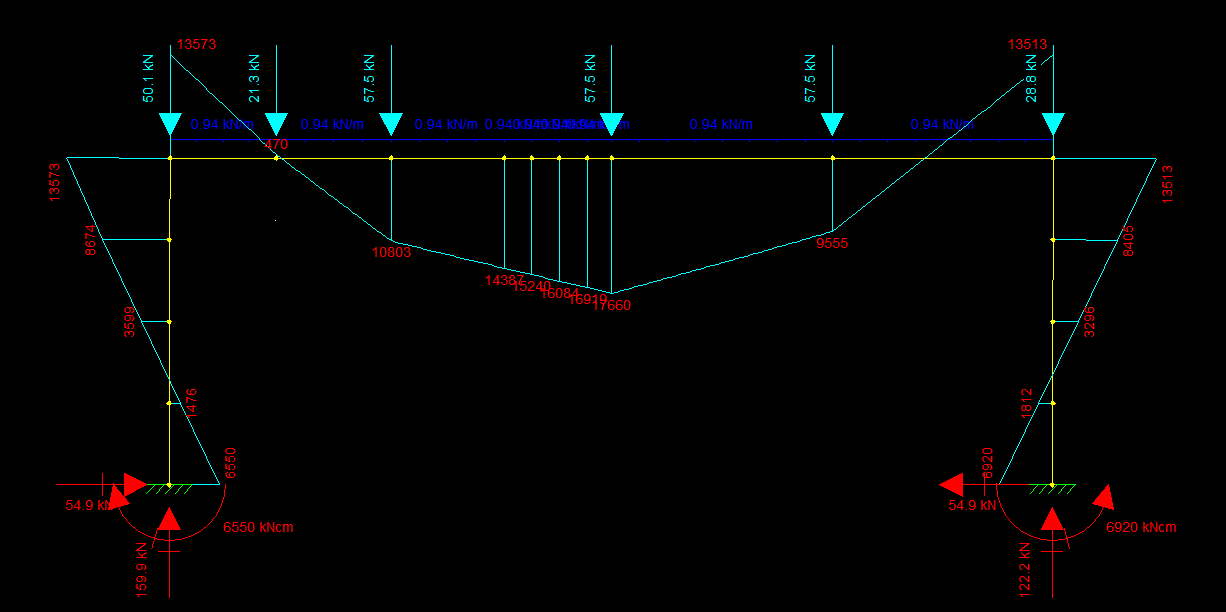


Diagrama de Momentos Fletores (10m)

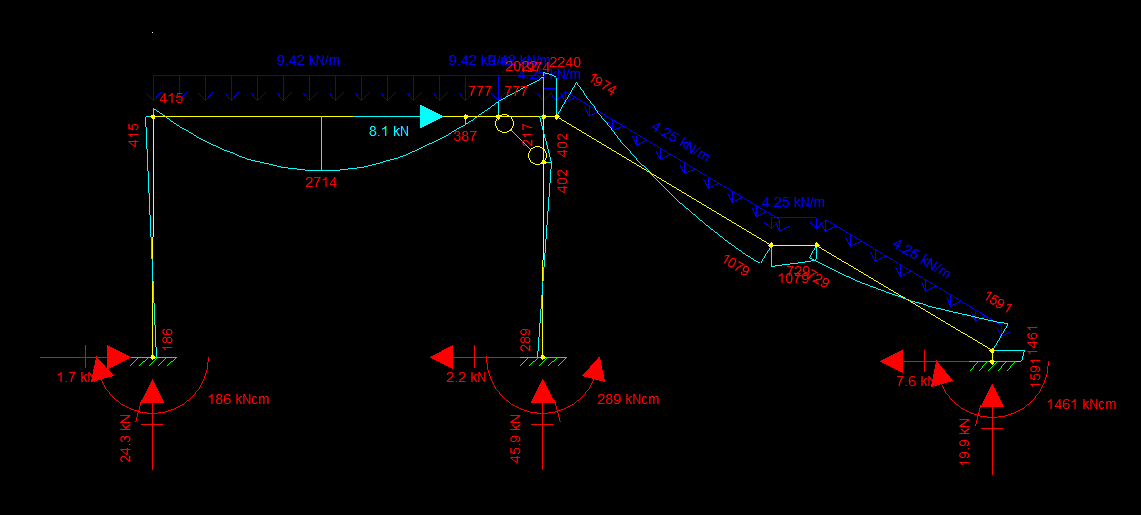


Diagrama de Momentos Fletores (6m com escada)

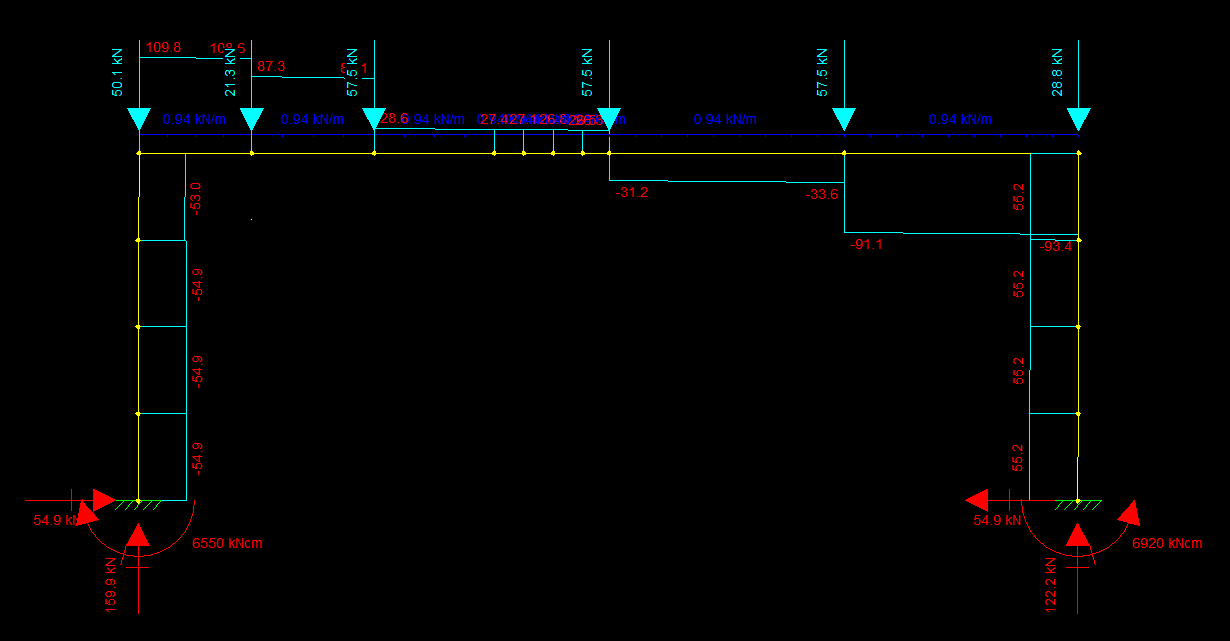


Diagrama de esforços cortantes (10)

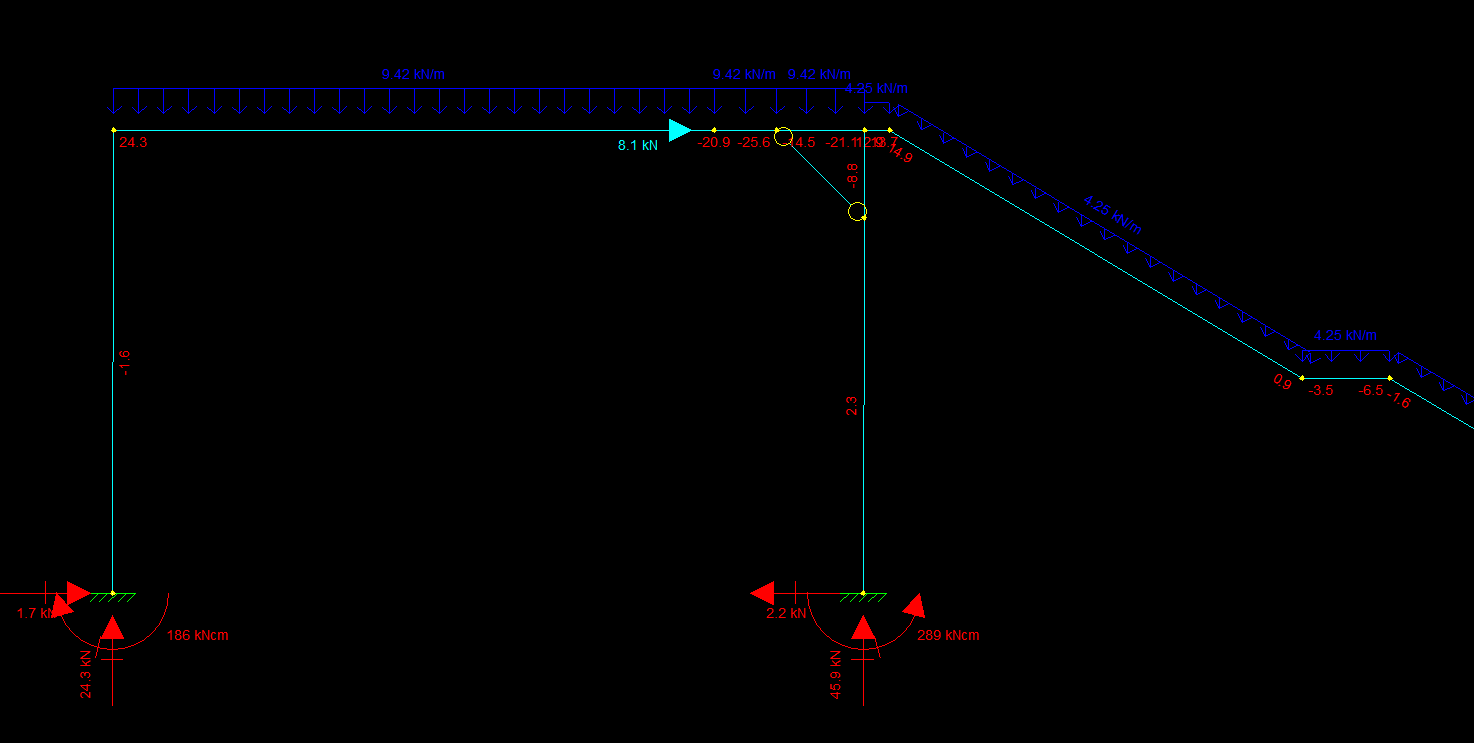


Diagrama de Esforços cortantes (6m)

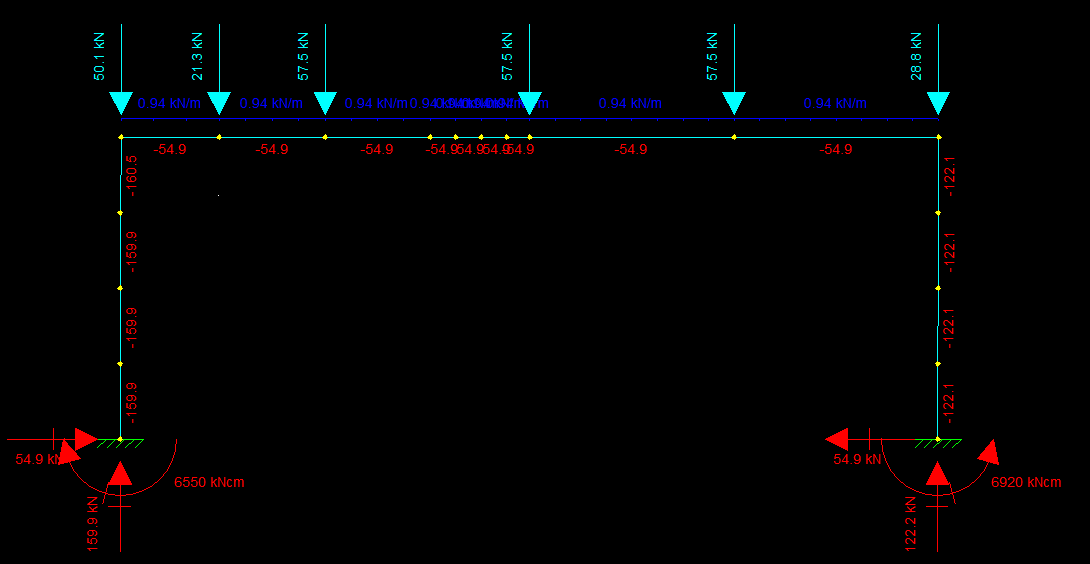


Diagrama de esforços axiais (10m)

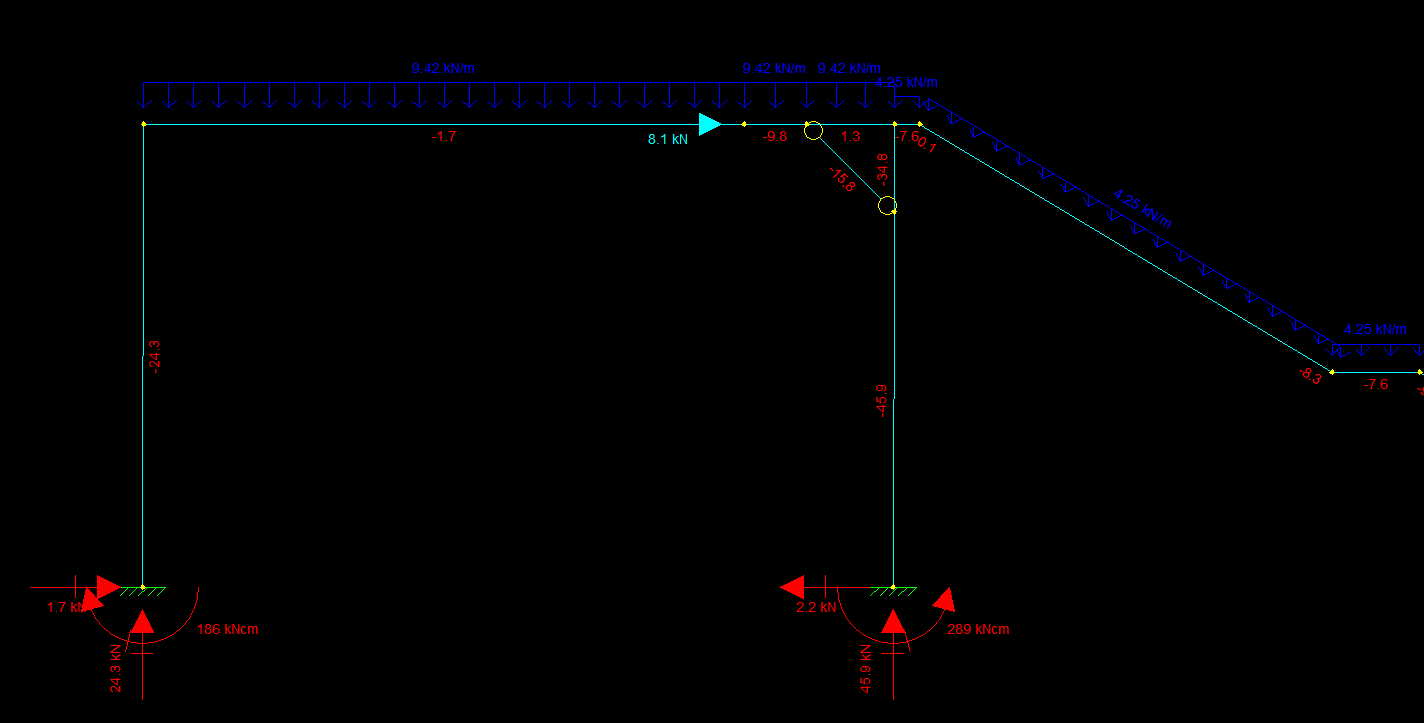
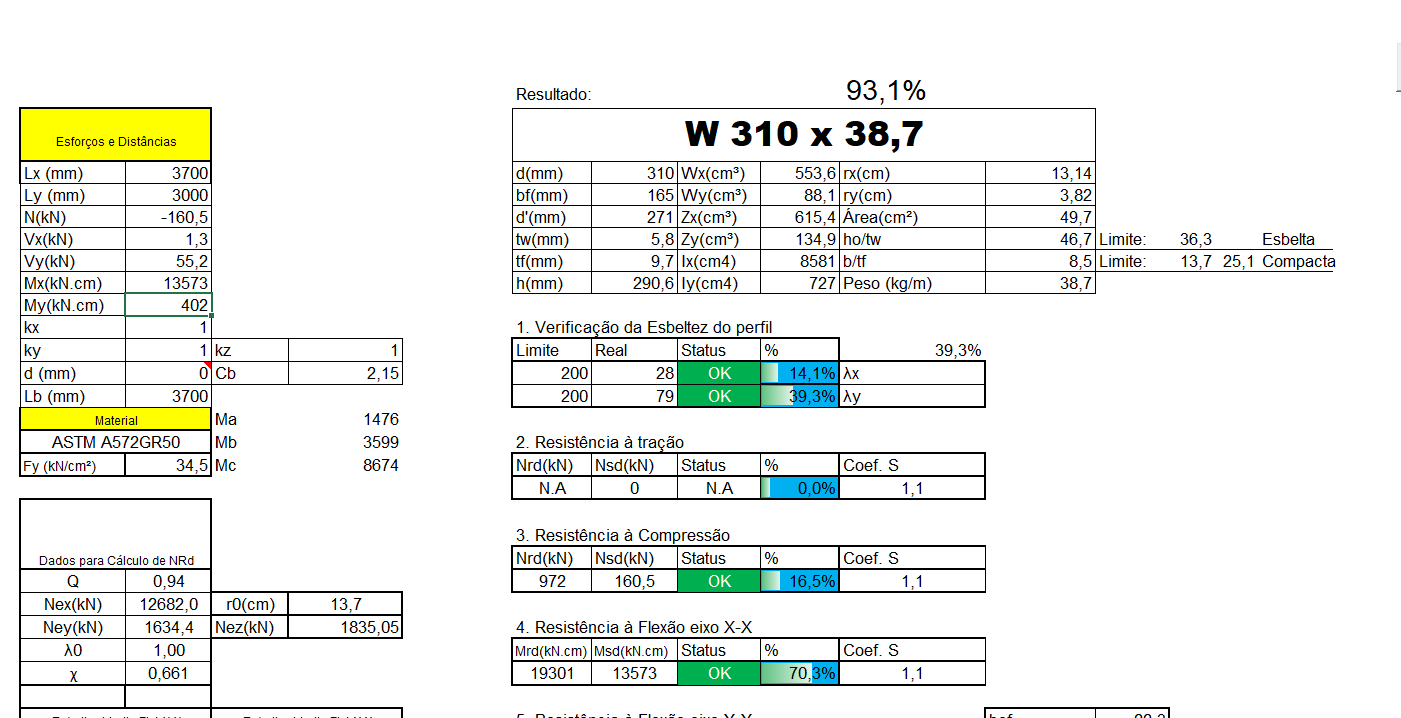
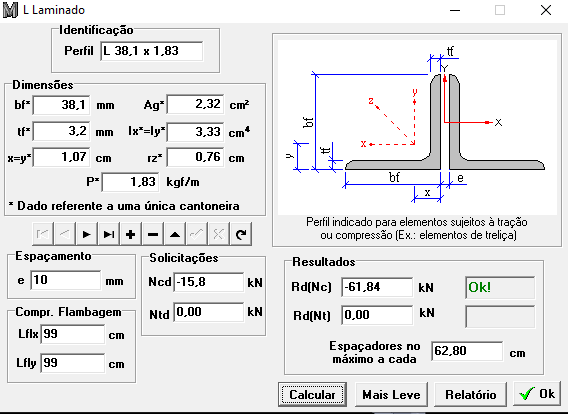
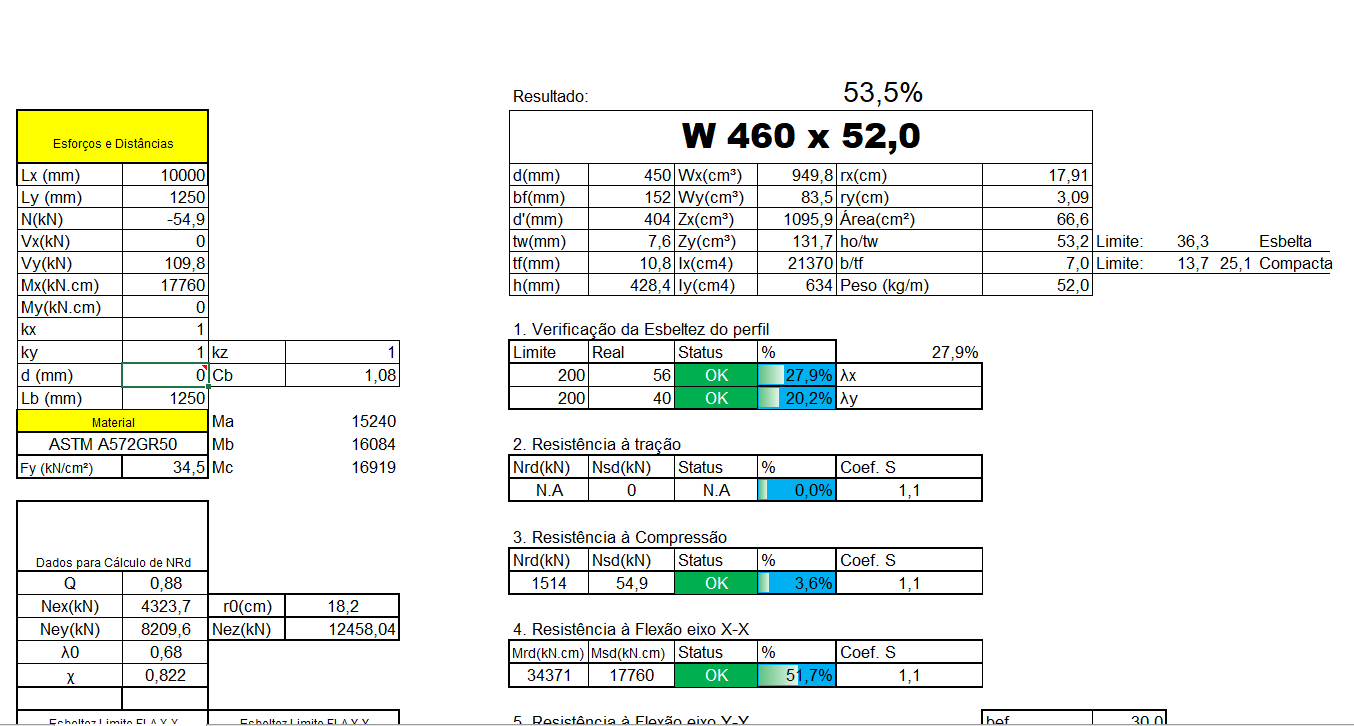


Diagrama de axiais (6m)



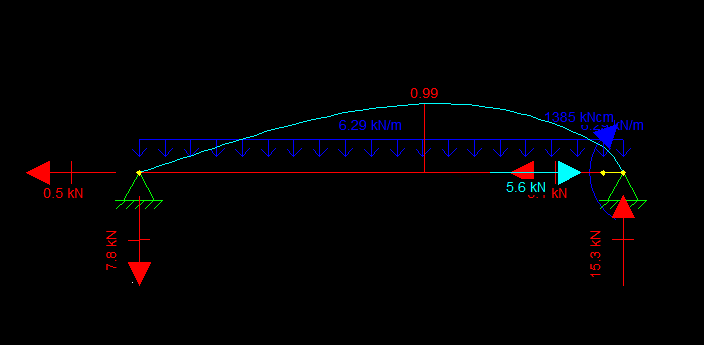
Verificação dos Pilares



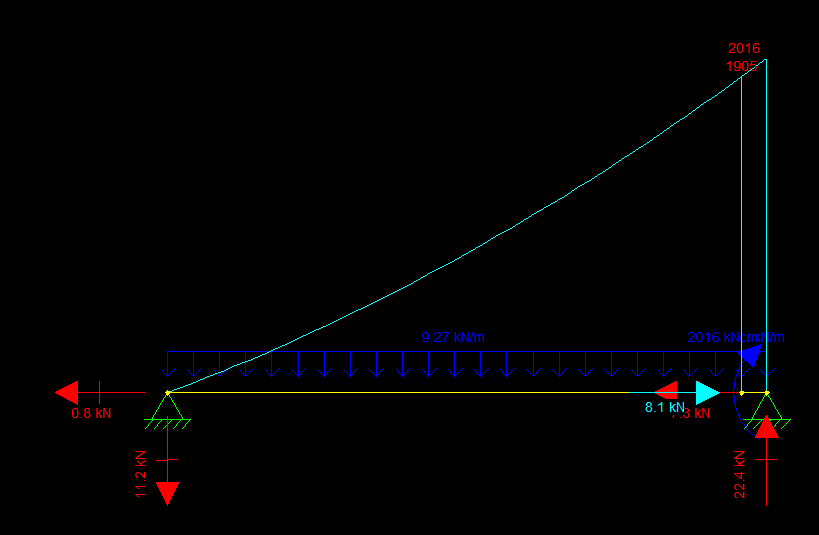


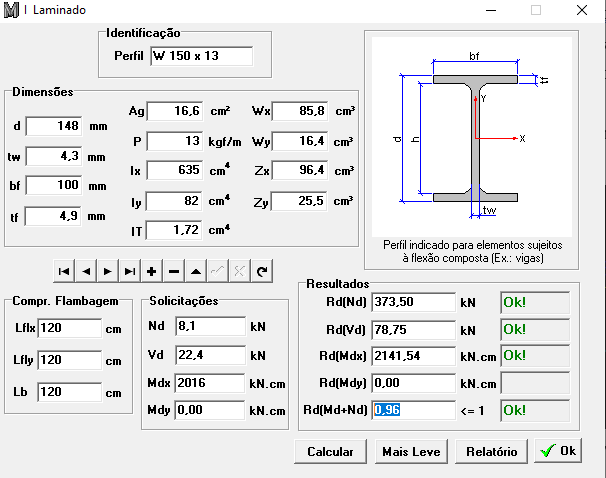
Verificação da Viga principal

## Verificação da V3.1 que suporta a escada



Flecha Limite = 1200/350 = 3,57 > 0,99 OK





## Dimensionamento da barra de contraventamento horizontal da escada

Ntsd = 8,1 / cos 46 = 11,66 kN

## Cálculo da Ligação V3

Determinação do Parafuso

Adotaremos ASTM A325 Diam 16mm

Verificação da espessura da chapa pelo rasgamento furo – borda

Verificação da espessura da chapa pelo esmagamento do furo

Tensão de tração atuante na chapa

Tensão cortante

Adotaremos t = 4,76mm

Verificação da Solda entre o perfil e a chapa

## Dimensionamento das ligações da V2

Determinação do Parafuso

Adotaremos ASTM A325 Diam 16mm

Verificação da espessura da chapa pelo rasgamento furo – borda

Verificação da espessura da chapa pelo esmagamento do furo

Tensão de tração atuante na chapa

M = 45 x 3,5 = 157,5 kN.cm

Tensão cortante

Verificação do Cisalhamento de Bloco

Agv = 10,5 x 0,476 = 5cm²

Anv = 8,2 x 0,476 = 3,90 cm²

Ant = 3,4 x 0,476 = 1,47 cm²

Verificação da Solda entre o perfil e a chapa

Fh = M/h = 157,5/13= 12,11 kN

Fv = 45/13 = 3,46 kN

## Dimensionamento das ligações da V1

Determinação do Parafuso

Verificação da espessura da chapa pelo rasgamento furo – borda

Verificação da espessura da chapa pelo esmagamento do furo

Tensão de tração atuante na chapa

M = 57,1 x 3,5 = 199,85 kN.cm

Tensão cortante

Verificação do Cisalhamento de Bloco

Agv = 10,5 x 0,476 = 5cm²

Anv = 7 x 0,476 = 3,33 cm²

Ant = 3,4 x 0,476 = 1,47 cm²

Verificação da Solda entre o perfil e a chapa

Fh = M/h = 199,85/13= 15,37 kN

Fv =57,1/13 = 4,39 kN

## Verificação da Ligação do Guarda Corpo com a longarina

Msd = 3,6 x 110 = 396 kN.cm

Hsd = 3,6 kN

Vsd = 0,20 x 1,20 = 0,24 kN

Cortante Horizontal no Parafuso

Fh = M/D + Hsd/2 = 396/10,7 + 3,6/2 = 38,80 kN

Fv = Vsd / 2 = 0,24/2 = 0,12 kN

Verificação do rasgamento furo-borda

Verificação do Esmagamento do furo

b/t = 50,8 / 6,35 = 8 < 15,83 Compacta, Qs = Q = 1

Adotaremos t = 6,35mm devido à verificação Rasgamento Furo-Borda

Devido ao pequeno valor da reação vertical não faremos a verificação de Cisalhamento de Bloco (BLock Shear)

## Verificação da ligação da Mão Francesa

Vsd = 15,8 kN Adotaremos o mínimo de 45 kN

Verificação do rasgamento furo-a-furo (Como a barra está comprimida não há possibilidade de rasgamento Furo – Borda, portanto utilizaremos a distância Furo-a furo

Verificação do Esmagamento do furo

Componente vertical (comprime a chapa)

NSd = 45 x cos 45 = 31,80 kN

Fh = 45/2 \* cos 45 = 15,90 kN

M = 15,90 x 4,1 + 15,90 x 6,9 = 175 kN.cm

Vsd = 15,90 x 2 = 31,80

Adotaremos t = 4,76mm

Verificação da solda da chapa gousset

Fv = 175 / 8,5 = 20,6 kN

Fh = 31,8 /2 = 15,9 kN

Adotar 3mm E60XX

b/t = 50,8 / 6,35 = 8 < 15,83 Compacta, Qs = Q = 1

Adotaremos t = 6,35mm devido à verificação Rasgamento Furo-Borda

Devido ao pequeno valor da reação vertical não faremos a verificação de Cisalhamento de Bloco (BLock Shear)

## Dimensionamento da barra de contraventamento horizontal da plataforma de acesso à escada

Nt,Sd = 8,1 kN

Diâmetro do Parafuso

Verificação da solda

Adaptando o texto do item 10.2.4 da NBR14.762 para solda em superfícies curvas, adotaremos tef = 0,3.Re = 0,30 x 4 = 1,20mm

Porém o filete mínimo é 40mm conforme item 6.2.6.2.3 da NBR8800/08

Portanto adotaremos Solda de filete com altura igual ao raio da barra redonda e comprimento igual a 40mm E60XX

Verificação da chapa de ligação 32mm

Escoamento da seção Bruta

Ruptura da Seção Líquida

Rasgamento Furo-Borda

Esmagamento do Furo

Adotaremos Chapa t = 1/8’’ (3,2mm) A36

Cálculo da chapa de ligação soldada à viga

NtSd = 8,1 . Cos45 = 5,73 kN

Vsd = 8,1 . sen45 = 5,73 kN

Escoamento da seção Bruta

Ruptura da Seção Líquida

Verificação do esforço cortante

Rasgamento Furo-Borda

Esmagamento do Furo

Adotaremos Chapa t = 1/8’’ (3,2mm) A36

Verificação da solda:

# 6 – Conclusão