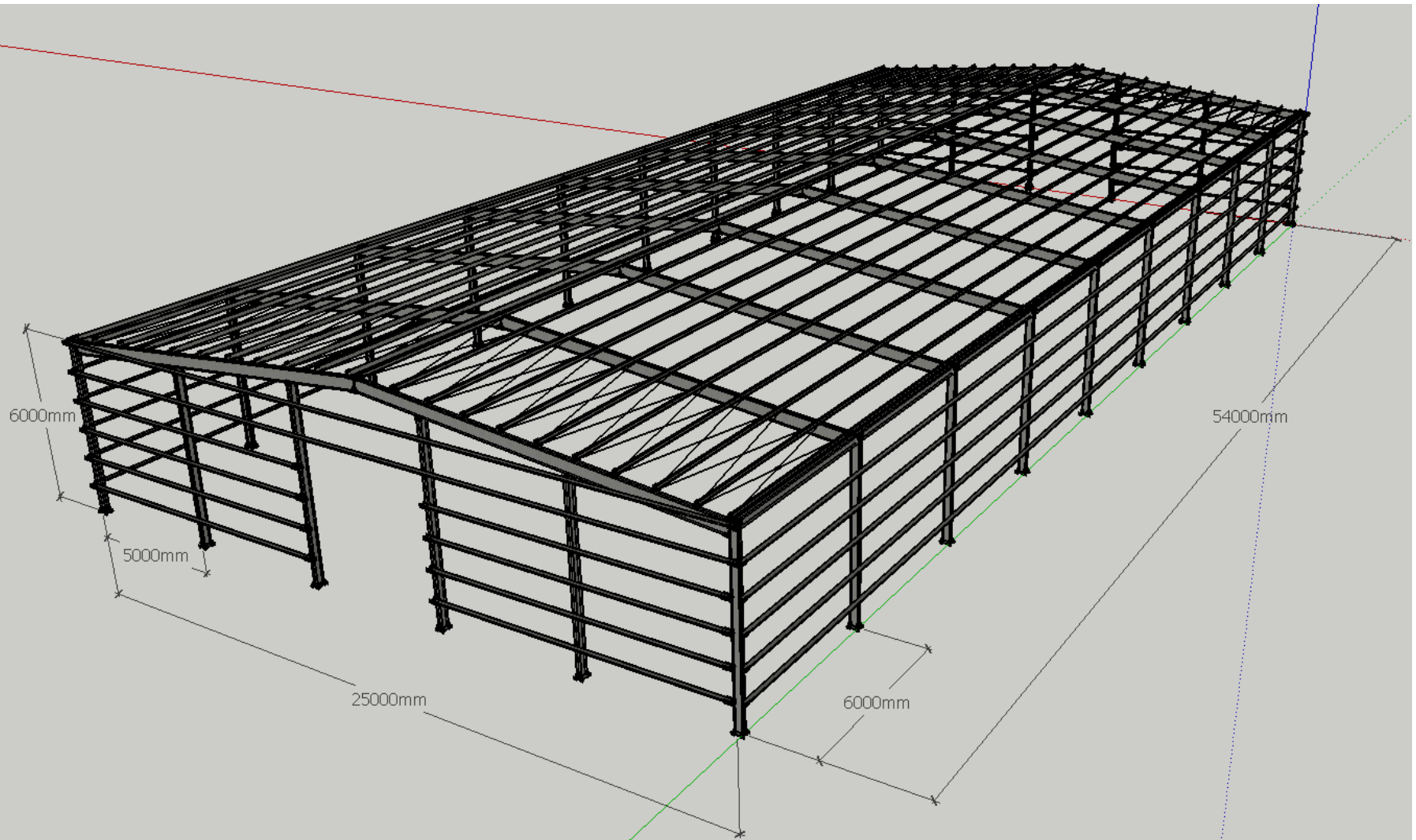


Cálculo de um Galpão 25m X 54m PARTE 1

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

GALPÃO A SER CALCULADO



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)
- Inclinação do telhado de 10% ($5,71^\circ$)
- 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

VisualVentos

Ler Arquivo

Gravar Arquivo

Sair

Notações

Ajuda

Sobre o Programa

Geometria

Dimensões

Medidas

b

25

m

a

54

m

h

6

m

Distância entre pórticos

p

6

m

b1

12.00

m

a1

12.00

m

a2

15.00

m

β

5.71

°

h1

1.25

m

Confirmar

Área das aberturas

Face	Fixa	Móvel
A1	0 m ²	0 m ²
A2	0 m ²	0 m ²
A3	0 m ²	0 m ²
B1	0 m ²	0 m ²
B2	0 m ²	0 m ²
B3	0 m ²	0 m ²
C1	12.5 m ²	0 m ²
C2	12.5 m ²	0 m ²
D1	12.5 m ²	0 m ²
D2	12.5 m ²	0 m ²

Continuar

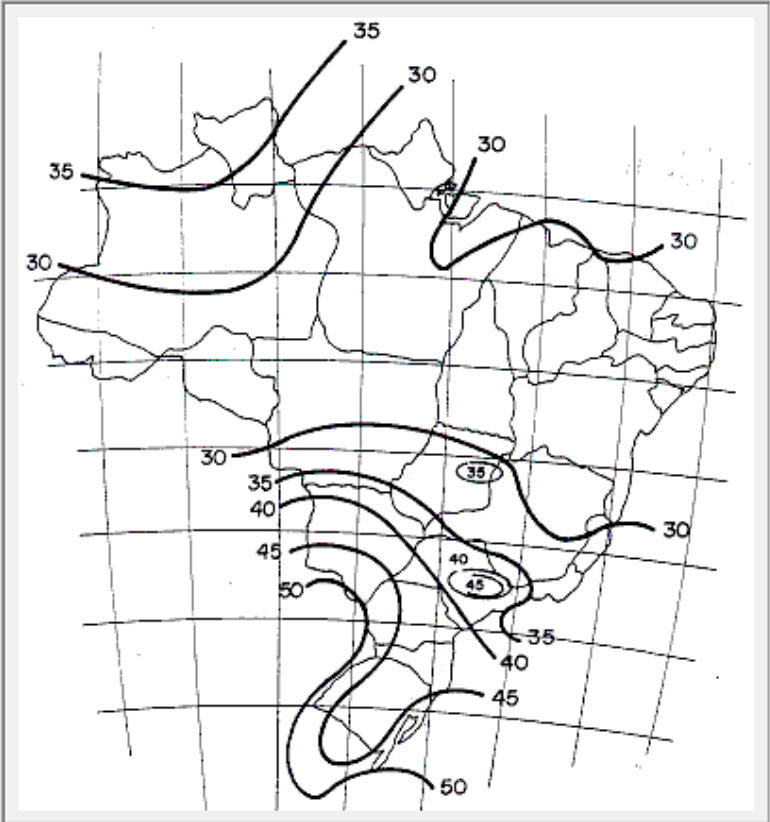
Cálculo das cargas de vento

VisualVentos

Ler Arquivo Gravar Arquivo Sair Notações Ajuda Sobre o Programa

Geometria Velocidade Básica

Análise das Isopletas de Vento



Velocidade Básica

Vo m/s

Vo: Máxima velocidade média sobre 3 segundos, que pode ser estendida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano.

← Voltar Continuar →

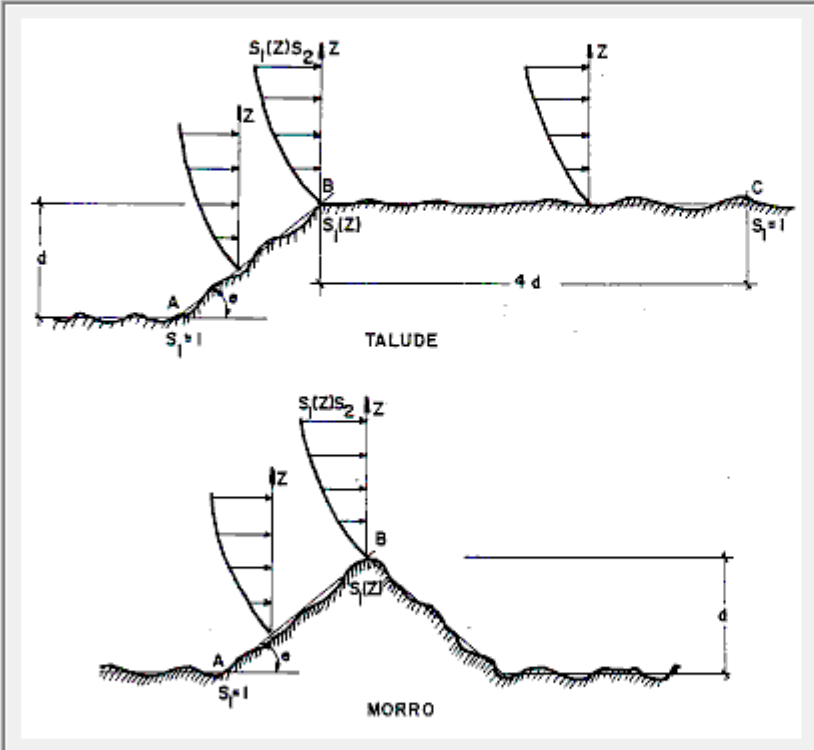
Cálculo das cargas de vento

VisualVentos

Ler ArquivoGravar ArquivoSairNotaçõesAjudaSobre o Programa

GeometriaVelocidade BásicaFator S1

Fator Topográfico



O diagrama superior, rotulado 'TALUDE', mostra um perfil de terreno com um declive. O ponto A está na base do declive, B no topo, e C em uma planície a uma distância de 4d de B. O vento sopra de A para B. O diagrama inferior, rotulado 'MORRO', mostra um perfil de terreno com um morro. O ponto A está na base do morro, B no topo, e C em uma planície a uma distância d de B. O vento sopra de A para B. Ambos os diagramas incluem curvas de velocidade do vento $S_1(z)S_2(z)$ e $S_1(z)$ em função da altura z.

Fator S1

- ☒ Terreno plano ou fracamente acidentado
- ☐ Talude e Morros
- ☐ Vales profundos, protegidos de vento de qual quer direção

Taludes e Morros

ϕ °

z m

d m

Calcular

S1

Pode ser admitido um fluxo de ar bidimensional soprando no sentido indicado na figura.

← Voltar Continuar →

Cálculo das cargas de vento

VisualVentos

Ler Arquivo

Gravar Arquivo

Sair

Notações

Ajuda

Sobre o Programa

Geometria

Velocidade Básica

Fator S1

Fator S2

Fator de Rugosidade

Categoria do terreno

Categoria	Descrição do ambiente
☐ I	Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente.
☐ II	Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a 1m. Exemplos: zonas costeiras planas; pântanos com vegetação rala; campos de aviação; pradarias e charnecas; fazendas sem sebes ou muros.
☐ III	Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 3m. Exemplos: granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos, fazendas com sebes e/ou muros, subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas.
☒ IV	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados em zona florestal, industrial ou urbanizada. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas.
☐ V	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual ou superior a 25m. Exemplos: florestas com árvores altas de copas isoladas; centros de grandes cidade; complexo industriais bem desenvolvidos.

Classe de edificação

	Classe	Descrição
Maior dimensão 54.00 m	☐ A	Maior dimensão menor ou igual a 20m
	☐ B	Maior dimensão entre 20 e 50m
	☒ C	Maior dimensão maior ou igual 50m

Fator S2

S2

Calcular

Voltar

Continuar

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

Fator Estatístico

Fator S3

Grupo	Descrição
☐ 1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros, centrais de comunicação, etc)
☒ 2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação
☐ 3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc)
☐ 4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc)
☐ 5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção

S3

Voltar

Continuar

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

Copiar

Vento 90°

-0.90

-0.50

0.70

-0.50

-0.90

Copiar

Cpe médio -1.00

Voltar Continuar

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 Cpe - Telhado

Coeficiente de pressão externa - Telhado

Vento 0°

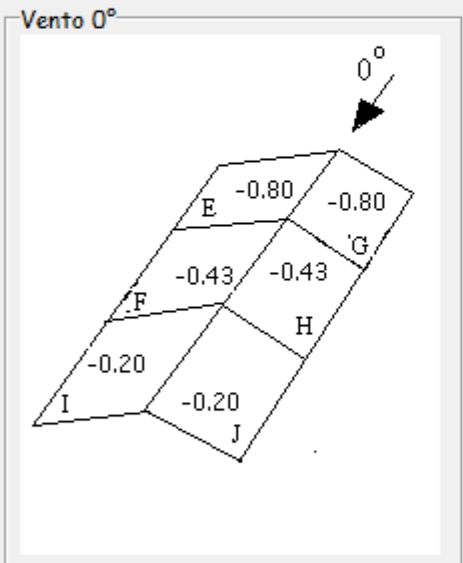


Diagram showing the roof layout for wind direction 0°. The roof is divided into zones E, F, G, H, I, and J. The pressure coefficients are: E = -0.80, G = -0.80, F = -0.43, H = -0.43, I = -0.20, and J = -0.20.

Vento 90°

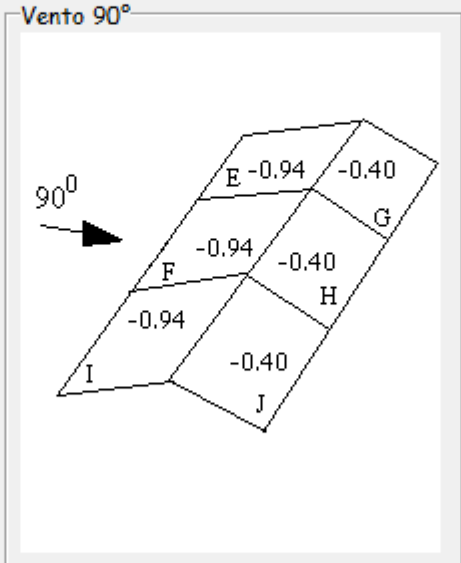


Diagram showing the roof layout for wind direction 90°. The roof is divided into zones E, F, G, H, I, and J. The pressure coefficients are: E = -0.94, G = -0.40, F = -0.94, H = -0.40, I = -0.94, and J = -0.40.

Cpe Médio

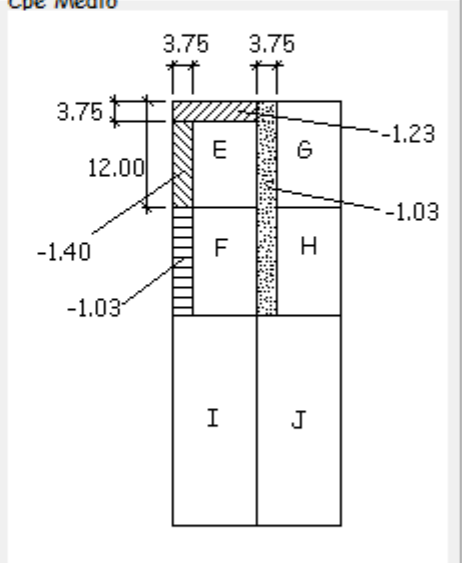


Diagram showing the average Cpe values for the roof layout. The roof is divided into zones E, F, G, H, I, and J. The average Cpe values are: E = -1.23, G = -1.03, F = -1.40, H = -1.03, I = -1.03, and J = -1.03.

Copiar

Copiar

Copiar

Voltar Continuar

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 Cpe - Telhado Cpi

Coeficiente de pressão interna

Cpi

☐ Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
- vento perpendicular a uma face permeável $\rightarrow Cpi = +0.2$
- vento perpendicular a uma face impermeável $\rightarrow Cpi = -0.3$

☒ Quatro faces igualmente permeáveis $\rightarrow Cpi = -0.3$ ou 0.0

Abertura dominante em uma face, as outras faces de igual permeabilidade

☐ Abertura dominante na face de barlavento $\rightarrow Cpi = 0.10$ ou 0.10

☐ Abertura dominante na face de sotavento $\rightarrow Cpi = 0.70$ ou 0.70

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

☐ Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa $\rightarrow Cpi = -0.80$ ou -0.90

☐ Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa $\rightarrow Cpi = -0.40$ ou -0.70

☐ Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente $\rightarrow Cpi = -0.2$ ou 0.0

☐ Relação entre a área das aberturas e a área total da face:
- vento a $0^\circ \rightarrow Cpi = \text{à calcular}$
- vento a $90^\circ \rightarrow Cpi = \text{à calcular}$

Cálculo das cargas de vento

VisualVentos

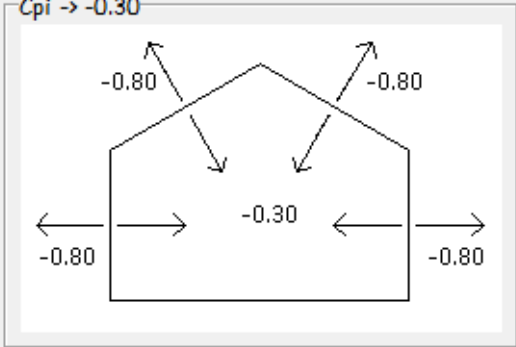
Ler Arquivo Gravar Arquivo Sair Notações Ajuda Sobre o Programa

Geometria Velocidade Básica Fator S1 Fator S2 Fator S3 Cpe - Paredes Cpe - Telhado Cpi Combinações

Combinação dos Coeficientes de Pressão

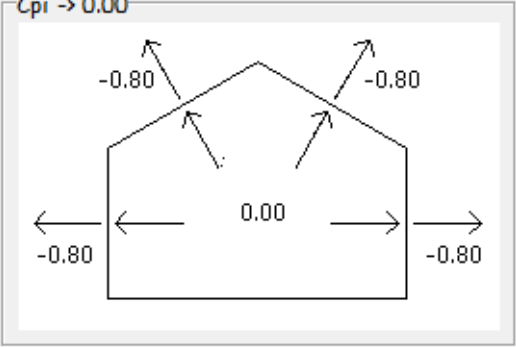
Vento 0°

Cpi → -0.30



Copiar

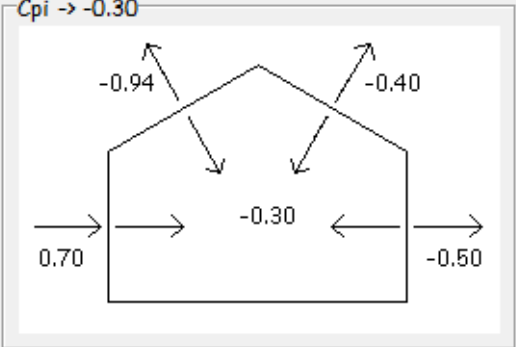
Cpi → 0.00



Copiar

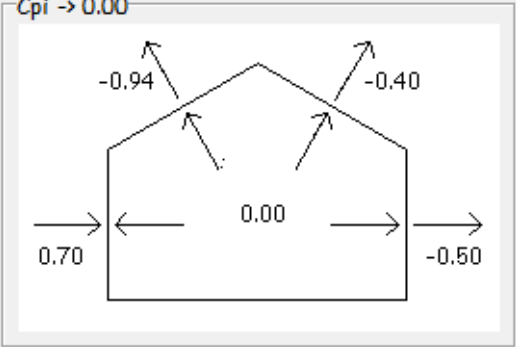
Vento 90°

Cpi → -0.30



Copiar

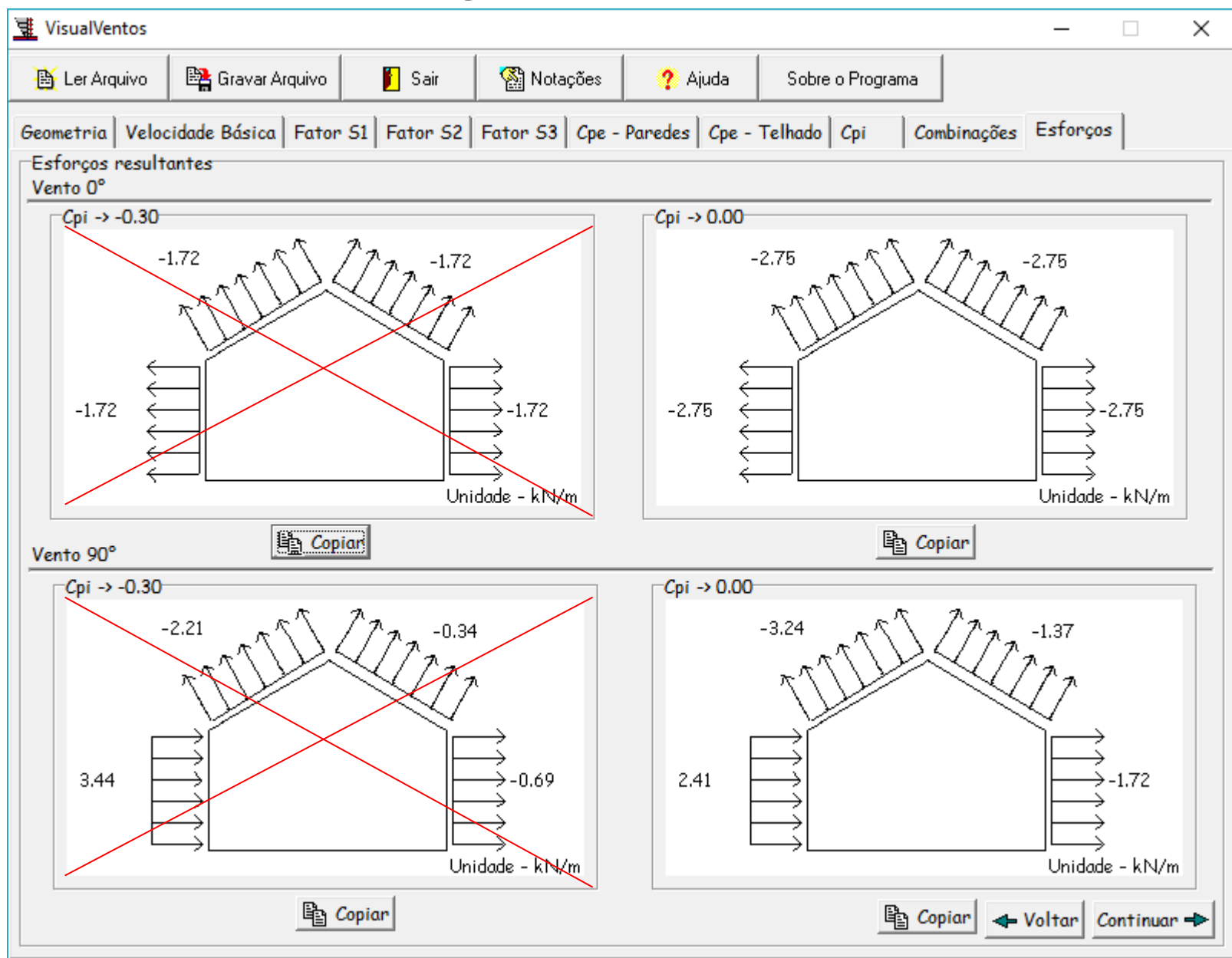
Cpi → 0.00



Copiar

← Voltar Continuar →

Cálculo das cargas de vento



Primeira estimativa: Utilizando o manual de pórticos em aço da Gerdau

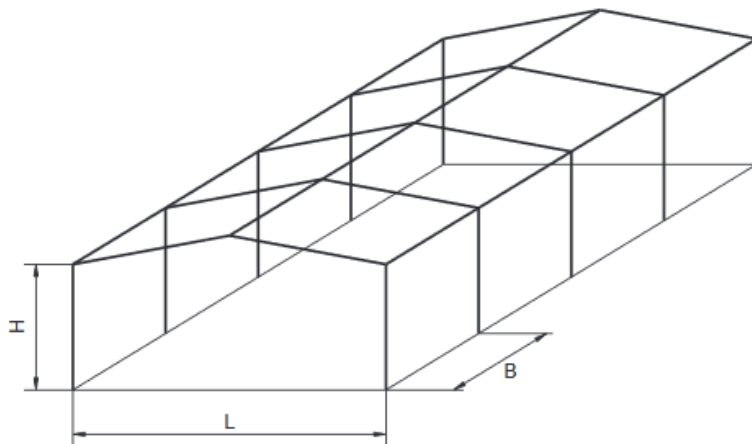
Tabela 1- Tabelas das Dimensões Padrão (m)

Vão dos Pórticos
L 1 = 15,00
L 2 = 20,00
L 3 = 25,00
L 4 = 30,00
L 5 = 35,00
L 6 = 40,00
L 7 = 45,00

Altura das Colunas
H 1 = 6,0
H 2 = 9,0
H 3 = 12,0

Distância entre Pórticos
B 1 = 6,00
B 2 = 9,00
B 3 = 12,00

Figura 1 - Dimensões Padrão



Primeira estimativa: Utilizando o manual de pórticos em aço da Gerdau

Tabela 3 - Composição dos Estágios de Carregamento

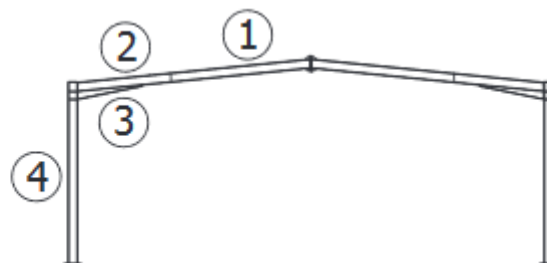
Estágio de Ações	Velocidade do Vento (m/seg)	Distância entre os Pórticos B (m)
Q1	45	12
Q2	45	09
	40	12
Q3	40	09
	35	12
Q4	45	06
	35	09
	30	12
Q5	40	06
	35	06
	30	09
Q6	30	06

Primeira estimativa: Utilizando o manual de pórticos em aço da Gerdau

6.4 - Tabelas de Pré-Dimensionamento

PÓRTICO ENGASTADO

H = 6 m

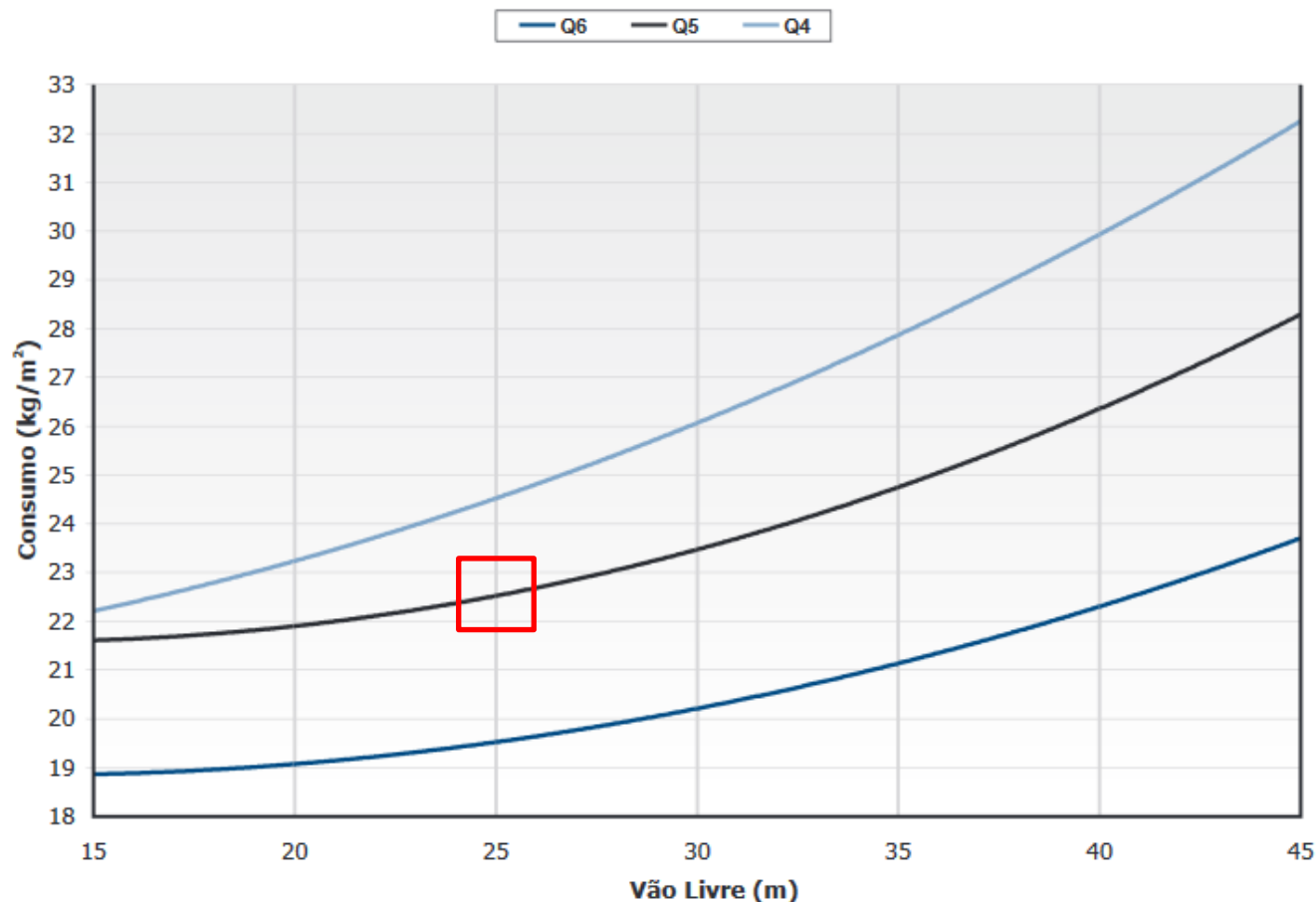


		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
L = 25 m	VIGA - POSIÇÃO 01	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9
	VIGA - POSIÇÃO 02						
	NÓ - POSIÇÃO 03	W 410 x 53,0	W 410 x 46,1	W 410 x 38,8	W 360 x 39,0	W 360 x 32,9	W 360 x 32,9
	COLUNA-POSIÇÃO 04	W 530 x 72,0	W 530 x 66,0	W 410 x 67,0	W 410 x 60,0	W 410 x 53,0	W 410 x 53,0
	R _{y1} /R _{y2} (KN)	78 / 132	77 / 98	74 / 68	76 / 42	54 / 31	37 / 22
	R _{x1} /R _{x2} (KN)	94 / -77	91 / -51	90 / -28	89 / -7	66 / -7	43 / -5
	M _{z1} /M _{z2} (KN.m)	195 / 301	193 / 223	186 / 152	195 / 92	139 / 68	94 / 98

Primeira estimativa: Utilizando o manual de pórticos em aço da Gerdau

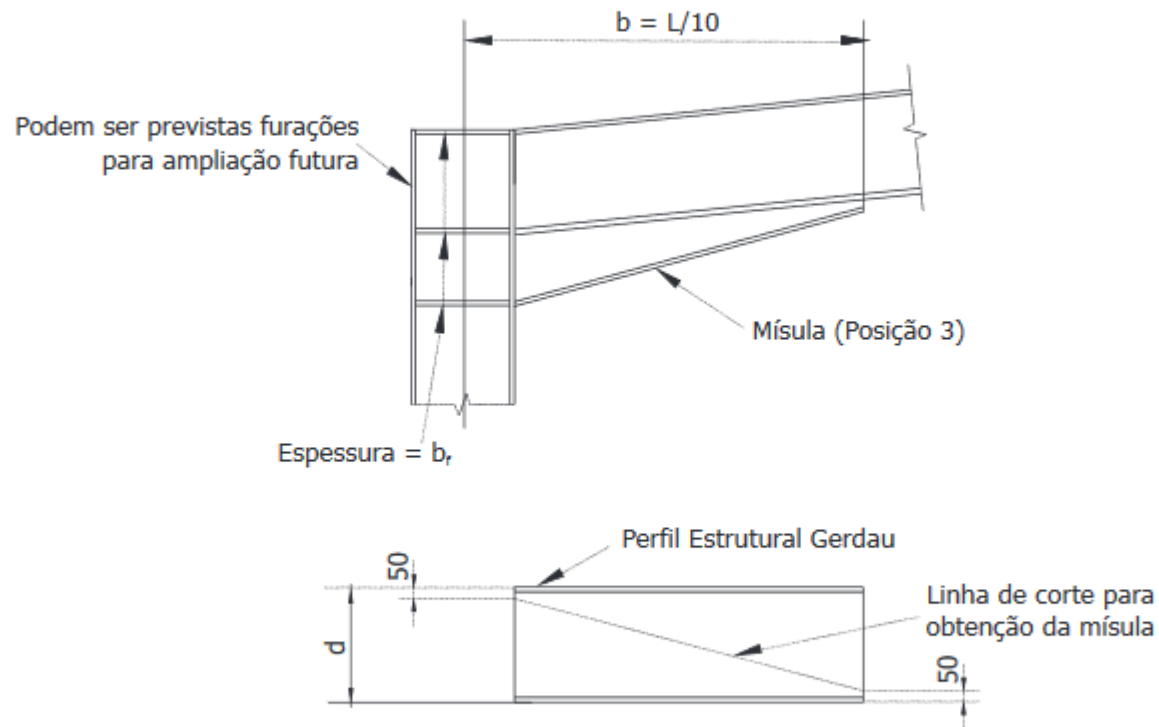
CONSUMO APROXIMADO DE AÇO

H = 6,0 m; B = 6,0 m



Primeira estimativa: Utilizando o manual de pórticos em aço da Gerdau

Figura 8 - Nó do Pórtico e Recorte das Mísulas



Para esforços, consulte a tabela no Capítulo 6.

Combinações possíveis

ELS:

1-PP+SC

2-PP+V90°

3-PP+V0°

~~4-PP+SC+V90°~~

~~5-PP+SC+V0°~~

ELU:

1-1,4PP+1,5SC

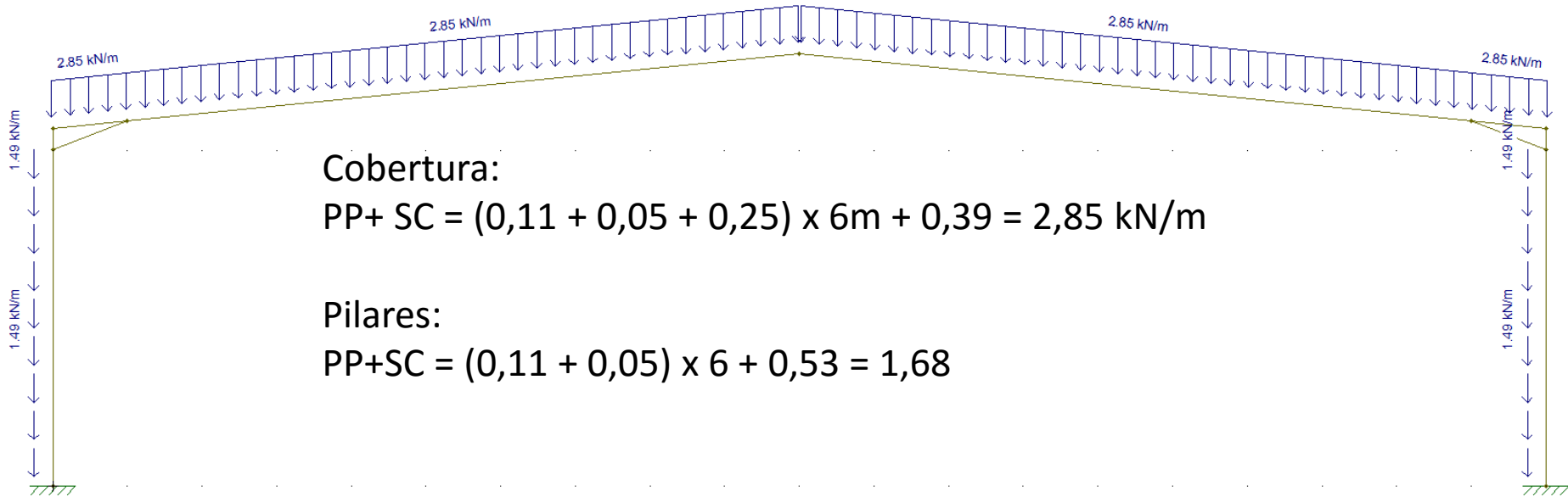
2-PP+1,4V90°

3-PP+1,4V0°

4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°

5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°

Lançar as combinações no Ftool: ELS – PP+SC



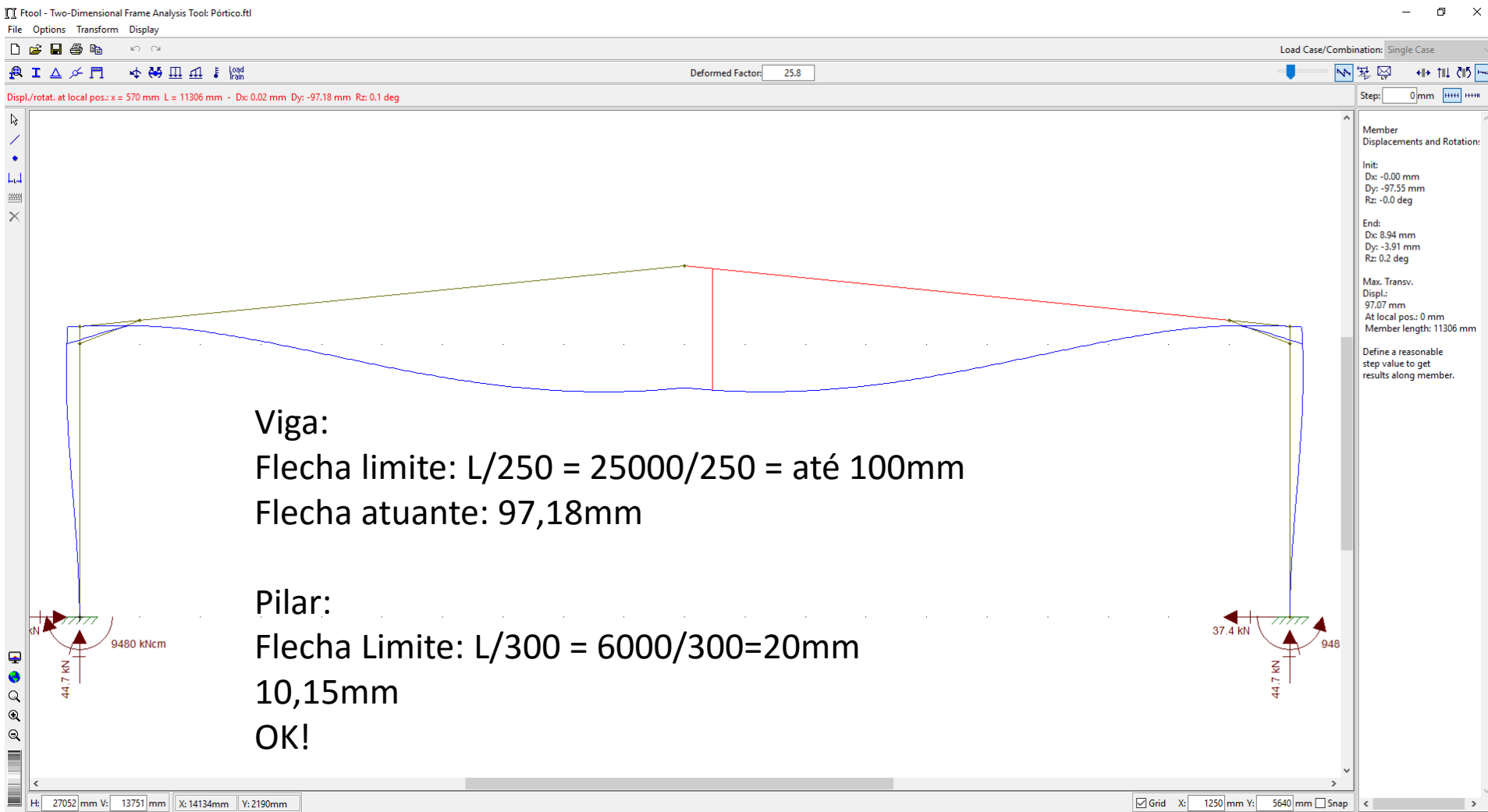
Cobertura:

$$PP+ SC = (0,11 + 0,05 + 0,25) \times 6m + 0,39 = 2,85 \text{ kN/m}$$

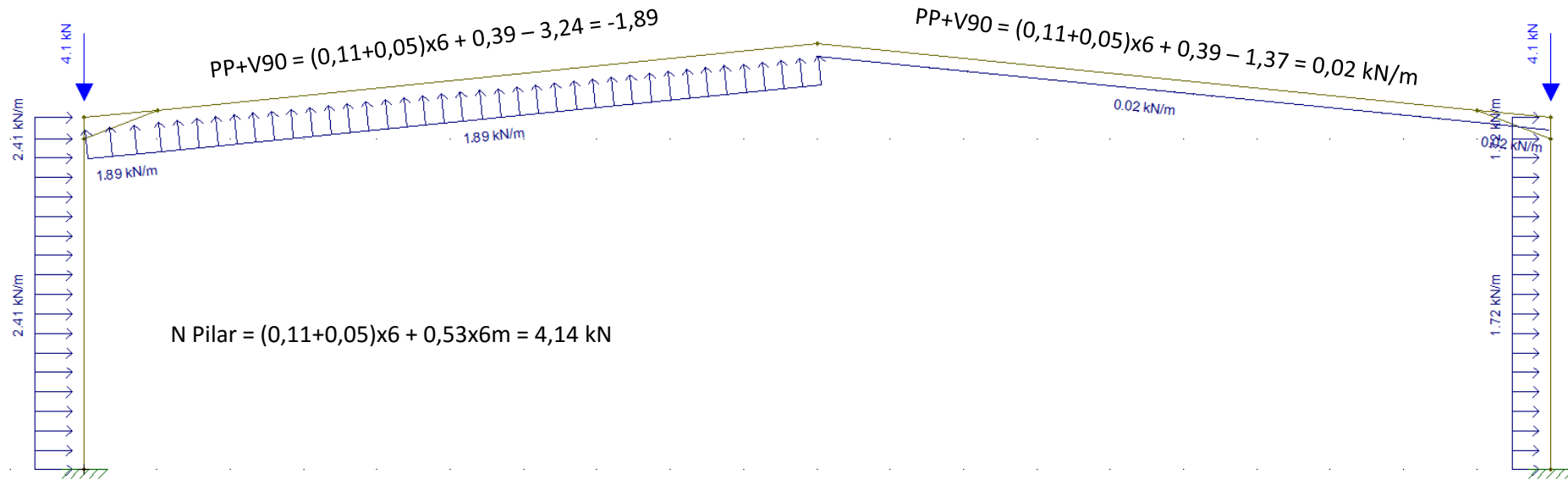
Pilares:

$$PP+SC = (0,11 + 0,05) \times 6 + 0,53 = 1,68$$

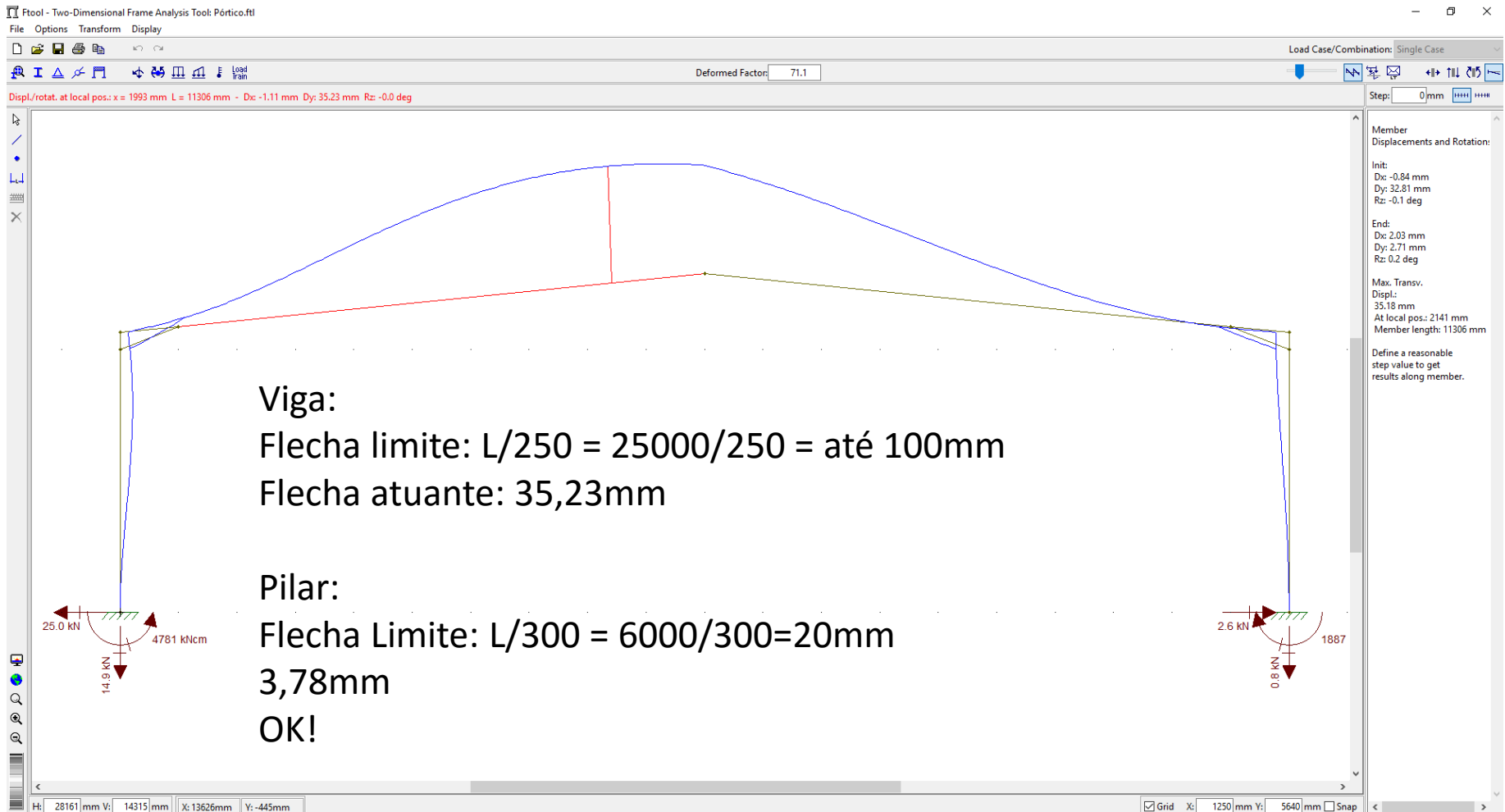
Lançar as combinações no Ftool: ELS



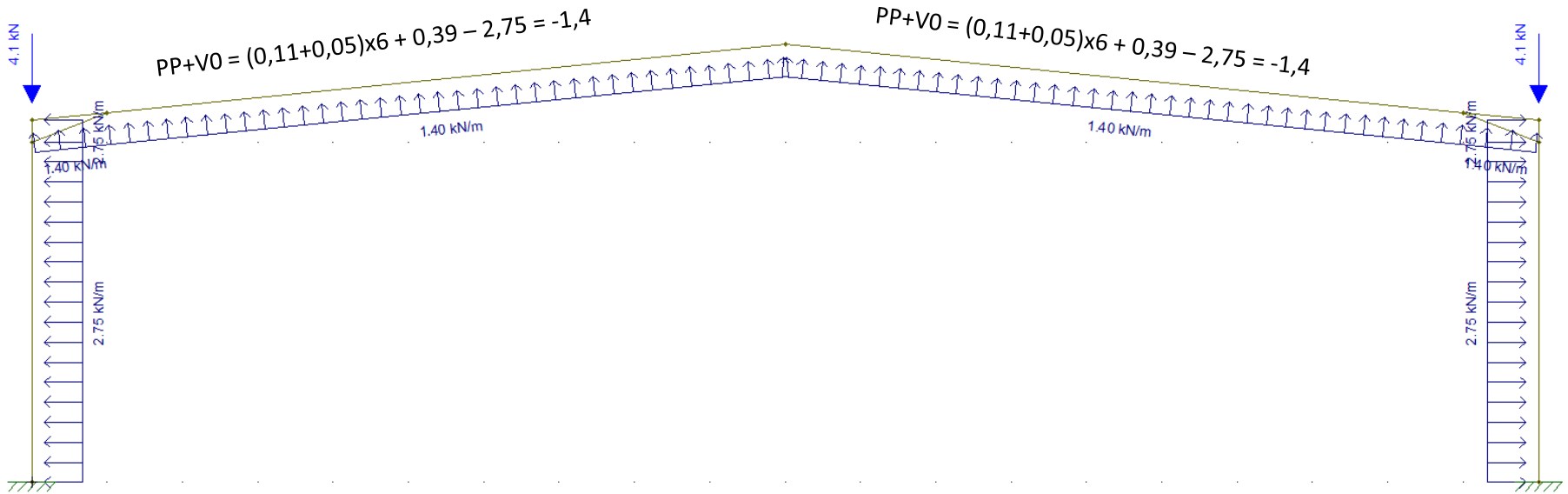
Lançar as combinações no Ftool: ELS – PP+V90



Lançar as combinações no Ftool: ELS



Lançar as combinações no Ftool: ELS – PP+V0



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

File Options Transform Display

Displ./rotat. at local pos.: x = 457 mm L = 11306 mm - Dx: -0.00 mm Dy: 41.92 mm Rz: 0.0 deg

Deformed Factor: 59.8

Load Case/Combination: Single Case

Step: mm

Member
Displacements and Rotation:

Init:
Dx: 0.00 mm
Dy: 42.01 mm
Rz: 0.0 deg

End:
Dx: 3.77 mm
Dy: 1.51 mm
Rz: 0.1 deg

Max. Transv.
Displ.:
41.81 mm
At local pos.: 0 mm
Member length: 11306 mm

Define a reasonable step value to get results along member.

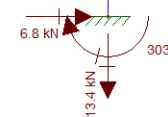
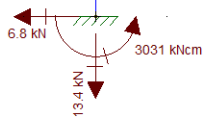
Flecha limite: $L/250 = 25000/250 = \text{até } 100\text{mm}$

Flecha atuante: 41,92mm

Flecha Limite: $L/300 = 6000/300 = 20\text{mm}$

4,32mm

OK!



H:	28161	mm	V:	14315	mm	X:	14798	mm	Y:	-77	mm
----	-------	----	----	-------	----	----	-------	----	----	-----	----

☒ Grid X: 1250 mm Y: 5640 mm ☐ Snap

Combinações possíveis

ELS:

1-PP+SC **OK!**

2-PP+V90° **OK!**

3-PP+V0° **OK!**

~~4-PP+SC+V90°~~

~~5-PP+SC+V0°~~

ELU:

1-1,4PP+1,5SC

2-PP+1,4V90°

3-PP+1,4V0°

4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°

5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°

Utilizando o Visual Metal para o dimensionamento

Identificação
Perfil W 360 x 39

Dimensões

d 353 mm Ag 50,2 cm² W_x 585,3 cm³
 tw 6,5 mm P 39 kgf/m W_y 58,6 cm³
 bf 128 mm I_x 10331 cm⁴ Z_x 667,7 cm³
 tf 10,7 mm I_y 375 cm⁴ Z_y 91,9 cm³
 IT 15,83 cm⁴

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

Compr. Flambagem
 L_{flx} 250 cm
 L_{fly} 250 cm
 L_b 250 cm

Solicitações
 Nd -1 kN
 Vd 1 kN
 Mdx 1 kN.cm
 Mdy 1 kN.cm

Resultados
 Rd(Nd) -589,60 kN **Ok!**
 Rd(Vd) 283,94 kN **Ok!**
 Rd(Mdx) 12605,20 kN.cm **Ok!**
 Rd(Mdy) 1648,13 kN.cm **Ok!**
 Rd(Md+Nd) 0,00 <= 1 **Ok!**

Calcular Mais Leve Relatório **Ok**

Identificação
Perfil W 360 x 39

Dimensões

d 353 mm Ag 50,2 cm² W_x 585,3 cm³
 tw 6,5 mm P 39 kgf/m W_y 58,6 cm³
 bf 128 mm I_x 10331 cm⁴ Z_x 667,7 cm³
 tf 10,7 mm I_y 375 cm⁴ Z_y 91,9 cm³
 IT 15,83 cm⁴

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

Compr. Flambagem
 L_{flx} 250 cm
 L_{fly} 250 cm
 L_b 250 cm

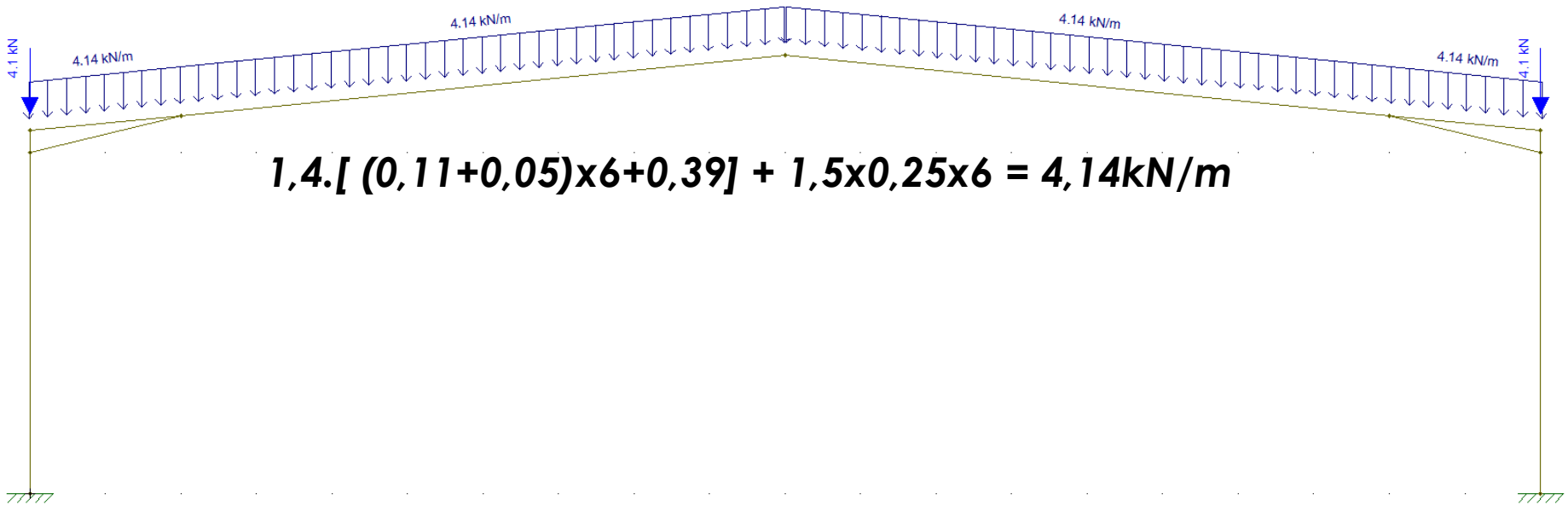
Solicitações
 Nd 1 kN
 Vd 1 kN
 Mdx 1 kN.cm
 Mdy 1 kN.cm

Resultados
 Rd(Nd) 1129,50 kN **Ok!**
 Rd(Vd) 283,94 kN **Ok!**
 Rd(Mdx) 12605,20 kN.cm **Ok!**
 Rd(Mdy) 1648,13 kN.cm **Ok!**
 Rd(Md+Nd) 0,00 <= 1 **Ok!**

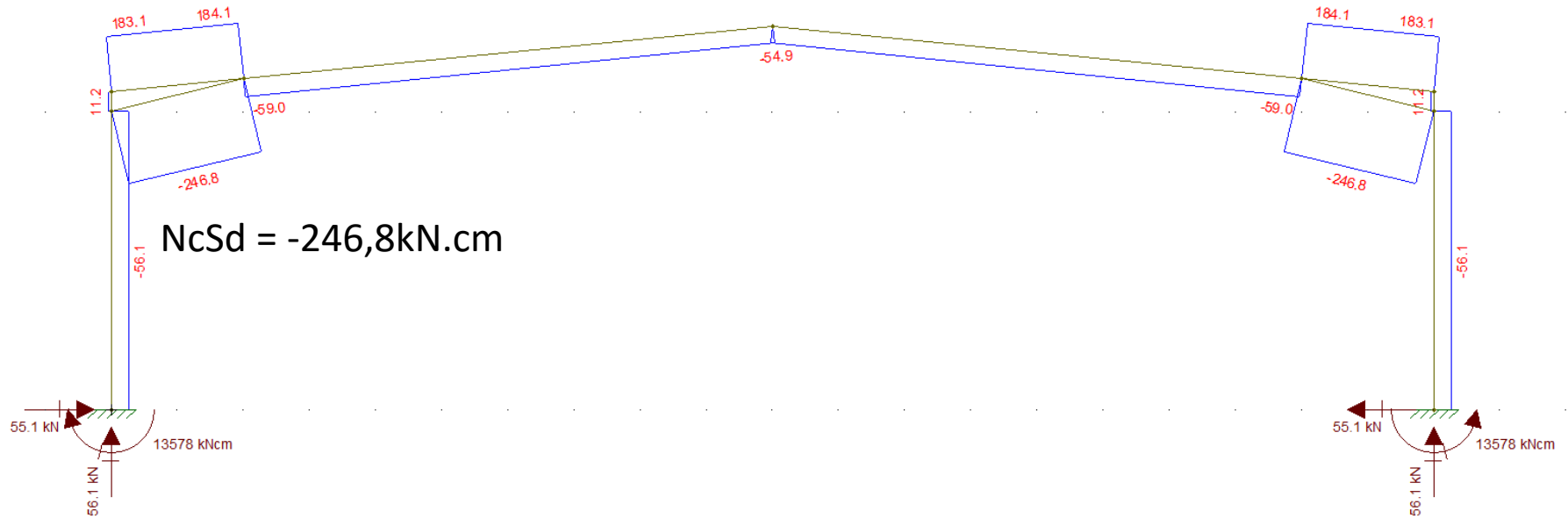
Calcular Mais Leve Relatório **Ok**

Código da Peça	Nt, Rd	Mx, Rd	My, Rd	V, Rd		
W360X39,0 ASTM A572GR50	1129,5	12605,2	1648,13	283,94		
Combinação	Nt, Sd	Mx, Sd	My, Sd	V, Sd	N.Mx.My	Status
1-1,4PP+1,5SC					0,00	SEM CARGA
2-PP+1,4V90°					0,00	SEM CARGA
3-PP+1,4V0°					0,00	SEM CARGA
4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°					0,00	SEM CARGA
5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°					0,00	SEM CARGA
Unidades	kN	kN.cm	kN.cm	kN	RESULTADO FINAL	APROVADO

1,4PP + 1,5SC

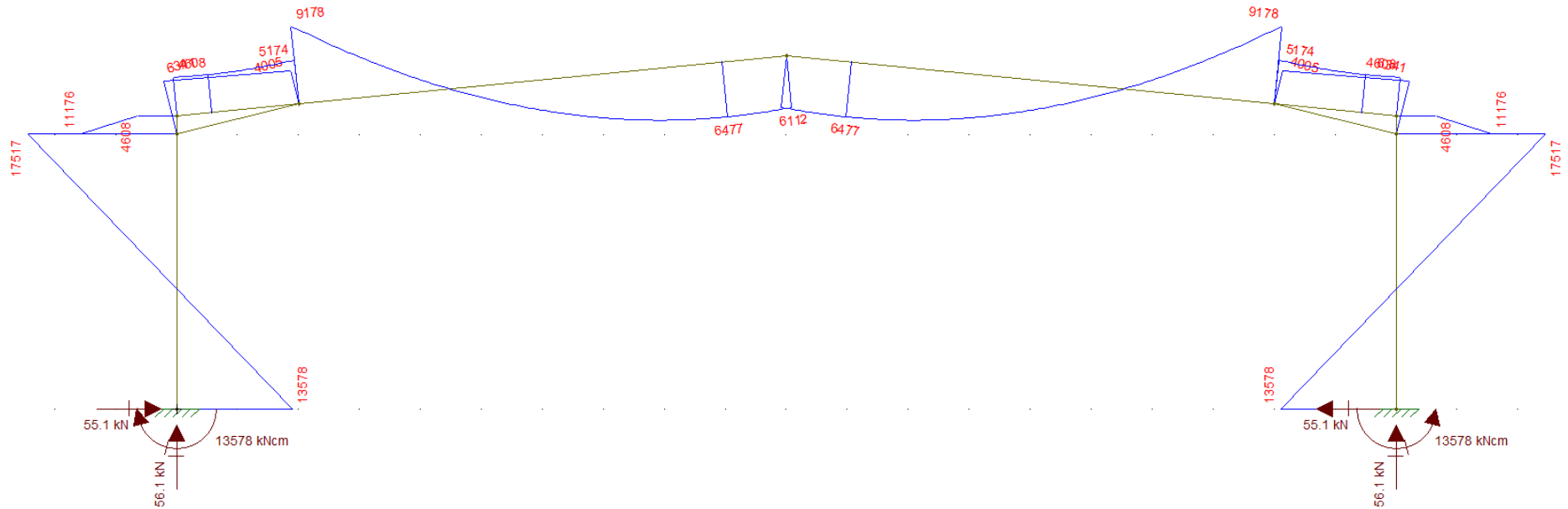


1,4PP+1,5SC – Forças axiais



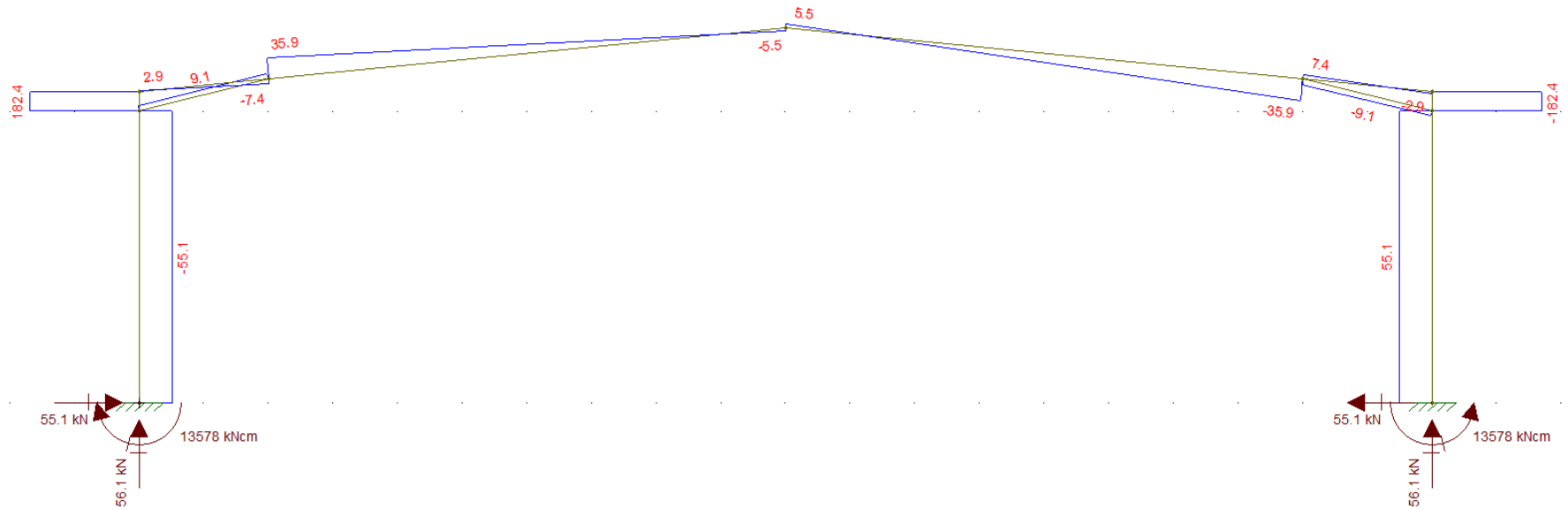
1,4PP+1,5SC – Momentos Fletores

Msd = 9178kN.cm



1,4PP+1,5SC – Força cortante

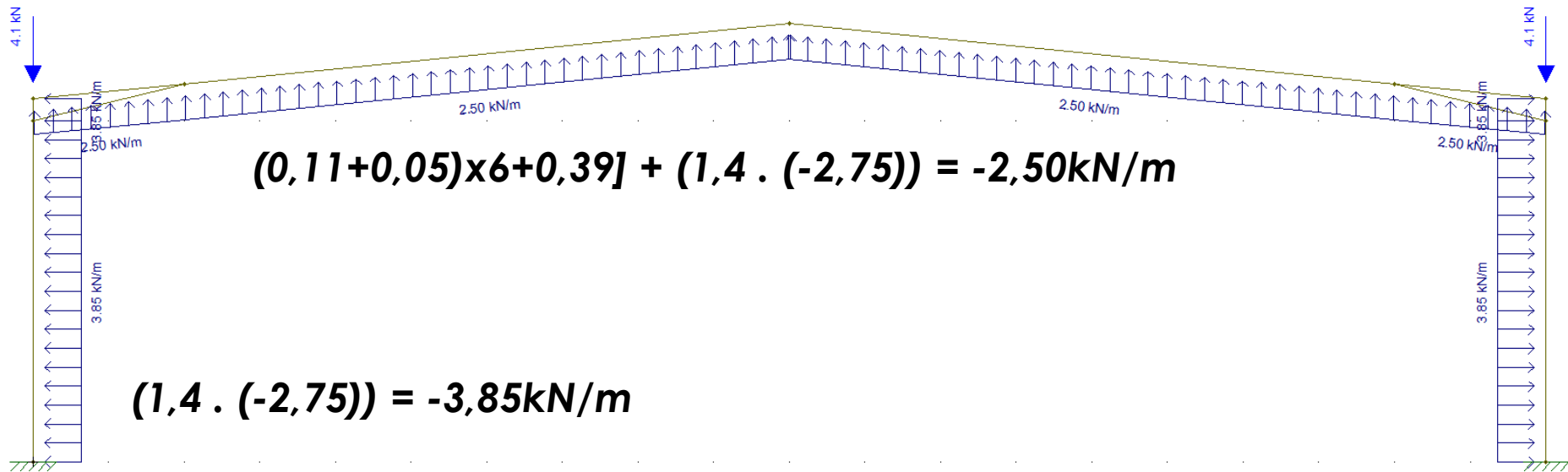
$$M_{sd} = 9178 \text{ kN.cm}$$



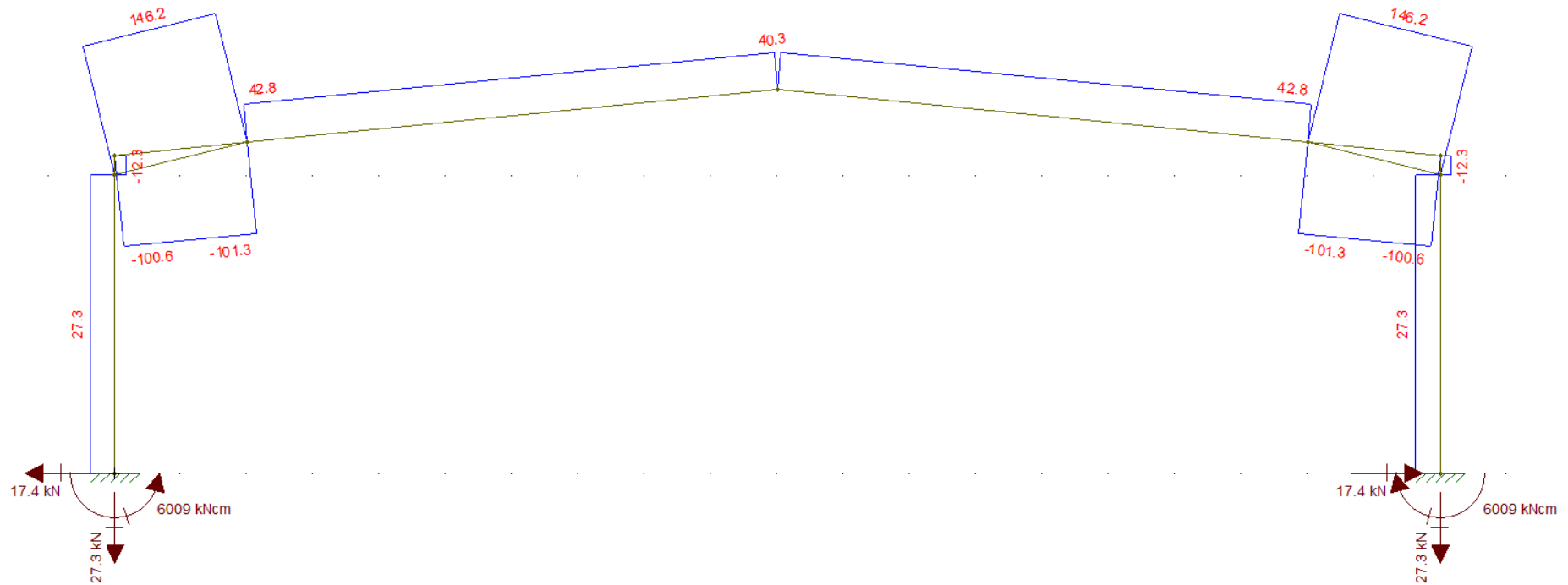
1,4PP+1,5SC – Resultado

Descrição	Viga do pórtico					
Código da Peça	Nt, Rd	Mx, Rd	My, Rd	V, Rd		
W360X39,0 ASTM A572GR50	-589,6	12605,2	1648,13	283,94		
Combinação	Nt, Sd	Mx, Sd	My, Sd	V,Sd	N.Mx.My	Status
1-1,4PP+1,5SC	-246,58	9178	0	35,9	0,65	APROVADO
2-PP+1,4V90°					0,00	SEM CARGA
3-PP+1,4V0°					0,00	SEM CARGA
4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°					0,00	SEM CARGA
5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°					0,00	SEM CARGA
Unidades	kN	kN.cm	kN.cm	kN	RESULTADO FINAL	APROVADO

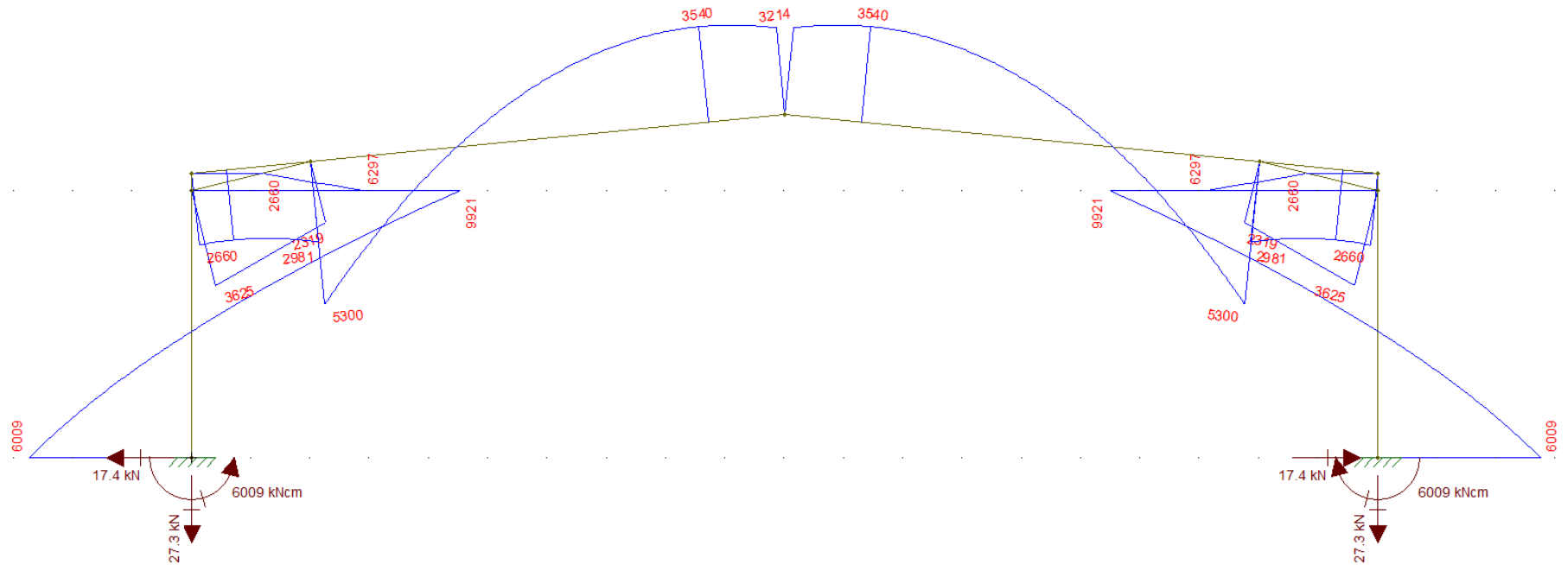
PP + 1,4V0° – Carregamento



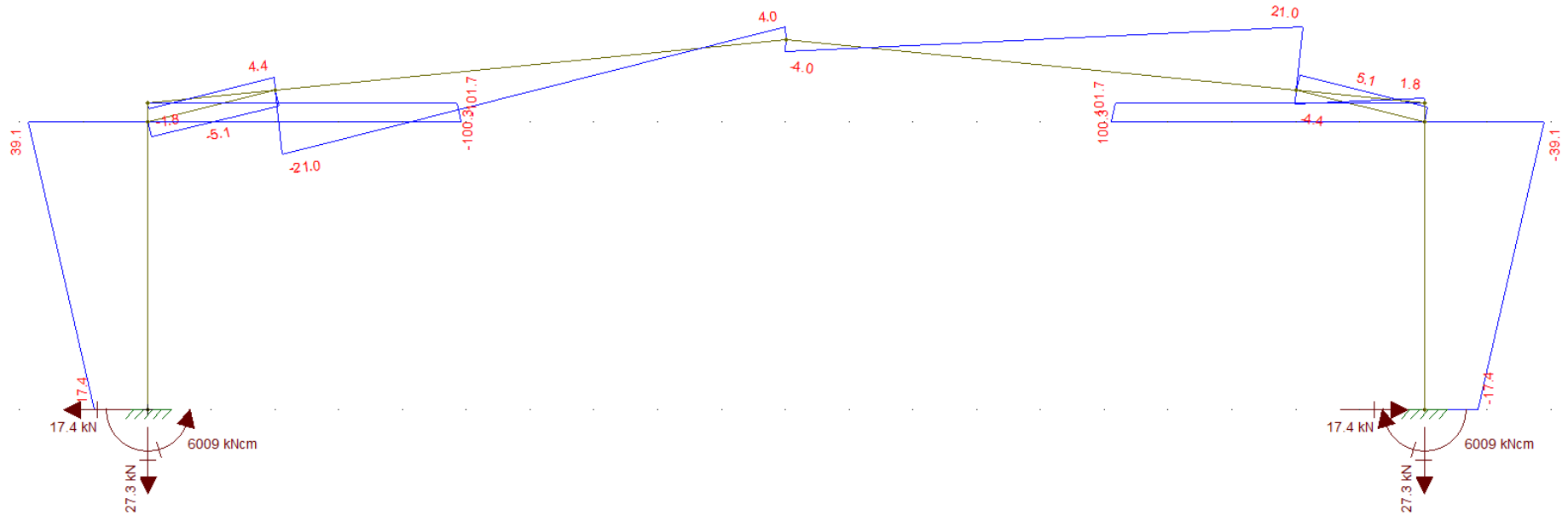
PP + 1,4V0° – Esforços axiais



PP + 1,4V0° – Momentos Fletores



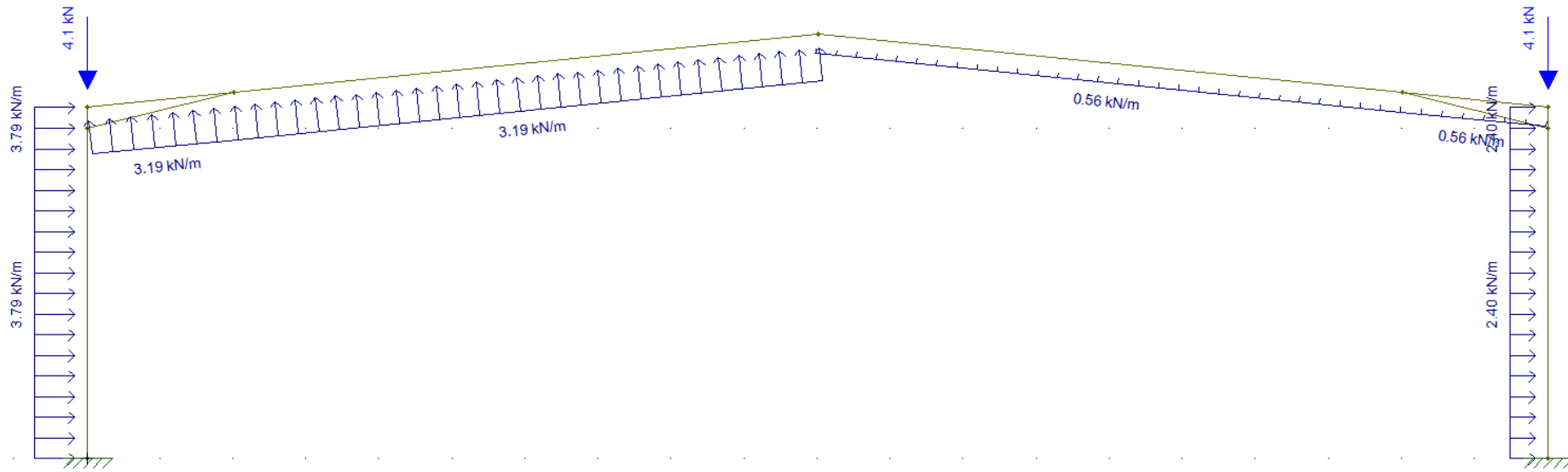
PP + 1,4V0° – Força cortante



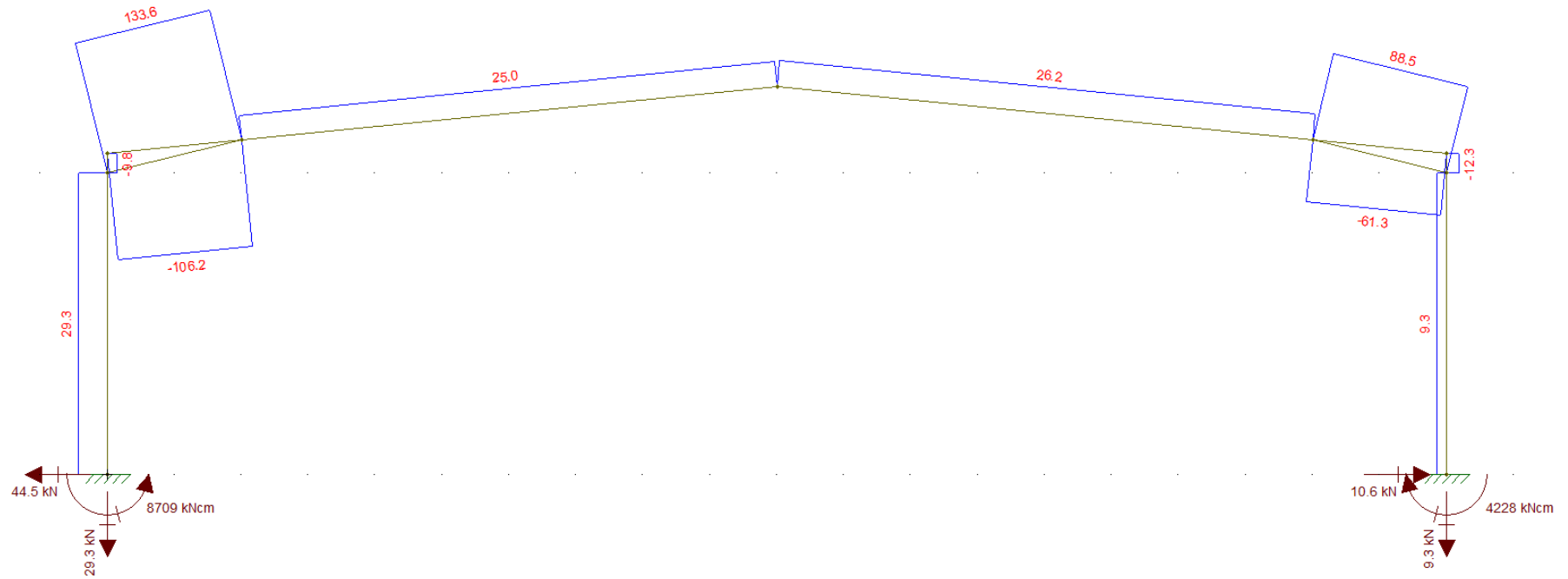
PP + 1,4V0° – Resultados

Descrição	Viga do pórtico					
Código da Peça	Nt, Rd	Mx, Rd	My, Rd	V, Rd		
W360X39,0 ASTM A572GR50	-589,6	12605,2	1648,13	283,94		
Combinação	Nt, Sd	Mx, Sd	My, Sd	V,Sd	N.Mx.My	Status
1-1,4PP+1,5SC	-246,58	9178	0	35,9	0,65	APROVADO
2-PP+1,4V90°	0	0	0	0	0,00	SEM CARGA
3-PP+1,4V0°	-100,6	5300	0	21	0,04	APROVADO
4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°					0,00	SEM CARGA
5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°					0,00	SEM CARGA
Unidades	kN	kN.cm	kN.cm	kN	RESULTADO FINAL	APROVADO

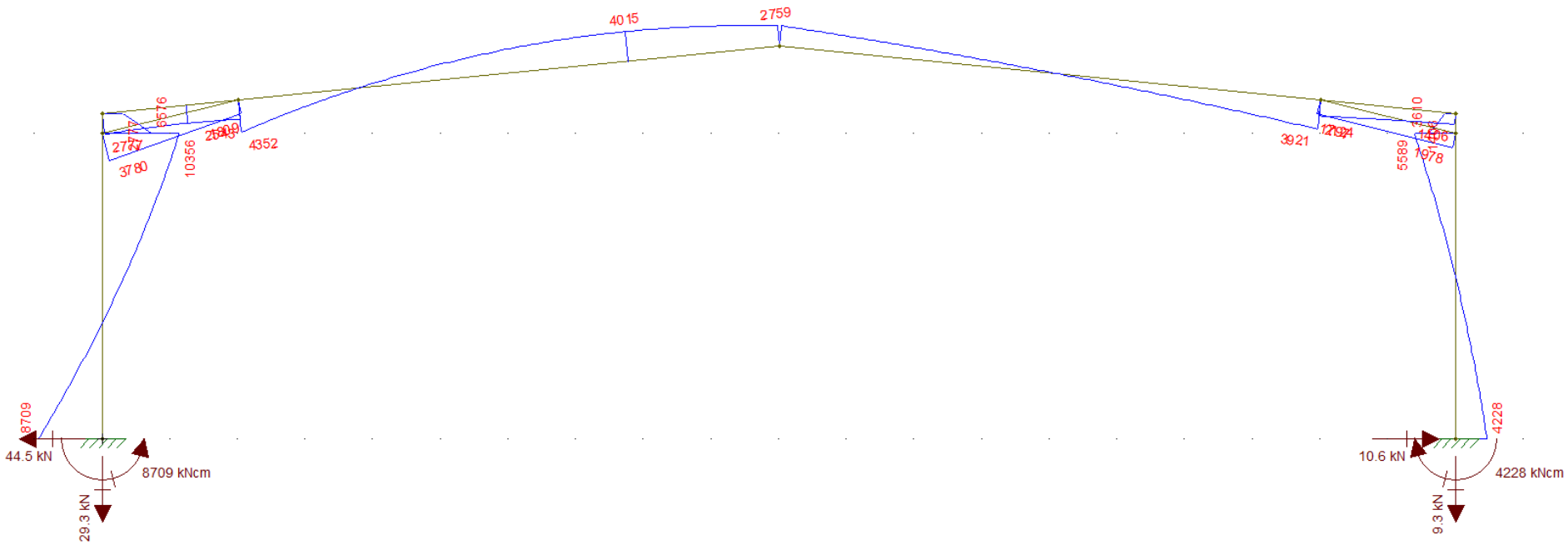
PP + 1,4 V90° – Carregamento



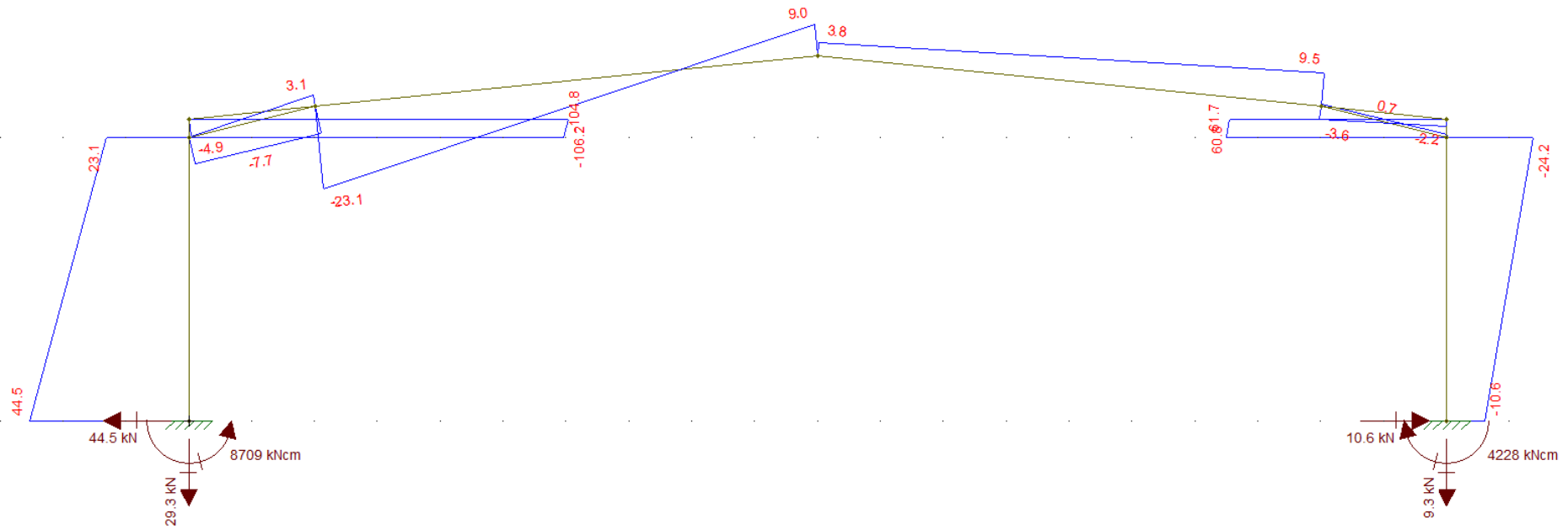
PP + 1,4 V90° – Axial



PP + 1,4 V90° – Momentos



PP + 1,4 V90° – Cortante



PP + 1,4 V90° – Resultados

Descrição	Viga do pórtico					
Código da Peça	Nt, Rd	Mx, Rd	My, Rd	V, Rd		
W360X39,0 ASTM A572GR50	-589,6	12605,2	1648,13	283,94		
Combinação	Nt, Sd	Mx, Sd	My, Sd	V,Sd	N.Mx.My	Status
1-1,4PP+1,5SC	-246,58	9178	0	35,9	0,65	APROVADO
2-PP+1,4V90°	-106,2	4352	0	23,1	0,03	APROVADO
3-PP+1,4V0°	-100,6	5300	0	21	0,04	APROVADO
4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°					0,00	SEM CARGA
5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°					0,00	SEM CARGA
Unidades	kN	kN.cm	kN.cm	kN	RESULTADO FINAL	APROVADO

Cálculo dos pilares

Identificação

Perfil

Dimensões

d	403	mm	Ag	68,4	cm ²	W _x	929,7	cm ³
tw	7,5	mm	P	53	kgf/m	W _y	114	cm ³
bf	177	mm	I _x	18734	cm ⁴	Z _x	1052,2	cm ³
tf	10,9	mm	I _y	1009	cm ⁴	Z _y	176,9	cm ³
			IT	23,38	cm ⁴			

Compr. Flambagem

Lflx	600	cm
Lfly	250	cm
Lb	250	cm

Solicitações

Nd	-1	kN
Vd	1	kN
Mdx	1	kN.cm
Mdy	1	kN.cm

Resultados

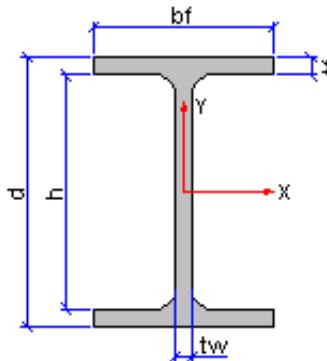
Rd(Nd)	-1038,98	kN	Ok!
Rd(Vd)	374,03	kN	Ok!
Rd(Mdx)	22208,50	kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	3206,25	kN.cm	Ok!
Rd(Md+Nd)	0,00	<= 1	Ok!

Calcular

Mais Leve

Relatório

☒ Ok



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

Cálculo dos pilares

Descrição	Pilar do Pórtico					
Código da Peça	Nt, Rd	Mx, Rd	My, Rd	V, Rd		
W410X53,00	-1038	22208	3206	374		
Combinação	Nt, Sd	Mx, Sd	My, Sd	V,Sd	N.Mx.My	Status
1-1,4PP+1,5SC	-56	17517	0	55	0,02	APROVADO
2-PP+1,4V90°	-106,2	10356	0	44,5	0,02	APROVADO
3-PP+1,4V0°	0	9921	0	39	0,00	APROVADO
4-1,4PP+1,5SC+0,84V90°					0,00	SEM CARGA
5-1,4PP+1,5SC+0,84V0°					0,00	SEM CARGA
Unidades	kN	kN.cm	kN.cm	kN	RESULTADO FINAL	APROVADO