

# MEMORIA DE CÁLCULO

**OBRA:** EDIFICAÇÃO DO AMBULATÓRIO ESCOLA, CLÍNICA DE PISCICOLOGIA, SVO E OUTROS, COM INTERLIGAÇÃO, ANEXO AS UNIDADES II E III

**LOCAL:** FRANCA – S.P.

**CONTRATANTE:** CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FRANCA – Uni-FACEF

---

Eng. – CREA  
TOFOLI E MOREIRA.  
CREA  
Responsável Técnico

## INDICE

- 1.0 OBJETO**
- 2.0 SISTEMA ESTRUTURAL**
- 3.0 NORMAS ADOTADAS**
- 4.0 PROJETO ESTRUTURAL**
- 5.0 CARREGAMENTO PREVISTO**
- 6.0 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS**
- 7.0 PROCESSAMENTO E ESFORÇOS**
- 8.0 RESULTADOS**
- 9.0 RESULTADOS DESLOCAMENTOS E ESTABILIDADE**

### **1.0 OBJETO**

O presente documento refere-se à memória de cálculo sobre o projeto e dimensionamento das estruturas portantes de um prédio multipavimentos incluindo cobertura metálica, casa de máquinas e caixa d'água. A edificação consta de térreo + 3 pavimento + casa de máquinas e caixa d'água, com área total de aproximadamente 2.656,65m<sup>2</sup>.

Esta memória de cálculo tem por objetivo apresentar as premissas adotadas no dimensionamento/cálculo bem como carregamento, resultados dos esforços, deslocamentos e estabilidade da estrutura.

### **2.0 SISTEMA ESTRUTURAL**

O sistema estrutural adotado para a edificação foi o sistema misto aço-concreto com fundações profundas em concreto armado, pilares metálicos e concreto, vigas metálicas e em concreto armado, lajes pré-moldadas protendidas do tipo alveolar, fechamento externo em paredes de alvenaria e paredes internas do tipo dry wall ou gesso acartonado.

Para o sistema de estabilidade foi adotado ao longo do eixo longitudinal pórticos com nós rígidos também chamado de sistema aporticado e no outro sentido pórticos contraventados. Os contraventos estão presentes nos eixos extremos e em dois eixos centrais ligando a caixa de escadas e elevador.

As fundações serão em estacas do tipo pré-moldada para o prédio e estacas tipo Franki encamisadas para a cortina lateral. Os blocos de fundação serão do tipo convencional em concreto armado moldado in loco onde deverão ser inseridos os chumbadores metálicos que receberão as estruturas metálicas da supraestrutura.

As colunas e vigas metálicas são do tipo seção "I", perfis W Açominas, laminadas em aço A572-G.50, fixadas as placas de base projetadas em chapas de aço A36 de grande espessura com enrijecedores.

As lajes são do tipo pré-moldada, protendida alveolar para vãos de até 12,67m e balanços laterais de 60cm.

As escadas e rampas serão em concreto armado do tipo convencional moldadas in

loco.

As tesouras metálicas da cobertura serão formadas por perfis de chapa dobrada, espessura 2.25mm a 5.0mm, serão soldadas e/ou aparafusadas nos chumbadores ou insertos devidamente posicionados na laje em concreto armado.

As Terças de cobertura constituída por perfis de chapa dobrada seção “U” enrijecido, espessura de 2.25mm a 3.0mm, serão soldadas ou aparafusadas nas tesouras.

Os contraventamentos das tesouras e vigas da cobertura serão em barras redondas laminadas.

O Fechamento lateral das Vigas Mestras serão compostos por terças de fechamento para fixação das telhas metálicas.

O pórtico frontal treliçado será composto por banzos, diagonais e montantes em perfis W, sendo revestido por placas cimentícias ou ACM.

### **3.0 NORMAS ADOTADAS**

Normas da ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS:

- NBR8800/2008 – DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO;
- NBR14762/ – DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO CONSTITUÍDAS POR PERFIS FORMADOS A FRIO;
- NBR 6120/2019 – CARGAS PARA CÁLCULOS DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES
- NBR 6123/1988 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES
- NBR 6118/2014 – PROJETOS DE ESTRURAS DE CONCRETO - Procedimento
- NBR 14323:2013 - PROJETO DE ESTRUTURAS DE AÇO E DE ESTRUTURAS MISTAS DE AÇO E CONCRETO DE EDIFÍCIOS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
- NBR 14861/2011 - LAJES ALVEOLARES PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO PROTENDIDO — REQUISITOS E PROCEDIMENTOS
- CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço - Manual de Construção em Aço Estruturas Mistas - Volumes 1 e 2 - 2ª edição, 2012
- GERDAU – Viga Mista com Laje Alveolar, 1ª edição, 2017.

### **4.0 PROJETO ESTRUTURAL**

#### **4.1 MODELO DE CÁLCULO**

O modelo de cálculo adotado foi a interação tridimensional 3D entre todos os elementos estruturais tais como blocos de fundações, colunas e vigas em concreto armado ou metálica, lajes pré-moldadas, maciças e escadas em concreto armado.

Resultado dos esforços de todos os elementos estruturais e o dimensionamento da estruturas em concreto armado foi executado em software especializado disponível no mercado, testado e homologado pelos grandes escritórios e profissionais de engenharia.

O software utilizado nesse trabalho foi o AltoQi – Eberick versão 2019. O dimensionamento das estruturas metálicas foi realizado por meio de planilhas e software SAP2000.

#### **4.2 DIMENSIONAMENTO**

O dimensionamento dos elementos estruturais obedece aos requisitos expostos nas normas referenciadas, utilizando-se do Método dos Estados Limites Últimos para determinação da resistência estrutural e Estados Limites de Utilização para verificação de flechas e deformações.

O peso da estrutura está baseado em um dimensionamento, levando-se em conta a combinação das ações atuantes: peso próprio, sobrecargas, ventos.

## **5.0 CARREGAMENTO PREVISTO**

Sobrecarga de laje =  $500 \text{ kg/m}^2$

Blocos de vedação cerâmico vazado –  $1340 \text{ kg/m}^3$

Peso próprio da estrutura metálica =  $45 \text{ kg/m}^2$  (aprox.)

Peso próprio das telhas e acabamentos =  $15 \text{ kg/m}^2$

Sobrecargas Cobertura =  $25 \text{ Kg/m}^2$

Cargas de vento conforme a Norma NBR 6123 (Conf. Memória de Cálculo).

## **6.0 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS**

- Concreto  $f_{ck}=30 \text{ Mpa}$ ;
- Vergalhões em aço CA50 e CA60, soldável;
- Perfil W Açominas ASTM A572 G.50;
- Perfil laminados ASTM A36 ou similar;
- Perfil Dobrado, SAC 300 ou ASTM – A570 G. C ou similar;
- Chapas de Aço ASTM – A36;
- Chumbadores em barras redondas A36;
- Mecânicos (Barras Redondas) SAE 1010/ 1020;
- Eletrodo E7018 para conexões soldadas;
- Parafusos ASTM A307 para ligações secundárias e parafusos ASTM A325 para as ligações principais, com porcas e arruelas apropriadas;

## 7.0 PROCESSAMENTO E ESFORÇOS

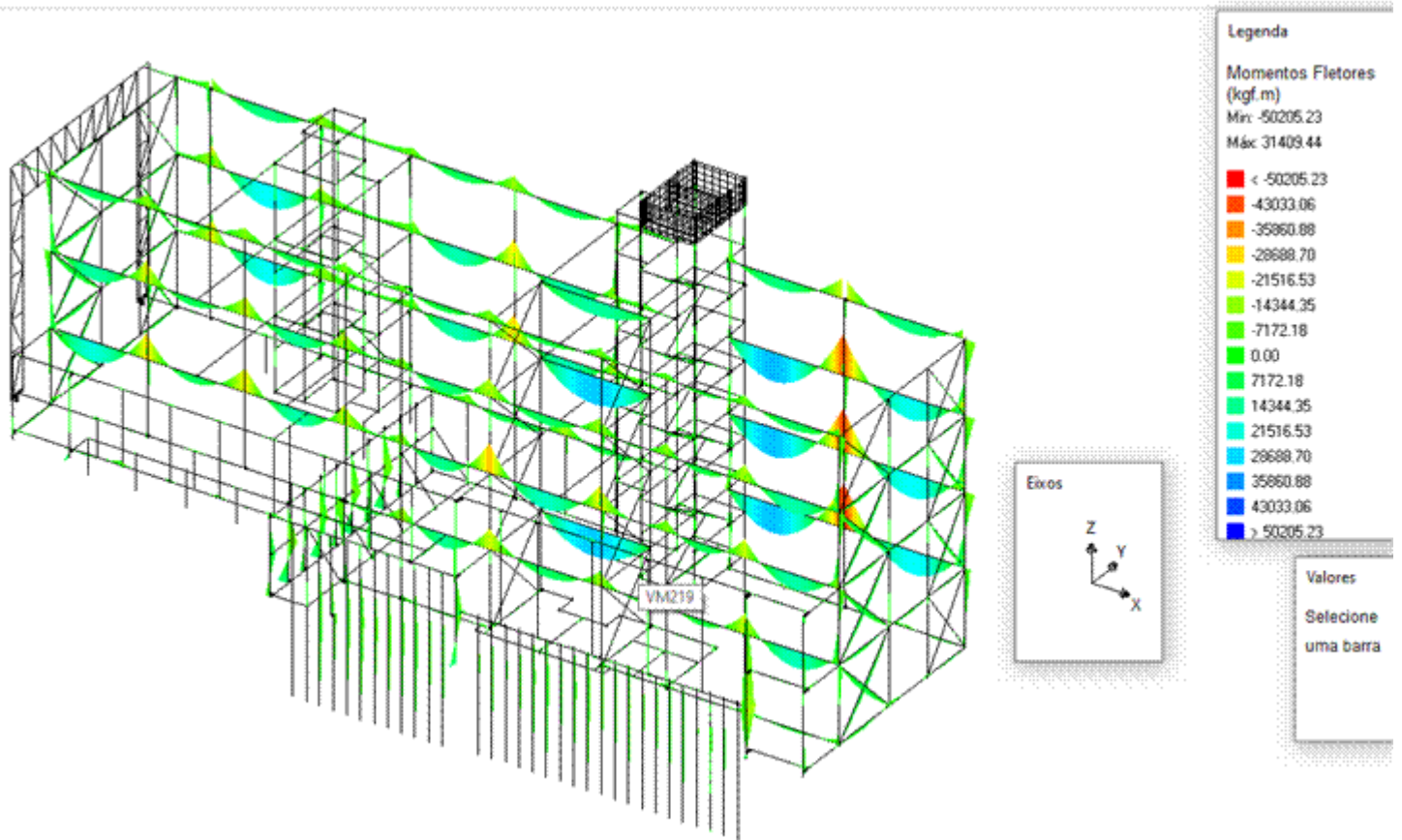


Figura 1 – Diagrama de Momentos Fletores (kN.cm)

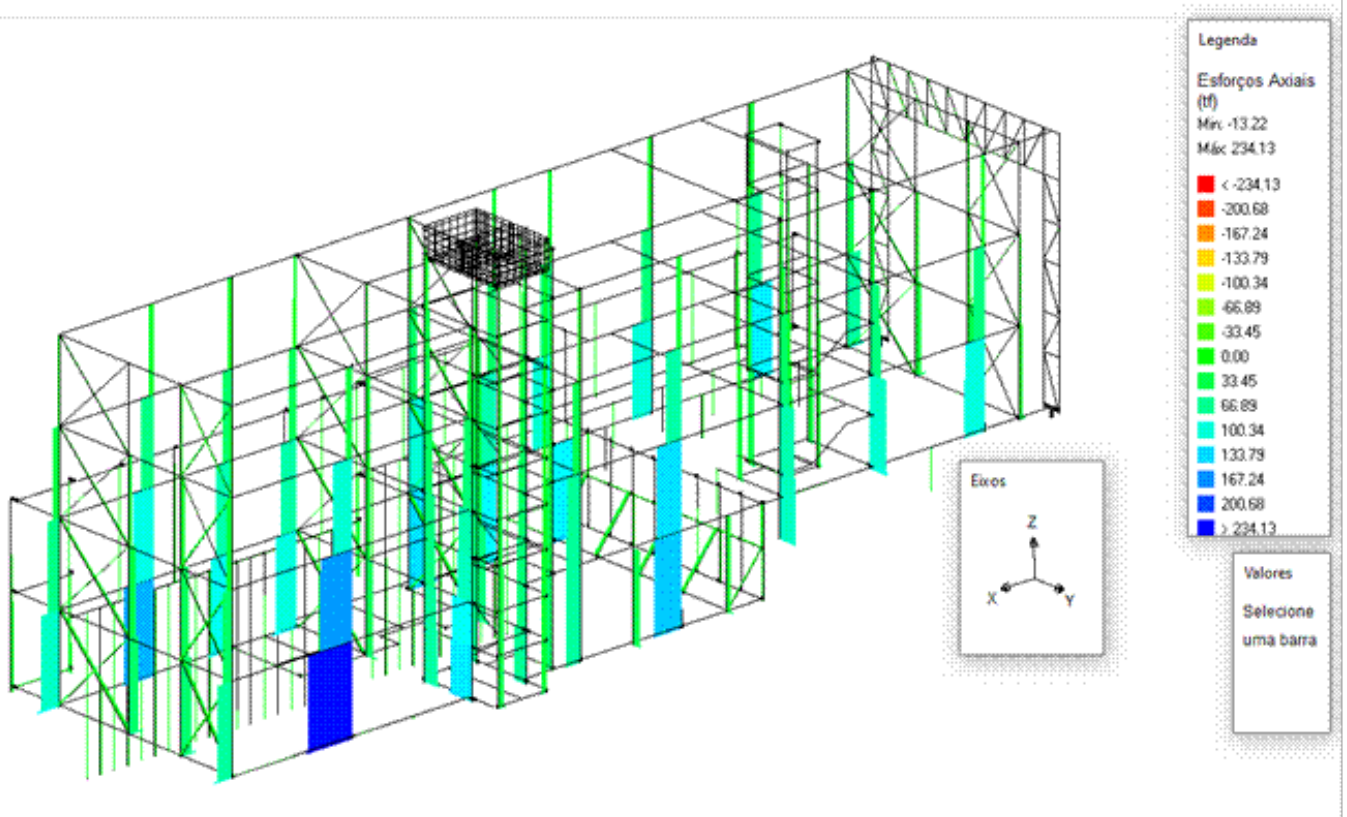


Figura 2 – Diagrama de Esforços Normal (tf)

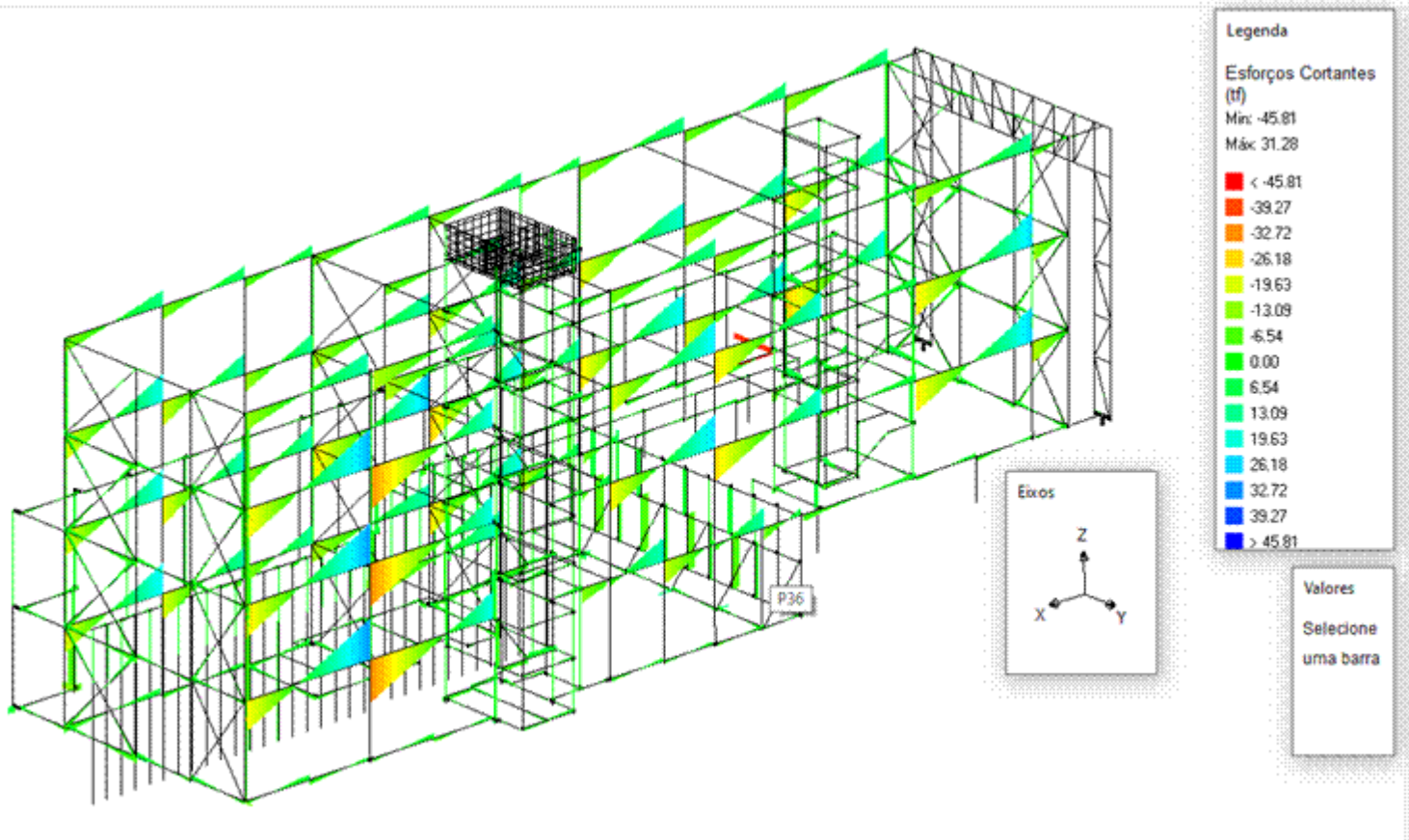


Figura 2 – Diagrama de Esforços Cortante (tf)

## 8.0 RESULTADOS

### 8.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM AÇO

#### 8.1.1 COLUNAS PRINCIPAIS

##### **P43 W 310x107**

$N_d = 2300 \text{ kN}$  (230 tf)

$M_d = 4.000 \text{ kN.cm}$

$Q_d = 10 \text{ kN}$  (1 tf)

$L_b = 487 \text{ cm}$

##### **P71 W 250x80**

$N_d = 1500 \text{ kN}$  (150 tf)

$M_d = 2.500 \text{ kN.cm}$

$Q_d = 10 \text{ kN}$  (1 tf)

$L_b = 487 \text{ cm}$

##### **P37 W 250x80**

$N_d = 1400 \text{ kN}$  (140 tf)

$M_d = 2.500 \text{ kN.cm}$

$Q_d = 10 \text{ kN}$  (1 tf)

$L_b = 487 \text{ cm}$

##### **P72 W 250x80**

$N_d = 960 \text{ kN}$  (96 tf)

$M_d = 7.100 \text{ kN.cm}$

$Q_d = 30 \text{ kN}$  (3 tf)

$L_b = 487 \text{ cm}$

## 8.1.2 COLUNAS DO CONTRAVENTAMENTO

### **P51 W 250x62**

Nd = 540 kN (54 tf)

Md = 2.000 kN.cm

Qd = 10 kN (1 tf)

Lb = 487cm

### **P37 W 250x44,8**

Nd = 550 kN (55 tf)

Md = 130 kN.cm

Qd = -

Lb = 487cm

## 8.1.3 DIAGONAIS DO CONTRAVENTAMENTO

### **VM124 W 150x22,5**

Nd = 150 kN (15 tf)

Md = -

Qd = 25 kN (2,5 tf)

Lbx = 690 cm

Lby = 345cm

### **VM 127 W 200x31,3**

Nd = 140 kN (14 tf)

Md = 5.000 kN.cm

Qd = 30 kN (3 tf)

Lbx = 690 cm

Lby = 345 cm

## 8.1.4 VIGAS PRINCIPAIS

### **VM 103/104 W 610x101**

Md = 50.200 kN.cm

Qd = 350 kN (35 tf)

Lbx = 765 cm

Lby = 50cm

### **VM 264 - W 360x39**

Md = 14.000 kN.cm

Qd = 110 kN (11 tf)

Lbx = 590 cm

Lby = 50 cm

### **VM 225 - W 360X39**

Md = 5.400 kN.cm

Qd = 42,3 kN (4,2 tf)

Lbx = 765 cm

Lby = 50cm

Nd = Esforço Normal de cálculo

Md = Momento Fletor de cálculo

Qd = Esforço Cortante de cálculo

Lb = Comprimento livre sem travamento

Lbx = Comprimento livre sem travamento com relação ao eixo "x" do perfil

Lby = Comprimento livre sem travamento com relação ao eixo "y" do perfil



UFOP  
Universidade Federal  
de Ouro Preto



Centro Brasileiro da Construção em Aço

## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto: \_\_\_\_\_  
Responsável: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

Formulação

Imprimir

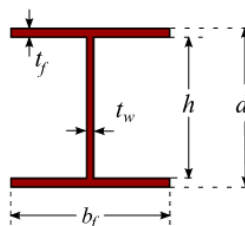
### Material

Aço do Perfil  
Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa      Módulo de Elasticidade ( $E_s$ ) **200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	311	311 ...
Alt. Alma ( $h$ ):	277,0	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	10,9	10,9 ...
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	306	306 ...
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	17	17 ...



#### Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	155,5 mm	Inércia $I_y$ :	8121 cm <sup>4</sup>
Massa:	105,4 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	531 cm <sup>3</sup>
Área:	134,2 cm <sup>2</sup>	Raio de Giro ( $r_y$ ):	7,78 cm
Inércia $I_x$ :	24438 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico ( $Z_y$ ):	804 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente $x$ ( $W_x$ ):	1572 cm <sup>3</sup>	Raio de Giro Torção ( $r_t$ ):	8,44 cm
Raio de Giro ( $r_x$ ):	13,49 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	112,92 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	1738 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	1754271 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>4,87</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>2300</b>
Coef. Flambagem direção x:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em x ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	<b>40</b>
Coef. Flambagem direção y:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em y ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>1,00</b>		
Comp. Efetivo direção x (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo direção y (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>4,87</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)	Esbeltez	Flambagem Local	Normal Resistente (kN)
$N_{ex}$ 20339,1	$\lambda_0$ 0,83	$Q_s$ 1,00	$N_{Rd}$ <b>3192,9</b>
$N_{ey}$ 6759,2	$\chi$ 0,75	cálc. $Q_a$ normal	$N_{sd}/N_{Rd}$ <b>72%</b>
$N_{ez}$ 9600,5		$Q_a$ 1,00	
$N_e$ 6759,2		$Q$ 1,00	

#### Momentos em x (maior inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em x (kNm)
$\lambda$ 62,6	$\lambda$ 25,4	$\lambda$ 9,0	$M_{Rdx}$ <b>512,0</b>
$\lambda_p$ 42,1	$\lambda_p$ 89,9	$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,x}/M_{Rdx}$ <b>8%</b>
$\lambda_r$ 143,4	$\lambda_r$ 136,3	$\lambda_r$ 24,2	
$M_{crit}$ 1254,8	$M_{crit}$ (*)	$M_{crit}$ 2771,1	
$M_r$ 385,0	$M_r$ 550,0	$M_r$ 385,0	
$M_{pl}$ 608,5	$M_{pl}$ 608,5	$M_{pl}$ 608,5	
$M_{Rd,x}$ 512,0	$M_{Rd,x}$ 553,2	$M_{Rd,x}$ 553,2	

#### Momentos em y (menor inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em y (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$ 9	$M_{Rdy}$ <b>255,9</b>
		$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,y}/M_{Rdy}$ <b>0%</b>
		$\lambda_r$ 24,2	
		$M_{crit}$ 935,9	
		$M_r$ 185,8	
		$M_{pl}$ 281,4	
		$M_{Rd,y}$ 255,86	

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	<b>OK</b>	
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	<b>OK</b>	0,790
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	<b>N.A.</b>	0,438



# P37 – W310x107



## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto: \_\_\_\_\_  
 Responsável: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_

Formulação Imprimir

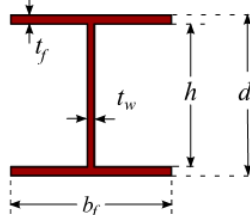
### Material

Aço do Perfil  
 Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa      Módulo de Elasticidade ( $E_s$ ) **200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
 Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	<b>311</b>	311
Alt. Alma ( $h$ ):	<b>277,0</b>	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	<b>10,9</b>	10,9
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	<b>306</b>	306
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	<b>17</b>	17



#### Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	155,5 mm	Inércia $y$ ( $I_y$ ):	8121 cm <sup>4</sup>
Massa:	105,4 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	531 cm <sup>3</sup>
Área:	134,2 cm <sup>2</sup>	Raio de Giro $y$ ( $r_y$ ):	7,78 cm
Inércia $x$ ( $I_x$ ):	24438 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico $y$ ( $Z_y$ ):	804 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente $x$ ( $W_x$ ):	1572 cm <sup>3</sup>	Raio de Giro Torção ( $r_t$ ):	8,44 cm
Raio de Giro $x$ ( $r_x$ ):	13,49 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	112,92 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	1738 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	1754271 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>4,87</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>1400</b>
Coef. Flambagem direção $x$ :	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em $x$ ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	<b>25</b>
Coef. Flambagem direção $y$ :	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em $y$ ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>1,00</b>		
Comp. Efetivo direção $x$ (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo direção $y$ (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>4,87</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)	Esbeltez	Flambagem Local	Normal Resistente (kN)
$N_{ex}$ 20339,1	$\lambda_0$ 0,83	$Q_s$ 1,00	$N_{Rd}$ <b>3192,9</b>
$N_{ey}$ 6759,2	$\chi$ 0,75	cálc. $Q_a$ normal	$N_{sd}/N_{Rd}$ <b>44%</b>
$N_{ez}$ 9600,5		$Q_a$ 1,00	
$N_e$ 6759,2		$Q$ 1,00	

#### Momentos em $x$ (maior inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em $x$ (kNm)
$\lambda$ 62,6	$\lambda$ 25,4	$\lambda$ 9,0	$M_{Rdx}$ <b>512,0</b>
$\lambda_p$ 42,1	$\lambda_p$ 89,9	$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,x}/M_{Rdx}$ <b>5%</b>
$\lambda_r$ 143,4	$\lambda_r$ 136,3	$\lambda_r$ 24,2	
$M_{crit}$ 1254,8	$M_{crit}$ (*)	$M_{crit}$ 2771,1	
$M_r$ 385,0	$M_r$ 550,0	$M_r$ 385,0	
$M_{pl}$ 608,5	$M_{pl}$ 608,5	$M_{pl}$ 608,5	
$M_{Rd,x}$ 512,0	$M_{Rd,x}$ 553,2	$M_{Rd,x}$ 553,2	

#### Momentos em $y$ (menor inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em $y$ (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$ 9	$M_{Rdy}$ <b>255,9</b>
		$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,y}/M_{Rdy}$ <b>0%</b>
		$\lambda_r$ 24,2	
		$M_{crit}$ 935,9	
		$M_r$ 185,8	
		$M_{pl}$ 281,4	
		$M_{Rd,x}$ 255,86	

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	<b>OK</b>
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	<b>OK</b> 0,482
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	<b>N.A.</b> 0,268

# P71 – W250x80



Universidade Federal de Ouro Preto



## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto:  
Responsável:  
Data:

Formulação

Imprimir

### Material

#### Aço do Perfil

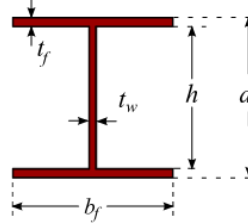
Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa

Módulo de Elasticidade ( $E_s$ ) **200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	<b>256</b>	256
Alt. Alma ( $h$ ):	<b>224,8</b>	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	<b>9,4</b>	9,4
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	<b>255</b>	255
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	<b>15,6</b>	15,6



#### Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	128,0 mm	Inércia $I_y$ :	4313 cm <sup>4</sup>
Massa:	79,0 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	338 cm <sup>3</sup>
Área:	100,7 cm <sup>2</sup>	Raio de Giro $r_y$ :	6,54 cm
Inércia $I_x$ :	12401 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico $Z_y$ :	512 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente $x$ ( $W_x$ ):	969 cm <sup>3</sup>	Raio de Giro Torção ( $r_t$ ):	7,06 cm
Raio de Giro $x$ ( $r_x$ ):	11,10 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	71,19 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	1075 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	622878 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>4,87</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>1500</b>
Coef. Flambagem direção x:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em x ( $M_{sdx}$ ) (kN.m):	<b>25</b>
Coef. Flambagem direção y:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em y ( $M_{sdy}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>1,00</b>		
Comp. Efetivo direção x (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo direção y (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>4,87</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)	Esbeltezes	Flambagem Local	Normal Resistente (kN)
$N_{ex}$ 10321,1	$\lambda_0$ 0,99	$Q_s$ 1,00	$N_{Rd}$ <b>2124,2</b>
$N_{ey}$ 3589,4	$\chi$ 0,66	cálc. $Q_a$ normal	$N_{sd}/N_{Rd}$ <b>71%</b>
$N_{ez}$ 6422,5		$Q_a$ 1,00	
$N_e$ 3589,4		$Q$ 1,00	

#### Momentos em x (maior inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em x (kNm)
$\lambda$ 74,4	$\lambda$ 23,9	$\lambda$ 8,2	$M_{Rdx}$ <b>305,5</b>
$\lambda_p$ 42,1	$\lambda_p$ 89,9	$\lambda_p$ 9,1	$M_{sdx}/M_{Rdx}$ <b>8%</b>
$\lambda_r$ 153,9	$\lambda_r$ 136,3	$\lambda_r$ 24,5	
$M_{crit}$ 618,7	$M_{crit}$ (*)	$M_{crit}$ 2135,4	
$M_r$ 237,4	$M_r$ 339,1	$M_r$ 237,4	
$M_{pl}$ 376,3	$M_{pl}$ 376,3	$M_{pl}$ 376,3	
$M_{Rd,x}$ 305,5	$M_{Rd,x}$ 342,1	$M_{Rd,x}$ 342,1	

#### Momentos em y (menor inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em y (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$ 8,17307692	$M_{Rdy}$ <b>163,0</b>
		$\lambda_p$ 9,1	$M_{sdy}/M_{Rdy}$ <b>0%</b>
		$\lambda_r$ 24,5	
		$M_{crit}$ 745,5	
		$M_r$ 118,4	
		$M_{pl}$ 179,3	
		$M_{Rd,x}$ 162,96	

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	<b>OK</b>	
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sdx}/M_{Rdx} + M_{sdy}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	<b>OK</b>	0,779
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sdx}/M_{Rdx} + M_{sdy}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	<b>N.A.</b>	0,435

# P72 – W250x80



Universidade Federal de Ouro Preto



Centro Brasileiro da Construção em Aço

## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto:  
Responsável:  
Data:

Formulação

Imprimir

### Material

Aço do Perfil

Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa

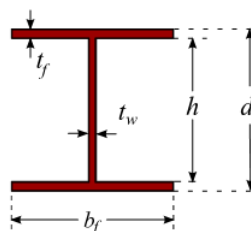
Módulo de Elasticidade ( $E_s$ )

**200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	<b>256</b>	256
Alt. Alma ( $h$ ):	<b>224,8</b>	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	<b>9,4</b>	9,4
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	<b>255</b>	255
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	<b>15,6</b>	15,6



Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	128,0 mm	Inércia y ( $I_y$ ):	4313 cm <sup>4</sup>
Massa:	79,0 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	338 cm <sup>3</sup>
Área:	100,7 cm <sup>2</sup>	Raio de Giroção y ( $r_y$ ):	6,54 cm
Inércia x ( $I_x$ ):	12401 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico y ( $Z_y$ ):	512 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente x ( $W_x$ ):	969 cm <sup>3</sup>	Raio de Giroção Torção ( $r_t$ ):	7,06 cm
Raio de Giroção x ( $r_x$ ):	11,10 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	71,19 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	1075 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	622878 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>4,87</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>960</b>
Coef. Flambagem direção x:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em x ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	<b>71</b>
Coef. Flambagem direção y:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em y ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>1,00</b>		
Comp. Efetivo direção x (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo direção y (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>4,87</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)		Esbeltezes		Flambagem Local		Normal Resistente (kN)	
$N_{ex}$	10321,1	$\lambda_0$	0,99	$Q_s$	1,00	$N_{Rd}$	<b>2124,2</b>
$N_{ey}$	3589,4	$\chi$	0,66	cálc. $Q_s$	normal	$N_{sd}/N_{Rd}$	<b>45%</b>
$N_{ez}$	6422,5			$Q_s$	1,00		
$N_e$	3589,4			$Q$	1,00		

#### Momentos em x (maior inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em x (kNm)
$\lambda$	74,4	$\lambda$	8,2
$\lambda_p$	42,1	$\lambda_p$	9,1
$\lambda_r$	153,9	$\lambda_r$	24,5
$M_{crit}$	618,7	$M_{crit}$	2135,4
$M_r$	237,4	$M_r$	237,4
$M_{pl}$	376,3	$M_{pl}$	376,3
$M_{Rd,x}$	305,5	$M_{Rd,x}$	342,1

#### Momentos em y (menor inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em y (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$	8,17307692
		$\lambda_p$	9,1
		$\lambda_r$	24,5
		$M_{crit}$	745,5
		$M_r$	118,4
		$M_{pl}$	179,3
		$M_{Rd,x}$	162,96

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	<b>OK</b>
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rd,x} + M_{sd,y}/M_{Rd,y}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	<b>OK</b> 0,658
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rd,x} + M_{sd,y}/M_{Rd,y}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	<b>N.A.</b> 0,458

# P51 – W250x62 (Coluna do contraventamento)



Universidade Federal de Ouro Preto



Centro Brasileiro da Construção em Aço

## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto:  
Responsável:  
Data:

Formulação

Imprimir

### Material

Aço do Perfil

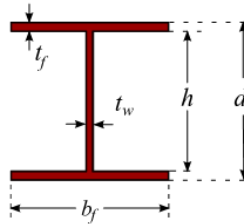
Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa

Módulo de Elasticidade ( $E_s$ ) **200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	<b>246</b>	246 ...
Alt. Alma ( $h$ ):	<b>224,6</b>	...
Esp. Alma ( $t_w$ ):	<b>10,5</b>	10,5 ...
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	<b>256</b>	256 ...
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	<b>10,7</b>	10,7 ...



Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	123,0 mm	Inércia y ( $I_y$ ):	2994 cm <sup>4</sup>
Massa:	61,5 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	234 cm <sup>3</sup>
Área:	78,4 cm <sup>2</sup>	Raio de Giroção y ( $r_y$ ):	6,18 cm
Inércia x ( $I_x$ ):	8580 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico y ( $Z_y$ ):	357 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente x ( $W_x$ ):	698 cm <sup>3</sup>	Raio de Giroção Torção ( $r_t$ ):	6,91 cm
Raio de Giroção x ( $r_x$ ):	10,46 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	29,99 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	777 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	414130 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>4,87</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>540</b>
Coef. Flambagem direção x:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em x ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	<b>20</b>
Coef. Flambagem direção y:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em y ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>1,00</b>		
Comp. Efetivo direção x (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo direção y (m):	<b>4,87</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>4,87</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)	Esbeltez	Flambagem Local	Normal Resistente (kN)
$N_{ex}$ 7140,6	$\lambda_0$ 1,05	$Q_s$ 1,00	$N_{Rd}$ <b>1573,0</b>
$N_{ey}$ 2491,9	$\chi$ 0,63	cálc. $Q_a$ normal	$N_{sd}/N_{Rd}$ <b>34%</b>
$N_{ez}$ 3895,7		$Q_a$ 1,00	
$N_e$ 2491,9		$Q$ 1,00	

#### Momentos em x (maior inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em x (kNm)
$\lambda$ 78,8	$\lambda$ 21,4	$\lambda$ 12,0	$M_{Rdx}$ <b>211,2</b>
$\lambda_p$ 42,1	$\lambda_p$ 89,9	$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,x}/M_{Rdx}$ <b>9%</b>
$\lambda_r$ 135,8	$\lambda_r$ 136,3	$\lambda_r$ 25,2	
$M_{crit}$ 378,7	$M_{crit}$ (*)	$M_{crit}$ 758,8	
$M_r$ 170,9	$M_r$ 244,1	$M_r$ 170,9	
$M_{pl}$ 271,9	$M_{pl}$ 271,9	$M_{pl}$ 271,9	
$M_{Rd,x}$ 211,2	$M_{Rd,x}$ 247,2	$M_{Rd,x}$ 230,8	

#### Momentos em y (menor inércia)

FLT	FLA	FLM	Momento Resistente em y (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$ 11,9626168	$M_{Rdy}$ <b>106,6</b>
		$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,y}/M_{Rdy}$ <b>0%</b>
		$\lambda_r$ 25,2	
		$M_{crit}$ 254,5	
		$M_r$ 81,9	
		$M_{pl}$ 124,9	
		$M_{Rd,x}$ 106,56	

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	<b>OK</b>
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	<b>OK</b> 0,427
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	<b>N.A.</b> 0,266

# P56 – W250x44,8 (Coluna do contraventamento)



**CBCA**  
Centro Brasileiro da Construção em Aço

## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto: \_\_\_\_\_  
Responsável: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

Formulação

Imprimir

### Material

#### Aço do Perfil

Tensão de Escoamento ( $f_y$ )

350 MPa

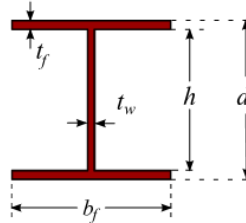
Módulo de Elasticidade ( $E_s$ )

200000 MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	266	266
Alt. Alma ( $h$ ):	240,0	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	7,6	7,6
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	148	148
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	13	13



#### Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	133,0 mm	Inércia $I_y$ :	703 cm <sup>4</sup>
Massa:	44,5 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	95 cm <sup>3</sup>
Área:	56,7 cm <sup>2</sup>	Raio de Giro $r_y$ :	3,52 cm
Inércia $I_x$ :	7039 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico ( $Z_y$ ):	146 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente $x$ ( $W_x$ ):	529 cm <sup>3</sup>	Raio de Giro Torção ( $r_t$ ):	3,97 cm
Raio de Giro $x$ ( $r_x$ ):	11,14 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	25,38 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	596 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	112398 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	3,87	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	550
Coef. Flambagem direção x:	1,00	Momento de cálculo em x ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	13
Coef. Flambagem direção y:	1,00	Momento de cálculo em y ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	0
Coef. Flambagem torção:	1,00		
Comp. Efetivo direção x (m):	3,87		
Comp. Efetivo direção y (m):	3,87		
Comp. Efetivo torção (m):	3,87		

### Verificações

#### Esforços Normais

Carreg. de Flambagem (kN)	Esbeltez	Flambagem Local	Normal Resistente (kN)
$N_{ex}$ 9276,7	$\lambda_0$ 1,46	$Q_s$ 1,00	$N_{Rd}$ 736,4
$N_{ey}$ 926,9	$\chi$ 0,41	cálc. $Q_a$ normal	$N_{sd}/N_{Rd}$ 75%
$N_{ez}$ 2515,6		$Q_a$ 1,00	
$N_e$ 926,9		$Q$ 1,00	

#### Momentos em x (maior inércia)

FLI	FLA	FLM	Momento Resistente em x (kNm)
$\lambda$ 109,9	$\lambda$ 31,6	$\lambda$ 5,7	$M_{Rdx}$ 139,3
$\lambda_p$ 42,1	$\lambda_p$ 89,9	$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,x}/M_{Rdx}$ 9%
$\lambda_r$ 138,8	$\lambda_r$ 136,3	$\lambda_r$ 22,9	
$M_{crit}$ 178,4	$M_{crit}$ (*)	$M_{crit}$ 2092,6	
$M_r$ 129,7	$M_r$ 185,2	$M_r$ 129,7	
$M_{pl}$ 208,7	$M_{pl}$ 208,7	$M_{pl}$ 208,7	
$M_{Rd,x}$ 139,3	$M_{Rd,x}$ 189,7	$M_{Rd,x}$ 189,7	

#### Momentos em y (menor inércia)

FLI	FLA	FLM	Momento Resistente em y (kNm)
não se aplica	não se aplica	$\lambda$ 5,69230769	$M_{Rdy}$ 46,4
		$\lambda_p$ 9,1	$M_{sd,y}/M_{Rdy}$ 0%
		$\lambda_r$ 22,9	
		$M_{crit}$ 375,8	
		$M_r$ 33,3	
		$M_{pl}$ 51,0	
		$M_{Rd,x}$ 46,40	

#### Equação de Interação:

$N_{sd} \leq N_{Rd}$	OK
$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$	OK 0,830
$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1$ para $N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$	N.A. 0,467

# WM127 – W200x31,3 (Diagonal do contraventamento)



## CÁLCULO DE PILARES DE AÇO

Projeto:  
Responsável:  
Data:

Formulação

Imprimir

### Material

Aço do Perfil

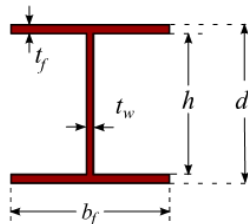
Tensão de Escoamento ( $f_y$ ) **350** MPa

Módulo de Elasticidade ( $E_s$ ) **200000** MPa

### Dados Geométricos do Perfil

Monte perfil I bi-simétrico:  
Obs.: valores em mm

	Atual:	Opções:
Altura ( $d$ ):	<b>210</b>	210
Alt. Alma ( $h$ ):	<b>189,6</b>	
Esp. Alma ( $t_w$ ):	<b>6,4</b>	6,4
Larg. Mesa ( $b_f$ ):	<b>134</b>	134
Esp. Mesa ( $t_f$ ):	<b>10,2</b>	10,2



Propriedades do Perfil:

Pos. CG (inferior):	105,0 mm	Inércia $I_y$ :	409 cm <sup>4</sup>
Massa:	31,0 kg/m	Módulo Resistente ( $W_y$ ):	61 cm <sup>3</sup>
Área:	39,5 cm <sup>2</sup>	Raio de Giro $r_y$ :	3,22 cm
Inércia $I_x$ :	3094 cm <sup>4</sup>	Módulo Plástico ( $Z_y$ ):	94 cm <sup>3</sup>
Módulo Resistente $W_x$ :	295 cm <sup>3</sup>	Raio de Giro Torção ( $r_t$ ):	3,61 cm
Raio de Giro $r_x$ :	8,85 cm	Inércia Torção ( $I_t$ ):	11,23 cm <sup>4</sup>
Módulo Plástico ( $Z_x$ ):	331 cm <sup>3</sup>	Coef. Empenamento ( $C_w$ ):	40822 cm <sup>6</sup>

### Comprimentos de flambagem e Carregamentos

Comprimento destravado (m):	<b>6,90</b>	Esforço normal de cálculo ( $N_{sd}$ ) (kN):	<b>140</b>
Coef. Flambagem direção x:	<b>1,00</b>	Momento de cálculo em x ( $M_{sd,x}$ ) (kN.m):	<b>50</b>
Coef. Flambagem direção y:	<b>0,50</b>	Momento de cálculo em y ( $M_{sd,y}$ ) (kN.m):	<b>0</b>
Coef. Flambagem torção:	<b>0,50</b>		
Comp. Efetivo direção x (m):	<b>6,90</b>		
Comp. Efetivo direção y (m):	<b>3,45</b>		
Comp. Efetivo torção (m):	<b>3,45</b>		

### Verificações

#### Esforços Normais

Cargas de Flambagem (kN)

$N_{ex}$	1282,8
$N_{ey}$	679,0
$N_{ez}$	1735,6
$N_e$	679,0

Esbeltezes

$\lambda_0$	1,43
$\chi$	0,43

Flambagem Local

$Q_s$	1,00
cálc. $Q_a$	normal
$Q_a$	1,00
$Q$	1,00

Normal Resistente (kN)

$N_{Rd}$	<b>536,0</b>
$N_{sd}/N_{Rd}$	<b>26%</b>

#### Momentos em x (maior inércia)

FLT

$\lambda$	107,1
$\lambda_p$	42,1
$\lambda_r$	138,1
$M_{crit}$	102,3
$M_r$	72,2
$M_{pl}$	115,7
$M_{Rd,x}$	78,4

FLA

$\lambda$	29,6
$\lambda_p$	89,9
$\lambda_r$	136,3
$M_{crit}$	(*)
$M_r$	103,1
$M_{pl}$	115,7
$M_{Rd,x}$	105,2

FLM

$\lambda$	6,6
$\lambda_p$	9,1
$\lambda_r$	23,3
$M_{crit}$	903,4
$M_r$	72,2
$M_{pl}$	115,7
$M_{Rd,x}$	105,2

Momento Resistente em x (kNm)

$M_{Rdx}$	<b>78,4</b>
$M_{sd,x}/M_{Rdx}$	<b>64%</b>

#### Momentos em y (menor inércia)

FLT

não se aplica

FLA

não se aplica

FLM

$\lambda$	6,56862745
$\lambda_p$	9,1
$\lambda_r$	23,3
$M_{crit}$	187,4
$M_r$	21,4
$M_{pl}$	32,7
$M_{Rd,x}$	29,76

Momento Resistente em y (kNm)

$M_{Rdy}$	<b>29,8</b>
$M_{sd,y}/M_{Rdy}$	<b>0%</b>

#### Equação de Interação:

$$N_{sd} \leq N_{Rd}$$

$$N_{sd}/N_{Rd} + 8/9 * (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1 \text{ para } N_{sd}/N_{Rd} \geq 0,2$$

$$N_{sd}/(2N_{Rd}) + (M_{sd,x}/M_{Rdx} + M_{sd,y}/M_{Rdy}) \leq 1 \text{ para } N_{sd}/N_{Rd} < 0,2$$

**OK**

**OK** 0,828

**N.A.** 0,768

## WM 103/104 – W610x101 (Viga Principal)

NORMA NBR 8800  
PLANILHA PARA CÁLCULO DE PERFIS SOLDADO E LAMINADO

Fy= 34,5 kN/cm<sup>2</sup>

D(mm)	B(mm)	tw(mm)	tf(mm)	h(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	rx(cm)	ry(cm)	Wx(cm <sup>3</sup> )	It(cm <sup>4</sup> )	Wy(cm <sup>3</sup> )	Zx(cm <sup>3</sup> )	Zy(cm <sup>3</sup> )
603	228	10,5	14,9	573,2	128,1	75239	2949	24,2	4,8	2496	72	259	2860	387
Lbx(cm)	Lby(cm)	kx	ky	Mx(kNcm)	My(kNcm)	Nc(tf)	Vc(tf)	a(mm)	Peso(kg/m)					
764	50	1,00	1,00	50200	0,0	0,0	35,0	1500	100,5					

coef.= 1,000

	MOMENTO FLETOR	ESFORÇO AXIAL * Compressão *	* Tração *	ESFORÇO CORTANTE	INTERAÇÃO MOM-NORMAL	
Myy	12025 kNcm	376 tf	398 tf	112 tf	S/INST.= 0,57	Ok INST
Mxx	88814 kNcm	376 tf		112 tf	Ok cortante	Flecha máx. Adm. (mm)
	<b>Esbeltez Ok!</b>				Flecha p/ viga biap. (mm)= 4,3	25
					Flecha p/ viga bieng. (mm)= 0,9	OK!!
					p(tf/m)= 1,50	OK!!

## WM 264/225 – W360x39 (Viga Intermediária)

NORMA NBR 8800  
PLANILHA PARA CÁLCULO DE PERFIS SOLDADO E LAMINADO

Fy= 34,5 kN/cm<sup>2</sup>

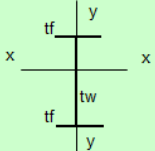
D(mm)	B(mm)	tw(mm)	tf(mm)	h(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	rx(cm)	ry(cm)	Wx(cm <sup>3</sup> )	It(cm <sup>4</sup> )	Wy(cm <sup>3</sup> )	Zx(cm <sup>3</sup> )	Zy(cm <sup>3</sup> )
353	128	6,5	10,7	331,6	48,9	10001	375	14,3	2,8	567	13	59	647	88
Lbx(cm)	Lby(cm)	kx	ky	Mx(kNcm)	My(kNcm)	Nc(tf)	Vc(tf)	a(mm)	Peso(kg/m)					
590	50	1,00	1,00	14000	0,0	0,0	11,0	1500	38,4					

coef.= 1,000

	MOMENTO FLETOR	ESFORÇO AXIAL * Compressão *	* Tração *	ESFORÇO CORTANTE	INTERAÇÃO MOM-NORMAL	
Myy	2722 kNcm	139 tf	152 tf	40 tf	S/INST.= 0,70	Ok INST
Mxx	20105 kNcm	139 tf		40 tf	Ok cortante	Flecha máx. Adm. (mm)
	<b>Esbeltez Ok!</b>				Flecha p/ viga biap. (mm)= 0,0	20
					Flecha p/ viga bieng. (mm)= 0,0	OK!!
					p(tf/m)= 0,00	OK!!

## WM 103/104 – W610x101 (Viga Principal)

NORMA NBR 8800  
PLANILHA PARA CÁLCULO DE PERFIS SOLDADO E LAMINADO



Fy= 34,5 kN/cm<sup>2</sup>

D(mm)	B(mm)	tw(mm)	tf(mm)	h(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	rx(cm)	ry(cm)	Wx(cm <sup>3</sup> )	It(cm <sup>4</sup> )	Wy(cm <sup>3</sup> )	Zx(cm <sup>3</sup> )	Zy(cm <sup>3</sup> )
603	228	10,5	14,9	573,2	128,1	75239	2949	24,2	4,8	2496	72	259	2860	387

Lbx(cm)	Lby(cm)	kx	ky	Mx(kNcm)	My(kNcm)	Nc(tf)	Vc(tf)	a(mm)	Peso(kg/m)
764	50	1,00	1,00	50200	0,0	0,0	35,0	1500	100,5

coef.= 1,000

MOMENTO FLETOR		ESFORÇO AXIAL		ESFORÇO CORTANTE		INTERAÇÃO MOM-NORMAL	
		* Compressão *		* Tração *		S/INST. =	
Myy	12025 kNcm	376 tf	398 tf	112 tf	0,57	Ok INST	Flecha máx. Adm. (mm)
Mxx	88814 kNcm	376 tf		112 tf	0,70	Ok cortante	25

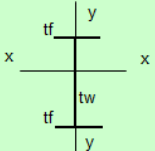
Flecha p/ viga biap. (mm)= 4,3  
 Flecha p/ viga bieng. (mm)= 0,9  
 p(tf/m)= 1,50

**Esbeltez Ok!**

**OK!!**

## WM 264/225 – W360x39 (Viga Intermediária)

NORMA NBR 8800  
PLANILHA PARA CÁLCULO DE PERFIS SOLDADO E LAMINADO



Fy= 34,5 kN/cm<sup>2</sup>

D(mm)	B(mm)	tw(mm)	tf(mm)	h(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	rx(cm)	ry(cm)	Wx(cm <sup>3</sup> )	It(cm <sup>4</sup> )	Wy(cm <sup>3</sup> )	Zx(cm <sup>3</sup> )	Zy(cm <sup>3</sup> )
353	128	6,5	10,7	331,6	48,9	10001	375	14,3	2,8	567	13	59	647	88

Lbx(cm)	Lby(cm)	kx	ky	Mx(kNcm)	My(kNcm)	Nc(tf)	Vc(tf)	a(mm)	Peso(kg/m)
590	50	1,00	1,00	14000	0,0	0,0	11,0	1500	38,4

coef.= 1,000

MOMENTO FLETOR		ESFORÇO AXIAL		ESFORÇO CORTANTE		INTERAÇÃO MOM-NORMAL	
		* Compressão *		* Tração *		S/INST. =	
Myy	2722 kNcm	139 tf	152 tf	40 tf	0,70	Ok INST	Flecha máx. Adm. (mm)
Mxx	20105 kNcm	139 tf		40 tf	0,70	Ok cortante	20

Flecha p/ viga biap. (mm)= 0,0  
 Flecha p/ viga bieng. (mm)= 0,0  
 p(tf/m)= 0,00

**Esbeltez Ok!**

**OK!!**



## 9.0 RESULTADOS – Deslocamento e Estabilidade

Memorial de cálculo.....	17
Resumo de resultados.....	18
Cargas verticais: .....	18
Deslocamento horizontal: .....	18
Verificação de estabilidade (Gama-Z):.....	18
Análise de 2ª ordem:.....	19
Verificação da Estabilidade Global da Estrutura .....	20
Maior coeficiente Gama-Z.....	20
Limitações .....	20
Coeficiente Gama-Z por combinação .....	20
Deslocamentos Horizontais Devido à Ação do Vento .....	24
Análise da Não Linearidade Geométrica pelo Processo P-Delta .....	26
Imperfeições geométricas globais .....	31
Relatório de Esforços nas Fundações por Elementos.....	34
Quadro de Cargas dos Pilares.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## Resumo de resultados

### **Cargas verticais:**

Peso próprio = 1179.25 tf

Adicional = 918.58 tf

Acidental = 973.85 tf

Água = 27.69 tf

Vento X+ = 0.00 tf

Vento X- = 0.00 tf

Vento Y+ = 0.00 tf

Vento Y- = 0.00 tf

Desaprumo X+ = 0.00 tf

Desaprumo X- = 0.00 tf

Desaprumo Y+ = 0.00 tf

Desaprumo Y- = 0.00 tf

Total = 3099.37 tf

Área aproximada = 2718.77 m<sup>2</sup>

Relação = 1139.99 kgf/m<sup>2</sup>

### **Deslocamento horizontal:**

X+ = 0.15 cm (limite 1.80)

X- = 0.15 cm (limite 1.80)

Y+ = 0.28 cm (limite 1.80)

Y- = 0.28 cm (limite 1.80)

### **Verificação de estabilidade (Gama-Z):**

X+ = 1.08 (limite 1.10)

X- = 1.09 (limite 1.10)

Y+ = 1.01 (limite 1.10)

Y- = 1.02 (limite 1.10)

**Análise de 2ª ordem:**

Processo P-Delta

Deslocamentos no topo da edificação:

Acidental: 0.10 »» 0.10 (+1.08%)

Água: 0.01 »» 0.01 (+2.45%)

Vento X+: 0.58 »» 0.61 (+6.10%)

Vento X-: 0.58 »» 0.61 (+6.09%)

Vento Y+: 1.02 »» 1.03 (+1.66%)

Vento Y-: 1.02 »» 1.03 (+1.66%)

Desaprumo X+: 0.15 »» 0.16 (+6.69%)

Desaprumo X-: 0.15 »» 0.16 (+6.70%)

Desaprumo Y+: 0.05 »» 0.05 (+1.68%)

Desaprumo Y-: 0.05 »» 0.05 (+1.68%)

## Verificação da Estabilidade Global da Estrutura

### Maior coeficiente Gama-Z

Combinação: 1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2							
Pavimento	Altura relativa (cm)	Carga vertical (tf)	Carga horizontal (tf)	Deslocamento horizontal (cm)	Momento 2a. ordem (kgf.m)	Momento tombamento (kgf.m)	Gama-Z
CxA	3058.00	54.54	0.62	0.48	259.10	18987.14	1.09 (lim=1.10)
CsaMaq	2886.00	39.96	0.94	0.53	213.17	27156.16	
Cobertura	2626.00	551.02	2.87	0.56	3112.16	75342.83	
3o PAV	2139.00	981.23	4.33	0.44	4278.62	92591.77	
2o PAV	1652.00	1174.13	4.34	0.21	2434.32	71734.72	
1o PAV	1165.00	957.84	0.53	0.29	2793.72	6133.08	
Bald_Terreio	660.00	456.19	0.00	2.41	11007.91	0.00	
Base Cortina	60.00	0.73	0.00	0.29	2.10	0.00	
<b>TOTAL</b>					<b>24101.10</b>	<b>291945.69</b>	

### Limitações

Em estruturas com Gama-Z maior que 1.10 é necessário fazer a verificação dos efeitos de 2ª ordem com a análise P-Delta.

O Gama-Z é um parâmetro de estabilidade para avaliação de estruturas simétricas (tanto geometria quanto carregamento) e edificações com mais de 4 pavimentos. Nos demais casos, recomenda-se a verificação dos efeitos de 2ª ordem com a análise P-Delta.

### Coefficiente Gama-Z por combinação

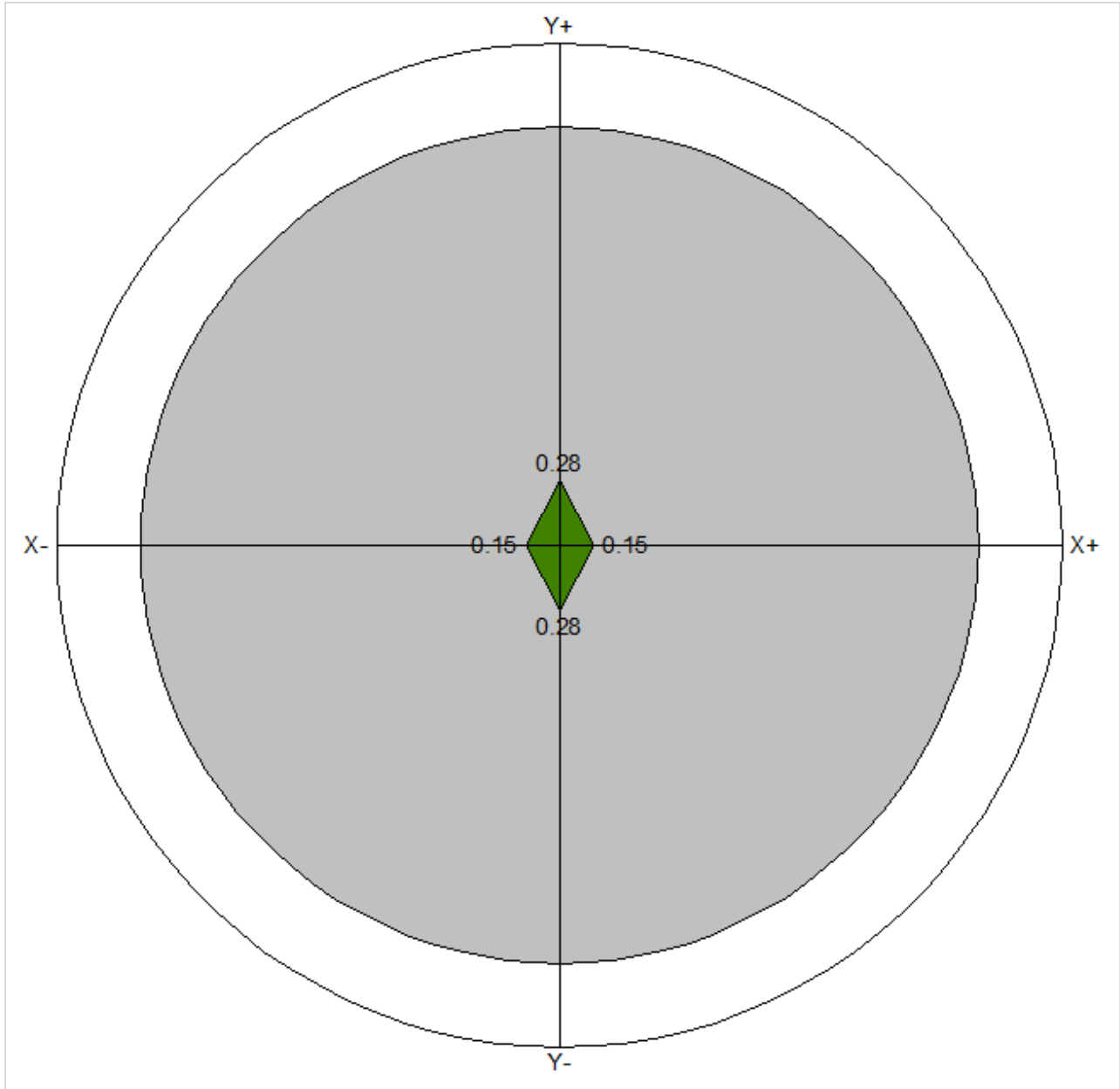
Combinação	Momento 2a. ordem (kgf.m)	Momento tombamento (kgf.m)	Gama-Z
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.76D1	19378.87	291945.69	1.07

1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.76D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.76D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.76D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V1+0.46D1	23528.34	486576.16	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V2+0.46D2	26373.28	486576.16	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V3+0.46D3	28701.74	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V4+0.46D4	33402.00	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.76D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.76D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.76D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.76D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V1+0.46D1	23528.34	486576.16	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V2+0.46D2	26373.28	486576.16	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V3+0.46D3	28701.74	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V4+0.46D4	33402.00	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.76D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.76D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.76D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.76D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V1+0.46D1	23528.34	486576.16	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V2+0.46D2	26373.28	486576.16	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V3+0.46D3	28701.74	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V4+0.46D4	33402.00	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	19378.87	291945.69	1.07

1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.76D1	19378.87	291945.69	1.07
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.76D2	22047.43	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.76D3	21472.32	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.76D4	26596.20	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V1+0.46D1	23528.34	486576.16	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V2+0.46D2	26373.28	486576.16	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V3+0.46D3	28701.74	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V4+0.46D4	33402.00	2644712.48	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	20626.29	291945.69	1.08
<b>1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2</b>	<b>24101.10</b>	<b>291945.69</b>	<b>1.09</b>
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	22504.14	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	29236.16	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	20626.29	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	24101.10	291945.69	1.09
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	22504.14	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	29236.16	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	20626.29	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2	24101.10	291945.69	1.09
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	22504.14	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	29236.16	1586827.49	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	20626.29	291945.69	1.08
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	24101.10	291945.69	1.09
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	22504.14	1586827.49	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	29236.16	1586827.49	1.02
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	12190.52	291945.69	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.76D1	12190.52	291945.69	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2	14059.71	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.76D2	14059.71	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	14240.42	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.76D3	14240.42	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	17726.52	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.76D4	17726.52	1586827.49	1.01

G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V1+0.46D1	15689.12	486576.16	1.03
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V2+0.46D2	17657.95	486576.16	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V3+0.46D3	20208.84	2644712.48	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+1.4V4+0.46D4	23334.01	2644712.48	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	12190.52	291945.69	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.76D1	12190.52	291945.69	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	14059.71	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.76D2	14059.71	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	14240.42	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.76D3	14240.42	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	17726.52	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.76D4	17726.52	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V1+0.46D1	15689.12	486576.16	1.03
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V2+0.46D2	17657.95	486576.16	1.04
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V3+0.46D3	20208.84	2644712.48	1.01
G1+G2+S+1.2R+0.98Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+1.4V4+0.46D4	23334.01	2644712.48	1.01
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V1+0.46D1	13235.57	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V2+0.46D2	15817.86	291945.69	1.06
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.46D3	15214.54	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V4+0.46D4	20060.85	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V1+0.46D1	13235.57	291945.69	1.05
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V2+0.46D2	15817.86	291945.69	1.06
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V3+0.46D3	15214.54	1586827.49	1.01
G1+G2+S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T2+0.84V4+0.46D4	20060.85	1586827.49	1.01

## Deslocamentos Horizontais Devido à Ação do Vento



Verificações	X+	X-	Y+	Y-
Altura total da edificação (cm)	3058.00			
Deslocamento limite (cm)	1.80			
Deslocamento característico (cm)	0.49	-0.49	0.93	-0.93



gf2	0.30	0.30	0.30	0.30
Deslocamento combinações frequentes (cm)	0.15	-0.15	0.28	-0.28

Pavimento	Altura (cm)	Deslocamento combinações frequentes (cm)				Diferença (cm)				Limite (cm)
		X+	X-	Y+	Y-	X+	X-	Y+	Y-	
CxA	172.00	0.15	-0.15	0.28	-0.28	0.00	0.00	0.02	-0.02	0.20
CsaMaq	260.00	0.14	-0.14	0.26	-0.26	0.01	-0.01	0.04	-0.04	0.31
Cobertura	487.00	0.13	-0.13	0.22	-0.22	0.04	-0.04	0.06	-0.06	0.57
3o PAV	487.00	0.09	-0.09	0.15	-0.15	0.05	-0.05	0.08	-0.08	0.57
2o PAV	487.00	0.04	-0.04	0.07	-0.07	0.04	-0.04	0.07	-0.07	0.57
1o PAV	505.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59
Bald_Terreo	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71
Base Cortina	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

## Análise da Não Linearidade Geométrica pelo Processo P-Delta

Acidental								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.02	-0.10	0.02	-0.10	0.00	0.00	0.00	-0.01
CsaMaq	-0.01	-0.09	-0.01	-0.10	0.00	0.00	0.01	-0.25
Cobertura	-0.03	-0.08	-0.03	-0.09	0.00	-0.03	0.00	-0.07
3o PAV	-0.04	-0.05	-0.04	-0.05	0.00	-0.03	-0.05	-0.09
2o PAV	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.00	-0.04	0.01	-0.08
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03	0.08	-0.01
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.06	0.02
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 1.08%

Água								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CsaMaq	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Cobertura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 2.45%

Vento X+								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.58	-0.01	0.61	-0.01	0.74	0.00	0.78	0.00
CsaMaq	0.56	-0.01	0.60	-0.01	1.12	0.00	2.67	-0.02
Cobertura	0.50	0.00	0.54	0.00	3.42	0.00	3.56	0.00
3o PAV	0.37	0.00	0.40	0.00	5.15	0.00	5.60	0.00
2o PAV	0.17	0.00	0.19	0.00	5.17	0.00	5.49	-0.01
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.02	-0.03
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 6.10%

Vento X-								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	-0.58	0.01	-0.61	0.01	-0.74	0.00	-0.78	0.00
CsaMaq	-0.56	0.01	-0.60	0.01	-1.12	0.00	-2.67	0.02
Cobertura	-0.50	0.00	-0.54	0.00	-3.42	0.00	-3.56	0.00
3o PAV	-0.37	0.00	-0.40	0.00	-5.15	0.00	-5.60	0.00
2o PAV	-0.17	0.00	-0.19	0.00	-5.17	0.00	-5.49	0.01
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.63	0.00	-0.02	0.03
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	-0.01
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 6.09%

Vento Y+								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y

CxA	-0.07	1.02	-0.07	1.03	0.00	0.42	0.00	0.49
CsaMaq	-0.06	0.95	-0.06	0.97	0.00	5.01	-0.17	7.59
Cobertura	-0.03	0.79	-0.03	0.81	0.00	21.28	-0.01	21.58
3o PAV	-0.03	0.57	-0.03	0.58	0.00	31.98	0.01	32.50
2o PAV	-0.01	0.28	-0.02	0.28	0.00	27.44	-0.01	27.86
1o PAV	-0.01	0.04	-0.01	0.04	0.00	3.05	-0.05	2.56
Bald_Terreo	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.08	-0.07
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 1.66%

Vento Y-								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.07	-1.02	0.07	-1.03	0.00	-0.42	0.00	-0.49
CsaMaq	0.06	-0.95	0.06	-0.97	0.00	-5.01	0.17	-7.59
Cobertura	0.03	-0.79	0.03	-0.81	0.00	-21.28	0.01	-21.58
3o PAV	0.03	-0.57	0.03	-0.58	0.00	-31.98	-0.01	-32.50
2o PAV	0.01	-0.28	0.02	-0.28	0.00	-27.44	0.01	-27.86
1o PAV	0.01	-0.04	0.01	-0.04	0.00	-3.05	0.05	-2.56
Bald_Terreo	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.08	0.07
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 1.66%

Desaprumo X+								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.15	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CsaMaq	0.15	0.00	0.16	0.00	0.08	0.00	0.48	0.00
Cobertura	0.14	0.00	0.15	0.00	0.94	0.00	0.98	0.00
3o PAV	0.11	0.00	0.11	0.00	1.63	0.00	1.76	0.00

2o PAV	0.05	0.00	0.06	0.00	1.94	0.00	2.04	0.00
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	1.36	-0.01
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.77	0.00
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 6.69%

Desaprumo X-								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	-0.15	0.00	-0.16	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
CsaMaq	-0.15	0.00	-0.16	0.00	-0.08	0.00	-0.48	0.00
Cobertura	-0.14	0.00	-0.15	0.00	-0.94	0.00	-0.98	0.00
3o PAV	-0.11	0.00	-0.11	0.00	-1.63	0.00	-1.76	0.00
2o PAV	-0.05	0.00	-0.06	0.00	-1.94	0.00	-2.04	0.00
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.55	0.00	-1.36	0.01
Bald_Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.75	0.00	-0.77	0.00
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 6.70%

Desaprumo Y+								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01
CsaMaq	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.08	-0.01	0.21
Cobertura	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.94	0.00	0.96
3o PAV	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	1.63	0.00	1.66
2o PAV	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	1.94	0.00	1.96
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	1.52
Bald_Terreo	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.75	0.01	0.74
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.68%

Desaprumo Y-								
Pavimento	Deslocamentos horizontais médios (cm)				Esforço aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
CxA	0.00	-0.05	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.01
CsaMaq	0.00	-0.05	0.00	-0.05	0.00	-0.08	0.01	-0.21
Cobertura	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.00	-0.94	0.00	-0.96
3o PAV	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-1.63	0.00	-1.66
2o PAV	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-1.94	0.00	-1.96
1o PAV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.55	0.00	-1.52
Bald_Terreo	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.75	-0.01	-0.74
Base Cortina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.68%

## Imperfeições geométricas globais

Parâmetros	
Altura total da edificação (cm)	3058.00
N° de pilares contínuos	22
Combinação vertical	G1+G2+A+Q
Tipo de estrutura	Estruturas usuais
Ângulo adotado	1/415

Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y
CxA	43.02	0.10	0.10	0.15	0.05
CsaMaq	31.28	0.08	0.08	0.15	0.05
Cobertura	408.15	0.98	0.98	0.14	0.04
3o PAV	717.65	1.73	1.73	0.11	0.03
2o PAV	862.45	2.08	2.08	0.05	0.02
1o PAV	703.61	1.70	1.70	0.00	0.00
Bald_Terreio	332.65	0.80	0.80	0.00	0.01
Base Cortina	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00

## Quadro de Cargas dos Pilares

Pilares	Base Cortina		Bald_Terreio		1o PAV		2o PAV		3o PAV	
	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg
E1			5.19	0.00						
E2			6.06	0.00						
E3			0.88	0.00						
E4			0.88	0.00						
E5			0.70	0.00						

E6			0.69	0.00						
P1	2.86	0.00	2.84	0.00	1.35	0.00				
P2	4.89	0.00			4.87	0.00				
P3	6.05	0.00	6.04	0.00	4.98	0.00				
P4	4.27	0.00	4.25	0.00	3.32	0.00				
P5	5.29	0.00	5.27	0.00	4.21	0.00				
P6	5.13	0.00	5.11	0.00	4.05	0.00				
P7	5.19	0.00	5.17	0.00	4.11	0.00				
P8	4.68	0.00	4.66	0.00	3.60	0.00				
P9	5.53	0.00	5.52	0.00	4.46	0.00				
P10	6.28	0.00	6.26	0.00	5.20	0.00				
P11	4.87	0.00	4.86	0.00	3.80	0.00				
P12	3.74	0.00	3.73	0.00	2.67	0.00				
P13	2.30	0.00	2.28	0.00	1.22	0.00				
P14	4.15	0.00			4.13	0.00				
P15	4.72	0.00	4.70	0.00	3.64	0.00				
P16	4.03	0.00	4.01	0.00	2.95	0.00				
P17	4.00	0.00	3.98	0.00	2.92	0.00				
P18	4.26	0.00	4.24	0.00	3.18	0.00				
P19	3.76	0.00	3.74	0.00	2.68	0.00				
P20	3.78	0.00	3.76	0.00	2.70	0.00				
P21	3.17	0.00	3.16	0.00	2.10	0.00				
P22	4.78	0.00	4.76	0.00	3.70	0.00				
P23	4.41	0.00	4.39	0.00	3.33	0.00				
P24	3.80	0.00	3.78	0.00	2.72	0.00				
P25	2.99	0.00	2.98	0.00	1.92	0.00				
P26	4.46	0.00	4.44	0.00	3.38	0.00				
P27	4.73	0.00	4.71	0.00	3.65	0.00				
P28	4.02	0.00	4.00	0.00	2.94	0.00				
P29	3.78	0.00	3.77	0.00	2.71	0.00				
P30	4.15	0.00			4.13	0.00				
P31	4.38	0.00			4.36	0.00				
P32	5.62	0.00			5.60	0.00				
P33			27.65	0.00	25.72	0.00	21.56	0.00	16.45	0.00
P34			31.78	0.00	29.83	0.00	25.55	0.00	20.35	0.00



P35			10.16	0.00	10.76	0.00				
P36			33.80	0.00	24.37	0.00				
P38			36.42	0.00	32.83	0.00				
P40			59.39	0.00	56.76	0.00	47.75	0.00	38.94	0.00
P41			48.97	0.00	45.82	0.00	31.12	0.00	20.58	0.00
P42			104.23	0.00	101.02	0.00	72.52	0.00	45.96	0.00
P45			3.26	0.00	2.17	0.00				
P46			28.34	0.00	25.83	0.00	20.05	0.00	12.54	0.00
P47			0.00	-6.32	1.13	-8.38				
P48			14.05	0.00						
P49			64.64	0.00	60.76	0.00	47.86	0.00	31.29	0.00
P50			69.85	0.00	62.22	0.00	51.82	0.00	40.28	0.00
P52			3.12	0.00	2.11	0.00				
P53			0.00	-7.31	0.94	-9.40				
P54			15.01	0.00						
P55			3.13	0.00	2.12	0.00				
P58			4.42	0.00						
P60			3.16	0.00						
P61			0.00	-7.52	0.86	-9.61				
P62			14.91	0.00						
P63			4.03	0.00						
P64			4.27	0.00	3.26	0.00				
P65			1.37	-2.96	8.35	-5.05				
P66			120.71	0.00	106.12	0.00				
P73			4.85	0.00						
P74			7.91	0.00	6.82	0.00	1.98	0.00		
P75			13.10	0.00	12.49	0.00	4.36	0.00		
P76			18.07	0.00	17.69	0.00	7.14	0.00		
P77			15.76	0.00	15.03	0.00	7.66	0.00		
P78			15.45	0.00	12.54	0.00	5.22	0.00		
P87					87.73	0.00	81.43	0.00	50.04	0.00
P88					74.44	0.00	72.74	0.00	44.78	0.00
P90					17.88	0.00	16.07	0.00	11.94	0.00
P91					24.01	0.00	22.15	0.00	13.59	0.00
P93					29.25	0.00	23.56	0.00	13.60	0.00

P94					27.78	0.00	26.28	0.00	16.65	0.00
P95					42.38	0.00	40.74	0.00	24.72	0.00
P96					31.70	0.00	29.54	0.00	18.92	0.00
P104					8.58	0.00	5.34	0.00		
P105					8.87	0.00	7.16	0.00		
P106					11.44	0.00	3.91	0.00		
P107					9.60	0.00	3.99	0.00		
P108					10.34	0.00	4.19	0.00		
P109							4.39	0.00		
P110							3.61	0.00		
P111							4.13	0.00		

Pilares	Cobertura		CsaMaq		CxA	
	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg	NPos (tf)	NNeg
P33	12.54	0.00	9.18	0.00	5.43	0.00
P34	16.38	0.00	11.41	0.00	7.80	0.00
P40	30.79	0.00	20.43	0.00	13.88	0.00
P41	10.09	0.00	1.15	0.00		
P42	23.90	0.00	7.95	-9.08	5.76	-5.22
P46	6.39	0.00	1.89	0.00		
P49	17.95	0.00	8.28	0.00	5.64	-0.44
P50	30.35	0.00	22.83	0.00	15.18	0.00
P87	18.44	0.00				
P88	15.96	0.00				
P90	6.96	0.00	1.63	0.00		
P91	6.88	0.00	1.43	0.00		
P93	5.16	0.00				
P94	5.92	0.00				
P95	9.77	0.00	1.76	0.00		
P96	9.64	0.00	1.98	0.00		