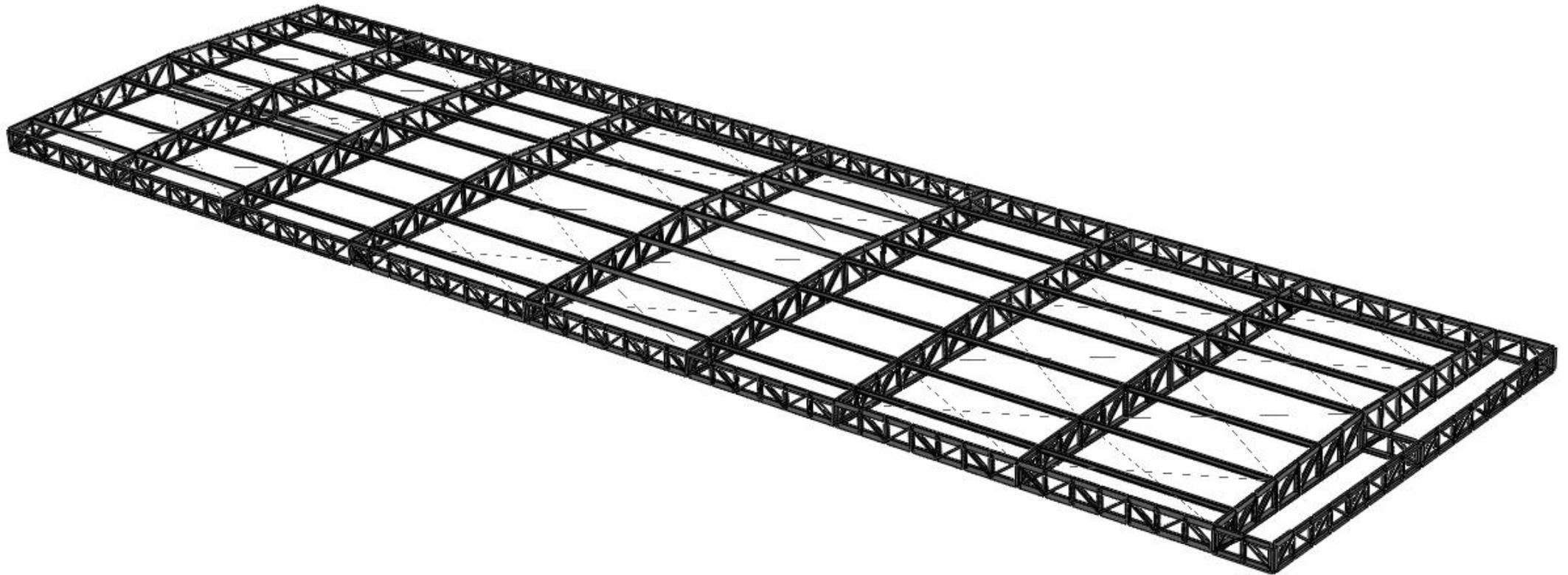
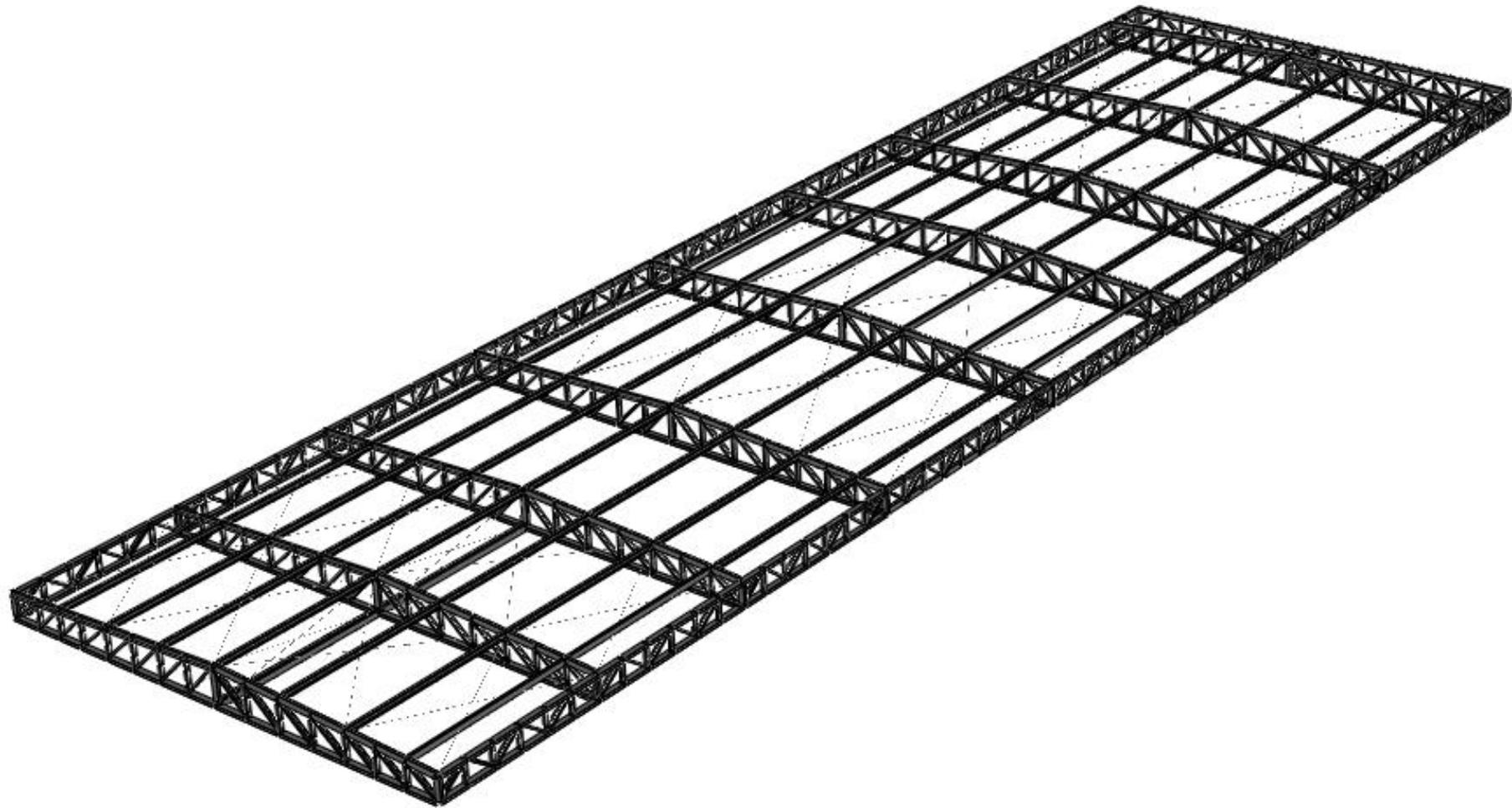


## HUB Goiás

ESTRUTURA DE COBERTURA – REGIÃO DA RECEPÇÃO + AUDITÓRIO



PERSPECTIVA 1 – Modelo de cálculo, software strap



PERSPECTIVA 2 – Modelo de cálculo, software strap

## SISTEMA ESTRUTURAL

### ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA

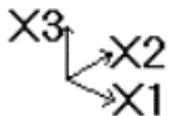
A estruturação da cobertura se dá por 9 treliças trapezoidais distribuídas conforme a locação dos pilares de concreto armado, com exceção do eixo 8 próximo ao fundo da obra, onde o vão de quase 9 metros pediu uma treliça intermediária apoiada e instalada a partir da treliça de fechamento com o objetivo de padronizar a altura das terças com um perfil mais econômico para a situação e combater o deslocamento excessivo dos dois últimos eixos que, por sua vez, deslocavam cada vez mais à medida que novos cálculos pediam terças mais altas. Para a mesma finalidade, também foi previsto um contraventamento vertical nos dois últimos vãos entre treliças.

A treliça de fechamento foi adotada em todo o entorno da construção com o objetivo de estruturar as placas cimentícias de fechamento conforme projeto de arquitetura. Todas as treliças, de banzos paralelos e trapezoidais, têm suas peças internas – diagonais e montantes – em cantoneiras de abas iguais.

Os apoios no topo dos pilares de concreto serão executados por meio de chapa de base em aço e chumbador de ferro mecânico, preferencialmente concretados juntos e fazendo o vínculo de engastamento. A maior reação de apoio observada para a envoltória de combinações é de 3,7 tf de tração, pois devido à configuração da obra pedir um apoio que não é na extremidade da treliça, a deformada da peça tende a arrancar o vínculo. A estrutura proposta tem 4.860 kg de aço e uma taxa de consumo de aproximadamente 9,50 kg/m<sup>2</sup>.

Para a verificação da estrutura de aço foram consideradas as prescrições da norma brasileira ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios e da norma Americana AISC-LRFD:2005 - Specification for Structural Steel Buildings para o dimensionamento dos perfis formados a frio. Na análise de tensões, deformações e estabilidade foi usado o software STRAP 2009. Os carregamentos não especificados pelo cliente foram adotados segundo as recomendações da ABNT NBR 6120:1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de Edificações e estimadas conforme informações técnicas dos principais fornecedores. Para cálculo dos esforços devido ao vento foi utilizada a norma ABNT NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações.

A orientação do eixo do sistema para o software de cálculo é dada por:



# MEMORIAL DE CARGAS

## ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA

### 1. Peso próprio

Gerado automaticamente pelo software para cada perfil considerado.

### 2. Carga permanente

Cobertura: Telha metálica trapezoidal =  $5,0 \text{ kg/m}^2 = 0,005 \text{ tf/m}^2$

Forro e utilidades =  $15 \text{ kg/m}^2 = 0,015 \text{ tf/m}^2$

Fechamento: Placa cimentícia =  $17,00 \text{ kg/m}^2$

### 3. Sobrecarga

Cobertura: Conforme norma (ABNT NBR 8800:2008) =  $25 \text{ kg/m}^2 = 0,025 \text{ tf/m}^2$

### 4. Vento ( $V_0$ e $V_{90}$ )

Cobertura: De norma (ABNT NBR 6123:1988)

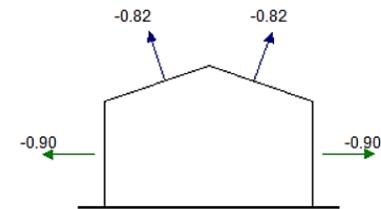
$V_k = 37,762 \text{ m/s}$

$q = 0,699 \text{ kN/m}^2 = 0,0699 \text{ tf/m}^2$

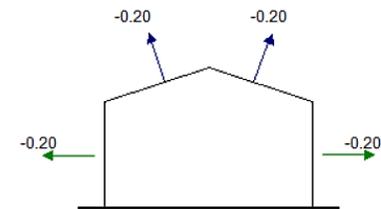
V<sub>0</sub>:

↓ 0

E -0.82	G -0.82
F -0.60	H -0.60
I -0.20	J -0.20



SEÇÃO A-A



SEÇÃO B-B

Oitão sotavento:

$$((-0,82)-(-0,30)) \times 0,070 = -0,036$$

$$((-0,82)-(-0,00)) \times 0,070 = \mathbf{-0,057 \text{ (sucção)}}$$

Oitão barlavento:

$$((-0,60)-(-0,30)) \times 0,070 = -0,021$$

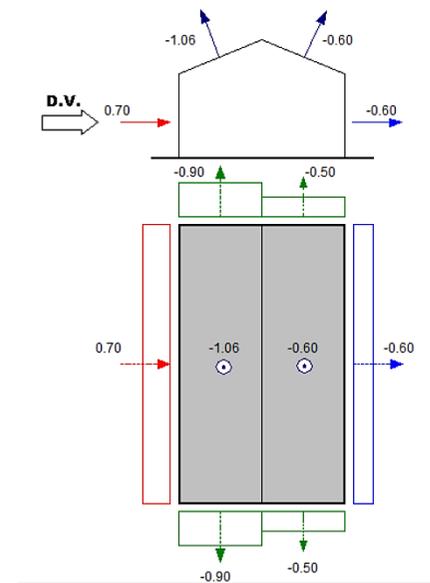
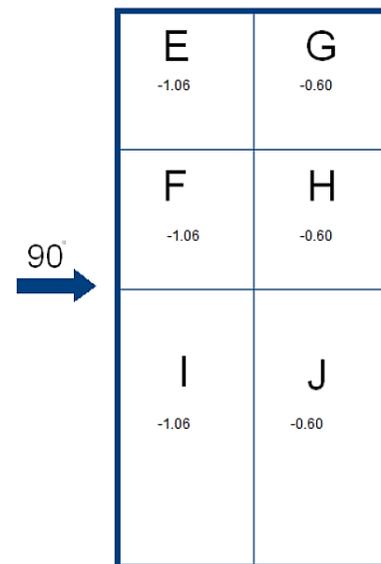
$$((-0,60)-(-0,00)) \times 0,070 = \mathbf{-0,042 \text{ (sucção)}}$$

Pórticos intermediários:

$$((-0,20)-(-0,30)) \times 0,070 = -0,007$$

$$((-0,20)-(-0,00)) \times 0,070 = \mathbf{-0,014 \text{ (sucção)}}$$

V<sub>90</sub>:



Simplificando, tem-se:

Lado direito:

$$((-1,06)-(-0,30)) \times 0,070 = -0,053$$

$$((-1,06)-(-0,00)) \times 0,070 = \mathbf{-0,074 \text{ (sucção)}}$$

Lado esquerdo:

$$((-0,60)-(-0,30)) \times 0,070 = -0,021$$

$$((-0,60)-(-0,00)) \times 0,070 = \mathbf{-0,042 \text{ (sucção)}}$$

#### 5. Combinações:

Considerando os carregamentos anteriormente descritos, tem-se:

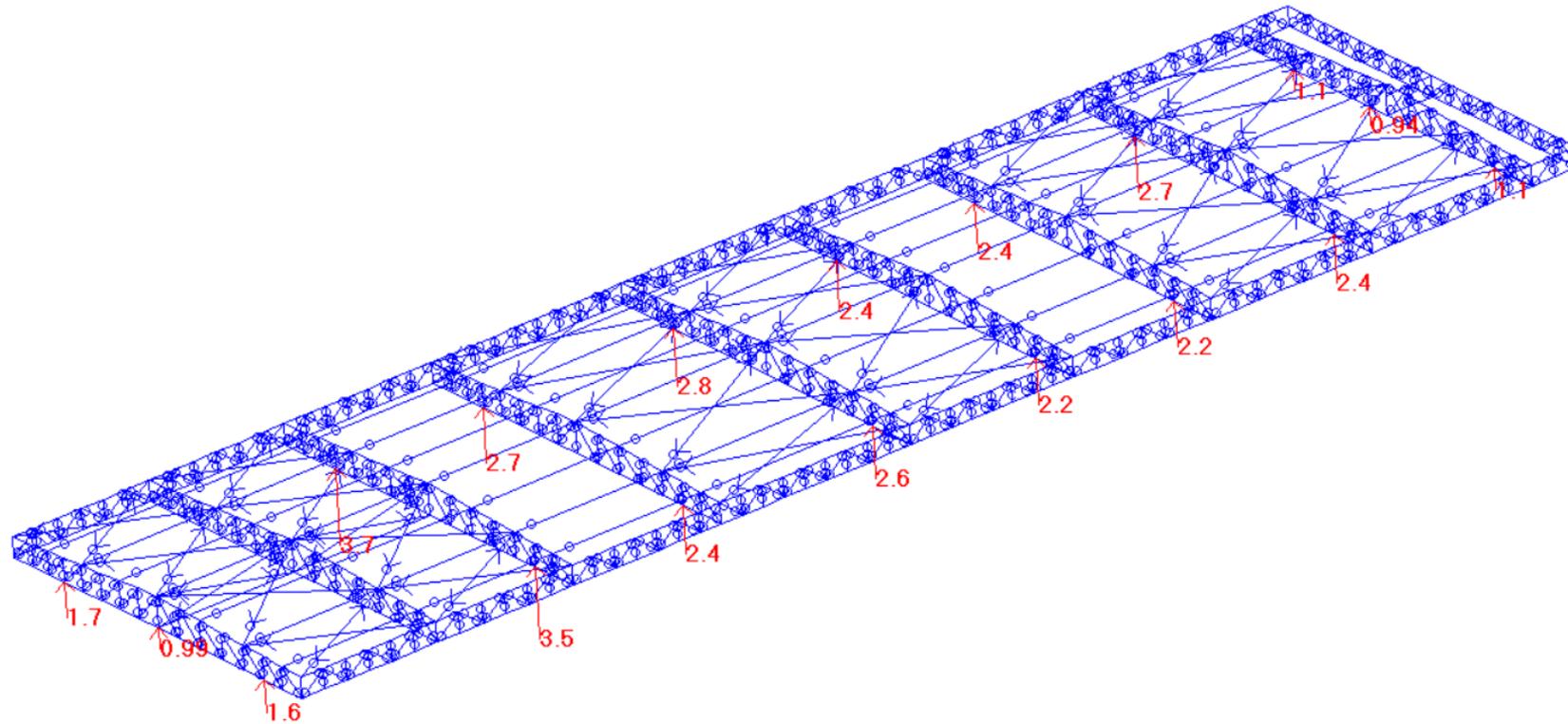
- 1 - **PP**: peso próprio
- 2 - **CP**: carga permanente
- 3 - **SC**: sobrecarga
- 4 - **V0**: carga de vento a 0º
- 5 - **V90**: carga de vento a 90º

Nº	Combinação
1	1*1.25+2*1.35+3*1.50+4*0.84
2	1*1.25+2*1.35+3*1.50+5*0.84
3	1*1.25+2*1.35+3*1.20+4*1.40
4	1*1.25+2*1.35+3*1.20+5*1.40
5	1*1.00+2*1.00+4*1.40
6	1*1.00+2*1.00+5*1.40
7	1*1.25+2*1.35+3*1.50
8	1*1.00+2*1.00+3*1.00
9	1*1.00+2*1.00+4*1.00
10	1*1.00+2*1.00+5*1.00

As combinações 1 à 4 referem-se à verificação do estado limite último (ELU) adotado para dimensionamento da estrutura, já as combinações 5 à 10 foram utilizadas para análise de deslocamentos no estado limite de serviço (ELS).

## Reações de apoio

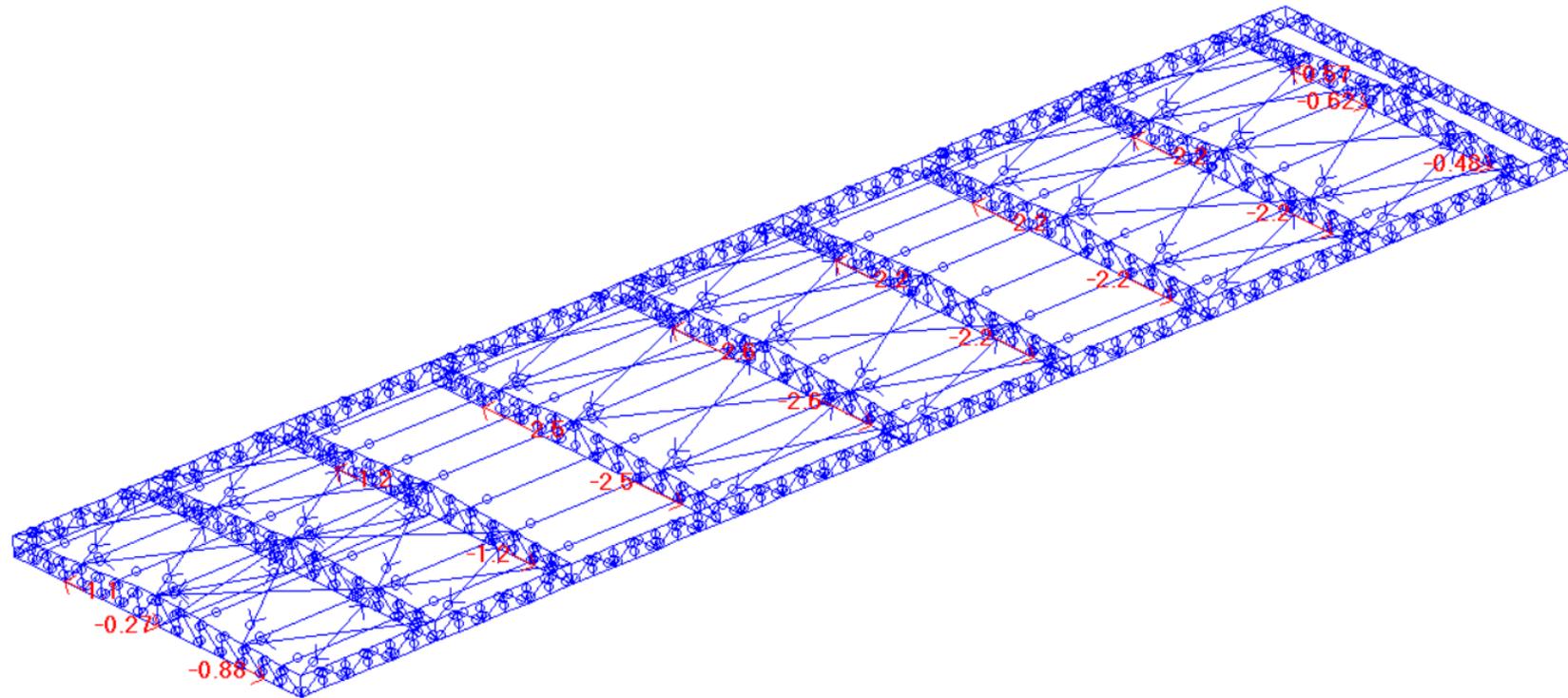
ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA



**Imagem 03** - Reações de apoio verticais em tf para a envoltória de combinações – software STRAP

## Reações de apoio

ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA



**Imagem 04** - Reações de apoio horizontais em tf para a envoltória de combinações – software STRAP

## Reações de apoio

ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA

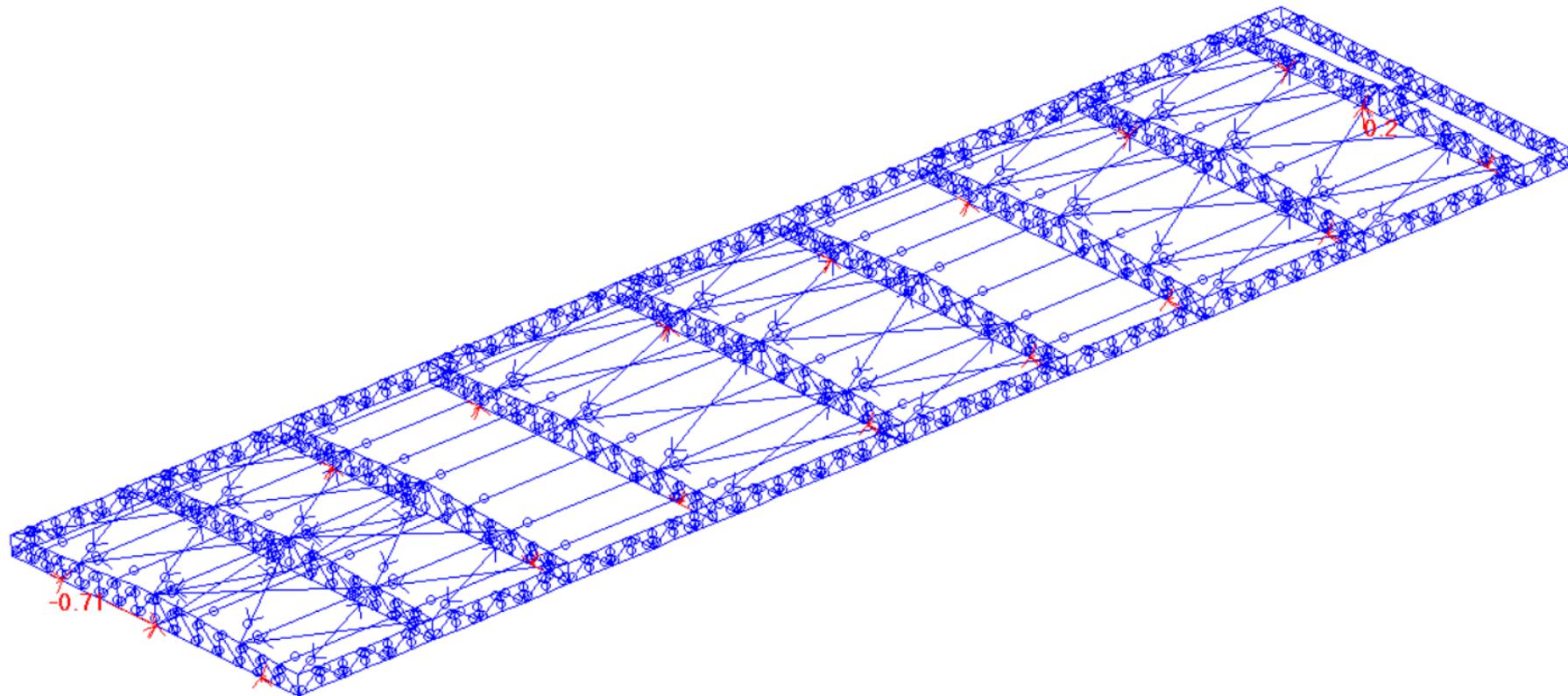


Imagem 05 - Momentos em tf.m para a envoltória de combinações – software STRAP

## Deformada

ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA

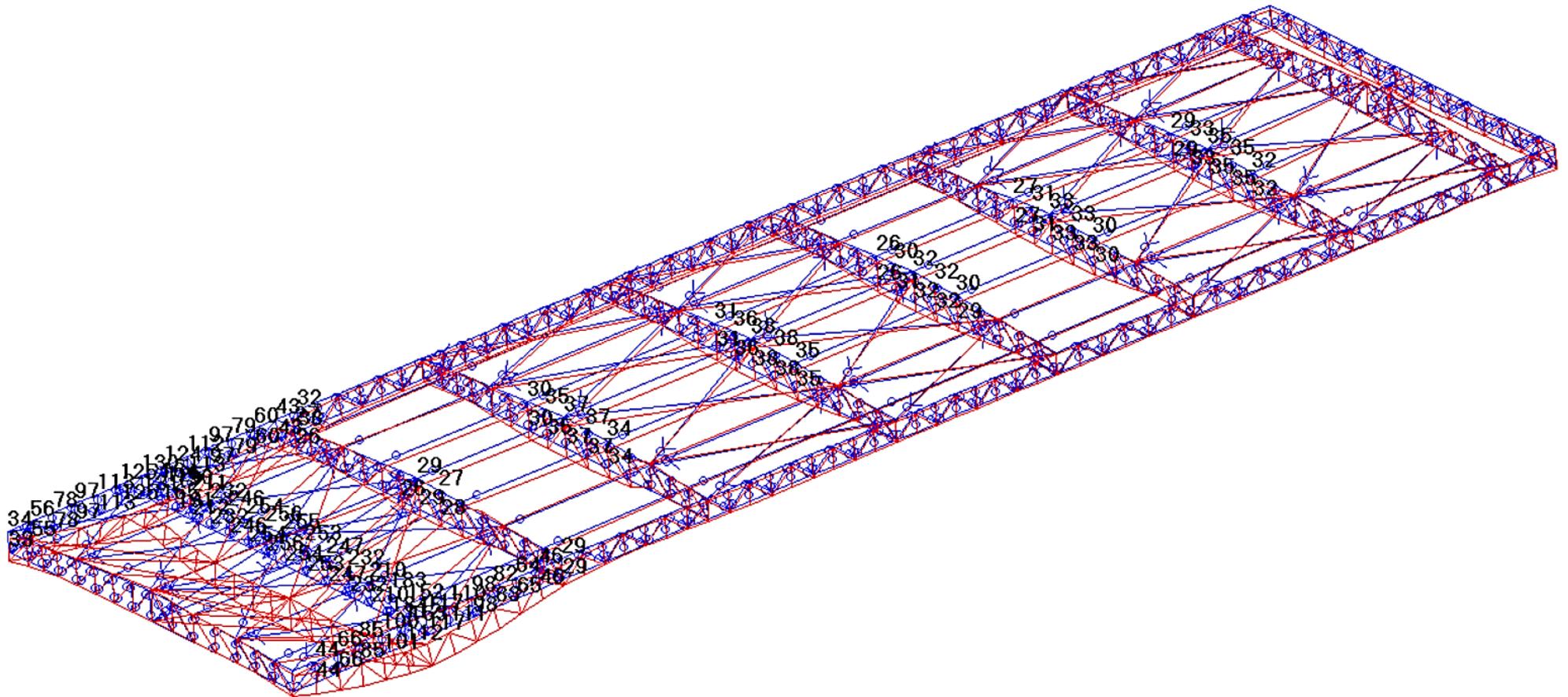


Imagem 06 - Deformada em cm x 10<sup>2</sup> – valor máximo observado: 2,56 cm

## LISTA DE MATERIAIS

### ESTRUTURA METÁLICA TRELIÇADA PARA COBERTURA

#### RESUMO DO AÇO – COBERTURA METÁLICA

	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)	PESO TOTAL (kg)
UE150X75X20X2.00	CIVIL 300	513,04	2.667,81
U150X60X3.00	CIVIL 300	164,10	1.001,01
U150X60X2.25	CIVIL 300	255,74	1.176,39
L40X40X2.00	CIVIL 300	1.036,06	1.243,27
FR Ø 1/2"	A36	190,00	171,00
UE150X75X20X2.25	CIVIL 300	275,40	1.597,32
		<b>TOTAL</b>	<b>7.856,79</b>

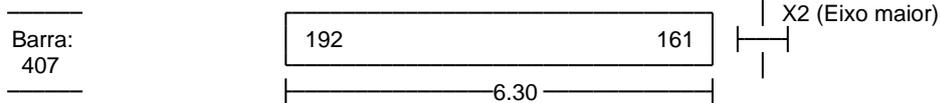
#### RESUMO DO AÇO – LIGAÇÕES

	MATERIAL	COMPRIMENTO (m)	QTDE.	PESO TOTAL (kg)
CH 278X278X12.7	A36	278	16	14,65
CHUMB. Ø ½" X 600	A36	600	64	-----
ALETAS	A36	55x60x4.75	08	0,50
ENRIJECEDOR	A36	145x60x4.75	02	0,50
			<b>TOTAL</b>	<b>15,65 kg</b>

## TERÇA DE COBERTURA

### Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.



#### RESTRITÕES

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: MR250

#### DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 300 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/180  
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)  
- Sistema : Deslocável

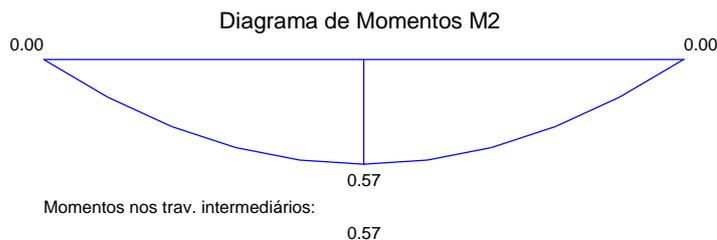
#### TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	3.15
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: Ue# 150x75x20#2.25

$I_x = 267.45$   $I_y = 56.82\text{cm}^4$   $S_x = 35.66$   $S_y = 11.41\text{cm}^3$  Área = 7.32  
 $h = 150.00$   $b = 75.00\text{mm}$   $t = 2.25$   $r = 2.25\text{mm}$   
 $J = 0.12$   $C_w = 2797.59\text{cm}^6$   
 $e_{0x} = -61.58$   $e_{0y} = 0.00\text{mm}$   $j_x = 91.71$   $j_y = 0.00\text{mm}$

COMBINAÇÃO de CALCULO= 7



Máx. Força AXIAL = 0.22 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.36

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Cortante V3 (C3.2.1-2)	$V_u / (\phi_v V_n) < 1.00$ $V_n = 0.60 F_y h^* t$	$\phi_v = 0.95$ $h^* t = 3.17$	$V_u = 0.36$ $V_n = 4.76$	0.08
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b M_n} < 1.00$	$S_e = 34.72$ $F_y = 250.00$ $\phi_b = 0.95$	$M_u = 0.57$ $M_n = 0.87$	0.69
Momento M2 e Cortante (C3.3.2-1)	$\sqrt{\left(\frac{M_u}{\phi_b M_n}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n}\right)^2} < 1.00$		$M_u = 0.57$ $V_u = 0.36$	0.70

TERÇA DE COBERTURA

Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Deformacao	$\frac{\text{def.}}{L / 180} < 1.00$	lxe= 267.45 lye= 56.82	def. = 0.03022	0.86
Forca Axial (C2-1)	$\frac{Tu}{\phi t * Ag * Fy} < 1.00$	$\phi t = 0.90$ Area Red.= 1.00	Tu = 0.22 Ag = 7.32 An = 7.32 Fy =	0.01
Flambagem Lateral com Torcao (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Sc = 35.52 Sf = 35.66 Le = 3.15 Cb = 1.31 $\sigma t = 112.5$ $\sigma ey = 160.6$ ro = 9.07 $\phi b = 0.90$	Mu = 0.57 Mn = 0.78 Mc = 0.78 Me = 1.17 My = 0.89	0.81
Segmento critico: de 0.00 a 3.15 na mesa +z Momentos nas extremidades: 0.00 e 0.57				
Tensoes Combinadas (tracao) (C5.1.2-1)	$\frac{Mux}{\phi b * Mnxt} + \frac{Muy}{\phi b * Mnyt} + \frac{Tu}{\phi t Tn} < 1.00$		Mux = 0.57 Mnxt = 0.89 Muy = 0.00 Mnyt =	0.69
Tensoes Combinadas (C5.2.2-3)	$\frac{Mux}{\phi b * Mnx} + \frac{Muy}{\phi b * Mny} < 1.00$		Mux = 0.57 Mnx = 0.78 Muy = 0.00 Mny = 0.26	0.81

## BANZO INFERIOR - TRELIÇA

### Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

Barra: 354, 353	182	180	
	1.43		

#### RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: MR250

#### DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 300 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/180  
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)  
- Sistema : Deslocável

#### TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

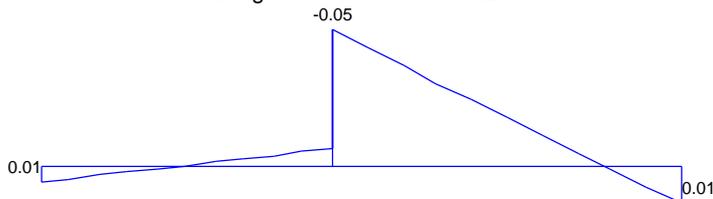
L =	0.65
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: U# 127x50#3.00

ix = 154.98 ly = 15.17cm<sup>4</sup> Sx = 24.41 Sy = 4.03cm<sup>3</sup> Área = 6.51  
h = 127.00 b = 50.00mm t = 3.00 r = 3.00mm  
J = 0.20 Cw = 416.87cm<sup>6</sup>  
e0x = -28.46 e0y = 0.00mm jx = 70.88 jy = 0.00mm

COMBINAÇÃO de CALCULO= 7

#### Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

-0.05

Máx. Força AXIAL = -1.85 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.09

#### Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

-0.02

Máx. Força AXIAL = -1.85 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.02

**BANZO INFERIOR - TRELIÇA**

Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M3 (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Se = 23.06 Fy = 250.00 $\phi b = 0.90$	Mu = 0.02 Mn = 0.58	0.04
Cortante V3 (C3.2.1-2)	$Vu / (\phi v * Vn) < 1.00$ $Vn = 0.60 * Fy * h * t$	$\phi v = 0.95$ $h * t = 2.64$	Vu = 0.09 Vn = 3.96	0.02
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Se = 4.03 Fy = 250.00 $\phi b = 0.95$	Mu = 0.05 Mn = 0.10	0.56
Momento M2 e Cortante (C3.3.2-1)	$\sqrt{\left(\frac{Mu}{\phi b * Mn}\right)^2 + \left(\frac{Vu}{\phi v * Vn}\right)^2} < 1.00$		Mu = 0.05 Vu = 0.09	0.56
Deformacao	$\frac{def.}{L / 180} < 1.00$	lxe = 154.98 lye = 15.17	def. = 0.00113	0.14
Forca Axial  (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c * Pn} < 1.00$  $Pn = Ae * Fy * (0.658 * \lambda * c^2)$ $Fe = (\sigma x + \sigma t - \sqrt{(\sigma x + \sigma t)^2 - 4 * \beta * \sigma x * \sigma t}) / 2 * \beta$	(kL/r)x = 29 (kL/r)y = 51 $\phi c = 0.85$ $\lambda c = 0.62$	Pu = 1.85 A = 6.51 Pn = 13.51 Fy = 250.00 Ae = 6.36 Fe =	0.16
Flambagem Lateral com Torcao (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Sc = 4.02 Sf = 4.03 Le = 0.78 Cb = 1.00 $\sigma t = 700.6$ $\sigma ey = 788.7$ ro = 5.85 $\phi b = 0.90$	Mu = 0.05 Mn = 0.10 Mc = 0.10 Me = 2.21 My = 0.10	0.59
Segmento critico: de 0.65 a 1.43 na mesa -z Momentos nas extremidades: -0.05 e 0.01				
Tensões Combinadas (compress.)  (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c * Pn} + \frac{Cmx * Mux}{\phi b * Mn * \alpha x}$  $\frac{Cmy * Muy}{\phi b * Mn * \alpha y} < 1.00$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 $\alpha x = 0.99$ $\alpha y = 0.96$	Mux = 0.02 Muy = 0.05 Mnx = 0.58 Mny = 0.10	0.80

**BANZON INFERIOR - FECHAMENTO**

**Resultados Detalhados**

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

Barra: 260 292 X3 (Eixo maior)  
626, 627, 628, 629, 630, 631  
4.50

**RESTRIÇÕES**

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: MR250

**DADOS de CALCULO**

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 300 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/180  
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)  
- Sistema : Deslocável

**TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS**

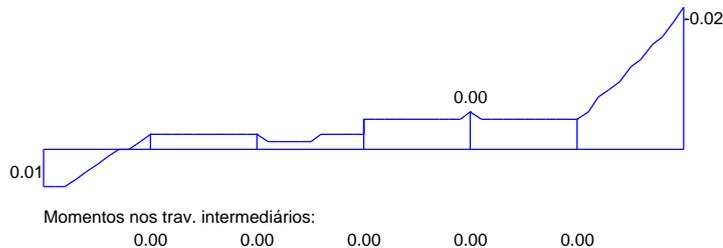
L =	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	Y	Y

Seção: U# 127x50#3.00

Ix = 154.98 Iy = 15.17cm<sup>4</sup> Sx = 24.41 Sy = 4.03cm<sup>3</sup> Área = 6.51  
h = 127.00 b = 50.00mm t = 3.00 r = 3.00mm  
J = 0.20 Cw = 416.87cm<sup>6</sup>  
e0x = -28.46 e0y = 0.00mm jx = 70.88 jy = 0.00mm

COMBINAÇÃO de CALCULO= 6

**Diagrama de Momentos M2**



Máx. Força AXIAL = -3.35 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.02

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M3 (C3.1.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} < 1.00$	Se = 23.06 Fy = 250.00 $\phi_b = 0.90$	Mu = 0.00 Mn = 0.58	0.01
Cortante V3 (C3.2.1-2)	$\frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n} < 1.00$ $V_n = 0.60 \cdot F_y \cdot h \cdot t$	$\phi_v = 0.95$ $h \cdot t = 2.64$	Vu = 0.02 Vn = 3.96	0.01
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} < 1.00$	Se = 4.03 Fy = 250.00 $\phi_b = 0.95$	Mu = 0.02 Mn = 0.10	0.19

**BANZON INFERIOR - FECHAMENTO**

Resultados Detalhados

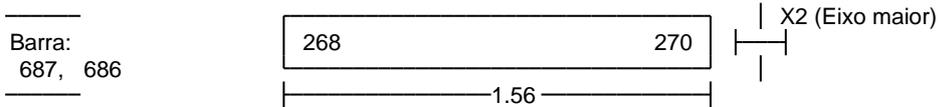
Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M2 e Cortante (C3.3.2-1)	$\sqrt{\left(\frac{M_u}{\phi b M_n}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi V_n}\right)^2} < 1.00$		Mu = 0.02 Vu = 0.02	0.19
Deformacao	$\frac{def.}{L / 180} < 1.00$	lxe= 154.98 lye= 15.17	def. = 0.00134	0.05
Forca Axial (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{P_u}{\phi c P_n} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658*λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =92 (kL/r)y =49 φc = 0.85 λc = 1.06	Pu = 3.35 A = 6.51 Pn = 10.14 Fy = 250.00 Ae = 6.51 Fe =	0.39
Flambagem Lateral com Torcao (C3.1.2.1-1)	$\frac{M_u}{\phi b M_n} < 1.00$	Sc = 4.02 Sf = 4.03 Le = 0.75 Cb = 1.00 σt = 752.1 σey= 854.4 ro = 5.85 φb = 0.90 Segmento critico: de 3.75 a 4.50 na mesa -z Momentos nas extremidades: 0.00 e -0.02	Mu = 0.02 Mn = 0.10 Mc = 0.10 Me = 1.70 My = 0.10	0.20
Tensões Combinadas (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{P_u}{\phi c P_n} + \frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi b M_n \alpha_x} + \frac{C_{my} M_{uy}}{\phi b M_n \alpha_y} < 1.00$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 0.79 αy = 0.94	Mux = 0.00 Muy = 0.02 Mnx = 0.58 Mny = 0.10	0.62

BANZO – TRELIÇA DE COBERTURA

Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.



Barra:  
687, 686

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 300 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/180  
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)  
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

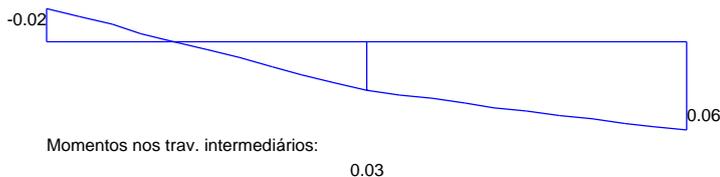
L =	0.78
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: U# 127x50#2.25

Ix = 119.40 Iy = 11.67cm<sup>4</sup> Sx = 18.80 Sy = 3.07cm<sup>3</sup> Área = 4.94  
h = 127.00 b = 50.00mm t = 2.25 r = 2.25mm  
J = 0.08 Cw = 323.29cm<sup>6</sup>  
e0x = -28.48 e0y = 0.00mm jx = 70.90 jy = 0.00mm

COMBINAÇÃO de CALCULO= 7

Diagrama de Momentos M2



Máx. Força AXIAL = -4.22 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.07

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M3 (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} < 1.00$	Se = 2.16 Fy = 250.00 $\phi b = 0.95$	Mu = 0.00 Mn = 0.05	0.01
Cortante V3 (C3.2.1-2)	$\frac{Vu}{(\phi v \cdot Vn)} < 1.00$ $Vn = 0.60 \cdot Fy \cdot h \cdot t$	$\phi v = 0.95$ $h \cdot t = 2.65$	Vu = 0.07 Vn = 3.98	0.02
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} < 1.00$	Se = 15.92 Fy = 250.00 $\phi b = 0.90$	Mu = 0.06 Mn = 0.40	0.16

BANZO – TRELIÇA DE COBERTURA

Resultados Detalhados

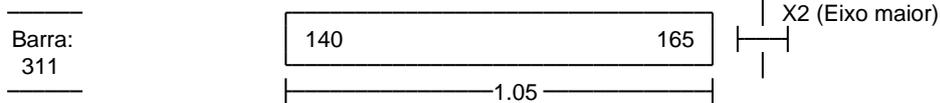
Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M2 e Cortante (C3.3.2-1)	$\sqrt{\left(\frac{M_u}{\phi_b M_n}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n}\right)^2} < 1.00$		Mu = 0.06 Vu = 0.07	0.16
Deformacao	def. $\frac{L}{180} < 1.00$	lxe= 116.34 lye= 11.67	def. = 0.00026	0.03
Forca Axial (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{P_u}{\phi_c P_n} < 1.00$ $P_n = A_e F_y (0.658 \lambda_c^2)$ $F_e = (\sigma_x + \sigma_t - \sqrt{(\sigma_x + \sigma_t)^2 - 4\beta \sigma_x \sigma_t}) / 2\beta$	(kL/r)x =32 (kL/r)y =51 $\phi_c = 0.85$ $\lambda_c = 0.64$	Pu = 4.22 A = 4.94 Pn = 8.56 Fy = 250.00 Ae = 4.06 Fe =	0.58
Flambagem Lateral com Torcao (C3.1.2.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b M_n} < 1.00$	Sc = 15.92 Sf = 18.80 Le = 0.78 Cb = 1.21 $\sigma_t = 672.7$ $\sigma_{ey} = 788.7$ ro = 5.89 $\phi_b = 0.90$	Mu = 0.06 Mn = 0.40 Mc = 0.47 Me = 2.57 My = 0.47	0.16
Segmento critico: de 0.78 a 1.56 na mesa +z Momentos nas extremidades: 0.03 e 0.06				
Tensões Combinadas (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b M_{nx} \alpha_x} + \frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b M_{ny} \alpha_y} < 1.00$	Cmx = 1.00 Cmy = 1.00 $\alpha_x = 0.96$ $\alpha_y = 0.89$	Mux = 0.06 Muy = 0.00 Mnx = 0.40 Mny = 0.05	0.76

DIAGONAIS – TRELIÇAS DE COBERTURA E FECHAMENTO

Resultados Detalhados

Momentos:ton\*metro , Forças:ton , Tensões:mPa , Propriedades:cm.



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar  
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00  
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 300 (trac.)  
- Flecha admissível : 1/180  
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)  
- Sistema : Deslocável

Seção: 2Lfd# 40#2.00 - 127

ix = 4.89 iy = 78.80cm<sup>4</sup> Sx = 1.68 Sy = 13.13cm<sup>3</sup> Área = 3.07  
h = 40.00 b = 120.00mm t = 2.00 ey = 29.08mm r = 2.00mm  
J = 0.04 Cw = 136.24cm<sup>6</sup>  
e0x = 0.00 e0y = 3.46mm jx = 0.00 jy = 30.63mm

COMBINAÇÃO de CALCULO= 7

Máx. Força AXIAL = -2.42 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.00

CALCULO	EQUAÇÃO	FATORES	VALORES	RESUL
Momento M2 (C3.1.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} < 1.00$	Se = 1.68 Fy = 250.00 $\phi_b = 0.90$	Mu = 0.00 Mn = 0.04	0.01
Força Axial  (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} < 1.00$  $P_n = A_e \cdot F_y \cdot (0.658^{\lambda_c})$ $F_e = \pi^2 \cdot E / (kL/r)^2$	(kL/r) <sub>x</sub> = 83 (kL/r) <sub>y</sub> = 21 $\phi_c = 0.85$ $\lambda_c = 0.92$	Pu = 2.42 A = 3.07 Pn = 4.78 Fy = 250.00 Ae = 2.72 Fe = 297.77	0.59
Flambagem Lateral com Torcao (C3.1.2.1-1)	$\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} < 1.00$	Sc = 1.63 Sf = 1.68 Le = 1.05 Cb = 1.00 $\sigma_t = 342.1$ $\sigma_{ey} = 4651.5$ ro = 5.23 $\phi_b = 0.90$	Mu = 0.00 Mn = 0.04 Mc = 0.04 Me = 0.74 My = 0.04	0.01
Segmento critico: de 0.00 a 1.05 na mesa +z Momentos nas extremidades: 0.00 e 0.00				

*Brendda Santos Rocha*

Eng. Brendda Santos Rocha

Engenheira Civil – CREA 1015894186/D-GO