

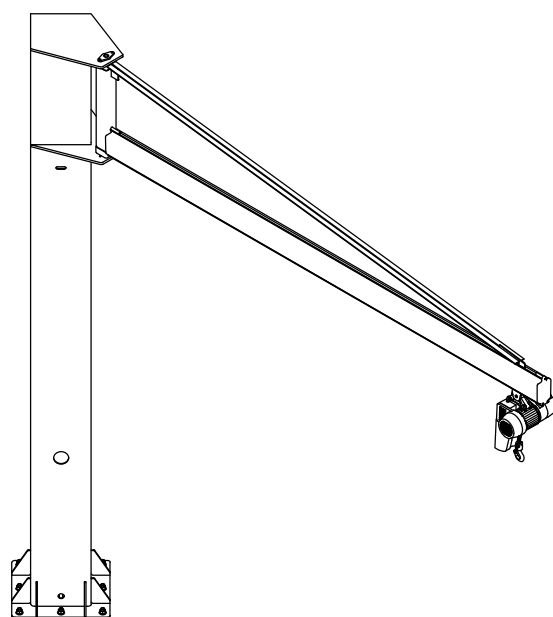
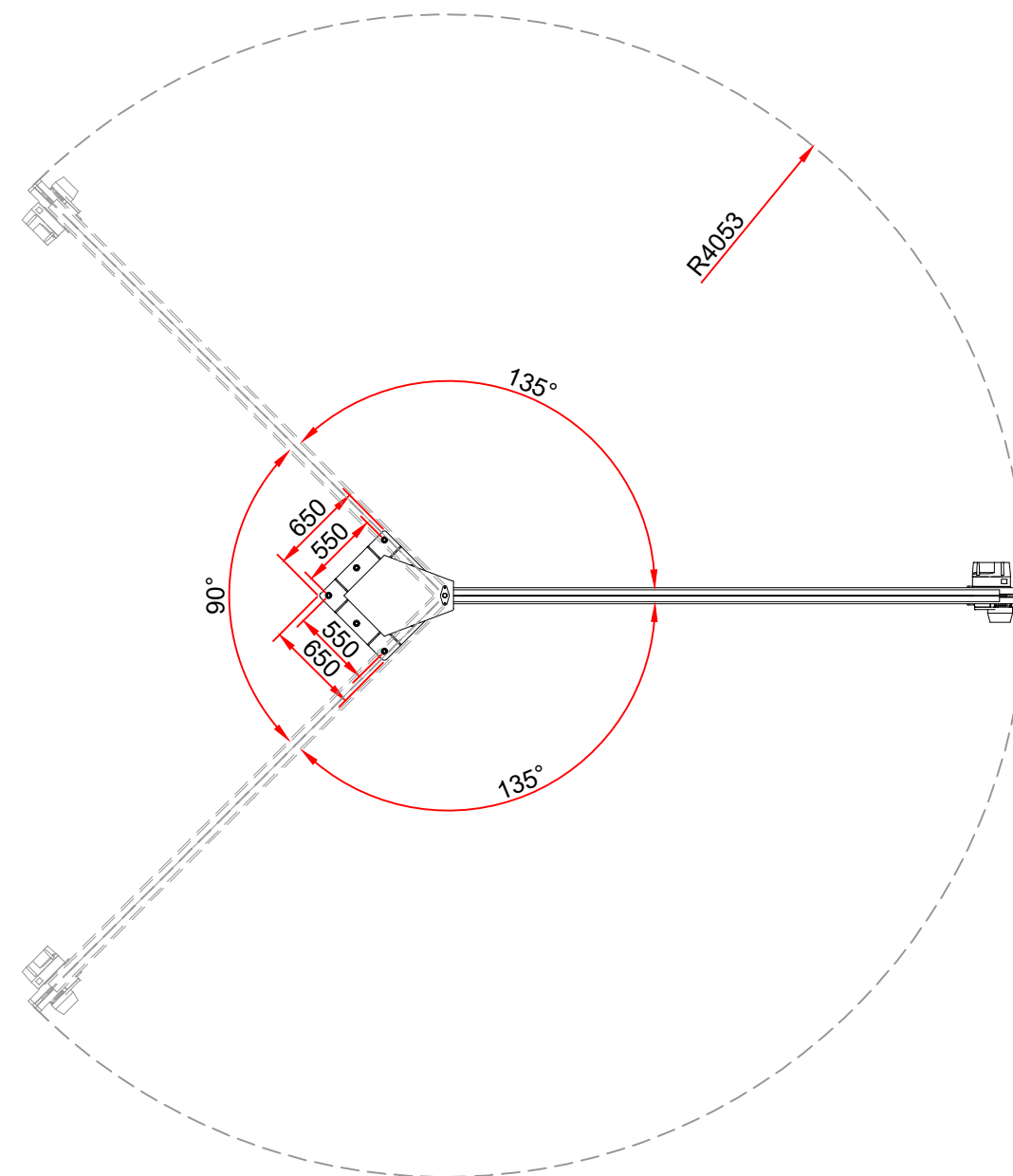
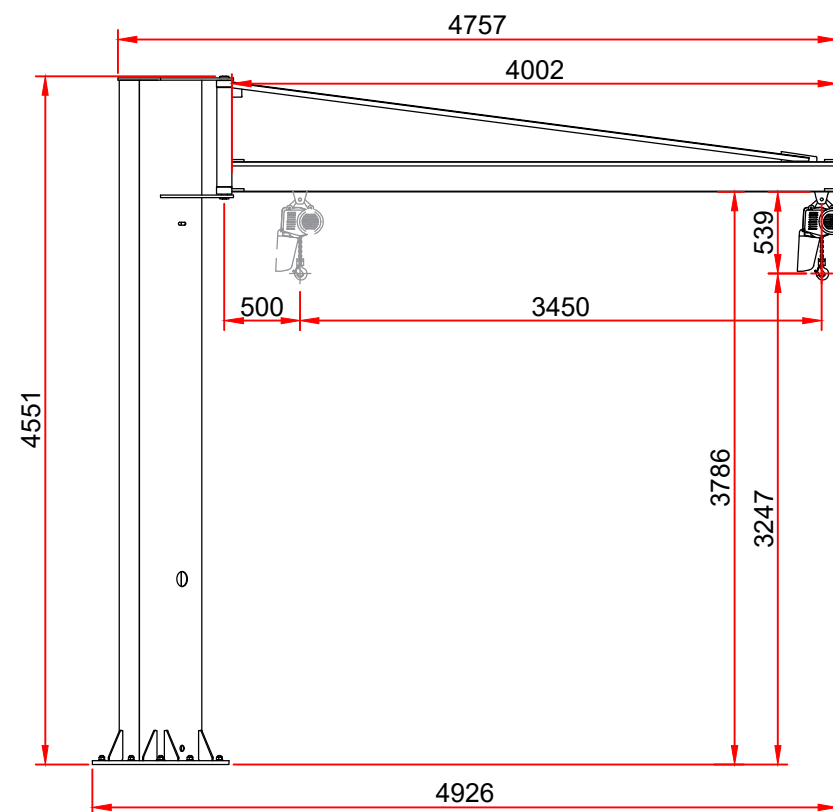


SIAOTECH



BRAÇO GIRATÓRIO MECANICO 500kg
CLIENTE: MARELLI MÓVEIS

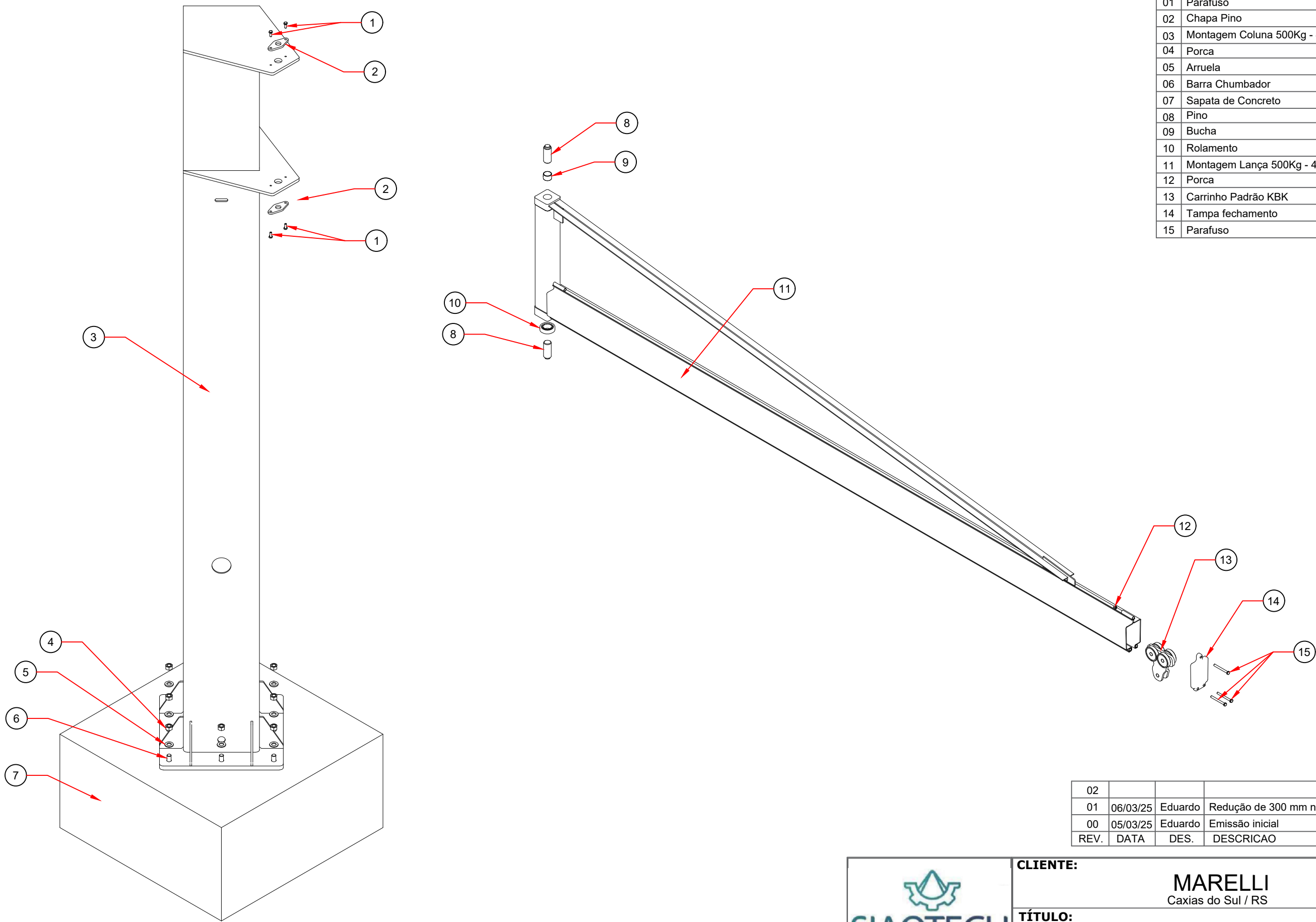
www.siaotech.com



BRAÇOS MECÂNICOS DE ELEVAÇÃO
Escala (1:50)

02			
01	06/03/25	Eduardo	Redução de 300 mm no comp. do braço
00	05/03/25	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO

	CLIENTE:			MARELLI
				Caxias do Sul / RS
	TÍTULO:			Braço Mecânico 500 kg
DESENHISTA: EDUARDO W.		ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:		
DATA: 05/03/2025		LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380		
REVISADO:		NÚMERO DO PROJETO:		FOLHA:
		PR 25 02 007		1/3



Item	Descrição
01	Parafuso
02	Chapa Pino
03	Montagem Coluna 500Kg - 4,5 metros
04	Porca
05	Arruela
06	Barra Chumbador
07	Sapata de Concreto
08	Pino
09	Bucha
10	Rolamento
11	Montagem Lança 500Kg - 4,0 metros
12	Porca
13	Carrinho Padrão KBK
14	Tampa fechamento
15	Parafuso

02			
01	06/03/25	Eduardo	Redução de 300 mm no comp. do braço
00	05/03/25	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO

 SIAOTECH	CLIENTE: MARELLI Caxias do Sul / RS		
	TÍTULO: Braços mecânicos 500 kg		
DESENHISTA: EDUARDO W.	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380		
DATA: 05/03/2025	NÚMERO DO PROJETO: PR 25 02 006		FOLHA: 3/3
REVISADO:			

2025



SIAOTECH

Memorial de Cálculo Mecânico

MARELLI MÓVEIS PARA ESCRITÓRIO SA

Caxias do Sul / RS

PR 25 02 007 – Braço Mecânico 500 Kg

	REV. 00	REV. 01	REV. 02	REV. 03	REV. 04	REV. 05
DATA	07/04/2025					
ELABORADOR	Luís Eduardo Wiechoreck					

SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE	3
IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO	3
RESPONSÁVEL TÉCNICO	3
OBJETIVO	4
ESCOPO	4
REFERÊNCIA NORMATIVA.....	4
DIMENSIONAMENTO.....	5
Informações iniciais.....	5
Verificação Coluna	7
Verificação da Viga Principal.....	15
Verificação Estaio.....	16
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	25

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE**MARELLI MOVEIS PARA ESCRITORIO S/A****CNPJ:** 88.766.936/0001-79**IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO****MARELLI MOVEIS PARA ESCRITORIO S/A****CNPJ:** 88.766.936/0001-79**ENDEREÇO:**

Rodovia BR-116, 1176 – KM 142 – Jardim Eldorado

Cidade: Caxias do Sul / RS**CEP:** 95.059-520**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Luís Eduardo Wiechoreck

*Engenheiro Mecânico**Engenheiro de Segurança do Trabalho**CREA RS2211066380***SISTEMA:** PR 25 02 007 – Braço Mecânico 500 Kg**ART Nr.:** 13725272

OBJETIVO

Este relatório foi desenvolvido com o objetivo de evidenciar a conformidade mecânica em um Monopé com Braço de Elevação fabricado e instalado na empresa Marelli Móveis para Escritório S/A em Caxias do Sul.

ESCOPO

Fazem parte deste relatório um Braço Giratório Manual e Talha Elétrica de Corrente de capacidade de 0,5 toneladas.

REFERÊNCIA NORMATIVA

NBR 8400:2019 - Equipamentos de elevação e movimentação de carga — Regras para projeto

NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

ASTM A36 - Standard specification for carbon structural steel

ASTM A572 - Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel

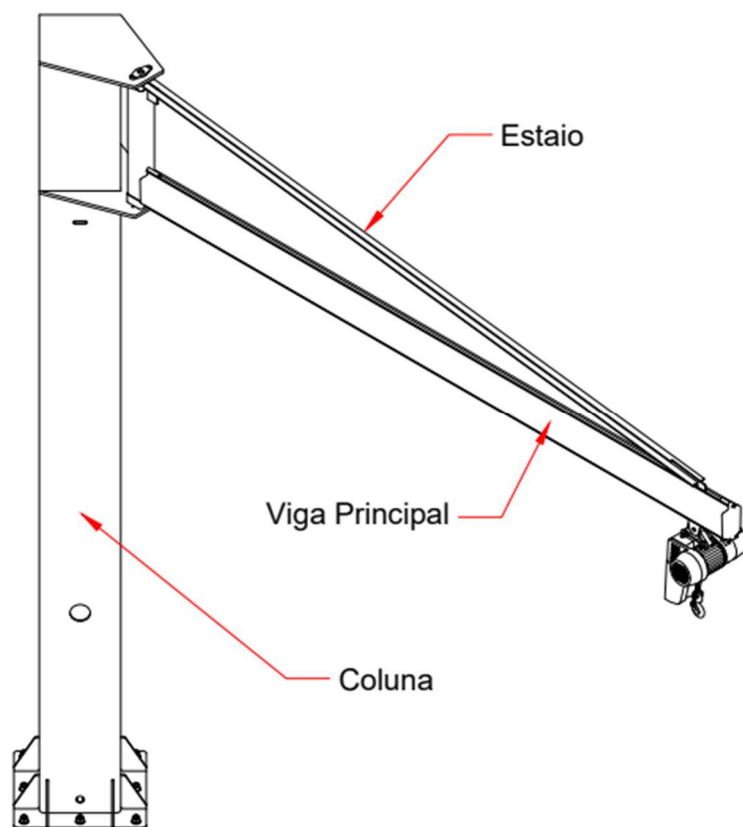
ISO 2553 - Welding and allied processes – Symbolic representation on drawings – Welded joints

ISO 22986 - Cranes – Stiffness – Bridge and gantry cranes

DIMENSIONAMENTO

Informações iniciais

Desenho esquemático de elementos estruturais:



Classificação do equipamento:

Grupo do equipamento: A4

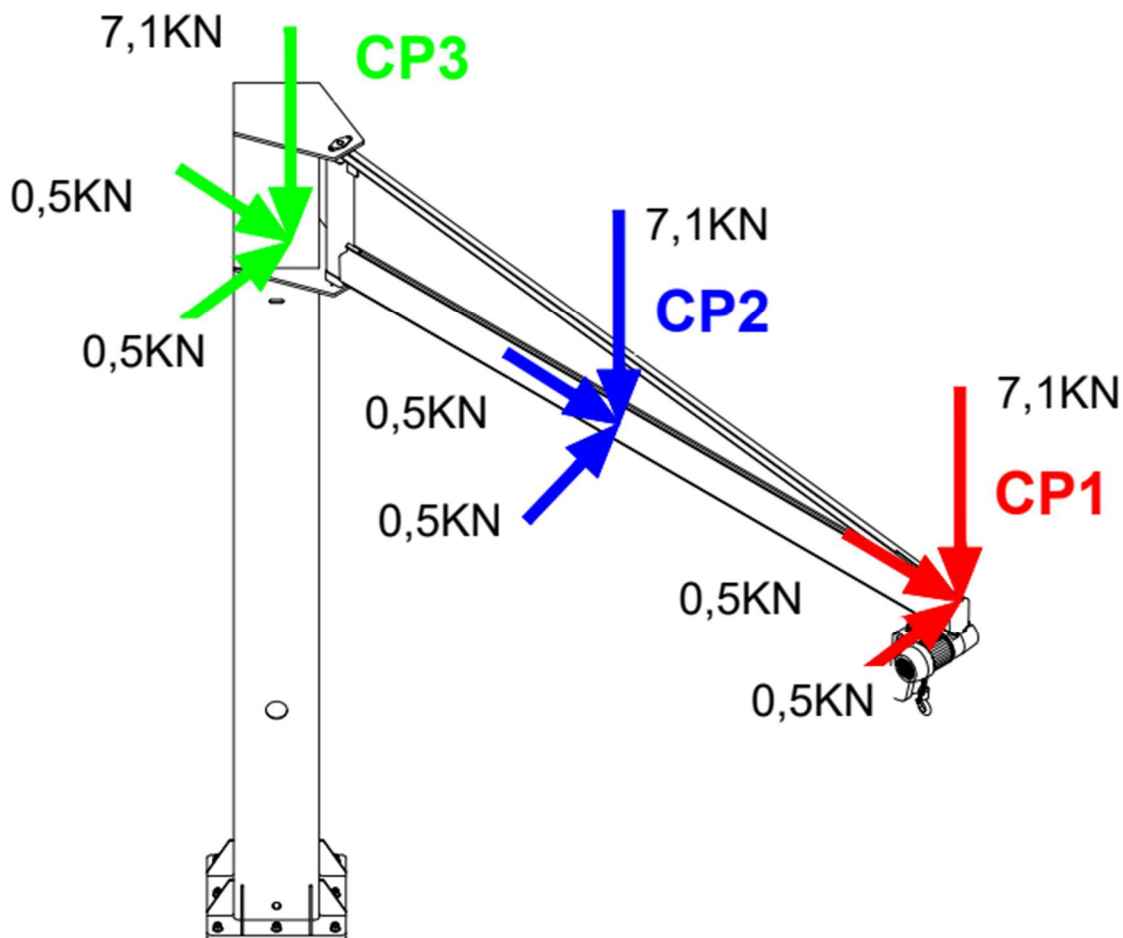
Classe de elevação: HC3

Valor de carga principal considerando coeficiente dinâmico e de amplificação = 7,1 kN

Valores de carga horizontais em função de aceleração ao longo da viga e rotação da mesma (estimado em considerando velocidade baixa/moderada menor que 0,25 m/s e aceleração em $0,078 \text{ m/s}^2$) = 0,5 kN

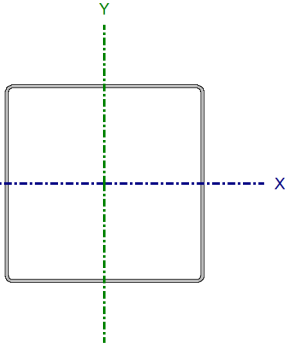
Tensão admissível de projeto = 166,7 Mpa (escolhido menor valor entre tensão admissível com relação ao limite elástico e tensão admissível de projeto em relação a fadiga – conforme NBR 8400)

Para verificação, as cargas serão inseridas ao longo da viga principal e da viga de rolagem, sempre escolhendo a combinação de cargas mais desfavorável para cada elemento.

*Distribuição de Cargas Consideradas em Projeto***Observações:**

- Ao longo da viga principal, os grupos de carga (vertical e horizontais) foram consideradas como sendo aplicadas em posições distintas.
- O elemento que mais sofreu estresse foi considerado na verificação de dimensionamento que segue.
- O peso próprio de cada elemento também foi considerado no cálculo.

Verificação Coluna

Perfil: 400X8mm							
Material: Aço (A36 - Tensão de Projeto)							
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _x ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N3	N1	4.000	123.75	31463.72	31463.72	48779.79
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inércia em relação ao eixo indicado						
	⁽²⁾ Momento de inércia à torção uniforme						
		Flambagem		Flambagem lateral			
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.		
	β	0.70	0.70	2.00	2.00		
	L _K	2.800	2.800	8.000	8.000		
C _m	-	-	1.000	1.000			
C _b	-		1.000				
Notação:							
β: Coeficiente de flambagem							
L _K : Comprimento de flambagem (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C _b : Fator de modificação para o momento crítico							

Barra	VERIFICAÇÕES													Estado
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N3/N1	(b _w /t) ≤ 500 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Passa	N _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 12.5$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 25.9$	N.A. ⁽²⁾	$\eta = 0.6$	PASSA $\eta = 25.9$
Notação: b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura λ : Limitação de esbeltez N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X M _y : Resistência à flexão eixo Y V _x : Resistência ao esforço cortante X V _y : Resistência ao esforço cortante Y M _x V _y : Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados M _y V _x : Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados N _c M _x M _y : Resistência à flexo-compressão N _t M _x M _y : Resistência à flexo-tração M _t : Resistência à torção x: Distância à origem da barra η : Coeficiente de aproveitamento (%) N.A.: Não aplicável														
Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração. ⁽²⁾ Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.														

Valores máximos da relação comprimento-espessura

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : 46 \quad \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.**b :** 368.00 mm**t:** A espessura.**t :** 8.00 mm**Limitação de esbeltez**O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{17.6} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{17.6} \quad \checkmark$$

Onde:

 $K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X. **$K_x L_x$:** 2.800 m **$K_y L_y$:** Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y. **$K_y L_y$:** 2.800 m **r_x :** Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

r_x : 15.95 cm

 r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

r_y : 15.95 cm

Resistência à compressão

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N3, para a combinação de ações 1.1·PP+CP2-Z.

 $N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$N_{c,Sd}$: 13.56 kN

A força normal de compressão resistente de cálculo **$N_{c,Rd}$** deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$N_{c,Rd}$: 1482.25 kN

Onde:

 A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

A_{ef} : 123.75 cm²

 χ : Fator de redução associado à flambagem, $\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$

χ_{xx} : 0.99

χ_{yy} : 0.99

χ_{zz} : 1.00

Sendo:

 λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$\lambda_{0, xx}$: 0.15

$\lambda_{0, yy}$: 0.15

$\lambda_{0, zz}$: 0.05

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

f_y: Tensão de escoamento.

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

A : 123.75 cm²

f_y : 145.10 MPa

γ : 1.2

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

N_e : 79226.75 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ex} : 79226.75 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 79226.75 kN

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L_z)^2} + GI_t \right]$$

N_{ez} : 737926.73 kN

Onde:

I_x: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 31463.72 cm⁴

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 31463.72 cm⁴

I_t: Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 48779.79 cm⁴

C_w: Constante de empenamento da seção.

C_w : 884.85 cm⁶

E: Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

K_xL_x : 2.800 m

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

K_yL_y : 2.800 m

K_zL_z: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

K_zL_z : 8.000 m

r₀: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{0.5}$$

$$r_0 : \underline{22.55} \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_x : \underline{15.95} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{15.95} \text{ cm}$$

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo X

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.125} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N3, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+CP1-Z+CP1-X.

$$M_{Sd} : \underline{25.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

a) Início de escoamento da seção efetiva

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$$W_{ef} : \underline{1573.19} \text{ cm}^3$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{145.10} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção

$$M_{Rd} = \chi_{FLT} W_{c,ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$W_{c,ef}$: Módulo de resistência elástica da seção efetiva em relação à fibra comprimida, calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, adotando $\sigma = \chi_{FLT} f_y$.

$$W_{c,ef} : \underline{1573.19} \text{ cm}^3$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{145.10} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

χ_{FLT} : Fator de redução associado à flambagem lateral com torção.

$$^{(1)} \lambda_0 \leq 0.6 \rightarrow \chi_{FLT} = 1$$

$$^{(2)} 0.6 < \lambda_0 < 1.336 \rightarrow \chi_{FLT} = 1.11(1 - 0.278\lambda_0^2)$$

$$^{(1)} \chi_{FLT} : \underline{1.00}$$

$$^{(3)} \lambda_0 \geq 1.336 \rightarrow \chi_{FLT} = 1/\lambda_0^2$$

Sendo:

$$\lambda_0 = (W_c f_y / M_e)^{0.5}$$

$$\lambda_0 : \underline{0.11}$$

W_c : Módulo de resistência elástica da seção bruta em relação à fibra comprimida.

$$W_c : \underline{1573.19} \text{ cm}^3$$

O momento fletor de flambagem lateral com torção **M_e** , em regime elástico, pode ser calculado pela seguinte expressão para barras com seção fechada (caixão), sujeitas à flexão em torno do eixo X:

$$M_e = C_b (N_{ey} G I_t)^{0.5}$$

$$M_e : \underline{19082.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

C_b : Coeficiente de equivalência de momento na flexão.

$$C_b : \underline{1.00}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

$$N_{ey} : \underline{9704.20} \text{ kN}$$

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$$I_y : \underline{31463.72} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

$$I_t : \underline{48779.79} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidade transversal.

$$G : \underline{76923} \text{ MPa}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem lateral.

$$K_y L_y : \underline{8.000} \text{ m}$$

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = [r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2]^{0.5}$$

$$r_0 : \underline{22.55} \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_x : \underline{15.95} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{15.95} \text{ cm}$$

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo Y

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.125} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N3, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+CP1-Z+CP1-X.

$$M_{Sd} : \underline{25.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{1573.19} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{145.10} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

Resistência ao esforço cortante X

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se para a combinação de hipóteses PP+CP3-X+CP3-Y.

$$V_{Sd} : \underline{0.71} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

$$V_{Sd} : \underline{0.35} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{233.00} \text{ kN}$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$$

$$1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} : \underline{89.66}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5} / \gamma$$

$$h/t : \underline{46.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$$

$$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : \underline{116.22}$$

Onde:

t : Espessura da alma.	t : <u>8.00</u> mm
h : Largura da alma.	h : <u>368.00</u> mm
f_y : Tensão de escoamento.	f_y : <u>145.10</u> MPa
E : Módulo de elasticidade.	E : <u>200000</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ : <u>1.1</u>
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v : <u>5.00</u>

Resistência ao esforço cortante Y

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se para a combinação de hipóteses PP+CP2-X+CP2-Y.

$$V_{Sd} : \underline{0.71} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}**.

$$V_{Sd} : \underline{0.35} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{233.00} \text{ kN}$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{89.66}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{46.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{116.22}$$

Onde:

t : Espessura da alma.	t : <u>8.00</u> mm
h : Largura da alma.	h : <u>368.00</u> mm
f_y : Tensão de escoamento.	f_y : <u>145.10</u> MPa
E : Módulo de elasticidade.	E : <u>200000</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ : <u>1.1</u>
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v : <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N3, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+CP1-Z+CP1-X.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2 \quad \eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$M_{Sd} : 25.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$M_{0,Rd} : 207.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$V_{Sd} : 0.35 \text{ kN}$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$V_{Rd} : 466.01 \text{ kN}$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N3, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+CP1-Z+CP1-X.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2 \quad \eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$M_{Sd} : 25.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$M_{0,Rd} : 207.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$V_{Sd} : 0.35 \text{ kN}$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$V_{Rd} : 466.01 \text{ kN}$

Resistência à flexo-compressão

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N3, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+CP1-Z+CP1-X.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.259} \quad \checkmark$$

Onde:

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N_{c,Sd}} : \underline{13.56} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos flettores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M_{x,Sd}} : \underline{25.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Sd}} : \underline{25.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{1482.25} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos flettores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M_{x,Rd}} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Rd}} : \underline{207.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{T,Sd}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

O momento tissor solicitante de cálculo desfavorável **M_{t,Sd}** produz-se para a combinação de hipóteses PP+CP2-Y.

$$\mathbf{M_{t,Sd}} : \underline{1.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento tissor resistente de cálculo **M_{t,Rd}** é dado por:

$$\mathbf{M_{t,Rd}} = 0.6 f_y W_T / \gamma$$

$$\mathbf{M_{t,Rd}} : \underline{194.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_t: módulo de resistência à torção

$$\mathbf{W_t} : \underline{2456.65} \text{ cm}^3$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$\mathbf{f_y} : \underline{145.10} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

Verificação da Viga Principal

Por se tratar de um perfil comercial, Perfil OCK-II da Omega Cranes, este tem suas capacidades tabelas e confeccionadas para esse fim específico, por isso não se fez necessária sua verificação por este documento.

Verificação Estaio

Perfil: L 1.1/2 x 3/16", Duplo T união soldada (Cordão contínuo)										
Material: Aço (A36 - Tensão de Projeto)										
		Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
		Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
		N4	N2	4.610	6.84	9.16	17.85	1.23	0.00	-7.78
Notas: <i>(1) Inércia em relação ao eixo indicado</i> <i>(2) Momento de inércia à torção uniforme</i> <i>(3) Coordenadas do centro de gravidade</i>										
		Flambagem			Flambagem lateral					
		Plano ZX		Plano ZY	Aba sup.		Aba inf.			
		β		0.69	0.68	0.00		0.00		
		L _K		3.173	3.156	0.000		0.000		
		C _b		-			1.000			
Notação: <i>β</i> : Coeficiente de flambagem <i>L_K</i> : Comprimento de flambagem (m) <i>C_b</i> : Fator de modificação para o momento crítico										

Barra	VERIFICAÇÕES											Estado
	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	NM _x M _y	T	NMVT	σ τ f	
N4/N2	N.A. ⁽¹⁾	x: 4.61 m η = 39.1	N.A. ⁽²⁾	x: 0 m η = 79.7	x: 4.61 m η = 21.8	η = 0.2	x: 4.61 m η = 1.3	x: 4.61 m η = 95.3	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 4.61 m η = 2.0	PASSA η = 95.3
Notação: λ: Limitação do índice de esbeltez N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X M _y : Resistência à flexão eixo Y V _x : Resistência ao esforço cortante X V _y : Resistência ao esforço cortante Y NM _x M _y : Resistência ao esforço axial e flexão combinados T: Resistência à torção NMVT: Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante σ τ f: Resistência a interações de esforços e momento de torção x: Distância à origem da barra η: Coeficiente de aproveitamento (%) N.A.: Não aplicável												
Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não procede, já que não há força axial de compressão. ⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de compressão. ⁽³⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor. ⁽⁴⁾ Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.												

Resistência à tração

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.391} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.3·PP+CP1-Z.

N_{t,Sd}: Força axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

N_{t,Sd} : 35.11 kN

A força axial de tração resistente de cálculo, N_{t,Rd}, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

N_{t,Rd} : 89.71 kN

Onde:

A_g: Área bruta da seção transversal da barra.

A_g : 6.80 cm²

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

Resistência à flexão eixo X

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.797 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N4, para a combinação de ações PP+CP2-Z.

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M_{Sd} : 0.54 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 0.67 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo:

$$M_{Rd} = \frac{1.50 \cdot W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

M_{Rd} : 0.67 kN·m

Onde:

W_x: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W_x : 3.41 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT:

Não é necessário, pois o comprimento de flambagem lateral é nulo.

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

8.00 ≤ **14.11**

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

M_{Rd} : 0.81 kN·m

Onde:

λ : 8.00

$$\lambda = \frac{b_f/2}{t_f}$$

Sendo:

b_f: Largura da mesa comprimida.

b_f : 76.20 mm

t_f: Espessura da mesa comprimida.

t_f : 4.76 mm

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_p : 14.11

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

M_{pl} : 0.89 kN

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.

Z_x : 6.15 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

Resistência à flexão eixo Y

Este caso não está contemplado na norma. Aplica-se o baseado na norma ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.218 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações PP+CP2-Y.

M_{sd}⁺: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M_{sd}⁺ : 0.20 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 0.92 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo:

$$M_{Rd} = \frac{1.50 \cdot W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

M_{Rd} : 0.92 kN·m

Onde:

W_y: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W_y : 4.67 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

(b) Estado-limite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$8.00 \leq 14.11$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : 1.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f/2}{t_f}$$

$$\lambda : 8.00$$

Sendo:

b_f: Largura da mesa comprimida.

$$b_f : 76.20 \text{ mm}$$

t_f: Espessura da mesa comprimida.

$$t_f : 4.76 \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p : 14.11$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 145.10 \text{ MPa}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : 1.11 \text{ kN}$$

Onde:

Z_y: Módulo de resistência plástico.

$$Z_y : 7.67 \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 145.10 \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

(c) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$3.00 \leq 41.58$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : 1.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda : 3.00$$

Sendo:

h: Altura da alma, tomada igual à distância entre as faces internas das mesas.

$$h : 28.58 \text{ mm}$$

t_w: Espessura da alma.

$$t_w : 9.52 \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p : 41.58$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 145.10 \text{ MPa}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : 1.11 \text{ kN}$$

Onde:

Z_y : Módulo de resistência plástico.

Z_y : 7.67 cm³

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

Resistência ao esforço cortante X

Este caso não está contemplado na norma. Aplica-se o critério baseado na norma ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP2-Y.

V_{Sd} : Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

V_{Sd} : 0.06 kN

A força cortante resistente de cálculo, V_{Rd} , é determinada pela expressão:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

8.00 ≤ 44.74

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

V_{Rd} : 28.71 kN

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f/2}{t_f}$$

λ : 8.00

Sendo:

b_f : Largura das mesas.

b_f : 76.20 mm

t_f : Espessura das mesas.

t_f : 4.76 mm

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}}$$

λ_p : 44.74

Sendo:

k_v : Coeficiente de flambagem.

k_v : 1.20

E : Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 145.10 MPa

$$V_{pl} = 0.60 \cdot A_w \cdot f_y$$

V_{pl} : 31.58 kN

Sendo:

A_w : Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w = b_f \cdot t_f$$

A_w : 3.63 cm²

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

Resistência ao esforço cortante Y

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.3·PP+CP2-Z.

V_{Sd}: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.
A força cortante resistente de cálculo, **V_{Rd}**, é determinada pela expressão:

$$V_{Sd} : \underline{0.37} \text{ kN}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$4.00 \leq 44.74$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$V_{Rd} : \underline{28.71} \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{d}{t_w} \leq 260$$

$$\lambda : \underline{4.00}$$

Sendo:

d: Altura total da seção transversal.

$$d : \underline{38.10} \text{ mm}$$

t_w: Espessura da alma.

$$t_w : \underline{9.52} \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}}$$

$$\lambda_p : \underline{44.74}$$

Sendo:

k_v: Coeficiente de flambagem.

$$k_v : \underline{1.20}$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{145.10} \text{ MPa}$$

$$V_{pl} = 0.60 \cdot A_w \cdot f_y$$

$$V_{pl} : \underline{31.58} \text{ kN}$$

Sendo:

A_w: Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w = d \cdot t_w$$

$$A_w : \underline{3.63} \text{ cm}^2$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência ao esforço axial e flexão combinados

Este caso não está contemplado na norma. Aplica-se o critério baseado na norma ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Deve satisfazer:

$$\eta \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.953} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.3·PP+CP2-Z+CP2-Y.

N_{t,Sd}: Força axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{N_{t,Sd}} : \underline{12.75} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{M_{x,Sd}^+} : \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{y,Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{M_{y,Sd}^+} : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Sd} / N_{Rd} < 0.2$$

$$\mathbf{0.142} < \mathbf{0.200}$$

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{2 \cdot N_{t,Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.953}$$

Onde:

N_{t,Rd}: Força axial resistente de cálculo de tração.

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{89.71} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos X e Y da seção transversal.

$$\mathbf{M_{x,Rd}} : \underline{0.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Rd}} : \underline{0.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência a interações de esforços e momento de torção

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{|\tau_{Sd}|}{\tau_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

O coeficiente de aproveitamento desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.3·PP+CP2-Z+CP2-Y no ponto da seção transversal de coordenadas X = 0.00 mm, Y = -8.64 mm em relação ao centro de gravidade.

As tensões tangenciais τ_{Sd} são dadas por:

$$\tau_{Sd} = \tau_{V_{x,Sd}} + \tau_{V_{y,Sd}} + \tau_{T_{Sd}}$$

$$\tau_{Sd} : \underline{-1.55} \text{ MPa}$$

Onde:

$$\tau_{V_{x,Sd}} = -\frac{\bar{S}_y}{I_y \cdot t} \cdot V_{x,Sd}$$

$$\tau_{V_{x,Sd}} : \underline{-0.23} \text{ MPa}$$

Sendo:

V_{x,Sd}: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{V_{x,Sd}} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

S_y: Momento estático, em relação ao eixo Y, da parte da seção situada a um lado do ponto de verificação.

$$\mathbf{S_y} : \underline{3.45} \text{ cm}^3$$

I_y: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{I_y} : \underline{17.79} \text{ cm}^4$$

t: Espessura.

$$\mathbf{t} : \underline{4.76} \text{ mm}$$

$$\tau_{V_{y,Sd}} = -\frac{\bar{S}_x}{I_x \cdot t} \cdot V_{y,Sd}$$

$$\tau_{V_{y,Sd}} : \underline{-1.32 \text{ MPa}}$$

Sendo:

$V_{y,Sd}$: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$$V_{y,Sd} : \underline{0.37 \text{ kN}}$$

S_x : Momento estático, em relação ao eixo X, da parte da seção situada a um lado do ponto de verificação.

$$S_x : \underline{-1.57 \text{ cm}^3}$$

I_x : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo X.

$$I_x : \underline{9.15 \text{ cm}^4}$$

t : Espessura.

$$t : \underline{4.76 \text{ mm}}$$

$$\tau_{T_{sd}} = \pm \frac{t}{J} \cdot T_{sd}$$

$$\tau_{T_{sd}} : \underline{0.00 \text{ MPa}}$$

Sendo:

T_{sd} : Momento de torção solicitante de cálculo, desfavorável.

$$T_{sd} : \underline{0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

J : Constante de torção da seção transversal.

$$J : \underline{1.23 \text{ cm}^4}$$

t : Espessura.

$$t : \underline{4.76 \text{ mm}}$$

A tensão resistente de cálculo, τ_{Rd} , é dada pelo menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$\tau_{Rd} : \underline{78.30 \text{ MPa}}$$

(a) Tensão resistente de cálculo para os estados-limites de escoamento sob efeito de tensão de cisalhamento:

$$\tau_{Rd} = \frac{0.60 \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

$$\tau_{Rd} : \underline{79.15 \text{ MPa}}$$

Onde:

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{145.10 \text{ MPa}}$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(b) Tensão resistente de cálculo para os estados-limites de instabilidade ou flambagem sob efeito de tensão cisalhamento:

$$\tau_{Rd} = \frac{0.60 \cdot \chi \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

$$\tau_{Rd} : \underline{78.30 \text{ MPa}}$$

Onde:

χ : Fator de redução total associado à resistência à compressão

$$\lambda_0 \leq 1.5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

$$\chi : \underline{0.989}$$

Sendo:

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{0.60 \cdot f_y}{\tau_e}}$$

$$\lambda_0 : \underline{0.160}$$

$$\tau_e = k_v \cdot \sigma_E$$

$$\tau_e : \underline{3385.73 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2$$

$$\sigma_E : \underline{2821.44 \text{ MPa}}$$



Onde:

k_v : Coeficiente de flambagem

E: Módulo de elasticidade do aço.

ν : Coeficiente de Poisson.

t: Espessura.

h: Largura.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

k_v : 1.20

E : 200000 MPa

ν : 0.30

t : 4.76 mm

h : 38.10 mm

f_y : 145.10 MPa

γ_{a1} : 1.10

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme exposto nesse Memorial de Cálculo, os equipamentos aqui descritos se encontram em conformidade e podem ser utilizados para as atividades a que se destinam, não podendo ultrapassar a capacidade de carga estipulada.

Nenhum item do sistema deve ser inserido, retirado ou modificado, sem autorização expressa, o que resultará na invalidação deste relatório.

Atenciosamente,



Luís Eduardo Wiechoreck
Engenheiro Mecânico
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA RS2211066380



Robson Monteiro
Técnico de Manutenção



Tipo: OBRA OU SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS190508 Profissional: LUÍS EDUARDO WIECHORECK E-mail: eduardowie@gmail.com
RNP: 2211066380 Título: Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Segurança do Trabalho
Empresa: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COMERCIO INDUSTRIA E SERVICO LTDA Nr.Reg.: 266660

Contratante

Nome: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA E-mail:
Endereço: Rua JERONIMO DEMORI 1474 Telefone: (54) 99192 9494 CPF/CNPJ: 43983467000101
Cidade: Caxias do Sul Bairro: SÃO LUIZ CEP: 95074758 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: MARELLI MOVEIS PARA ESCRITORIO S/A
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia BR-116 1176 KM 142 CPF/CNPJ: 88766936000179
Cidade: CAXIAS DO SUL Bairro: JARDIM ELDORADO CEP: 95059520 UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(R\$): 1.250,00 Honorários(R\$): 0,00
Data Início: 04/04/2025 Prev.Fim: 09/04/2025 Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto e Execução	Equipamentos Mecânicos e Eletro-Mecânicos	1,00	UN
Observações	REF. A UM BRAÇO MECANICO GIRATORIA DE ELEVAÇÃO DE CARGA COM		
Observações	CAPACIDADE PARA 500 KG.		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 07/04/2025

Flores da Cunha/RS - 07/04/25

Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Luís Eduardo Wiechoreck
LUÍS EDUARDO WIECHORECK

Profissional

De acordo

Robson Monteiro
SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA

Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.