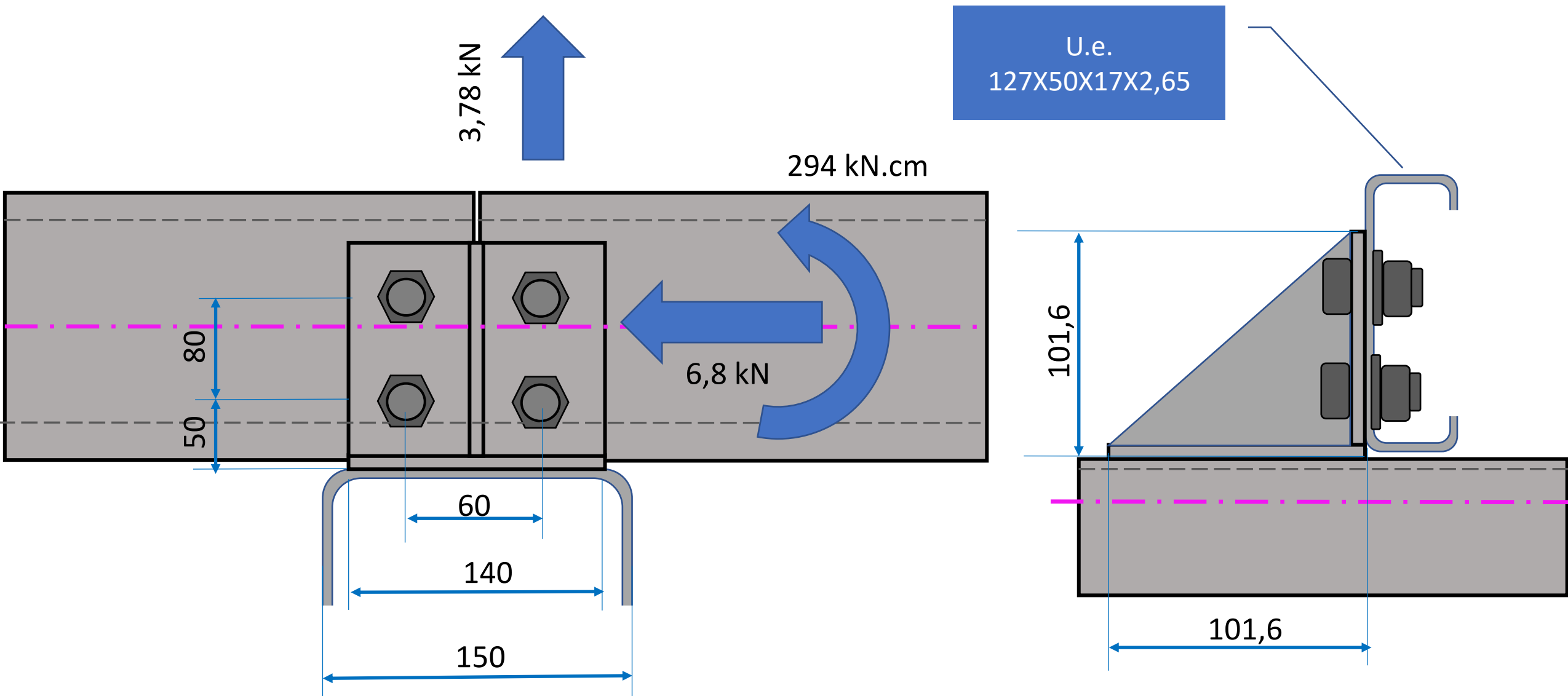


Dimensionamento de um suporte de terças



1 – Cálculo do diâmetro e material dos parafusos

$$M = F \cdot d \rightarrow F = \frac{M}{d} \rightarrow F = \frac{294}{8} = 36,75 \text{ kN}$$

$$\text{Ou: } I_t = \sum x^2 + y^2$$

$$F_x = \frac{M \cdot y}{I_t}$$

$$I_t = 2 \cdot 4^2 = 32 \text{ cm}^4$$

$$F_x = \frac{294 \cdot 4}{32} = 36,75 \text{ kN}$$

Força cortante resultante nos parafusos:

$$F_v = \sqrt{\left(\frac{3,78}{2}\right)^2 + \left[\left(\frac{6,8}{2}\right) + 36,75\right]^2} = 40,19 \text{ kN}$$

Diâmetro do parafuso (ASTM A325)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,4 \cdot A_b \cdot F_u}{1,35} \rightarrow F_{v,Rd} = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot F_u}{4 \cdot 1,35} \rightarrow D = \sqrt{\frac{40,19 \cdot 4 \cdot 1,35}{0,4 \cdot \pi \cdot 82,5}} = 1,45 \text{ cm} - \text{Adotar } 16 \text{ mm A325}$$

Ângulo com horizontal: $\theta = \arctg\left(\frac{\left(\frac{3,78}{2}\right)}{\left(\frac{6,8}{2}\right) + 36,75}\right) = 2,68^\circ$

Tabela A.3 — Materiais usados em parafusos

Especificação	f_{yb} MPa	f_{ub} MPa	Diâmetro d_b	
			mm	pol
ASTM A307	-	415	-	$1/2 \leq d_b \leq 4$
ISO 898-1 Classe 4.6	235	400	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A325 ^a	635	825	$16 \leq d_b \leq 24$	$1/2 \leq d_b \leq 1$
	560	725	$24 < d_b \leq 36$	$1 < d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 8.8	640	800	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A490	895	1035	$16 \leq d_b \leq 36$	$1/2 \leq d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 10.9	900	1000	$12 \leq d_b \leq 36$	-
^a Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR 350 COR ou à dos aços ASTM A588.				

2 – Cálculo da pressão de contato nos furos da terça

10.3.5 Pressão de contato (esmagamento)

A força resistente de cálculo ao esmagamento F_{Rd} , deve ser calculada por:

$$F_{Rd} = \alpha_e d t f_u / \gamma \quad (\gamma = 1,55)$$

onde

f_u é a resistência à ruptura do aço (metal-base);

d é o diâmetro nominal do parafuso;

t é a espessura do elemento conectado analisado;

α_e é um fator igual a $(0,183t + 1,53)$, com t em milímetros ($t \leq 4,75$ mm).

$$F_{Rd} = \frac{\alpha_e \cdot d \cdot t \cdot f_u}{1,55}$$

$$F_{Rd} = \frac{(0,183 \cdot 2,65 + 1,53) \cdot 1,6 \cdot 0,265 \cdot 38}{1,55} = 20,94 \text{ kN} < 40,19 \text{ – Não OK!}$$

Por simplificação $\cos 2,68^\circ \approx 1$

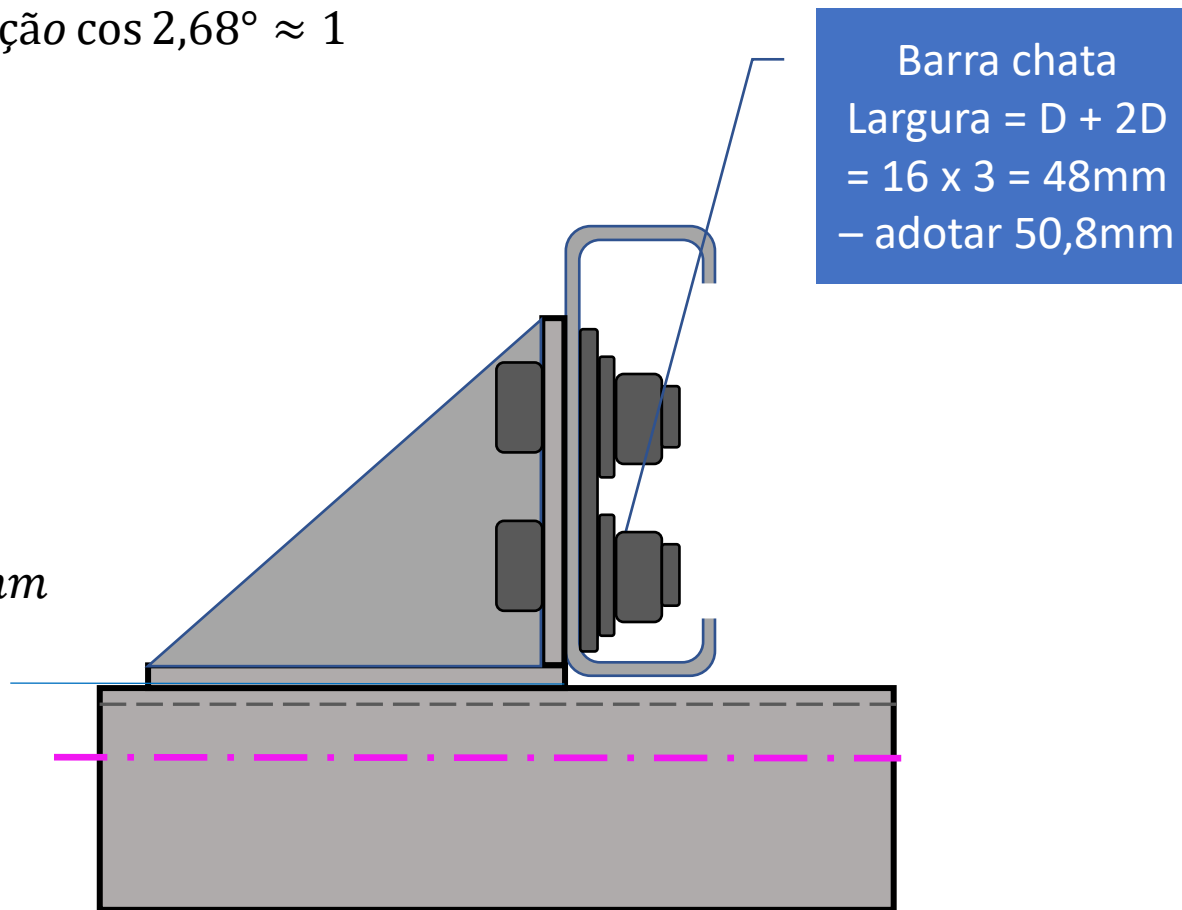
Necessário adotar chapa de reforço

$$F_{Rd} = \frac{1,5 \cdot l_f \cdot t \cdot F_u}{1,35} \leq \frac{3 \cdot D_b \cdot t \cdot F_u}{1,35}$$

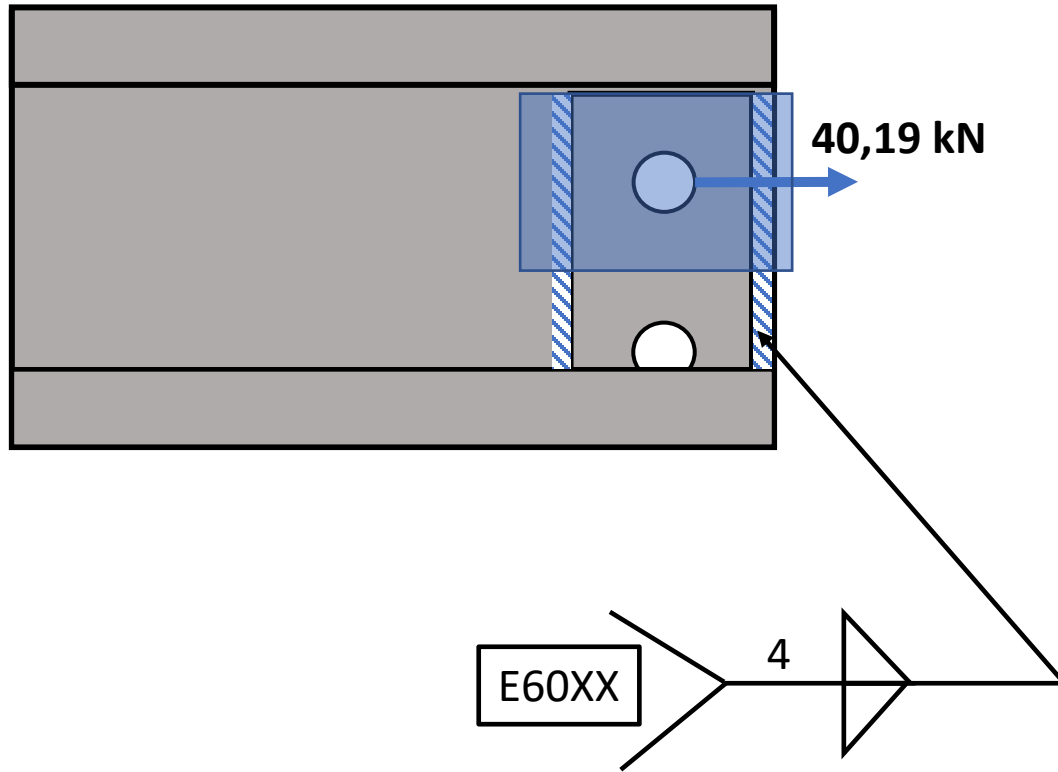
$$t = \frac{40,19 \cdot 1,35}{1,5 \cdot (2,54 - 0,8 - 0,15) \cdot 40} = 0,568 \text{ cm} = 6,35 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{1,5 \cdot (2,54 - 0,8 - 0,15) \cdot 0,635 \cdot 40}{1,35} = 44,87 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = \frac{3 \cdot 1,6 \cdot 0,635 \cdot 40}{1,35} = 90,31 \text{ kN}$$



3 – Cálculo da solda na chapa de reforço



Largura de influência = 50mm

$$F_{w,Rd} = \frac{0,6 \cdot 0,707 \cdot d_w \cdot L \cdot F_w}{1,35}$$

$$40,19 = \frac{0,6 \cdot 0,707 \cdot d_w \cdot 2 \cdot 5 \cdot 41,5}{1,35}$$

$$d_w = 0,31cm \rightarrow \text{adotar } 4mm$$

4 – Cálculo da pressão de contato nos furos do suporte

$$F_{Rd} = \frac{1,5 \cdot l_f \cdot t \cdot F_u}{1,35} \leq \frac{3 \cdot D_b \cdot t \cdot F_u}{1,35}$$

$$t = \frac{40,19 \cdot 1,35}{1,5 \cdot (4 - 0,8 - 0,15) \cdot 40} = 0,297 \text{ cm} = 3,18 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{1,5 \cdot (4 - 0,8 - 0,15) \cdot 0,318 \cdot 40}{1,35} = 43,10 \text{ kN}$$

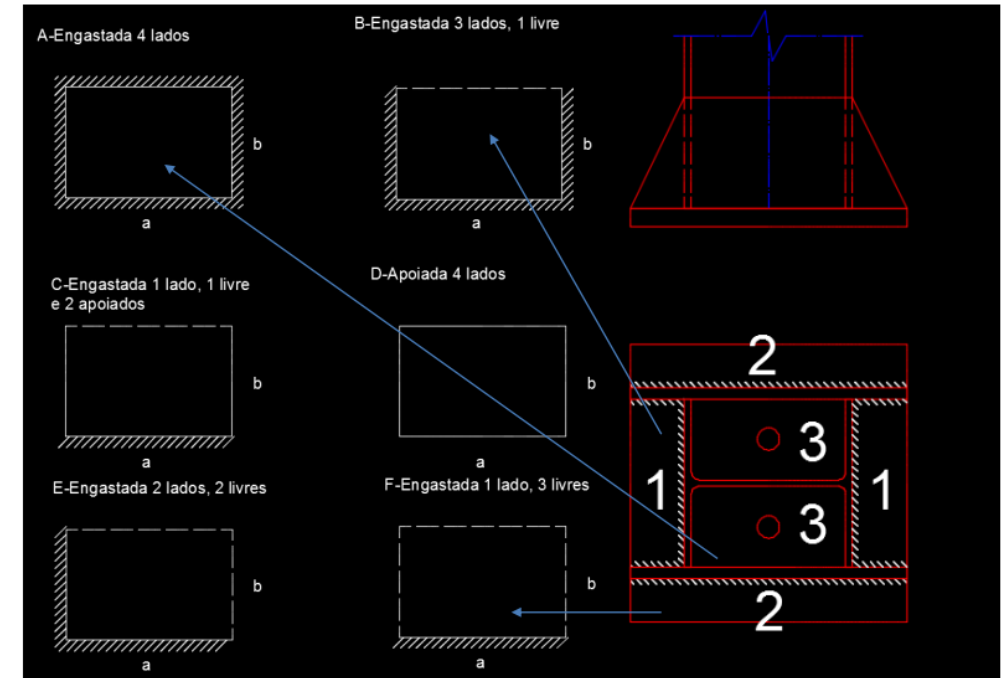
5 – Tensão na interface entre chapas devido ao Momento Fletor

$$\sigma_1 = \frac{294 \cdot 6}{10,16 \cdot 14^2} = 0,886 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{a}{b} = \frac{10,1}{7} \approx 1,44 \rightarrow \beta = 0,45$$

$$t = 7 \cdot \sqrt{\frac{0,45 \cdot 0,886}{1,35 \cdot 25}} = 7,60 \text{ mm} \rightarrow 7,94 \text{ mm}$$

Bases com enrijecedores



Extraído do livro "Formulas for Stress and Strain, 5ª Edição" - Roark, R.J & Young, C.W

Vinculação A						
a/b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
β	0,31	0,38	0,44	0,47	0,49	0,52

Vinculação B							
a/b	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3
β	0,02	0,08	0,17	0,32	0,73	1,2	2,1

Vinculação C						
a/b	0,5	0,67	1	1,5	2	infinito
β	0,36	0,45	0,67	0,77	0,79	0,8

Vinculação D							
a/b	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3
β	0,05	0,19	0,39	0,67	1,28	1,8	2,5

Vinculação E							
a/b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3
β	0,29	0,38	0,45	0,52	0,57	0,61	0,71

Vinculação F						
a/b	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1
β	0,05	0,19	0,4	0,63	1,25	1,8

$$t = b \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot \sigma_c}{1,35 \cdot F_y}}$$

6 – Cálculo da espessura do enrijecedor

Como o enrijecedor se encontra na linha neutra do suporte, não sofrerá flexão significativa. Vamos adotar chapa compacta

$$\frac{b}{t} < 0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \frac{0,707 \cdot 10,1}{t} = 0,56 \sqrt{\frac{20000}{25}} \quad t = \frac{0,707 \cdot 10,1}{15,84} = 0,45 \text{ cm Adotar } 4,76 \text{ mm}$$

7 – Tensão máxima na aba do suporte

$$\sigma = \frac{M}{W} \rightarrow \sigma = \frac{294 \cdot 6}{t \cdot 10,1^2} \rightarrow \sigma = \frac{17,29}{t}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{f_y}{1,1} \rightarrow \frac{25}{1,1} = 22,72 \text{ kN/cm}^2$$

$$22,72 = \frac{17,29}{t} \rightarrow t = 0,761 \text{ cm} - \text{adotar } 7,94 \text{ mm}$$

4 – Cálculo da solda na face inferior do suporte

Inércia formada pelos passes de solda

$$I_w = 2 \cdot \left(b \cdot \frac{d_w^3}{12} + A \cdot d^2 \right) \rightarrow I_w = 2 \cdot \left(10,1 \cdot \frac{0,5^3}{12} + 10,1 \cdot 0,5 \cdot 7^2 \right) \rightarrow I_w = 495 \text{ cm}^4$$

$$F_w, Rd = \frac{0,6 \cdot 0,707 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35} \rightarrow F_w, \frac{Rd}{A_w} = \sigma_w, Rd = \frac{0,6 \cdot 0,707 \cdot 41,5}{1,35} = 13,04 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \rightarrow \sigma = \frac{294 \cdot 7}{495} \rightarrow \sigma = 4,15 \text{ kN/cm}^2$$

Tabela 10 — Tamanho mínimo da perna de uma solda de filete

Menor espessura do metal-base na junta mm	Tamanho mínimo da perna da solda de filete, d_w^a mm
Abaixo de 6,35 e até 6,35	3
Acima de 6,35 até 12,5	5
Acima de 12,5 até 19	6
Acima de 19	8
^a Executadas somente com um passe.	