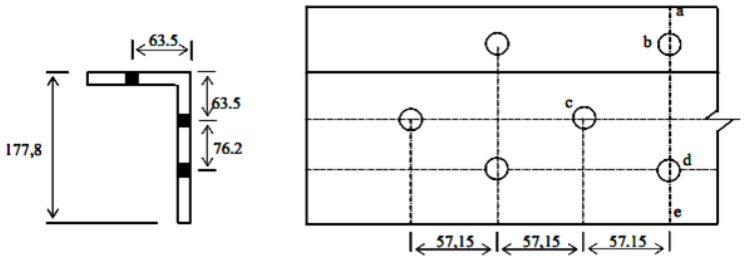
Aço – Exercício 3.1

a) Calcular a **área líquida da cantoneira L 177,8x101,6x19,05** abaixo, com furos padrão para **parafusos φ3/4"** e em seguida calcular o máximo esforço de tração que a peça poderá suportar.
Adote aço **MR250**.

b) Determinar qual é a máxima solicitação de tração que a peça poderá suportar em **"valor de cálculo"**.



Resolução:

a.1) *considerar a cantoneira como uma chapa*:
→ *largura da chapa*: $l = 177{,}8\,mm + 101{,}6\,mm - 19{,}05\,mm = 260{,}35\,mm$
→ *furo padrão* : $d_f = \frac{3}{4}"\times 25{,}4\,mm + 2\,mm + 1{,}5\,mm = 22{,}55\,mm$

a.2) *possíveis linhas de ruptura*:
→ *abde*:
$l_n = 260{,}35\,mm - 2\times 22{,}55\,mm = 215{,}25\,mm$

→ *abcde*:
$l_n = 260{,}35\,mm - 3\times 22{,}55\,mm + \frac{57{,}15^2}{4\times(2\times 63{,}5 - 19.05)}\,mm + \frac{57{,}15^2}{4\times 76{,}2}\,mm = 210{,}98\,mm$ *<menor entre os dois>*

a.3) *Área líquida*:
$A_n = l_n \times t = 210{,}98\,mm \times 19{,}05\,mm = 4019{,}2\,mm^2 = 40{,}19\,cm^2$

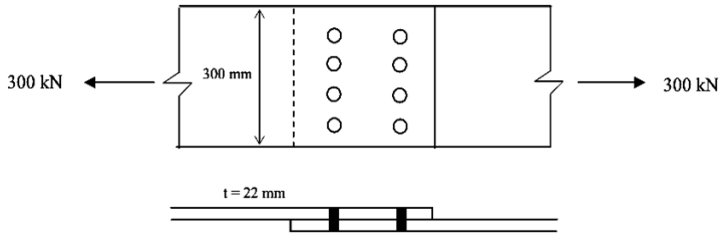
b.1) *ESB*:
$A_g = 260{,}35\,mm \times 19{,}05\,mm = 4959{,}7\,mm^2 = 49{,}6\,cm^2$
$R_{dt} = \frac{A_g \times f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{49{,}6\,cm^2 \times 25\,kN/cm^2}{1{,}10} = 1127\,kN$

b.2) *RSL*:
$A_e = C_t \times A_n = 1 \times 40{,}19\,cm^2 = 40{,}19\,cm^2$
$R_{dt} = \frac{A_e \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{40{,}19\,cm^2 \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 1191\,kN$

A resistência ESB é menor, logo, a resistência total é: $N_{Rd} = 1127\,kN$

Aço – Exercício 3.2

Duas chapas de **22 mm x300 mm** são emendadas por transpasse com **oito parafusos de φ7/8" (22 mm)**.
Elas são solicitadas por uma **carga variável de tração**, decorrente de **utilização**, em **valor característico de 300kN**.
Verificar se as dimensões das chapas são satisfatórias adimitindo-se **aço A36** e **furo padrão.**
- Desconsiderar a possível excentricidade da ligação.



Resolução:

$$\text{Área Bruta: } A_g = 300\,mm \times 22\,mm = 6600\,mm^2 = 66{,}00\,cm^2$$
$$\text{Área Líquida: } A_n = (300 - 4 \times [22+2+1{,}5]) \times 22 = 4356\,mm^2 = 43{,}56\,cm^2$$

ESB:

$$R_{dt} = \frac{A_g \times f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{66\,cm^2 \times 25\,kN/cm^2}{1{,}10} = 1500\,kN$$

RSL:

$$R_{dt} = \frac{A_e \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{43{,}56\,cm^2 \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 1290\,kN$$

$$\text{Solicitação em valor cálculo: } N_{Sd} = \gamma_f \times N = 1{,}5 \times 300\,kN = 450\,kN$$
$$\text{Resistência em valor cálculo: } N_{Rd} = 1290\,kN \ [\text{menor entre ESB e RSL}]$$

$$\text{Como: } N_{Rd} = 1290\,kN > N_{Sd} = 450\,kN \quad \text{Ok !!! Verifica !!!}$$

Aço – Exercício 3.3

Verificar a estabilidade de um **perfil W150 x 29,8 kg/m**, em **aço ASTM A 572 (fy = 35,4 kN/cm², fu = 45 kN/cm² e E = 20000 kN/cm²)** quando usado como **tirante** e submetido a uma **carga axial de tração de 650kN** sendo **150 kN de ações permanentes** e **500 kN de ações variáveis**.
Considerar que a peça tem **10 m de comprimento com ligações parafusadas** nas extremidades em furação conforme o indicado nas figuras.

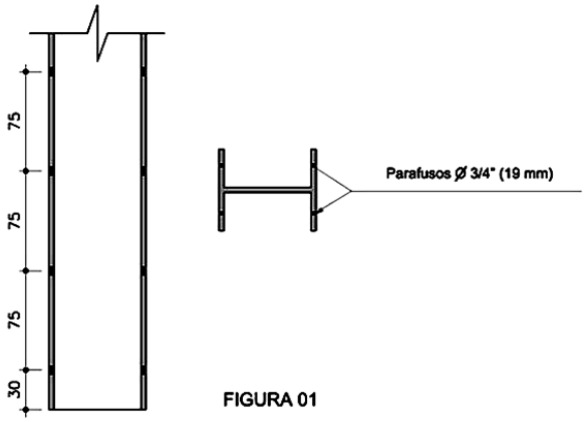
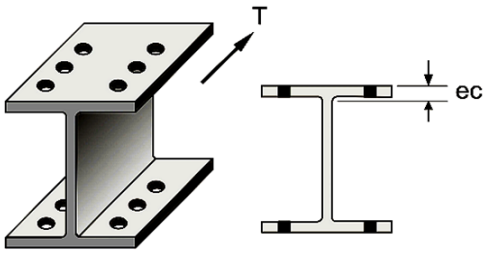


FIGURA 01



tratada como
uma seção T

Propriedades geométricas da seção:

Ag = 38,5 cm2	rx = 6,72 cm
d = 15,7 cm	ry = 3,8 cm
bf = 15,3 cm	dp = 1,9 cm (diâmetro do parafuso)
t f = 0,93 cm	lc = 3 x 7,5cm = 22,5 cm (comprimento efetivo da ligação, do eixo do 1º ao último furo)
t w = 0,66 cm	ec = 1,42 cm (excentricidade da ligação, definida no subitem 5.2.5, pág. 39 da Norma)

Resolução:

Força de Tração Axial Solicitante de Cálculo:
$N_{Sd} = 1{,}25 \times 150\,kN + 1{,}50 \times 500\,kN = 937{,}5\,kN$

Verificação da esbeltez limite:
$\frac{L}{r_y} = \frac{1000\,cm}{3{,}8\,cm} = 263 < 300$

ESB:
$R_{dt} = \frac{A_g \times f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{38{,}5\,cm^2 \times 35{,}4\,kN/cm^2}{1{,}10} = 1239\,kN$

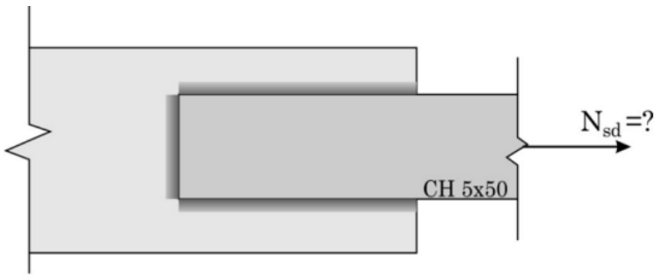
RSL:
$A_n = A_g - 4 \times (d_p + 0.35\,cm) \times t_f$
$A_n = 38{,}5\,cm^2 - 4 \times (1{,}9\,cm + 0{,}35\,cm) \times 0{,}93\,cm = 30{,}13\,cm^2$
$C_t = 1 - \frac{e_c}{l_c} = 1 - \frac{1{,}42\,cm}{22{,}5\,cm} = 0{,}94$
$Como\ C_t = 0{,}94 > 0{,}90\ adota-se\ o\ valor\ limite\ C_t = 0{,}90$
$A_e = C_t \times A_n = 0{,}90 \times 30{,}13\,cm^2 = 27{,}12\,cm^2$
$R_{dt} = \frac{A_e \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{27{,}12\,cm^2 \times 45\,kN/cm^2}{1{,}35} = 904\,kN$

Verificação Final:
$R_{dt} = mínimo(1239\,kN, 904\,kN) = 904\,kN$
$Como\ R_{dt} = 904\,kN < N_d = 937{,}5\,kN$
Conclusão: *O perfil não passa no critério de ruptura da seção líquida* (RSL);

Aço – Exercício 3.4

Determine qual a máxima força de tração em valor de cálculo que pode solicitar a barra indicada na figura abaixo.

• Dados:
- Aço A36 (MR250)
- A chapa de **(5,0 x 50 mm)** está ligada por meio de **solda** ao seu elemento de apoio.
- Comprimento da **solda (lw)** é de **70 mm**



Resolução:

Propriedades Geométricas:
$A_g = 0{,}50 \times 5\,cm = 2{,}50\ \ cm^2$
$l_w = 7{,}0\ \ cm$
$2b = 2 \times 5\,cm = 10\,cm$
$1{,}5b = 1{,}5 \times 5\,cm = 7{,}5\,cm$
$b = 5\,cm$

Coeficiente Ct:
$Ct = 1 \ \ p/\ l_w \geq 10\,cm$
$Ct = 0{,}87 \ \ p/\ 7{,}5\,cm \leq l_w < 10\,cm$
$Ct = 0{,}75 \ \ p/\ 5\,cm \leq l_w < 7{,}5\,cm$

Cálculos de Resistência:
$A_e = 0{,}75 \times 2{,}5\,cm^2 = 1{,}875\,cm^2$

$$R_{dt\,ESB} = \frac{A_g \times f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{2{,}5\,cm^2 \times 25\,kN/cm^2}{1{,}1} = 56{,}82\,kN$$

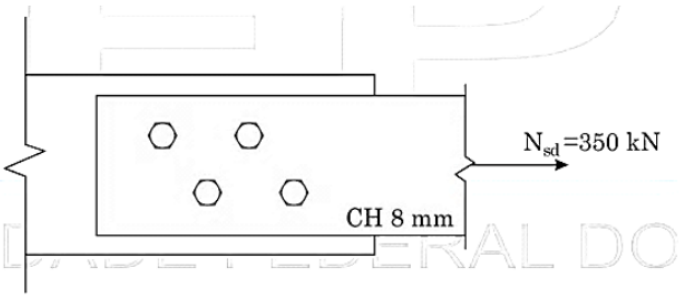
$$R_{dt\,RSL} = \frac{A_e \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{1{,}875\,cm^2 \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 55{,}56\,kN$$

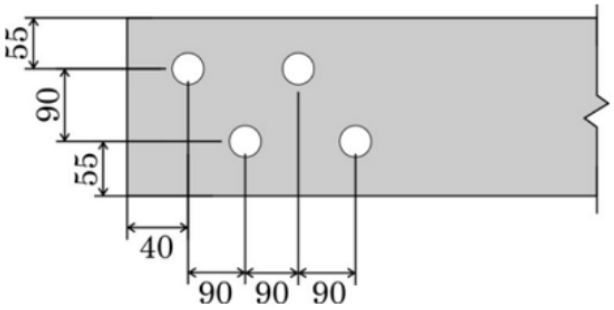
$N_{sd\,max} = 55{,}56\,kN$

Aço – Exercício 3.5

Verifique se a barra resiste à força em valor de cálculo indicada.

Dados:
- **Aço A36**, barra chata com **espessura de 8,0 mm**.
- Ligação da barra ao elemento adjacente através de **parafusos com10,0mm, furo padrão**.
- Distância entre linhas de parafusos, **90 mm, distância entre o primeiro/último furo** e as b**ordas verticais, 40mm**, entre as **linhas de furos e as bordas horizontais, 55 mm**.





Resolução:

Propriedades Geométricas:

$A_g = (5{,}5 + 9 + 5{,}5) \times 0{,}8 = 16\,cm^2$

$d_{pad} = 1{,}0\,cm + 0{,}35\,cm = 1{,}35\,cm$

$l1 = 5{,}5\,cm + 9{,}0\,cm + 5{,}5\,cm - 1{,}35\,cm = 18{,}65\,cm$

$l2 = 5{,}5\,cm + 9{,}0\,cm + \frac{(9{,}0\,cm)^2}{4 \times 9{,}0\,cm} + 5{,}5\,cm - 2 \times 1{,}35\,cm = 19{,}55\,cm$

$A_n = 18{,}65\,cm \times 0{,}8\,cm = 14{,}92\,cm^2$

$Ct = 1$

Cálculos de Resistência:

$$R_{dt\,ESB} = \frac{A_g \times f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{16\,cm^2 \times 25\,kN/cm^2}{1{,}1} = 363{,}64\,kN$$

$$R_{dt\,RSL} = \frac{A_e \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{14{,}92\,cm^2 \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 442{,}07\,kN$$

Como $N_{tsd} = 350{,}0\,kN < N_{trd} = 363{,}6\,kN$ *OK ! Verifica !*