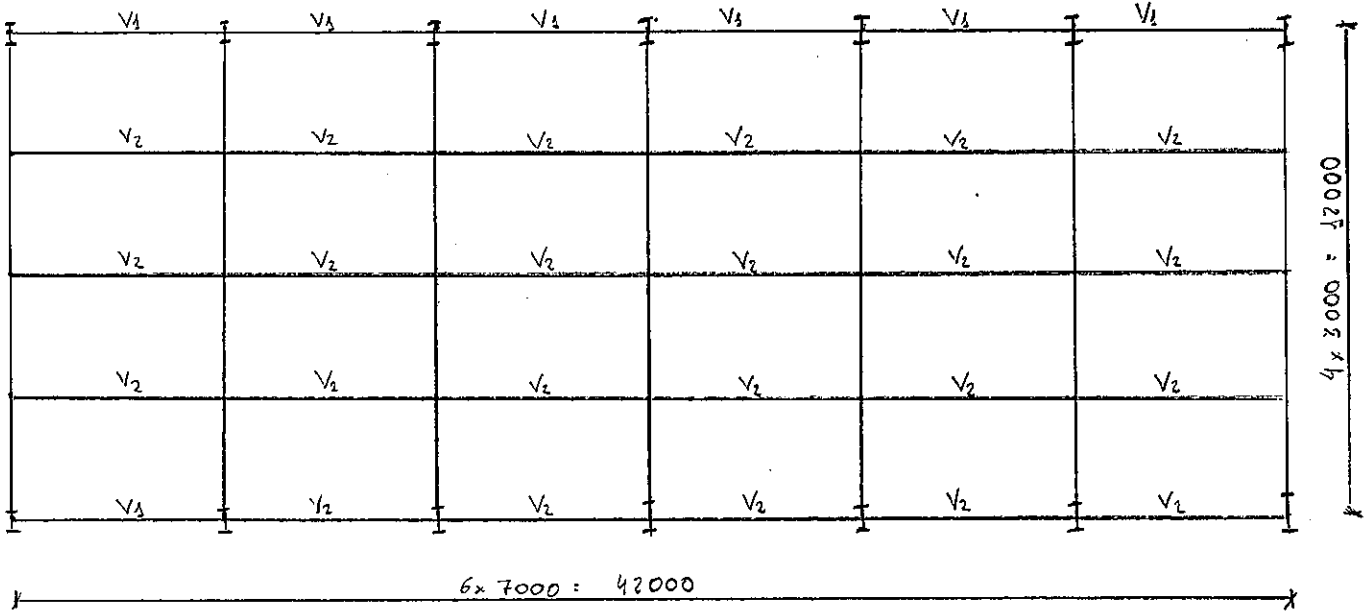


PROJETO/ASSUNTO:

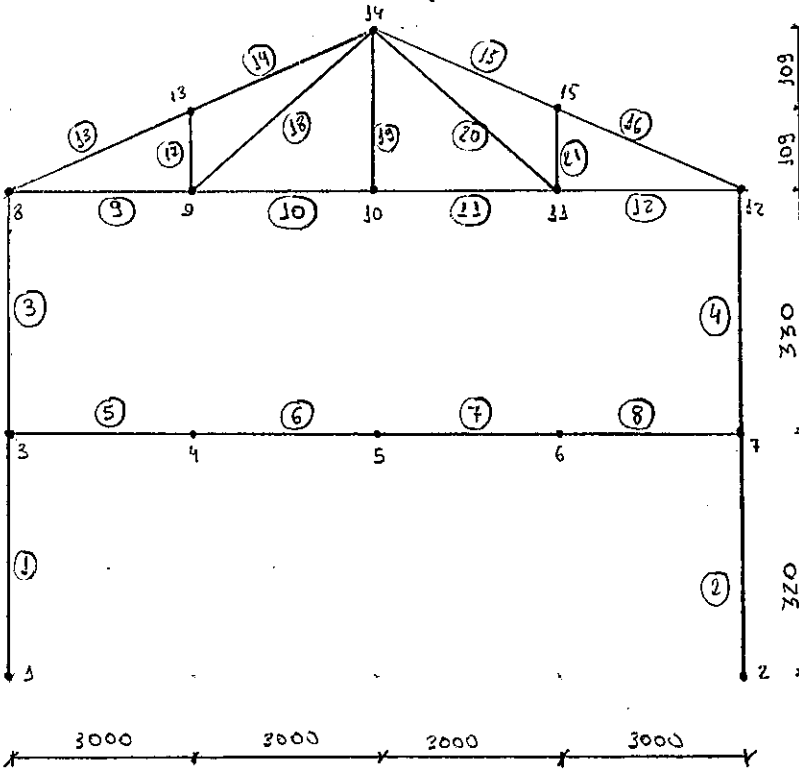
DOC Nº:

S.S. Nº:

1) Estrutura Amalorada :



Planta - Vigamentos



Vista Transversal - Numerações das Barras e Nós

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME \_\_\_\_\_ RURICA \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ SETOR \_\_\_\_\_

NOME \_\_\_\_\_ RURICA \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ SETOR \_\_\_\_\_

PROJETO/ASSUNTO:	DOC Nº:
	S.S. Nº:

② Reação nas Barras - Pós Processamento:

BARRA	$NSd=Nnt+B2Nlt$ (KN)	Vnt (KN)	Vlt (KN)	$VSd=Vnt+Vlt$ (KN)	Mnt (KNm)	Mlt (KNm)	$MSd=B1Mnt+B2Mlt$ (KNm)
1 (Pilar) – 1º andar – Nó 1	-471,49	-95,57	6,20	-89,37	102,20	-10,60	95,93
1 (Pilar) – 1º andar – Nó 3		-99,03	6,20	-92,83	-209,20	9,20	-209,17
2 (Pilar) – 1º andar – Nó 2	-478,34	101,14	6,25	107,39	106,40	10,80	122,09
2 (Pilar) – 1º andar – Nó 7		95,60	6,25	101,85	-208,40	-9,20	-218,38
3 (Pilar) – 2º andar – Nó 3	-32,63	-44,37	1,68	-42,69	152,60	-5,50	147,49
3 (Pilar) – 2º andar – Nó 8		-48,28	1,68	-46,60	0,00	0,00	0,00
4 (Pilar) – 2º andar – Nó 7	-34,00	50,00	1,71	51,71	155,20	5,70	161,48
4 (Pilar) – 2º andar – Nó 12		43,74	1,71	45,45	0,00	0,00	0,00
5- 1º andar	-49,94	289,59	-2,47	287,12	-361,70	14,70	-346,36
6- 1º andar	-49,94	96,43	-2,47	93,96	507,00	7,30	514,62
7- 1º andar	-49,94	-96,73	-2,47	-99,20	796,30	0,10	796,40
8- 1º andar	-49,94	-289,89	-2,47	-292,36	-363,50	14,90	-347,96
9- 2º andar	11,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10- 2º andar	-5,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11- 2º andar	-5,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12- 2º andar	14,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13- 2º andar	-60,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CALCULADO POR:				CONFERIDO POR:			
_____	_____	____/____/____	_____	_____	_____	____/____/____	_____
NOME	RURICA	DATA	SETOR	NOME	RURICA	DATA	SETOR

### 3.2.2 Pressões de Contato:

• Chapa:  $F_{c.sd} = 30,3 \text{ KN}$

$$F_{c.rd} \leq \begin{cases} \frac{1,2 \cdot d_f \cdot t \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{1,2 \cdot 1,925 \cdot 0,95 \cdot 40}{1,35} = 65 \text{ KN} \\ \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{2,4 \cdot 2,0 \cdot 0,95 \cdot 40}{1,35} = 135 \end{cases}$$

$$d_f < \begin{cases} 80 - 21,5 = 58,5 \text{ mm} \\ 30 - 10,75 = 19,25 \text{ mm} \end{cases}$$

$$F_{c.rd} = 65 \text{ KN} > F_{c.sd} = 30,3 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

• Cantoneira:  $F_{c.sd} = 15,1 \text{ KN}$

$$F_{c.rd} \leq \begin{cases} \frac{1,2 \cdot d_f \cdot t \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{1,2 \cdot 1,925 \cdot 0,635 \cdot 40}{1,35} = 43,5 \text{ KN} \\ \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{2,4 \cdot 2,0 \cdot 0,635 \cdot 40}{1,35} = 90,30 \text{ KN} \end{cases}$$

$$F_{c.rd} = 43,5 \text{ KN} > F_{c.sd} = 15,1 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

### 3.3 Tração na Chapa de 9,5 mm

$$N_{t.sd} = 60,6 \text{ KN}$$

$$N_{t.rd} \leq \begin{cases} \frac{A_g F_u}{\gamma_{a2}} = 2 \times 8 \times 6,30 \times \frac{0,95}{1,1} = 25 = 200 \text{ KN} \\ \frac{A_n F_u}{\gamma_{a2}} = (8,77 - 2,15 \times 0,95) \times \frac{40}{1,35} = 200 \text{ KN} \end{cases}$$

$$N_{t.sd} = 60,6 \text{ KN} < N_{t.rd} = 200 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RURICA

DATA

SETOR

NOME

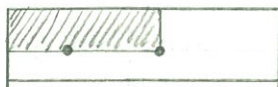
RURICA

DATA

SETOR

## (3.4) Colapso por Rasgamento:

↳ Cantoneira



$$F_{r, sd} = 30,3 \text{ KN}$$

$$A_{gr} = (8,0 + 3,0) \times 0,635 = 7,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{mv} = 7,0 - 1,5 \times 2,15 \times 0,635 = 4,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{mt} = 2,5 \times 0,635 - 0,2 \times 2,15 \times 0,635 = 0,90 \text{ cm}^2$$

$$F_{r, rd} \leq \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot F_u + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot F_u}{1,35} = \frac{0,6 \cdot 4,95 \cdot 40 + 1,0 \cdot 0,9 \cdot 40}{1,35} = 114,7 \text{ KN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{gr} \cdot f_y + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot F_u}{1,35} = \frac{0,6 \cdot 7,0 \cdot 25 + 1,0 \cdot 0,9 \cdot 40}{1,35} = 104 \text{ KN} \end{cases}$$

$$F_{r, sd} = 30,30 \text{ KN} < F_{r, rd} = 104 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Chapa: 9,5mm

$$F_{r, sd} = 60,6 \text{ KN}$$

$$F_{r, rd} \leq \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot F_u + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot F_u}{1,35} = 370 \text{ KN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{gr} \cdot F_y + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot F_u}{1,35} = 353 \text{ KN} \end{cases}$$

$$F_{r, sd} = 60,6 \text{ KN} < F_{r, rd} = 350 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RURICA

DATA

SETOR

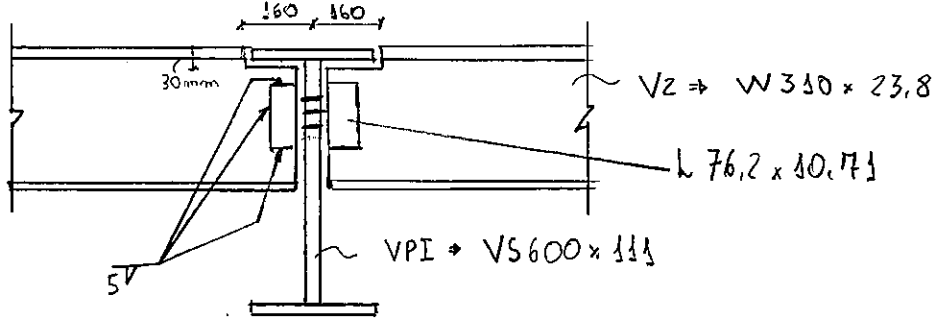
NOME

RURICA

DATA

SETOR

④ Cálculo das ligações Flexíveis das Vigas  $V_1$  e  $V_2$  e  $VP_1$



④.1 Dados dos Elementos Construtivos:

- VPI : VS 600 x 111
 

{	$d = 600 \text{ mm}$	$A_g = 141,40 \text{ cm}^2$
	$b_f = 300 \text{ mm}$	$I_x = 94091 \text{ cm}^4$
	$t_w = 8,0 \text{ mm}$	$F_y = 30 \text{ KN/cm}^2$
	$t_f = 16,0 \text{ mm}$	$F_u = 40 \text{ KN/cm}^2$
  
- V2 : W 310 x 23,8
 

{	$d = 305 \text{ mm}$	$A_g = 30,70 \text{ cm}^2$
	$b_f = 101 \text{ mm}$	$I_x = 4346 \text{ cm}^4$
	$t_w = 5,6 \text{ mm}$	$F_y = 34,5 \text{ KN/cm}^2$
	$t_f = 6,7 \text{ mm}$	$F_u = 45,0 \text{ KN/cm}^2$
  
- L 76,2 x 10,71
 

{	$b = 76,2 \text{ mm}$	$I_x = 7,0 \text{ cm}^4$
	$t = 9,52 \text{ mm}$	$F_y = 25,0 \text{ KN/cm}^2$
	$A_g = 13,63 \text{ cm}^2$	$F_u = 40,0 \text{ KN/cm}^2$
  
- Parafusos -  $\phi 3/4"$ 

ASTM A325

$\phi = 19 + 1,5 = 20,5 \text{ mm}$  (furo padrão)

$A_g = 2,83 \text{ cm}^2$

$F_y = 63,5 \text{ KN/cm}^2$

$F_u = 82,5 \text{ KN/cm}^2$
  
- Solda - { Eletrodo E70XX
 

{	$F_w = 48,5 \text{ KN/cm}^2$
	Compatível ao aço ASTM A36

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RURICA

DATA

SETOR

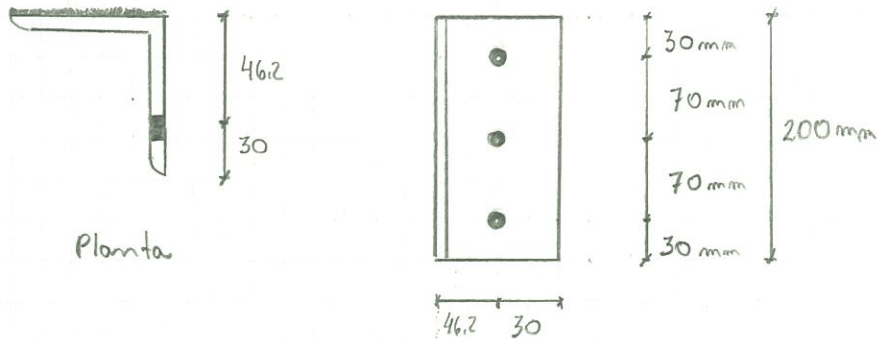
NOME

RURICA

DATA

SETOR

4.2 Detalhes da ligação:



4.3 Disposição Construtiva:

- Altura da Cantoneira:  $h = 200 \text{ mm} \gg 0.5d = 0.5 \times 305 = 152.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$
- Espessura da Cantoneira:  $t = 9.5 \text{ mm} \ll 16 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$
- Gabarito da Furação:  $46.2 \ll 65 \text{ mm} \Rightarrow$  excentricidade pode ser desconsiderada
- Furo Padrão:  $19 + 1.5 = 20.5 \text{ mm}$
- Distância entre Furos:
 
$$3d_b = 57 \text{ mm} \ll e_{ff} = 70 \text{ mm} \ll \begin{cases} 24 \times 5.6 = 134.4 \text{ mm} \\ 300 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow \text{OK}$$
- Distância entre Furo e Aba da Cantoneira:
 
$$46.2 - 9.5 = 36.7 \text{ mm} \gg 1.5d_b = 28.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$
- Distância dos Furos às bordas:
 
$$1.25d_b = 23.75 \ll e_{fb} = \begin{cases} 37 \text{ mm} \\ 65 \text{ mm} \end{cases} \ll \begin{cases} 12 \times 5.6 = 67.2 \text{ mm} \\ 150 \end{cases} \Rightarrow \text{OK}$$
- Componente do Recorte da Viga V2:
 
$$160 \text{ mm} \ll 2 \times d = 610 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RURICA

DATA

SETOR

NOME

RURICA

DATA

SETOR



- Altura do Recorte:

$$30\text{mm} < 0,2d = 0,2 \times 305 = 63\text{mm} \Rightarrow \text{OK}$$

- Dimensão Mínima da Renda do Filete:

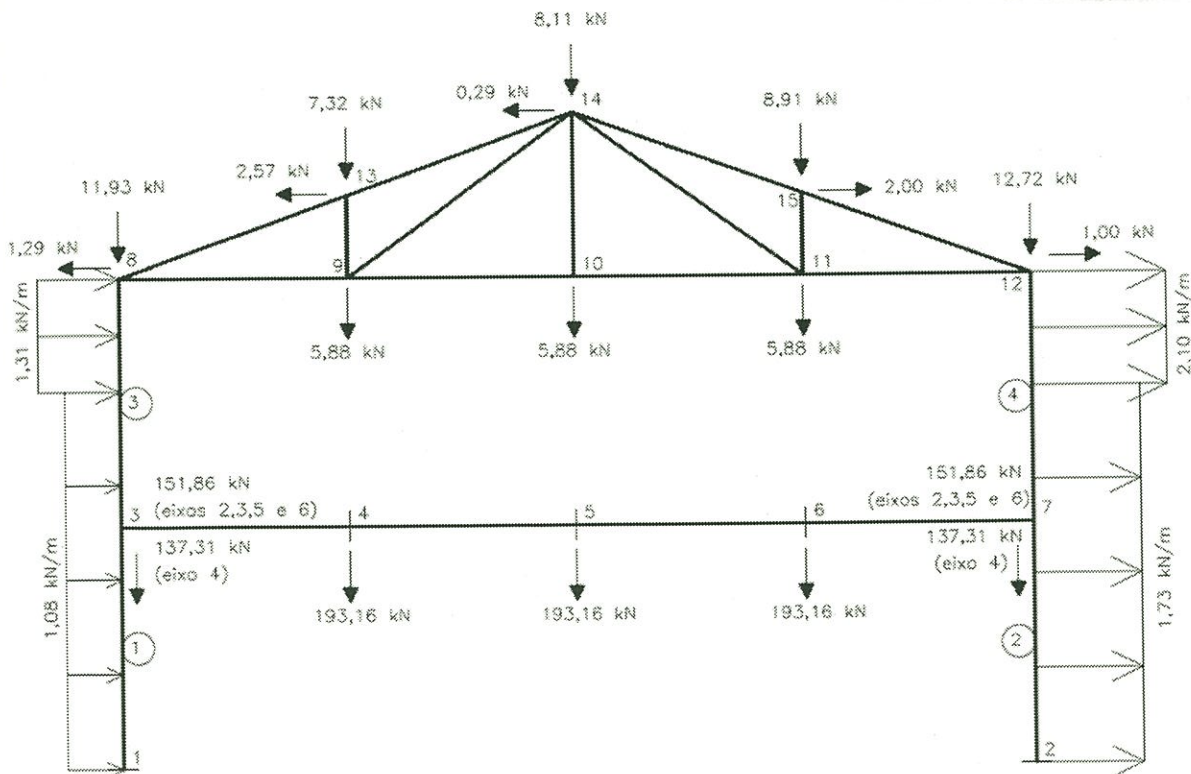
$$t_w = 5,6\text{mm} < 6,35 \Rightarrow d_w = 3,0\text{mm} < d_w = 5,0\text{mm} \Rightarrow \text{OK}$$

- Dimensão Máxima da Renda do Filete:

$$d_w = 5,0\text{mm} < t = 5,6\text{mm} \Rightarrow \text{OK}$$

4.4 Verificação dos Parafusos:

4.4.1 Esforços Solicitantes:



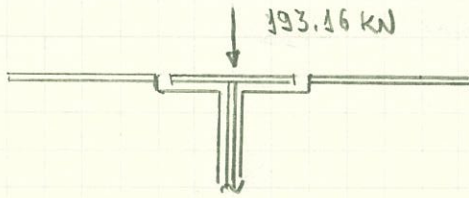
CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

\_\_\_\_\_  
NOME RURICA DATA SETOR

\_\_\_\_\_  
NOME RURICA DATA SETOR

### 4.4.2 Cisalhamento nos Parafusos:



$$F_{v, sd} = \frac{F_{sd}}{m_v} = \frac{193,16}{3} = 64,4 \text{ kN}$$

$$F_{v, rd} = \frac{0,4 \cdot m_s \cdot A_b \cdot f_{ub}}{\gamma_{Rz}} = \frac{0,4 \cdot 2,83 \cdot 2 \cdot 82,5}{1,35} = 138 \text{ kN}$$

$$F_{v, sd} = 64,4 \text{ kN} < F_{v, rd} = 138 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

### 4.4.3 Pressões de Contato:

↳ Alma da Viga:

$$F_{c, sd} = \frac{193,16}{3} = 64,4 \text{ kN}$$

$$F_{c, rd} \leq \left\{ \frac{1,2 \cdot l_f \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{Rz}} = \frac{1,2 \cdot 5,25 \cdot 0,5 \cdot 0,56 \cdot 45}{1,35} = 117,6 \text{ kN} \right.$$

$$\Rightarrow F_{c, rd} = 85,2 \text{ kN}$$

$$\left. \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{Rz}} = \frac{2,4 \cdot 1,9 \cdot 0,56 \cdot 45}{1,35} = 85,2 \text{ kN} \right\}$$

$$l_f = \frac{305}{2} - 70 - 30 = 52,5 \text{ mm}$$

$$F_{c, rd} = 85,2 \text{ kN} > F_{c, sd} = 64,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Cantoneira:

$$F_{c, sd} = \frac{1}{2} \cdot \frac{193,16}{3} = 32,2 \text{ kN}$$

$$F_{c, rd} \leq \left\{ \frac{1,2 \cdot l_f \cdot t \cdot f_u}{1,35} = \frac{1,2 \cdot 1,975 \cdot 0,95 \cdot 45}{1,35} = 75,05 \text{ kN} \right.$$

$$\left. \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t \cdot f_u}{1,35} = \frac{2,4 \cdot 1,9 \cdot 0,95 \cdot 45}{1,35} = 128 \text{ kN} \right\}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

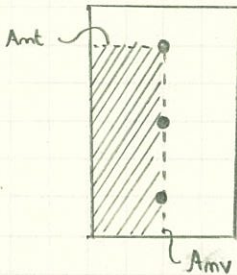


$$l_f \leq \begin{cases} 70 - 20,5 = 49,5 \text{ mm} \\ 30 - 10,25 = 19,75 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow l_f = 19,75 \text{ mm}$$

$$F_{c,rd} = 75,05 \text{ kN} > F_{c,sd} = 32,2 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

#### 4.5 Verificações das Cantoneiras

##### 4.5.1 Colapso por Rasgamentos:



$$F_{r,rd} = \frac{193,16}{2} = 96,58 \text{ kN}$$

$$A_{mt} = 0,95 \cdot (3,0 - 0,5 \cdot 20,5) = 1,88 \text{ cm}^2$$

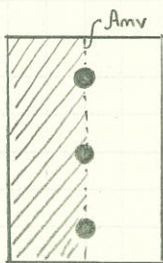
$$A_{mv} = 17 \cdot 0,95 - 2,5 (0,95 \cdot 2,05) = 11,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{gv} = 0,95 \cdot (200 - 30) = 16,15 \text{ cm}^2$$

$$F_{rd} \leq \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot f_u + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot f_u}{1,35} = \frac{0,6 \cdot 11,28 \cdot 40 + 1 \cdot 1,88 \cdot 40}{1,35} = 256 \text{ kN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{gv} \cdot f_y + C_{ts} \cdot A_{mt} \cdot f_u}{1,35} = \frac{0,6 \cdot 16,15 \cdot 25 + 1 \cdot 1,88 \cdot 40}{1,35} = 235 \text{ kN} \end{cases}$$

$$F_{sd} = 96,58 \text{ kN} < F_{rd} = 235 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

##### 4.5.2 Cisalhamentos:



$$F_{sd} = \frac{193,16}{2} = 96,58 \text{ kN}$$

$$A_{gv} = 0,95 \cdot 20 = 19 \text{ cm}^2$$

$$A_{mv} = 20 \cdot 0,95 - 3 (0,95 \cdot 2,05) = 13,2 \text{ cm}^2$$

$$F_{rd} \leq \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{gv} \cdot f_v}{\gamma_{a1}} = \frac{0,6 \cdot 19 \cdot 25}{1,3} = 259 \text{ kN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot f_u}{1,35} = \frac{0,6 \cdot 13,2 \cdot 40}{1,35} = 235 \text{ kN} \end{cases}$$

$$F_{sd} = 96,58 \text{ kN} < F_{rd} = 235 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

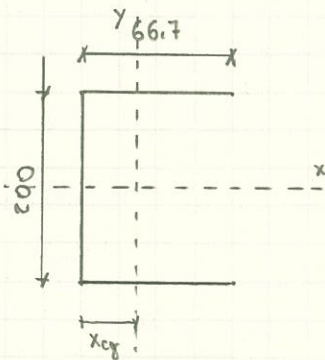
NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

### 4.6 Verificações da solda:



$$a_w = 0.7 \cdot 0.5 = 0.35 \text{ cm}^2$$

$$A_w = 0.35 \times (2 \times 6.67 + 20) = 11.70 \text{ cm}^2$$

$$x_{cg} = \frac{2 \times 3.33 \times (0.35 \times 6.67)}{2 \times (0.35 \times 6.67) + 20 \times 0.35} = 1.33 \text{ cm}$$

$$F_{x, \text{sd}} = 0 \quad F_{y, \text{sd}} = \frac{193.16}{4} = 48.29 \text{ KN}$$

$$M_{z, \text{sd}} = 48.3 \cdot (7.67 - 1.33) = 306 \text{ KN} \cdot \text{cm}$$

$$I_x = \frac{20^3 \times 0.35}{12} + 2 \times (6.67 \times 0.35) \cdot \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 700 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2 \times \left(\frac{0.35 \times 6.67^3}{12}\right) + 2 \times (6.67 \times 0.35) \left(\frac{6.67 - 1.33}{2}\right)^2 + (20 \times 0.35 \cdot 1.33^2) = 48.5 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_x + I_y = 748.5 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{w, x, \text{sd}} = \frac{F_{x, \text{sd}}}{A_w} + \left(\frac{M_{z, \text{sd}} \cdot y}{I_z}\right) = 0 + \frac{306 \cdot 10}{748.5} = 4.08 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{w, y, \text{sd}} = \frac{F_{y, \text{sd}}}{A_w} + \frac{M_{z, \text{sd}} \cdot x}{I_z} = \frac{48.29}{11.70} + \frac{306 \cdot 5.34}{748.5} = 6.31 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{w, \text{sd}} = \sqrt{\sigma_{w, x, \text{sd}}^2 + \sigma_{w, y, \text{sd}}^2} = 7.50 \text{ KN/cm}^2$$

### 4.6.1 Verificações do Metal Base

$$\sigma_{\text{MB}, \text{sd}} = 0.707 \sigma_{w, \text{sd}} = 0.707 \times 7.50 = 5.30 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{MB}, \text{rd}} = \frac{0.6 F_y}{\gamma_{a1}} = \frac{0.6 \cdot 25}{1.10} = 13.63 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{MB}, \text{sd}} = 5.30 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{\text{MB}, \text{rd}} = 13.63 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

### 4.6.2 Verificações do Metal das Soldas:

$$\sigma_{w, \text{rd}} = \frac{0.6 \cdot F_w}{\gamma_{a2}} = \frac{0.6 \times 48.5}{1.35} = 21.55 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{w, \text{sd}} = 7.50 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{w, \text{rd}} = 21.55 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

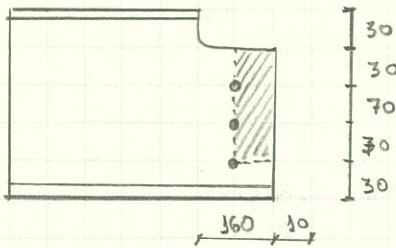


4.6.3 Ruptura na Região das Soldas:

$$t = 0,56 \text{ cm} \gg \frac{2,25 \times m \times a_w \times F_{w, \text{res. sold}}}{m \times F_u} = 0,26 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

4.7 Verificações da Viga Suportada:

4.7.1 Colapso por Rasgamento:



$$F_{sd} = \frac{193,16}{2} = 98,58 \text{ KN}$$

$$A_{gv} = 0,56 (2 \times 70 + 3) = 9,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{mr} = 9,52 - 2,5 (2,05 \cdot 0,56) = 6,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{nt} = 0,56 (3,62 - 0,5 \cdot 2,05) = 1,45 \text{ cm}^2$$

$$F_{rd} \ll \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot F_u + C_{ts} \cdot A_{nt} \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{0,6 \cdot 6,65 \cdot 45 + 1 \cdot 1,45 \cdot 45}{1,35} = 181,3 \text{ KN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{gv} \cdot F_y + C_{ts} \cdot A_{nt} \cdot F_u}{\gamma_{a2}} = \frac{0,6 \cdot 9,52 \cdot 34,5 + 1 \cdot 1,45 \cdot 45}{1,35} = 194,3 \text{ KN} \end{cases}$$

$$F_{sd} = 98,58 \text{ KN} < F_{rd} = 194,3 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

4.7.2 Cisalhamento

$$F_{sd} = 98,58 \text{ KN}$$

$$A_{gv} = 0,56 \cdot (30,5 - 3) = 15,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{mv} = 15,4 \text{ cm}^2 - 3 (0,56 \cdot 2,05) = 12 \text{ cm}^2$$

$$F_{rd} \ll \begin{cases} \frac{0,6 \cdot A_{gv} \cdot F_y}{\gamma_{a3}} = \frac{0,6 \cdot 15,4 \cdot 34,5}{1,10} = 290 \text{ KN} \\ \frac{0,6 \cdot A_{mv} \cdot F_u}{\gamma_{a3}} = \frac{0,6 \cdot 12 \cdot 45}{1,10} = 294,5 \text{ KN} \end{cases}$$

$$F_{sd} = 98,58 \text{ KN} < F_{rd} = 290 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

## (4.7.2) Flexão:

$$M_{sd} = 17 \text{ cm} \cdot 98,58 = 1676 \text{ KN} \cdot \text{cm}$$

$$\lambda = \frac{l_b}{r_y} = \frac{8,0}{0,16} = 50$$

$$I_y = \frac{27,5 \times 0,56^3}{12} = 0,40 \text{ cm}^4$$

$$A = 0,56 \times 27,5 = 15,4 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{0,4}{15,4}} = 0,16 \text{ cm}$$

$$J = \frac{h \cdot t^3}{3} = \frac{27,5 \cdot 0,56^3}{3} = 1,60 \text{ cm}^4$$

$$M_{pl} = f_y \cdot Z_x = 34,5 \cdot 105,875 = 3652,7 \text{ KN} \cdot \text{cm}$$

$$Z_x = \frac{t \cdot h^2}{4} = \frac{0,56 \cdot 27,5^2}{4} = 105,875 \text{ cm}^3$$

$$\lambda_p = \frac{0,33 \cdot E}{M_{pl}} \sqrt{J \cdot A} = \frac{0,33 \cdot 20000}{3652,7} \sqrt{1,6 \cdot 15,4} = 3,53$$

$$W_{lx} = \frac{t \cdot h^2}{6} = \frac{0,56 \cdot 27,5^2}{6} = 70,58 \text{ cm}^3$$

$$M_{lx} = f_y \cdot W_{lx} = 34,5 \cdot 70,58 \text{ cm}^3 = 2435 \text{ KN} \cdot \text{cm}$$

$$\lambda_n = \frac{2E}{M_{lx}} \sqrt{J \cdot A} = \frac{2 \cdot 20000}{2435} \sqrt{1,6 \cdot 15,4} = 81,5$$

$$\lambda_p = 3,53 < \lambda = 50 < \lambda_n = 81,5 \Rightarrow M_{ed} = \frac{C_b}{\gamma_{01}} \left[ M_{pl} \cdot (M_{pl} - M_{lx}) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_n - \lambda_p} \right] \leq \frac{M_{pl}}{\gamma_{01}}$$

$$M_{ed} = \frac{1}{1,10} \left[ 3652,7 - (3652,7 - 2435) \left( \frac{50 - 3,53}{81,5 - 3,53} \right) \right] \leq \frac{3652,7}{1,1}$$

$$M_{ed} = 2663 \text{ KN} \cdot \text{cm} \leq \frac{3652,7}{1,10} = 3321 \text{ KN} \cdot \text{cm}$$

$$M_{sd} = 1676 \text{ KN} \cdot \text{cm} < M_{ed} = 2663 \text{ KN} \cdot \text{cm} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

4.7.3 Flexão e Esforços Combinados:

$$\sigma_x = \frac{M_{sd}}{Z} = \frac{1676}{105,875} = 15,9 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma = \frac{F_{sd}}{A} = \frac{98,58}{15,40} = 6,40 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} = \sqrt{15,9^2 + 3 \cdot 6,40^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{a1}}$$

$$19,38 \text{ KN/cm}^2 \leq \frac{39,5}{1,10} = 35,90 \text{ KN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

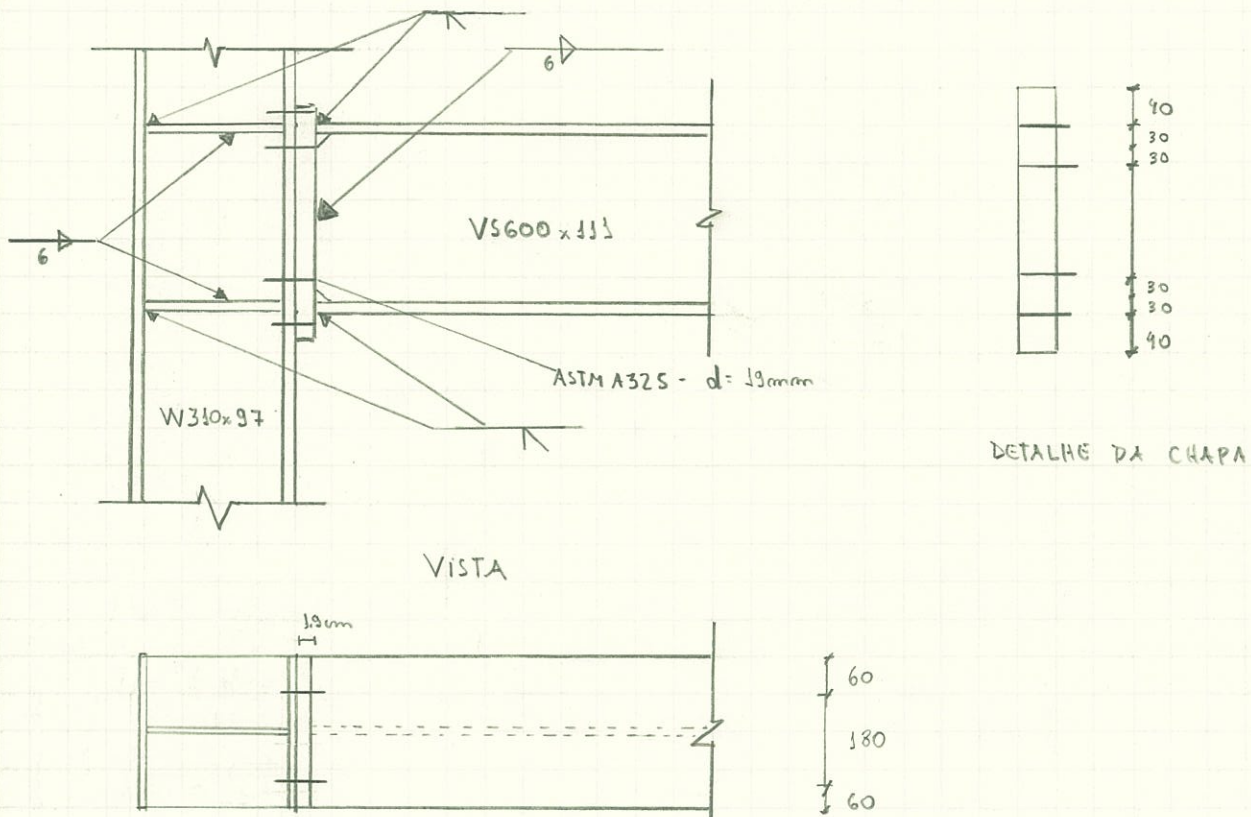
RUBRICA

DATA

SETOR



### 5) Cálculo da ligação Rígida entre Viga VPI e Pilar



#### 5.1) Dados dos Elementos Construtivos

- VPI: VS 600 x 111

$d = 600 \text{ mm}$	$A_g = 191,40 \text{ cm}^2$
$b_f = 300 \text{ mm}$	$I_x = 94091 \text{ cm}^4$
$t_w = 8,0 \text{ mm}$	$F_y = 30 \text{ KN/cm}^2$
$t_f = 16,0 \text{ mm}$	$F_u = 40 \text{ KN/cm}^2$

- Pilar: W 340 x 97

$d = 308 \text{ mm}$	$A_g = 123,60 \text{ cm}^2$
$b_f = 305 \text{ mm}$	$I_x = 22284 \text{ cm}^4$
$t_w = 9,9 \text{ mm}$	$F_y = 34,5 \text{ KN/cm}^2$
$t_f = 15,4 \text{ mm}$	$F_u = 45 \text{ KN/cm}^2$

- Parafusos  $\phi 3/4"$

$\phi = 19 \text{ mm}$	$F_y = 63,5 \text{ KN/cm}^2$
$A_g = 2,83 \text{ cm}^2$	$F_u = 82,5 \text{ KN/cm}^2$

- Solda

Eléctrodo E70XX
$f_w = 48,5 \text{ KN/cm}^2$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

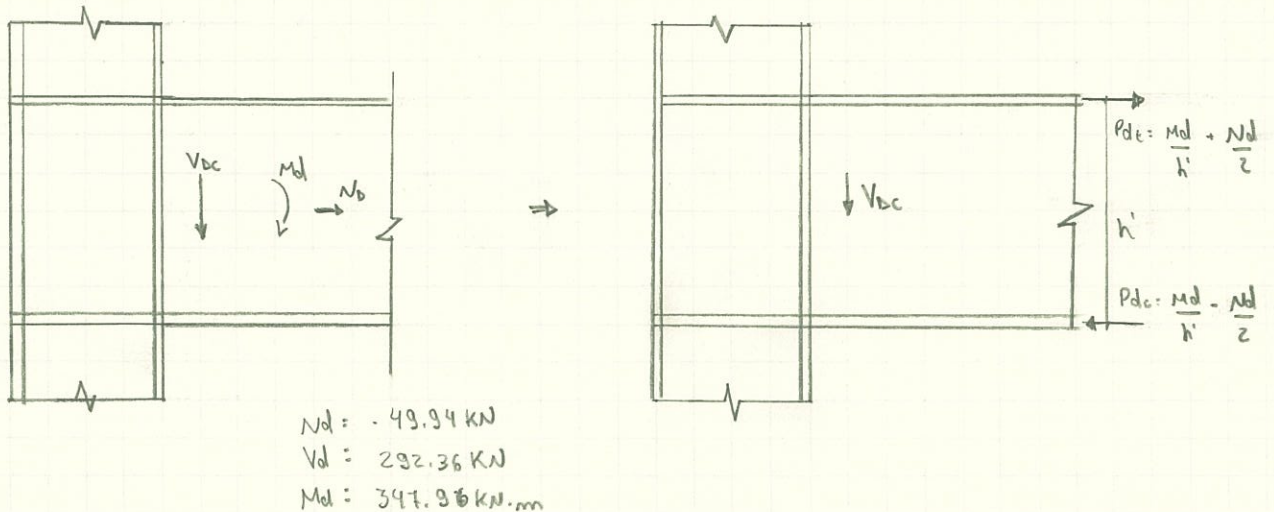
DATA

SETOR

### 5.2 Disposição Construtiva:

- Dimensão mínima da perna do filete da solda do enrijecedor com a alma do pilar:  $6.35 \leq t = 9.9 \text{ mm} \leq 12.5 \Rightarrow d_w = 6.0 \text{ mm} \gg 5.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$
- Dimensão mínima da perna do filete da solda da chapas de extremidade com a alma da viga:  $6.0 \text{ mm} \gg \frac{5}{8} t = \frac{5}{8} \cdot 8 = 5.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$
- Furo Padrão:  $d_f = 19 + 1.5 = 20.5 \text{ mm}$
- Distância entre Furos:  $3d_b = 3 \times 19 = 57 \text{ mm} \leq e_f = 180 \text{ mm} \leq \begin{cases} 24 \times 19 = 456 \text{ mm} \\ 300 \text{ mm} \end{cases}$
- Distância entre Furos e Mesa da Viga:  $30 \text{ mm} \gg 1.5 d_b = 1.5 \cdot 19 = 28.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$
- Distância entre Furos e alma do Pilar:  $\frac{180 - 9.9}{2} = 85 \text{ mm} \gg 1.5 d_b = 28.5 \Rightarrow \text{OK}$
- Distância entre Furos às bordas:  $1.25 d_b = 1.25 \cdot 19 = 23.75 \text{ mm} \leq e_{fb} = 40 \text{ mm} \leq \begin{cases} 12 \times 19 = 228 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$

### 5.3 Verificações das Mesas e alma da viga (concentrações de Esforços)



CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



## 5.3.1 Mesas

$$P_{dc} = \frac{M_d}{h'} + \frac{N_d}{2} = \frac{34796}{58.4} + \frac{49.94}{2} = 620 \text{ KN}$$

$$P_{dc} = 620 \text{ KN} \leq F_{rd} = \frac{A_{ms} \cdot f_y}{\gamma_{a2}} = \frac{(30 \times 1.6) \cdot 30}{1.1} = 1309 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

$$P_{dc} = \frac{M_d}{h'} - \frac{N_d}{2} = \frac{34796}{58.4} - \frac{49.94}{2} = 573 \text{ KN}$$

$$\lambda_s = \frac{b_f / 2}{t_f} = \frac{300/2}{16} = 9.38 < 0.84 \sqrt{\frac{E K_c}{f_y}} = 0.64 \sqrt{\frac{20000 \cdot 0.47}{30}} = 11.3 \Rightarrow \lambda_s = 1.0$$

$$K_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = \frac{4}{\sqrt{568/8}} = 0.47$$

$\lambda_s = 1.0 \rightarrow$  a alma restringe o flambagem global da mesa

$$F_{rd} = \lambda_s \cdot Q_s \cdot \frac{A_{ms} \cdot f_y}{\gamma_{a2}} = 1309 \text{ KN}$$

$$P_{dc} = 573 \text{ KN} < F_{rd} = 1309 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

## 5.3.2 Alma com Recorte

$$V_{sd} = 292.36 \text{ KN}$$

$$V_{rd} = \frac{0.6 \cdot A_w \cdot f_y}{\gamma_{a2}} = \frac{0.6 \cdot [(56.8 - 2 \times 2) \cdot 0.8] \cdot 30}{1.10} = 681.2 \text{ KN}$$

$$V_{sd} = 292.36 < V_{rd} = 681.2 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

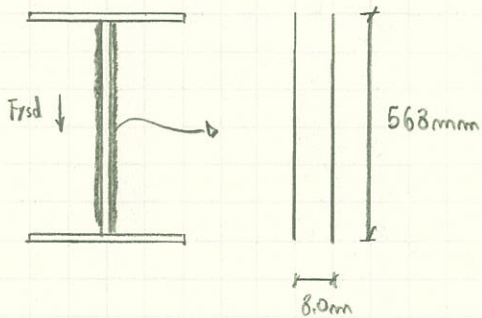
NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

## 5.4 Verificações das soldas:



↳ Tensão de Cisalhamento:

$$\tau_{w, r, sd} = \frac{F_{x, rd}}{A_w} = \frac{292.36}{47.71} = 6.12 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_{w, sd} = \sqrt{\tau_{w, x, sd}^2 + \tau_{w, r, sd}^2} = 6.12 \text{ KN/cm}^2$$

$$a_w = 0.707 \cdot 0.6 = 0.42 \text{ cm} \quad l_w = 56.8 \text{ cm}$$

↳ Tensão Normal

$$P_{de} = 620 \text{ KN}$$

$$\sigma_{w, sd} = \frac{620}{30 \times 1.6} \times \frac{56.8 - 2 \times 2}{58.4} = 11.7 \text{ KN/cm}^2$$

↳ Verificações do Metal Base:

$$\tau_{MB, sd} = 0.707 \cdot \tau_{w, sd} = 0.707 \cdot 6.12 = 4.3 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_{MB, rd} = \frac{0.6 \cdot f_y}{1.1} = \frac{0.6 \cdot 30}{1.1} = 16.36 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_{MB, sd} = 4.30 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{MB, rd} = 16.36 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{MB, sd} = 0.707 \cdot 11.70 = 8.30 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{MB, sd} = 8.30 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{MB, rd} = 16.36 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

$$\sqrt{\sigma_{MB}^2 + \tau_{MB}^2} = \sqrt{8.30^2 + 4.3^2} = 9.34 \text{ KN/cm}^2 \ll 16.36 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

↳ Verificação do Metal da Solda:

$$\sigma_{w, sd} = 6.12 \text{ KN/lcm}^2 \ll \sigma_{w, rd} = \frac{0.6 \cdot F_w}{\gamma_{a2}} = \frac{0.6 \cdot 48.5}{1.35} = 21.55 \text{ KN/lcm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma'_{w, sd} = 11.70 \text{ KN/lcm}^2 \ll \sigma_{w, rd} = 21.55 \text{ KN/lcm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

$$\sqrt{\sigma_{w, sd}^2 + \sigma'_{w, sd}^2} = \sqrt{6.12^2 + 11.70^2} = 13.20 \text{ KN/lcm}^2 \ll \sigma_{w, rd} = 21.55 \text{ KN/lcm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Ruptura na Região das Soldas:

- Na alma da Viga:

$$t = 0.8 \text{ cm} \gg \frac{2.25 \cdot m \cdot a_w \cdot F_{w, m, sd}}{m \cdot F_u} = \frac{2.25 \cdot 2 \cdot 0.42 \cdot 13.20}{1 \cdot 40} = 0.62 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

- Na Chapa de Extremidade:

$$t = 1.9 \text{ cm} \gg \frac{2.25 \cdot m \cdot a_w \cdot F_{w, m, sd}}{m \cdot F_u} = \frac{2.25 \cdot 2 \cdot 0.42 \cdot 13.20}{2 \cdot 40} = 0.31 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

5.5 Verificações dos Parafusos e Chapas de Ligações:

5.5.1 Escalhamento nos Parafusos (apenas parafusos comprimidos)

$$F_{v, sd} = \frac{292.36}{4} = 73.10 \text{ KN}$$

$$F_{v, rd} = \frac{0.4 \cdot m_s \cdot F_{ub}}{\gamma_{a2}} = \frac{0.4 \cdot 1 \cdot 2.83 \cdot 82.5}{1.35} = 69.30 \text{ KN}$$

$$F_{v, sd} = 73.10 \text{ KN} > F_{v, rd} = 69.30 \text{ KN} \Rightarrow \text{Não OK}$$

O esalhamento deverá ser distribuído em todos os parafusos, e no lado tração, os parafusos serão verificados ao esalhamento e à compressão

$$F_{v, sd} = \frac{292.36}{8} = 36.5 \text{ KN}$$

$$F_{v, rd} = 69.30 \text{ KN}$$

$$F_{v, sd} = 36.5 < 69.30 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



**5.5.2** Pressão do Contato na Chapa de Extremidade:

$F_{c,sd} = 36.5 \text{ KN}$

$l_t \leq \begin{cases} 30 + 30 + 1.6 = 20.5 = 55.5 \text{ mm} \\ 40 - 10.50 = 29.75 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow l_t = 29.75 \text{ mm}$

$F_{c,rd} \leq \begin{cases} \frac{1.2 \times l_t \times t \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{1.2 \times 29.8 \times 1.9 \times 40}{1.35} = 203.30 \text{ KN} \\ \frac{2.4 \times d_b \times t \times f_u}{\gamma_{a2}} = \frac{2.4 \times 1.9 \times 1.9 \times 40}{1.35} = 256.70 \text{ KN} \end{cases}$

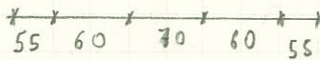
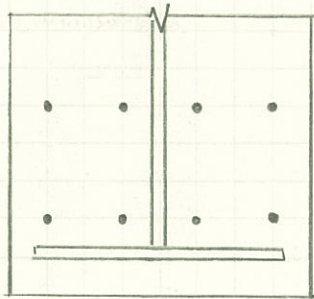
$F_{c,sd} = 36.5 \text{ KN} < F_{c,rd} = 203.30 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$

**5.5.3** Tração nos Parafusos:

$F_{t,sd} = \frac{F_{sd}}{m_t} = \frac{620}{4} = 155 \text{ KN}$

$F_{t,rd} = \frac{\phi_a \cdot A_b \cdot f_{ub}}{\gamma_{a2}} = \frac{0.67 \cdot 0.75 \cdot 2.33 \cdot 82.5}{1.35} = 87.20 \text{ KN}$

↳ Prever mais 4 parafusos na região de Tração:



↳ dist entre furos:  $57 \text{ mm} < 60 < 300 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$

↳ dist entre furos e alma do pilar

$\frac{70 - 9.9}{2} = 30 \text{ mm} > 28.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$

$F_{t,sd} = \frac{F_{sd}}{m_t} = \frac{620}{8} = 77.5 \text{ KN}$

$F_{t,sd} = 77.5 \text{ KN} < F_{t,rd} = 87.20 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$

CALCULADO POR:

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

### 5.5.4) Efeitos Alavanca:

$$a = 5,5 \text{ cm} > b = 3,0 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

$$M_{sd} = F_{t,sd} \cdot b = 77,5 \text{ kN} \cdot 3,0 = 232,5 \text{ kN}\cdot\text{cm}$$

$$M_{rd} = \frac{M_{ed}}{\gamma_{M1}} = \frac{pE^2}{4\%} \cdot f_y = \frac{7,9 \cdot 1,9^2 \cdot 30}{4 \cdot 1,10} = 194,44 \text{ kN}\cdot\text{cm}$$

$$\hookrightarrow M_{sd} = 232,5 \text{ kN}\cdot\text{cm} > M_{rd} = 194,5 \text{ kN}\cdot\text{cm} \Rightarrow \text{n\~ao OK}$$

$\hookrightarrow$  aumentar a chapa de extremidade para 7/8"

$$M_{rd} = \frac{pE^2}{4\%} \cdot f_y = \frac{7,9 \cdot 2,22^2 \cdot 30}{4 \cdot 1,10} = 265 \text{ kN}\cdot\text{cm}$$

$$M_{sd} = 232,50 \text{ kN}\cdot\text{cm} < M_{rd} = 265 \text{ kN}\cdot\text{cm} \Rightarrow \text{OK}$$

### 5.5.5) Tração e Cisalhamento:

$$\left( \frac{F_{t,sd}}{F_{t,rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{c,sd}}{F_{c,rd}} \right)^2 = \left( \frac{77,5}{87,2} \right)^2 + \left( \frac{36,5}{69,30} \right)^2 = 1,15 > 1,0 \Rightarrow \text{n\~ao OK}$$

$\hookrightarrow$  aumentar o  $\phi$  do parafuso para 7/8"

### 5.6) Verificação do Pilar

#### 5.6.1) Constante na Alma do Pilar:

$$V_{sd} = P_{dc} + V_{sdp} = 620 + 92,83 = 712,83 \text{ kN}$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{27,72}{0,99} = 28$$

$$\frac{a}{h} = \frac{568}{2772} = 2,05 \left\{ \begin{array}{l} 3 \\ \left[ \frac{260}{h/t_w} \right]^2 = 86 \end{array} \right.$$

$$k_v = 5 + \frac{5}{2,05^2} = 6,19$$

$$d_p = 1,10 \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 1,10 \sqrt{\frac{6,19 \cdot 20000}{34,5}} = 60$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



$$d = 28 < d_p = 60 \Rightarrow V_{rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{s1}}$$

$$V_{pl} = 0.6 \cdot A_w \cdot f_y = 0.60 \cdot 27.72 \cdot 0.99 \cdot 34.5 = 568 \text{ KN}$$

$$V_{rd} = \frac{568}{1.10} = 516 \text{ KN}$$

$$V_{sd} = 713 \text{ KN} > V_{rd} = 516 \text{ KN} \Rightarrow \text{Não OK}$$

↳ Pilar necessita ser reforçado.

5.7) Enrijecedores:

5.7.1) Cisalhamentos:

$$F_{sd} = \frac{620}{2} = 310 \text{ KN}$$

$$F_{rd} < \begin{cases} \frac{0.6 \cdot A_{gv} \cdot f_y}{\gamma_{s1}} = \frac{0.6 \cdot 44.35 \cdot 25}{1.10} = 604 \text{ KN} \\ \frac{0.6 \cdot A_{mv} \cdot f_u}{1.35} = \frac{0.6 \cdot 37.95 \cdot 40}{1.35} = 674.7 \text{ KN} \end{cases}$$

$$A_{gv} = 1.6 \cdot 27.72 = 44.35 \text{ cm}^2$$

$$A_{mv} = 44.35 - 2(1.6 \times 2) = 37.95 \text{ cm}^2$$

$$F_{rd} = 604 \text{ KN} > F_{sd} = 310 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

5.7.2) Solda

$$\sigma_{w, sd} = \frac{310}{1.6 \cdot (27.72 - 2 \times 2)} = 8.17 \text{ KN/cm}^2$$

$$a_w = 0.707 \cdot 0.6 = 0.42 \text{ cm}$$

↳ Metal Base:

$$\sigma_{MB, sd} = 0.707 \cdot \sigma_{w, sd} = 0.707 \cdot 8.17 = 5.77 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{MB, Rd} = \frac{0.6 \cdot f_y}{\gamma_s} = \frac{0.60 \cdot 34.5}{1.10} = 18.8 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{MB, sd} = 5.77 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{MB, Rd} = 18.8 \text{ KN/cm}^2$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

↳ Metal da solda:

$$B_{w, sd} = 8,17 \text{ KN/cm}^2$$

$$B_{w, rd} = \frac{0,6 \cdot F_w}{\gamma_{a2}} = \frac{0,6 \cdot 48,5}{1,35} = 21,55 \text{ KN/cm}^2$$

$$B_{w, sd} = 8,17 \text{ KN/cm}^2 < B_{w, rd} = 21,55 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Ruptura na região das soldas:

• No Esmigalhadas:

$$t = 1,6 \text{ cm} \gg \frac{2,25 \cdot m \cdot a_w \cdot f_{w, res, sd}}{m \cdot f_u} = \frac{2,25 \cdot 2 \cdot 0,42 \cdot 8,17}{1 \cdot 40} = 0,38 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

• Na Alma do Pilar:

$$t = 1,6 \gg \frac{2,25 \cdot m \cdot a_w \cdot f_{w, res, sd}}{m \cdot f_u} = \frac{2,25 \cdot 2 \cdot 0,42 \cdot 8,17}{2 \cdot 40} = 0,19 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

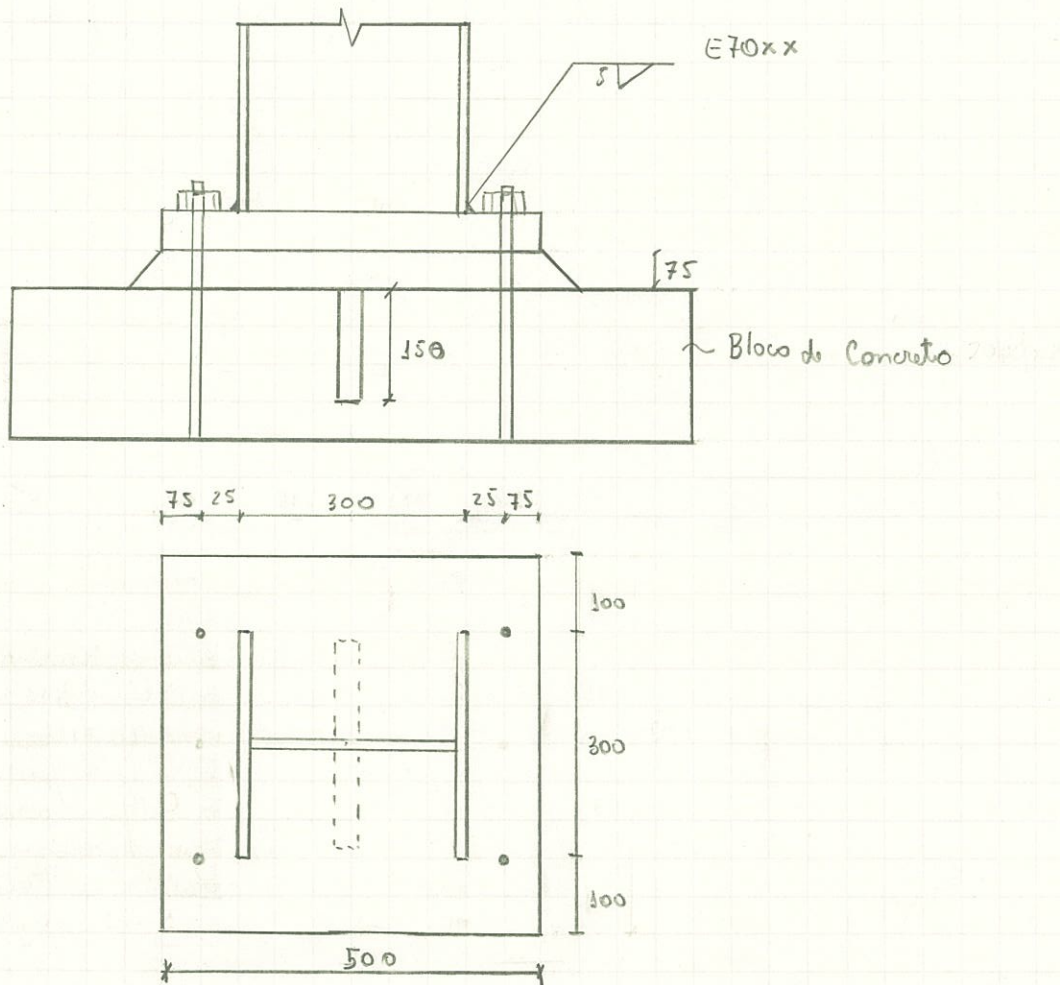
NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

## ⑥ Bases dos Pilares:



### ⑥.1 Dados dos Elementos Construtivos:

- Pilar: W 310 x 97

$d = 308 \text{ mm}$	$A_g = 123.60 \text{ cm}^2$
$b_f = 305 \text{ mm}$	$I_x = 222.84 \text{ cm}^4$
$t_w = 9.9 \text{ mm}$	$F_y = 34.5 \text{ KN/cm}^2$
$t_f = 15.4 \text{ mm}$	$F_u = 45.0 \text{ KN/cm}^2$

- Chumbadores:

$d_{ch} = 37.5 \text{ mm}$
$F_y = 25 \text{ KN/cm}^2$
$F_u = 40 \text{ KN/cm}^2$

- Concreto:  $F_{ck} = 20 \text{ MPa}$

- Barra de Alinhamento e Chapa de base

$\varnothing = 37.5 \text{ mm}$
$F_y = 25 \text{ KN/cm}^2$
$F_u = 40 \text{ KN/cm}^2$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



### 6.2 Ação de Cálculo:

↳ Reação na Base:

$$\begin{cases} N_{sd} = 478,34 \text{ kN} \\ V_{sd} = 307,39 \text{ kN} \\ M_{sd} = 322,09 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{cases}$$

### 6.3 Disposição Construtivas:

↳ Base:

$$\begin{cases} h_z = 250 \text{ mm} & \text{Anelada Especial } 90 \times 90 \text{ mm} & e = 12,5 \text{ mm} \\ r_1 = 275 \text{ mm} & \text{Anelada comum} & e = 4,0 \text{ mm} \\ r_2 = 70 \text{ mm} & \text{Enchimento: } a_g = 75 \text{ mm} & \rightarrow f_{ck} = 1,5 \times 20 = 30 \text{ MPa} \\ d_f = 60 \text{ mm} \end{cases}$$

↳ Bloco de Fundação:  $f_{ck} = 20 \text{ MPa} \geq 20 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

↳ Placa:

$$\begin{cases} d = 308 \text{ mm} \ll H = 500 \text{ mm} \ll d + 4a_1 = 308 + 4 \cdot 75 = 608 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK} \\ b_f = 305 \text{ mm} \ll B = 500 \text{ mm} \ll b_f + 4a_1 = 305 + 4 \cdot 75 = 608 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK} \\ e = 37,5 \text{ mm} \gg 19 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK} \end{cases}$$

↳ Distância entre centros do Furo e Borda:

$$2d_{ch} = 75 \text{ mm} \ll a_1 = 75 \text{ mm} \ll 2,5 d_{ch} = 93,75 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Distância entre centros dos Furos:

$$a_2 = 300 \text{ mm} \gg 4d_{ch} = 150 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$

↳  $m_t = 2,0 \geq 2,0$  chumbadores de cada lado da placa

↳ Diâmetro do chumbador:  $19 \text{ mm} \ll d_{ch} = 37,5 \text{ mm} \ll 50 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$

↳ Altura da Barra de Enclavamento:  $h_{bc} = 150 \text{ mm} \gg 2a_g \Rightarrow \text{OK}$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

6.4) Esforços Solicitados na Base:

$$e = \frac{|M_{sd}|}{|N_{c,sd}|} = \frac{122,09 \text{ KN.m}}{478,34 \text{ KN}} = 0,26 \text{ m} = 26 \text{ cm}$$

$$e_{at} = \frac{1}{2} \left( H - \frac{N_{c,sd}}{B \cdot \sigma_{c,rd}} \right) = \left( 50,0 \cdot \frac{478,34}{50 \cdot 1,02} \right) \cdot \frac{1}{2} = 20,3 \text{ cm} \geq 0 \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{c,rd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{c,km}} \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \frac{2,0}{1,4 \cdot 1,4} \cdot 1 = 1,02 \text{ KN/cm}^2$$

$$e = 26,0 \text{ cm} > e_{at} = 20,30 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

$$\Delta = \left( h_t + \frac{H}{2} \right)^2 - \left( \frac{2 \cdot N_{c,sd} (e + h_t)}{B \cdot \sigma_{c,rd}} \right) = \left( 17,5 + \frac{50}{2} \right)^2 - \left( \frac{2 \cdot 478,34 (26 + 17,5)}{50 \cdot 1,02} \right)$$

$$\Delta = 990,25 \rightarrow \Delta > 0$$

$$Y = h_t + \frac{H}{2} - \sqrt{\Delta} = 17,5 + \frac{50}{2} - \sqrt{990,25} = 11,03 \text{ cm}$$

$$P_{t,sd} = \sigma_{c,rd} (Y \cdot B) - N_{c,sd} = 1,02 (11,03 \cdot 50) - 478,34 = 84,3 \text{ KN}$$

$$\sigma_{c,sd} = \frac{N_{c,sd} + P_{t,sd}}{Y \cdot B} = \frac{478,34 + 84,30}{11,03 \cdot 50} = 1,02 \text{ KN/cm}^2$$

↳ Esforços Horizontais:

$$V_{at} = 0,70 \cdot \mu \cdot N_{c,sd} = 0,70 \cdot 0,55 \cdot 478,34 = 184,2 \text{ KN}$$

6.5

$$V_{ob,sd} = V_{sd} - V_{at} = 107,39 - 184,2 \text{ KN} < 0 \rightarrow \text{atrito absorve todos o}$$

esforço e a barra de enclavamento pode ser dispensada

6.5) Verificações do Concreto:

$$\sigma_{c,sd} = 1,02 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{c,rd} = 1,02 \text{ KN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$\sigma_{bc,sd} = 0 < \sigma_{c,rd} = 1,02 \text{ KN/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



### 6.6 Verificações dos Chumbadores:

$$P_{t, sd} = 84,30 \text{ KN}$$

↳ Escoramento da Legião Bruta:

$$P_{t, esc, Rd} = \frac{m_t \cdot A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}} = \frac{2 \cdot 11,04 \cdot 25}{1,10} = 502 \text{ KN}$$

$$P_{t, sd} = 84,30 < P_{t, esc, Rd} = 502 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Ruptura da Legião Rosqueada:

$$P_{t, rup, Rd} = \frac{m_t \cdot A_g \cdot f_{u2}}{\gamma_{a2}} = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot 11,04 \cdot 40}{1,35} = 490 \text{ KN}$$

$$P_{t, sd} = 84,30 \text{ KN} < P_{t, rup, Rd} = 490 \text{ KN} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Resistência do Concreto ao Arrancamento:

$$P_{t, ac, Rd} = \frac{15 \cdot m_t \cdot A_g \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{15 \cdot 2 \cdot 11,04 \cdot 2,0}{1,40} = 473,1 \text{ KN}$$

$$P_{t, sd} = 84,30 \text{ KN} < P_{t, ac, Rd} = 473 \text{ KN}$$

↳ Ruptura do Concreto:

$$P_{t, rc, Rd} = \frac{0,08 \cdot A_{nc} \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c \cdot h_a^{1/3}} =$$

• Adota-se o comprimento de ancoragem mínimo =  $h_a = 45 \text{ cm}$

$$45 \text{ cm} > 12d_{ch} = 12 \cdot 37,5 = 45 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

• Verificações das Dimensões do Bloco (120 x 120 x 120)

$$H_b = 120 \text{ cm} > \begin{cases} H \sqrt{\frac{A_z}{A_s}} = 50 \text{ cm} \\ H + 11d_{ch} = 50 + 11 \cdot 37,5 = 91,25 \end{cases} \Rightarrow \text{OK}$$

$$A_b = 120 \text{ cm} > \begin{cases} h_a + 20 \text{ cm} = 75 \text{ cm} \\ H_b = 120 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \text{OK}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

$$C_1 \leq \begin{cases} \frac{H_b - h_t}{2} = \frac{120 - 17,5}{2} = 42,50 \text{ cm} \\ 1,5 \cdot h_{ac} = 1,5 \cdot 45 = 67,5 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow C_1 = 42,50 \text{ cm}$$

$$C_2 \leq \begin{cases} \frac{B_b - B + 2a_1}{2} = \frac{120 - 50 + 2 \cdot 9,0}{2} = 44 \text{ cm} \\ 1,5 \cdot h_{ac} = 1,5 \cdot 45 = 67,5 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow C_2 = 44 \text{ cm}$$

$$C_3 \leq \begin{cases} h_t = 17,5 \text{ cm} \\ 1,5 \cdot h_{ac} = 67,5 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow C_3 = 17,5 \text{ cm}$$

$$C_4 \leq \begin{cases} a_2 = 30 \text{ cm} \\ 3,0 \cdot h_{ac} = 135 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow C_4 = 30 \text{ cm}$$

$$A_{nc} = 2 \cdot \left( C_2 + \frac{C_4}{2} \right) (C_1 + C_3) + (m - 2) \cdot C_4 (C_1 + C_3)$$

$$A_{nc} = 2 \left( 44 + \frac{30}{2} \right) (42,5 + 17,5) = 7080 \text{ cm}^2$$

$$P_{t.nc.Rd} = \frac{0,08 \cdot 7080 \sqrt{2,0}}{1,4 \cdot 45^{1/3}} = 160,85 \text{ kN}$$

$$P_{t.sd} = 84,30 \text{ kN} < P_{t.nc.Rd} = 160,85 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

### 6.7 Verificações da Placa de Base

$$M_{pb.Rd} = \frac{t^2 \cdot f_y}{4 \cdot \gamma_{as}} = \frac{3,75^2 \cdot 25}{4 \cdot 1,10} = 80 \text{ kN} \cdot \text{cm} / \text{cm}$$

↳ Esforços aplicados por meio da compressão no concreto:

$$m \gg \begin{cases} m_1 = \frac{H - 0,95d}{2} = \frac{50 - 0,95 \cdot 30,8}{2} = 10,37 \text{ cm} \\ m_2 = \frac{B - 0,8b_f}{2} = \frac{50 - 0,8 \cdot 30,5}{2} = 12,80 \text{ cm} \\ m_3 = \frac{\sqrt{d \cdot b_f}}{4} = \frac{\sqrt{50 \cdot 50}}{4} = 12,5 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow m = 12,80 \text{ cm}$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



$$m_d = 10,37 \text{ cm} < \gamma = 11,04 < 4a_1 = 36$$

$$m = m_1 = 10,37 \text{ cm}$$

$$M_{pb,c, sd} = \sigma_{c, sd} \cdot \frac{m^2}{2} = 1,02 \cdot \frac{10,37^2}{2} = 54,84 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm}$$

$$M_{pb,c, sd} = 54,90 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm} < M_{pb,c, Rd} = 80 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm} \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Esforços Aplicados pelo arrancamento dos chumbadores:

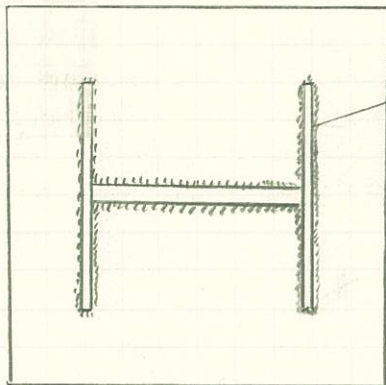
$$\sum p_i = m_t (2a_1 + d_{ch}) = 2 (2,9 + 3,75) = 43,50 \text{ cm} < B = 50 \text{ cm}$$

$$\hookrightarrow \sum p_i = 43,50 \text{ cm}$$

$$M_{pb, ar, sd} = \frac{P_{t, sd} \cdot a_1}{\sum p_i} = \frac{84,30 \cdot 9}{43,50} = 17,5 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm}$$

$$M_{pb, Rd} = 80 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm} < M_{pb, ar, sd} = 17,50 \text{ KN}\cdot\text{cm/lcm} \Rightarrow \text{OK}$$

(6.8) Verificações da solda:



5V E70xx

$$F_{r, sd} = 107,39 \text{ KN}$$

$$F_{z, sd} = 478,34 - \frac{122,09}{0,308} = 81 > 0 \Rightarrow F_{z, sd} = 0$$

↳ Só existem Tensões de esalhamento na solda

$$a_w = 0,707 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ cm}$$

$$l_w = 178,5 \text{ cm} \rightarrow A_w = 62,5 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{w, sd} = \frac{F_{r, sd}}{A_w} = \frac{107,39}{62,5} = 1,72 \text{ KN/cm}^2$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR



↳ Verificações do Metal Base:

$$\sigma_{MB, sd} = 0,707 \cdot \sigma_{w, sd} = 0,707 \cdot 1,72 = 1,22 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{MB, rd} = 0,6 \cdot \frac{f_t}{\gamma_{a1}} = 0,6 \cdot \frac{31,5}{1,10} = 18,8 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{MB, sd} = 1,22 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{MB, rd} = 18,8 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Verificações do Metal de Solda:

$$\sigma_{w, sd} = 1,72 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{w, rd} = \frac{0,6 \cdot f_w}{\gamma_{a2}} = \frac{0,6 \cdot 48,5}{1,35} = 21,55 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{w, sd} = 1,72 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{w, rd} = 21,55 \text{ KN/cm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

↳ Ruptura na Região das Soldas:

• Na Alma do Pilar:

$$t = 9,9 \text{ mm} \gg \frac{2,25 \times m \times a_w \times f_{w, res, sd}}{m \times f_u} = \frac{2,25 \times 2 \times 0,35 \times 1,72}{1 \times 40} = 0,07 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

$$f_{w, res, sd} = 1,72 \text{ KN/cm}^2$$

CALCULADO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR

CONFERIDO POR:

NOME

RUBRICA

DATA

SETOR