

# Lista de Exercícios Resolução

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas - Turma Noite 1º Sem 2017*

# Exercício 01

Para o nó abaixo Determine:

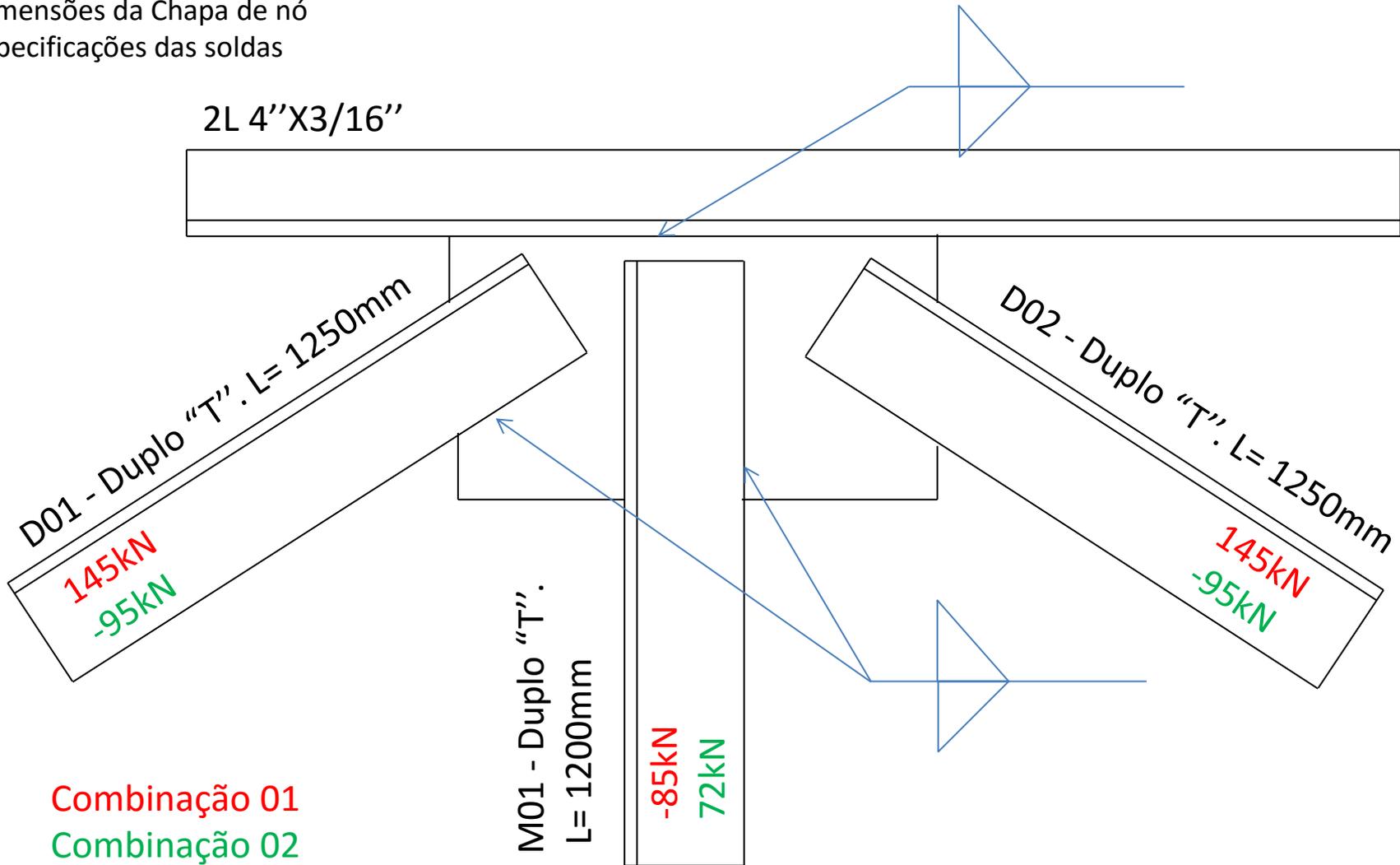
Perfil D01:

Perfil D02

Perfil M01

Dimensões da Chapa de nó

Especificações das soldas



# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

Combinação 1 – Esforço de compressão (-85kN)

Verificação necessidade de raio de giração da esbeltez do conjunto à compressão

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r} \rightarrow 200 = \frac{0,5 \cdot 120}{r} \quad r = \frac{0,5 \cdot 120}{200} \quad r = 0,3 \text{ cm}$$

Estimativa de área necessária à compressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1} \quad 85 = \frac{0,5 \cdot 1,0 \cdot A_g \cdot 25}{1,1} \quad A_g = \frac{85 \cdot 1,1}{25 \cdot 0,5} \quad A_g = 7,48 \text{ cm}^2$$

Combinação 2 – Esforço de tração (72 kN)

Estimativa de área necessária à tração: (considerando  $e_c = 0,85$ )

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot F_y}{1,1} \quad 72 = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot 25}{1,1} \quad A_g = 3,72 \text{ cm}^2$$

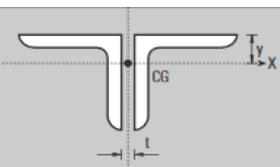


Tabela E.2 — Cantoneira dupla de abas iguais  
Propriedades para dimensionamento

$b_f$		$P$	$A$	$t_f$	Eixo X-X				Raio de giração em relação ao eixo Y-Y - cm						
pol	cm	kg/m	cm <sup>2</sup>	pol	$I$	$W$	$r$	$y$	0	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"
1/2"	1,27	1,10	1,40	1/8"	0,20	0,22	0,37	0,43	0,57	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,13
5/8"	1,58	1,42	1,80	1/8"	0,40	0,38	0,47	0,51	0,69	0,82	0,88	0,95	1,02	1,09	1,24
3/4"	1,905	1,74	2,22	1/8"	0,72	0,54	0,57	0,59	0,82	0,94	1,00	1,07	1,14	1,21	1,35
7/8"	2,223	2,08	2,64	1/8"	1,16	0,76	0,66	0,66	0,94	1,05	1,12	1,18	1,25	1,32	1,45
		2,98	3,80	3/16"	1,58	1,08	0,66	0,74	0,98	1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,52
1"	2,54	2,38	2,96	1/8"	1,79	1,02	0,79	0,75	1,07	1,20	1,26	1,32	1,39	1,45	1,59
		3,46	4,38	3/16"	2,50	1,44	0,76	0,81	1,11	1,23	1,29	1,36	1,42	1,49	1,63
		4,44	5,68	1/4"	3,32	1,96	0,76	0,86	1,15	1,27	1,34	1,40	1,47	1,54	1,68
1 1/4"	3,175	3,00	3,86	1/8"	3,66	1,62	0,97	0,89	1,33	1,45	1,51	1,57	1,63	1,69	1,83
		4,40	5,54	3/16"	5,12	2,33	0,97	0,7	1,37	1,48	1,54	1,61	1,67	1,74	1,87
		5,72	7,24	1/4"	6,37	2,97	0,94	1,02	1,39	1,51	1,57	1,63	1,70	1,77	1,90
1 1/2"	3,81	3,66	4,64	1/8"	6,49	2,36	1,17	1,07	1,59	1,71	1,76	1,82	1,88	1,95	2,08
		5,36	6,84	3/16"	9,16	3,41	1,17	1,12	1,62	1,73	1,79	1,85	1,92	1,98	2,11
		6,96	8,90	1/4"	11,53	4,39	1,15	1,19	1,64	1,76	1,82	1,88	1,94	2,01	2,14
1 3/4"	4,445	4,28	5,42	1/8"	10,45	3,24	1,40	1,22	1,85	1,96	2,02	2,08	2,14	2,20	2,33
		6,30	8,00	3/16"	14,90	4,72	1,37	1,30	1,87	1,98	2,04	2,10	2,16	2,22	2,35
		8,24	10,44	1/4"	18,90	6,10	1,35	1,35	1,90	2,01	2,07	2,13	2,20	2,27	2,39
		10,08	12,90	5/16"	22,60	7,50	1,32	1,41	1,93	2,05	2,11	2,18	2,24	2,30	2,44
2"	5,08	4,92	6,20	1/8"	15,82	4,26	1,60	1,40	2,12	2,23	2,29	2,35	2,40	2,46	2,59
		7,26	9,16	3/16"	23,40	6,26	1,58	1,45	2,16	2,27	2,32	2,38	2,44	2,50	2,63
		9,48	12,12	1/4"	29,20	8,20	1,55	1,50	2,16	2,27	2,33	2,39	2,45	2,51	2,64
		11,66	14,84	5/16"	35,00	9,82	1,53	1,55	2,18	2,30	2,36	2,42	2,48	2,54	2,67
		13,98	17,52	3/8"	140,00	11,46	1,50	1,62	2,22	2,34	2,39	2,46	2,52	2,58	2,71
pol	cm	kg/m	cm <sup>2</sup>	pol	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	0	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
2 1/2"	6,35	9,14	11,60	3/16"	46,00	9,82	1,98	1,75	2,65	2,87	2,93	2,98	3,10	3,23	3,36
		12,20	15,34	1/4"	58,00	12,80	1,96	1,83	2,67	2,90	2,96	3,02	3,14	3,27	3,39
		14,88	18,96	5/16"	70,00	15,74	1,93	1,88	2,69	2,92	2,98	3,04	3,16	3,29	3,42
		17,56	22,32	3/8"	82,00	18,70	1,91	1,93	2,72	2,95	3,01	3,08	3,20	3,33	3,46
3"	7,62	11,04	14,06	3/16"	80,00	14,42	2,39	2,08	3,16	3,38	3,44	3,50	3,61	3,73	3,85
		14,58	18,58	1/4"	100,00	19,00	2,36	2,13	3,15	3,37	3,43	3,49	3,61	3,73	3,86
		18,14	22,96	5/16"	124,00	23,20	2,34	2,21	3,21	3,43	3,49	3,55	3,67	3,80	3,92
		21,42	27,22	3/8"	150,00	27,20	2,31	2,26	3,26	3,49	3,55	3,61	3,73	3,85	3,98
		24,68	31,34	7/16"	166,00	31,20	2,31	2,31	3,26	3,49	3,55	3,61	3,74	3,86	3,99
		28,00	35,48	1/2"	182,00	36,00	2,29	2,36	3,27	3,51	3,57	3,63	3,75	3,86	4,01
4"	10,16	19,62	25,02	1/4"	250,00	32,80	3,17	2,77	4,20	4,42	4,47	4,53	4,65	4,76	4,88
		24,38	30,95	5/16"	308,00	42,60	3,15	2,84	4,24	4,40	4,52	4,58	4,69	4,81	4,93
		29,14	36,90	3/8"	366,00	49,20	3,12	2,90	4,28	4,50	4,56	4,62	4,73	4,85	4,98
		33,60	42,70	7/16"	416,00	59,00	3,12	2,95	4,29	4,52	4,58	4,63	4,75	4,87	5,00
		38,06	48,38	1/2"	466,00	65,60	3,10	3,00	4,32	4,54	4,60	4,66	4,78	4,90	5,03
		42,52	53,92	9/16"	508,00	72,20	3,07	3,07	4,34	4,57	4,63	4,69	4,81	4,93	5,06
		46,70	59,46	5/8"	558,00	78,80	3,05	3,12	4,37	4,60	4,66	4,72	4,85	4,97	5,10
5"	12,7	36,60	46,58	3/8"	724,00	79,00	3,94	3,53	5,29	5,51	5,56	5,62	5,74	5,85	5,97
		48,20	61,28	1/2"	940,00	105,00	3,91	3,63	5,34	5,56	5,62	5,67	5,79	5,91	6,03
		59,60	75,60	5/8"	1132,00	128,00	3,86	3,76	5,40	5,62	5,68	5,74	5,86	5,98	6,09
		70,20	89,52	3/4"	1306,00	147,60	3,81	3,86	5,43	5,66	5,72	5,78	5,90	6,02	6,14
6"	15,24	44,44	56,24	3/8"	1282,00	114,80	4,78	4,17	6,34	6,55	6,61	6,66	6,77	6,89	7,00
		58,40	74,18	1/2"	1656,00	150,80	4,72	4,27	6,37	6,59	6,64	6,70	6,81	6,93	7,04
		72,00	91,72	5/8"	2014,00	187,00	4,67	4,39	6,42	6,64	6,70	6,76	6,87	6,99	7,11
		85,40	108,88	3/4"	2346,00	219,80	4,65	4,52	6,48	6,70	6,76	6,82	6,94	7,06	7,18
		98,60	125,52	7/8"	2654,00	249,20	4,60	4,62	6,52	6,75	6,81	6,86	6,98	7,10	7,22

# Exercício 01

Selecionaremos inicialmente a cantoneira L1.3/4 X 3/16" e faremos as verificações novamente

Verificação necessidade de raio de giração da esbeltez do conjunto à compressão

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r} \rightarrow \lambda = \frac{0,5 \cdot 120}{1,37} \rightarrow 43,8 \text{ OK!}$$

# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

Verificação da resistência à compressão

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1}$$

Determinar Q:

$$\frac{b}{t} = \frac{44,45}{4,76} = 9,33$$

$$\frac{b}{t} \lim = 0,45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,45 \cdot \sqrt{\frac{20500}{25}} = 12,88$$

Ok, Q = 1, pois a peça é composta apenas por elementos AL

Tabela F.1 — Valores de  $(b/t)_{lim}$

Elementos	Grupo	Descrição dos elementos	Alguns exemplos com indicação de b e t	$(b/t)_{lim}$
AA	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesas ou almas de seções tubulares retangulares</li> <li>Lamelas e chapas de diafragmas entre linhas de parafusos ou soldas</li> </ul>		$1,40 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almas de seções I, H ou U</li> <li>Mesas ou almas de seção-caixão</li> <li>Todos os demais elementos que não integram o Grupo 1</li> </ul>		$1,49 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
AL	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abas de cantoneiras simples ou múltiplas providas de chapas de travessamento</li> </ul>		$0,45 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesas de seções I, H, T ou U laminadas</li> <li>Abas de cantoneiras ligadas continuamente ou projetadas de seções I, H, T ou U laminadas ou soldadas</li> <li>Chapas projetadas de seções I, H, T ou U laminadas ou soldadas</li> </ul>		$0,56 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesas de seções I, H, T ou U soldadas<sup>a</sup></li> </ul>		$0,64 \sqrt{\frac{E}{(f_y / k_c)}}$
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almas de seções T</li> </ul>		$0,75 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$

<sup>a</sup> O coeficiente  $k_c$  é dado em F.2.

# Exercício 01

Tabela 4 — Valor de  $\chi$  em função do índice de esbeltez  $\lambda_0$

$\lambda_0$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	$\lambda_0$
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,998	0,998	0,997	0,997	0,0
0,1	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991	0,989	0,988	0,987	0,985	0,1
0,2	0,983	0,982	0,980	0,978	0,976	0,974	0,972	0,970	0,968	0,965	0,2
0,3	0,963	0,961	0,958	0,955	0,953	0,950	0,947	0,944	0,941	0,938	0,3
0,4	0,935	0,932	0,929	0,926	0,922	0,919	0,915	0,912	0,908	0,904	0,4
0,5	0,901	0,897	0,893	0,889	0,885	0,881	0,877	0,873	0,869	0,864	0,5
0,6	0,860	0,856	0,851	0,847	0,842	0,838	0,833	0,829	0,824	0,819	0,6
0,7	0,815	0,810	0,805	0,800	0,795	0,790	0,785	0,780	0,775	0,770	0,7
0,8	0,765	0,760	0,755	0,750	0,744	0,739	0,734	0,728	0,723	0,718	0,8
0,9	0,712	0,707	0,702	0,696	0,691	0,685	0,680	0,674	0,669	0,664	0,9
1,0	0,658	0,652	0,647	0,641	0,636	0,630	0,625	0,619	0,614	0,608	1,0
1,1	0,603	0,597	0,592	0,586	0,580	0,575	0,569	0,564	0,558	0,553	1,1
1,2	0,547	0,542	0,536	0,531	0,525	0,520	0,515	0,509	0,504	0,498	1,2
1,3	0,493	0,488	0,482	0,477	0,472	0,466	0,461	0,456	0,451	0,445	1,3
1,4	0,440	0,435	0,430	0,425	0,420	0,415	0,410	0,405	0,400	0,395	1,4
1,5	0,390	0,385	0,380	0,375	0,370	0,365	0,360	0,356	0,351	0,347	1,5
1,6	0,343	0,338	0,334	0,330	0,326	0,322	0,318	0,314	0,311	0,307	1,6
1,7	0,303	0,300	0,296	0,293	0,290	0,286	0,283	0,280	0,277	0,274	1,7
1,8	0,271	0,268	0,265	0,262	0,259	0,256	0,253	0,251	0,248	0,246	1,8
1,9	0,243	0,240	0,238	0,235	0,233	0,231	0,228	0,226	0,224	0,221	1,9
2,0	0,219	0,217	0,215	0,213	0,211	0,209	0,207	0,205	0,203	0,201	2,0
2,1	0,199	0,197	0,195	0,193	0,192	0,190	0,188	0,186	0,185	0,183	2,1
2,2	0,181	0,180	0,178	0,176	0,175	0,173	0,172	0,170	0,169	0,167	2,2
2,3	0,166	0,164	0,163	0,162	0,160	0,159	0,157	0,156	0,155	0,154	2,3
2,4	0,152	0,151	0,150	0,149	0,147	0,146	0,145	0,144	0,143	0,141	2,4
2,5	0,140	0,139	0,138	0,137	0,136	0,135	0,134	0,133	0,132	0,131	2,5
2,6	0,130	0,129	0,128	0,127	0,126	0,125	0,124	0,123	0,122	0,121	2,6
2,7	0,120	0,119	0,119	0,118	0,117	0,116	0,115	0,114	0,113	0,113	2,7
2,8	0,112	0,111	0,110	0,110	0,109	0,108	0,107	0,106	0,106	0,105	2,8
2,9	0,104	0,104	0,103	0,102	0,101	0,101	0,100	0,099	0,099	0,098	2,9
3,0	0,097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0

# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

Verificação da resistência à compressão

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1}$$

Determinar X:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(k_x \cdot L_x)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20500 \cdot 14,90}{(0,5 \cdot 120)^2} = 837,40 \text{ kN}$$

Não será calculado  $N_{ey}$  pois sabemos que mantendo-se as mesmas condições de L e k, sendo o  $l_y$  da peça maior que o  $l_x$ , automaticamente  $N_{ex}$  será o valor crítico.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot F_y}{N_e}} \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 25}{837,40}} = 0,488 \rightarrow \text{pela tabela } \chi = 0,904$$

$$N_{c,Rd} = \frac{0,904 \cdot 1,8 \cdot 25}{1,1} = 164,36 \text{ kN} > 85 \text{ kN.}$$

Perfil atende, mas está superdimensionado. Vamos adotar um perfil com área menor. Estimarei área de  $5\text{cm}^2$  para tentar a convergência

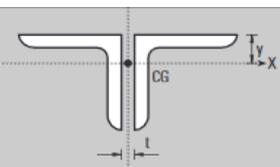


Tabela E.2 — Cantoneira dupla de abas iguais  
Propriedades para dimensionamento

$b_f$		$P$	$A$	$t_f$	Eixo X-X				Raio de giração em relação ao eixo Y-Y - cm						
pol	cm	kg/m	cm <sup>2</sup>	pol	$I$	$W$	$r$	$y$	0	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"
1/2"	1,27	1,10	1,40	1/8"	0,20	0,22	0,37	0,43	0,57	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,13
5/8"	1,58	1,42	1,80	1/8"	0,40	0,38	0,47	0,51	0,69	0,82	0,88	0,95	1,02	1,09	1,24
3/4"	1,905	1,74	2,22	1/8"	0,72	0,54	0,57	0,59	0,82	0,94	1,00	1,07	1,14	1,21	1,35
7/8"	2,223	2,08	2,64	1/8"	1,16	0,76	0,66	0,66	0,94	1,05	1,12	1,18	1,25	1,32	1,45
		2,98	3,80	3/16"	1,58	1,08	0,66	0,74	0,98	1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,52
1"	2,54	2,38	2,96	1/8"	1,79	1,02	0,79	0,75	1,07	1,20	1,26	1,32	1,39	1,45	1,59
		3,46	4,38	3/16"	2,50	1,44	0,76	0,81	1,11	1,23	1,29	1,36	1,42	1,49	1,63
		4,44	5,68	1/4"	3,32	1,96	0,76	0,86	1,15	1,27	1,34	1,40	1,47	1,54	1,68
1 1/4"	3,175	3,00	3,86	1/8"	3,66	1,62	0,97	0,89	1,33	1,45	1,51	1,57	1,63	1,69	1,83
		4,40	5,54	3/16"	5,12	2,33	0,97	0,7	1,37	1,48	1,54	1,61	1,67	1,74	1,87
		5,72	7,24	1/4"	6,37	2,97	0,94	1,02	1,39	1,51	1,57	1,63	1,70	1,77	1,90
1 1/2"	3,81	3,66	4,64	1/8"	6,49	2,36	1,17	1,07	1,59	1,71	1,76	1,82	1,88	1,95	2,08
		5,36	6,84	3/16"	9,16	3,41	1,17	1,17	1,62	1,73	1,79	1,85	1,92	1,98	2,11
		6,96	8,90	1/4"	11,53	4,39	1,15	1,19	1,64	1,76	1,82	1,88	1,94	2,01	2,14
1 3/4"	4,445	4,28	5,42	1/8"	10,45	3,24	1,40	1,22	1,85	1,96	2,02	2,08	2,14	2,20	2,33
		6,30	8,00	3/16"	14,90	4,72	1,37	1,30	1,87	1,98	2,04	2,10	2,16	2,22	2,35
		8,24	10,44	1/4"	18,90	6,10	1,35	1,35	1,90	2,01	2,07	2,13	2,20	2,27	2,39
		10,08	12,90	5/16"	22,60	7,50	1,32	1,41	1,93	2,05	2,11	2,18	2,24	2,30	2,44
2"	5,08	4,92	6,20	1/8"	15,82	4,26	1,60	1,40	2,12	2,23	2,29	2,35	2,40	2,46	2,59
		7,26	9,16	3/16"	23,40	6,26	1,58	1,45	2,16	2,27	2,32	2,38	2,44	2,50	2,63
		9,48	12,12	1/4"	29,20	8,20	1,55	1,50	2,16	2,27	2,33	2,39	2,45	2,51	2,64
		11,66	14,84	5/16"	35,00	9,82	1,53	1,55	2,18	2,30	2,36	2,42	2,48	2,54	2,67
		13,98	17,52	3/8"	140,00	11,46	1,50	1,62	2,22	2,34	2,39	2,46	2,52	2,58	2,71
pol	cm	kg/m	cm <sup>2</sup>	pol	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	0	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
2 1/2"	6,35	9,14	11,60	3/16"	46,00	9,82	1,98	1,75	2,65	2,87	2,93	2,98	3,10	3,23	3,36
		12,20	15,34	1/4"	58,00	12,80	1,96	1,83	2,67	2,90	2,96	3,02	3,14	3,27	3,39
		14,88	18,96	5/16"	70,00	15,74	1,93	1,88	2,69	2,92	2,98	3,04	3,16	3,29	3,42
		17,56	22,32	3/8"	82,00	18,70	1,91	1,93	2,72	2,95	3,01	3,08	3,20	3,33	3,46
3"	7,62	11,04	14,06	3/16"	80,00	14,42	2,39	2,08	3,16	3,38	3,44	3,50	3,61	3,73	3,85
		14,58	18,58	1/4"	100,00	19,00	2,36	2,13	3,15	3,37	3,43	3,49	3,61	3,73	3,86
		18,14	22,96	5/16"	124,00	23,20	2,34	2,21	3,21	3,43	3,49	3,55	3,67	3,80	3,92
		21,42	27,22	3/8"	150,00	27,20	2,31	2,26	3,26	3,49	3,55	3,61	3,73	3,85	3,98
		24,68	31,34	7/16"	166,00	31,20	2,31	2,31	3,26	3,49	3,55	3,61	3,74	3,86	3,99
		28,00	35,48	1/2"	182,00	36,00	2,29	2,36	3,27	3,51	3,57	3,63	3,75	3,86	4,01
4"	10,16	19,62	25,02	1/4"	250,00	32,80	3,17	2,77	4,20	4,42	4,47	4,53	4,65	4,76	4,88
		24,38	30,95	5/16"	308,00	42,60	3,15	2,84	4,24	4,40	4,52	4,58	4,69	4,81	4,93
		29,14	36,90	3/8"	366,00	49,20	3,12	2,90	4,28	4,50	4,56	4,62	4,73	4,85	4,98
		33,60	42,70	7/16"	416,00	59,00	3,12	2,95	4,29	4,52	4,58	4,63	4,75	4,87	5,00
		38,06	48,38	1/2"	466,00	65,60	3,10	3,00	4,32	4,54	4,60	4,66	4,78	4,90	5,03
		42,52	53,92	9/16"	508,00	72,20	3,07	3,07	4,34	4,57	4,63	4,69	4,81	4,93	5,06
		46,70	59,46	5/8"	558,00	78,80	3,05	3,12	4,37	4,60	4,66	4,72	4,85	4,97	5,10
5"	12,7	36,60	46,58	3/8"	724,00	79,00	3,94	3,53	5,29	5,51	5,56	5,62	5,74	5,85	5,97
		48,20	61,28	1/2"	940,00	105,00	3,91	3,63	5,34	5,56	5,62	5,67	5,79	5,91	6,03
		59,60	75,60	5/8"	1132,00	128,00	3,86	3,76	5,40	5,62	5,68	5,74	5,86	5,98	6,09
		70,20	89,52	3/4"	1306,00	147,60	3,81	3,86	5,43	5,66	5,72	5,78	5,90	6,02	6,14
6"	15,24	44,44	56,24	3/8"	1282,00	114,80	4,78	4,17	6,34	6,55	6,61	6,66	6,77	6,89	7,00
		58,40	74,18	1/2"	1656,00	150,80	4,72	4,27	6,37	6,59	6,64	6,70	6,81	6,93	7,04
		72,00	91,72	5/8"	2014,00	187,00	4,67	4,39	6,42	6,64	6,70	6,76	6,87	6,99	7,11
		85,40	108,88	3/4"	2346,00	219,80	4,65	4,52	6,48	6,70	6,76	6,82	6,94	7,06	7,18
		98,60	125,52	7/8"	2654,00	249,20	4,60	4,62	6,52	6,75	6,81	6,86	6,98	7,10	7,22

# Exercício 01

Selecionezemos dessa vez, a cantoneira L1.3/4 X 1/8" e faremos as verificações novamente

Verificação necessidade de raio de giração da esbeltez do conjunto à compressão

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r} \rightarrow \lambda = \frac{0,5 \cdot 120}{1,40} \rightarrow 42,8 \text{ OK!}$$

# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

Verificação da resistência à compressão

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1}$$

Determinar Q:

$$\frac{b}{t} = \frac{44,45}{3,18} = 13,97$$

$$\frac{b}{t} \lim 1 = 0,45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,45 \cdot \sqrt{\frac{20500}{25}} = 12,88$$

$$\frac{b}{t} \lim 2 = 0,91 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,91 \cdot \sqrt{\frac{20500}{25}} = 26,05$$

$$Q_s = 1,34 - 0,76 \cdot \frac{b}{t} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1,34 - 0,76 \cdot 13,97 \cdot \sqrt{\frac{25}{20500}} = 0,97$$

Lembrete:

## F.2 Elementos comprimidos AL

Os valores de  $Q_s$  a serem usados para os elementos comprimidos AL são os seguintes.

a) elementos do Grupo 3 da Tabela F.1:

$$Q_s = 1,340 - 0,76 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}}, \text{ para } 0,45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{b}{t} \leq 0,91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$Q_s = \frac{0,53 E}{f_y \left(\frac{b}{t}\right)^2}, \text{ para } \frac{b}{t} > 0,91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

13,97 está entre 12,88 e 26,05, portanto haverá redução no fator Q, que nesse caso é composto apenas por  $Q_s$ , devido à peça possuir apenas elementos AL.

# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

Verificação da resistência à compressão

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1}$$

Determinar X:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(k_x \cdot L_x)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20500 \cdot 10,45}{(0,5 \cdot 120)^2} = 587,31 \text{ kN}$$

Não será calculado Ney pois sabemos que mantendo-se as mesmas condições de L e k, sendo o ly da peça maior que o lx, automaticamente Nex será o valor crítico.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot F_y}{N_e}} \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{0,975 \cdot 42,25}{587,31}} = 0,4730 \rightarrow \text{pela tabela } \chi = 0,912$$

$$N_{c,Rd} = \frac{0,912 \cdot 0,975 \cdot 42,25}{1,1} = 108,97 \text{ kN} > 85 \text{ kN}.$$

Perfil atende com 78% de utilização de sua capacidade de resistência. Número aceitável, mas poderiam ser feitas iterações até que se encontrasse um perfil próximo a 90%. Por ora adotaremos esse perfil (mas se você adotou um mais leve, fez correto)

# Exercício 01

Cálculo do perfil M01

**Esbeltez à tração**

$$\lambda = \frac{L}{r} = \frac{120}{1,40} = 85,71 < 300 \text{ OK}$$

**Verificação do perfil à tração (Ruptura da seção líquida)**

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot F_u}{1,35}$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot 5,42 \cdot 40}{1,35} = 136,50 > 72 \text{ OK!}$$

**Verificação do perfil à tração (Escoamento da seção bruta)**

$$N_{t,Rd} = \frac{f_y \cdot A_g}{1,1} = \frac{25 \cdot 5,42}{1,1} = 123,18 > 72 \text{ OK!}$$

# Exercício 01

Cálculo do perfil D01 e D02

## Combinação 1 – Esforço de tração (145kN)

Para essa verificação adotaremos a tração como esforço para pré-dimensionamento

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot F_u}{1,35} \quad 145 = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot 40}{1,35} \quad A_g = 5,75 \text{ cm}^2$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,10} \quad 145 = \frac{A_g \cdot 25}{1,10} \quad A_g = 6,38 \text{ cm}^2$$

Nessas condições adotaremos 2L 1.3/4 x 3/16 ( $A_g = 8 \text{ cm}^2$ )  
Sabemos que  $Q = 1,00$ , resta definir  $X$

## Combinação 2 – Esforço de Compressão (-95kN)

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(k_x \cdot L_x)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20500 \cdot 14,9}{(0,5 \cdot 125)^2} = 771,8 \text{ kN} \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot F_y}{N_e}} \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 25}{771,8}} = 0,51$$

→ pela tabela  $\chi = 0,897$

$$N_{c,Rd} = \frac{0,897 \cdot 1,8 \cdot 25}{1,1} = 163,09 \text{ kN} > 95 \text{ kN OK!}$$

# Exercício 01

Cálculo do perfil D01 e D02

Verificação do perfil à tração

$$\lambda = \frac{L}{r} = \frac{125}{1,37} = 91,24 < 300 \text{ OK}$$

Verificação do perfil à tração (Ruptura da seção líquida)

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot F_u}{1,35}$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot 8 \cdot 40}{1,35} = 201,4 > 145 \text{ OK!}$$

Verificação do perfil à tração (Escoamento da seção bruta)

$$N_{t,Rd} = \frac{f_y \cdot A_g}{1,1} = \frac{25 \cdot 8}{1,1} = 181,81 > 145 \text{ OK!}$$

Portanto:

D01 e D02 = 2L 1.3/4 X 3/16''

M01 = 2 L1.3/4 X 1/8''

# Exercício 01

Cálculo do perfil D01 e D02

Verificação do perfil à tração

$$\lambda = \frac{L}{r} = \frac{125}{1,37} = 91,24 < 300 \text{ OK}$$

Verificação do perfil à tração (Ruptura da seção líquida)

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot A_g \cdot F_u}{1,35}$$

$$N_{t,Rd} = \frac{0,85 \cdot 8 \cdot 40}{1,35} = 201,4 > 145 \text{ OK!}$$

Verificação do perfil à tração (Escoamento da seção bruta)

$$N_{t,Rd} = \frac{f_y \cdot A_g}{1,1} = \frac{25 \cdot 8}{1,1} = 181,81 > 145 \text{ OK!}$$

Portanto:

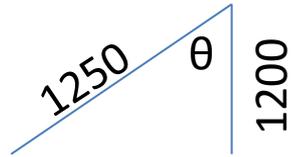
D01 e D02 = 2L 1.3/4 X 3/16''

M01 = 2 L1.3/4 X 1/8''

# Exercício 01

Cálculo das dimensões da chapa de ligação

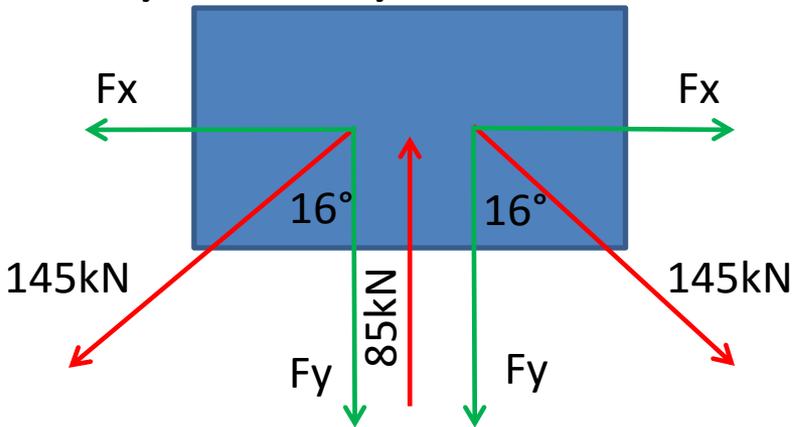
Determinação do ângulo das peças:



$$\cos\theta = \frac{1200}{1250} = 0,96$$

$\arccos(0,96) = 16,26^\circ$  *Pelo desenho o ângulo está bastante fora de escala*

Diagrama da chapa sem decomposição de forças na combinação 1



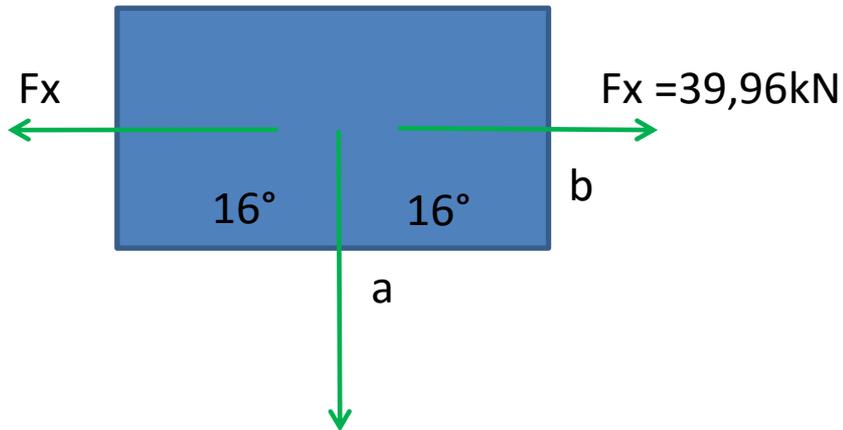
$$F_x = 145 \cdot \sin 16^\circ = 145 \cdot 0,2756 = 39,96 \text{ kN}$$

$$F_y = 145 \cdot \cos 16^\circ = 145 \cdot 0,96 = 139,38 \text{ kN}$$

# Exercício 01

Cálculo do das dimensões da chapa de ligação

Determinação do ângulo das peças:



$$F_y = 2 \times 139,38 - 85 = 193,76 \text{ kN}$$

Adotaremos espessura de chapa constante:  
8mm (pode ser adotada qualquer espessura,  
mas em geral chapas de Gusset e ligação têm  
#¼ ou #5/16.

**Na direção X**

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,1}$$

$$39,96 = \frac{A_g \cdot 25}{1,1}$$

$$A_g = \frac{39,96 \cdot 1,1}{25}$$

$$A_g = 1,76 \text{ cm}^2$$

$$1,76 = b \cdot 0,8$$

$$b \text{ mínimo} = 22 \text{ mm}$$

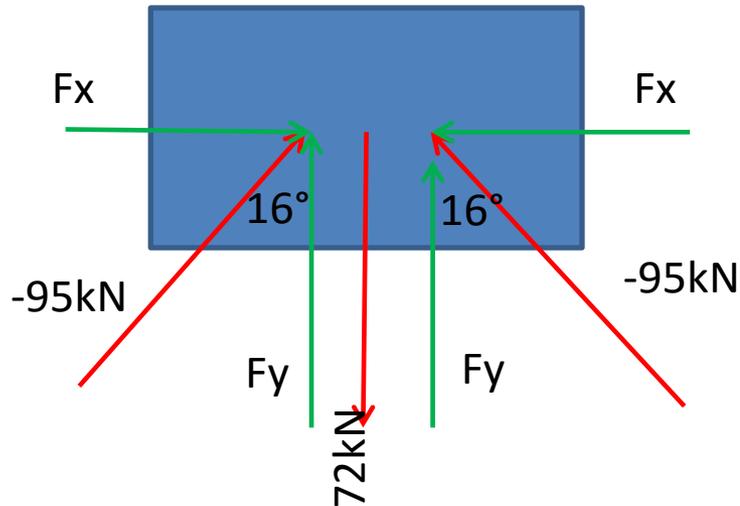
**Será adotada uma chapa de 150X100#8mm**

**Na direção Y**

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,1} \rightarrow 193,76 = \frac{A_g \cdot 25}{1,1} \quad A_g = 8,52 \text{ cm}^2 = a \cdot 0,8 \rightarrow a_{\text{mín}} = 106,56 \text{ mm}$$

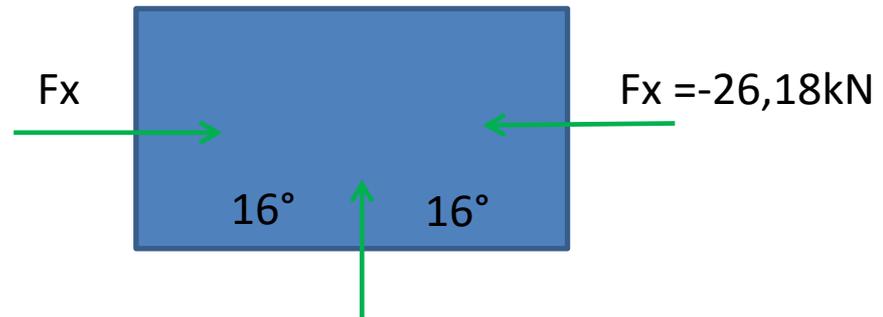
# Exercício 01

Diagrama da chapa sem decomposição de  
**forças na combinação 2**



$$F_x = -95 \cdot \sin 16^\circ = -95 \cdot 0,2756 = -26,18 \text{ kN}$$

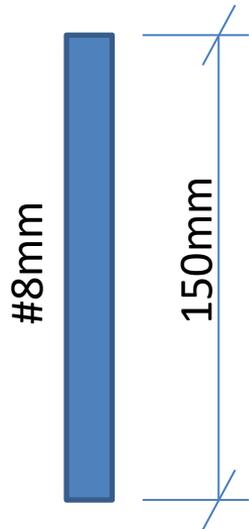
$$F_y = -95 \cdot \cos 16^\circ = -95 \cdot 0,96 = 91,3 \text{ kN}$$



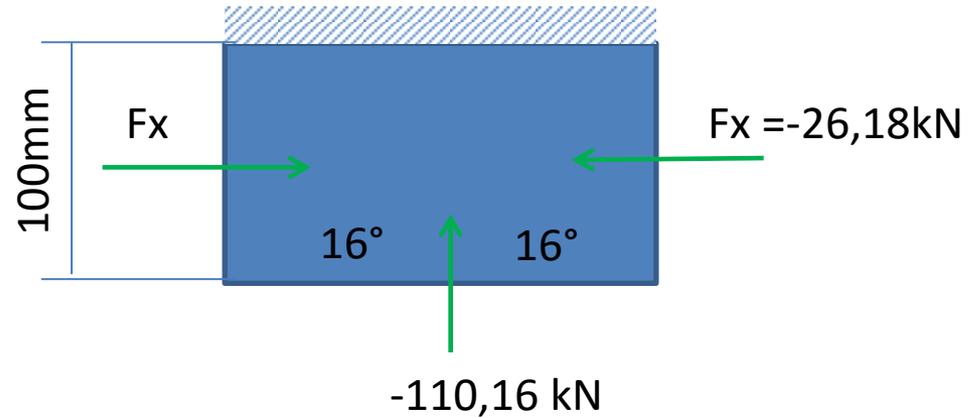
$$F_{ry} = -2 \times 91,3 + 72 = -110,16 \text{ kN}$$

# Exercício 01

Podemos considerar a chapa comprimida como um peça de seção transversal retangular submetida ao esforço axial de compressão.



Seção transversal



Verificação da esbeltez (ELEMENTO AA)

$$\frac{b}{t} = \frac{150}{8} = 18,75$$

$$\frac{b}{t} = \frac{100}{8} = 12,5$$

$$\frac{b}{t} \lim = 1,49 \sqrt{\frac{20500}{25}} = 42,66 \text{ OK}$$

Cálculo da resistência à compressão em Y

# Exercício 01

$$N_{C,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1}$$

$$I_{yy} = 15 \cdot \frac{0,8^3}{12} = 0,64 \text{ cm}^4$$

Pelo tamanho da peça, poderíamos considerar X como sendo 1, mas vamos calcular:

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(k_y \cdot L_y)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20500 \cdot 0,64}{(0,5 \cdot 15)^2} = 2302 \text{ kN}$$

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot F_y}{N_e}} \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{1 \cdot 15 \cdot 0,8 \cdot 25}{2302}} \quad \lambda_0 = 0,09 \quad \chi = 0,997$$

$$N_{C,Rd} = \frac{0,997 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 25}{1,1} = 271 \text{ kN} > 110,16 \text{ OK!!!}$$

Como a peça está engastada em toda sua borda não há comprimento de flambagem em X, sendo a tração o esforço determinante

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas - Turma Noite 1º Sem 2017*

# Exercício 01

Determinação dos cordões de solda necessários

## Para as diagonais M01.

Perna do filete de solda:

$$dw = 3\text{mm}$$

Verificação da ruptura da solda: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35}$$

$$\frac{85}{4} = \frac{0,60 \cdot 0,707 \cdot 0,3 \cdot L \cdot 48,5}{1,35}$$

$$L = 4,64\text{cm} \sim 5\text{cm}$$

Verificação do escoamento do metal base: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_{MB} \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{85}{4} = \frac{0,60 \cdot 0,3 \cdot L \cdot 25}{1,10}$$

$$L = 5,19 \text{ cm} \sim 6\text{cm}$$

# Exercício 01

Determinação dos cordões de solda necessários

**Para as diagonais D01 e D02.**

Perna do filete de solda:

$$dw = 4\text{mm}$$

Verificação da ruptura da solda: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35}$$

$$\frac{145}{4} = \frac{0,60 \cdot 0,707 \cdot 0,4 \cdot L \cdot 48,5}{1,35}$$

$$L = 5,94\text{cm} \sim 6\text{cm}$$

Verificação do escoamento do metal base: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_{MB} \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{145}{4} = \frac{0,60 \cdot 0,4 \cdot L \cdot 25}{1,10}$$

$$L = 6,64\text{cm} \sim 7\text{cm}$$

# Exercício 01

Determinação dos cordões de solda necessários

**Para a ligação da chapa com o banzo superior.**

Perna do filete de solda:

$$dw = ? \text{ mm}$$

Verificação da ruptura da solda: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35}$$

$$\frac{193,76}{2} = \frac{0,60 \cdot 0,707 \cdot dw \cdot 15.48,5}{1,35}$$

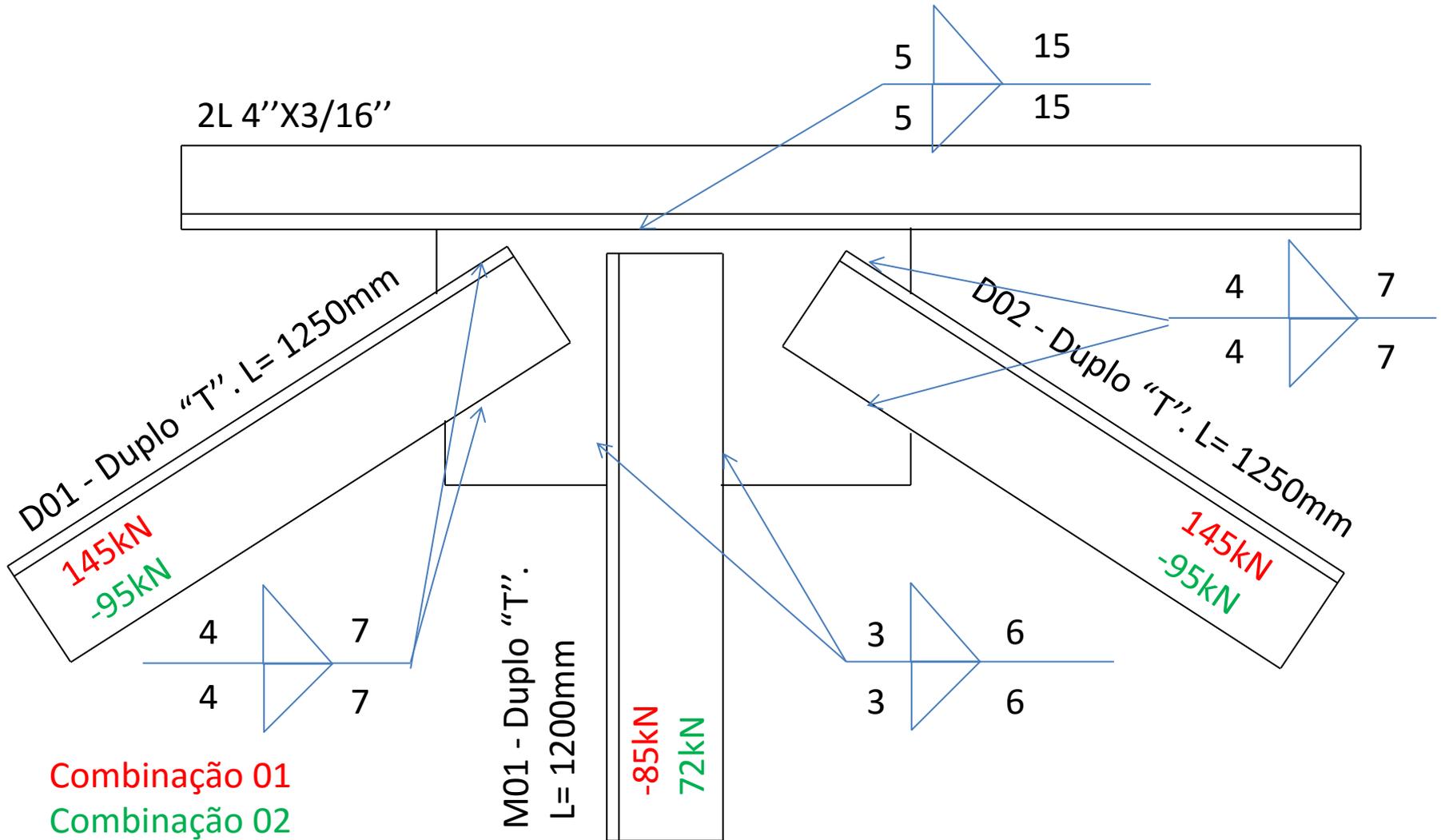
$$dw = 0,424 \text{ cm} \sim 0,5 \text{ cm}$$

Verificação do escoamento do metal base: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_{MB} \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{193,76}{2} = \frac{0,60 \cdot dw \cdot 15.25}{1,10}$$

$$L = 0,473 \text{ cm} \sim 0,5 \text{ cm}$$

# Exercício 01



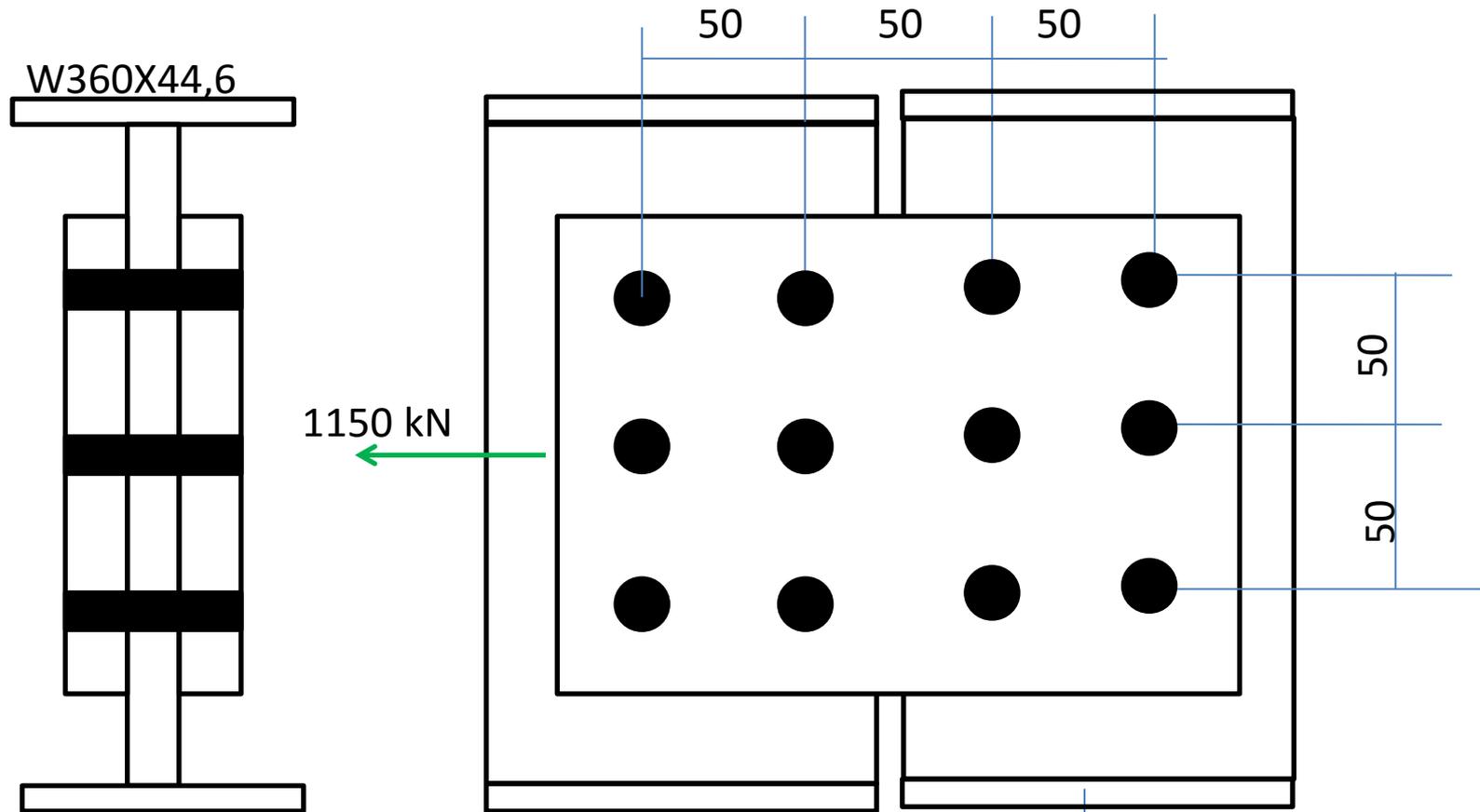
# Exercício 02

Determine:

O diâmetro dos parafusos no cobrejuntas (Considerar ligação por atrito)

A largura, comprimento e espessura das chapas A36

A Força de protensão a ser aplicada nos parafusos



# Exercício 02

Esforço de cisalhamento por parafuso:

$$V_{sd} = \frac{1150}{12} = 95,83 \text{ kN por plano de cisalhamento}$$

$$V_{sd} = \frac{95,83}{2} = 47,91 \text{ kN por parafuso}$$

$$F_{f,Rk} = 0,80 \cdot \mu \cdot C_h \cdot F_{tb} \cdot n_s \cdot \left( 1 - \frac{F_{t,Sk}}{1,80 \cdot F_{tb}} \right)$$

$$47,91 = 0,80 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \cdot F_{tb} \cdot 2 \cdot \left( 1 - \frac{0}{1,80 \cdot F_{tb}} \right)$$

$$F_{tb} = 85,55 \text{ kN}$$

# Exercício 02

Escolha do parafuso:

Tabela 11 – Força de protensão mínima em parafusos de alta resistência.

Diâmetro do parafuso: $d_b$		Força de protensão mínima: $F_{Tb}$ (kN)	
polegadas	mm	ASTM A325	ASTM A490
1/2		53	66
5/8		85	106
	16	91	114
3/4		125	156
	20	142	179
	22	176	221
7/8		173	216
	24	205	257
1		227	283
	27	267	334
1 1/8		250	357
	30	326	408
1 1/4		317	453
	36	475	595
1 1/2		460	659

12 parafusos M16 ( $F_{tb} = 91 > 85,55$ )

# Exercício 02

Determinação da largura mínima da chapa:

Texto da NBR8800/08

## 6.3.9 Espaçamento mínimo entre furos

A distância entre centros de furos-padrão, alargados ou alongados, não pode ser inferior a  $2,7 d_b$ , de preferência  $3 d_b$ , sendo  $d_b$  o diâmetro do parafuso ou barra redonda rosqueada. Além desse requisito, a distância livre entre as bordas de dois furos consecutivos não pode ser inferior a  $d_b$ .

## 6.3.10 Espaçamento máximo entre parafusos

O espaçamento máximo entre parafusos que ligam uma chapa a um perfil ou a outra chapa, em contato contínuo, deve ser determinado como a seguir:

- em elementos pintados ou não sujeitos à corrosão, o espaçamento não pode exceder 24 vezes a espessura da parte ligada menos espessa, nem 300 mm;
- em elementos sujeitos à corrosão atmosférica, executados com aços resistentes à corrosão, não pintados, o espaçamento não pode exceder 14 vezes a espessura da parte ligada menos espessa, nem 180 mm.

## 6.3.11 Distância mínima de um furo às bordas

### 6.3.11.1 Furos-padrão

A distância do centro de um furo-padrão a qualquer borda de uma parte ligada não pode ser inferior ao valor indicado na Tabela 14, na qual  $d_b$  é o diâmetro do parafuso ou barra redonda rosqueada.

# Exercício 02

Determinação da largura mínima da chapa:  
Texto da NBR8800/08

**Tabela 14 — Distância mínima do centro de um furo-padrão à borda <sup>a)</sup>**

Diâmetro $d_b$		Borda cortada com serra ou tesoura mm	Borda laminada ou cortada a maçarico <sup>b)</sup> mm
pol	mm		
1/2		22	19
5/8	16	29	22
3/4		32	26
	20	35	27
7/8	22	38 <sup>c)</sup>	29
	24	42 <sup>c)</sup>	31
1		44	32
1 1/8	27	50	38
	30	53	39
1 1/4		57	42
	36	64	46
> 1 1/4	> 36	$1,75 d_b$	$1,25 d_b$

<sup>a)</sup> São permitidas distâncias inferiores às desta Tabela, desde que a equação aplicável de 6.3.3.3 seja satisfeita.

<sup>b)</sup> Nesta coluna, as distâncias podem ser reduzidas de 3 mm, quando o furo está em um ponto onde a força solicitante de cálculo não exceda 25 % da força resistente de cálculo.

<sup>c)</sup> Nas extremidades de cantoneiras de ligação de vigas e de chapas de extremidade para ligações flexíveis, esta distância pode ser igual a 32 mm.

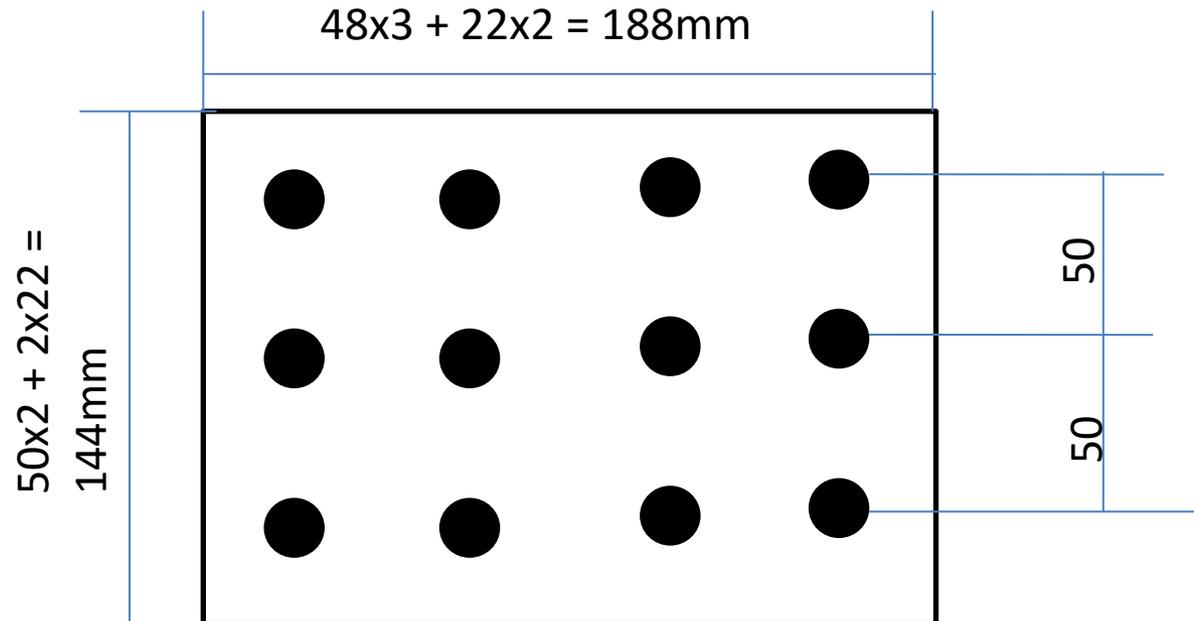
# Exercício 02

Determinação da largura mínima da chapa:

Texto da NBR8800/08

Distância entre furos =  $3Db = 3.16 = 48mm < 50mm$  ok

Distância da borda =  $22mm$



# Exercício 02

Determinação da espessura da chapa

Ruptura da seção líquida:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_n \cdot F_u}{1,35} \quad \frac{1150}{2} = \frac{\{[14,4 - 3 \cdot (1,6 + 0,15 + 0,2)] \cdot t\} \cdot 40}{1,35}$$

$t = 2,26\text{cm}$  (*Pode – se adotar chapa de  $\frac{7}{8}$ " ou então 1" devido a disponibilidade*)

Determinação da espessura da chapa

Escoamento da seção bruta:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{1150}{2} = \frac{\{14,4 \cdot t\} \cdot 25}{1,10}$$

$$t = 1,76\text{cm}$$

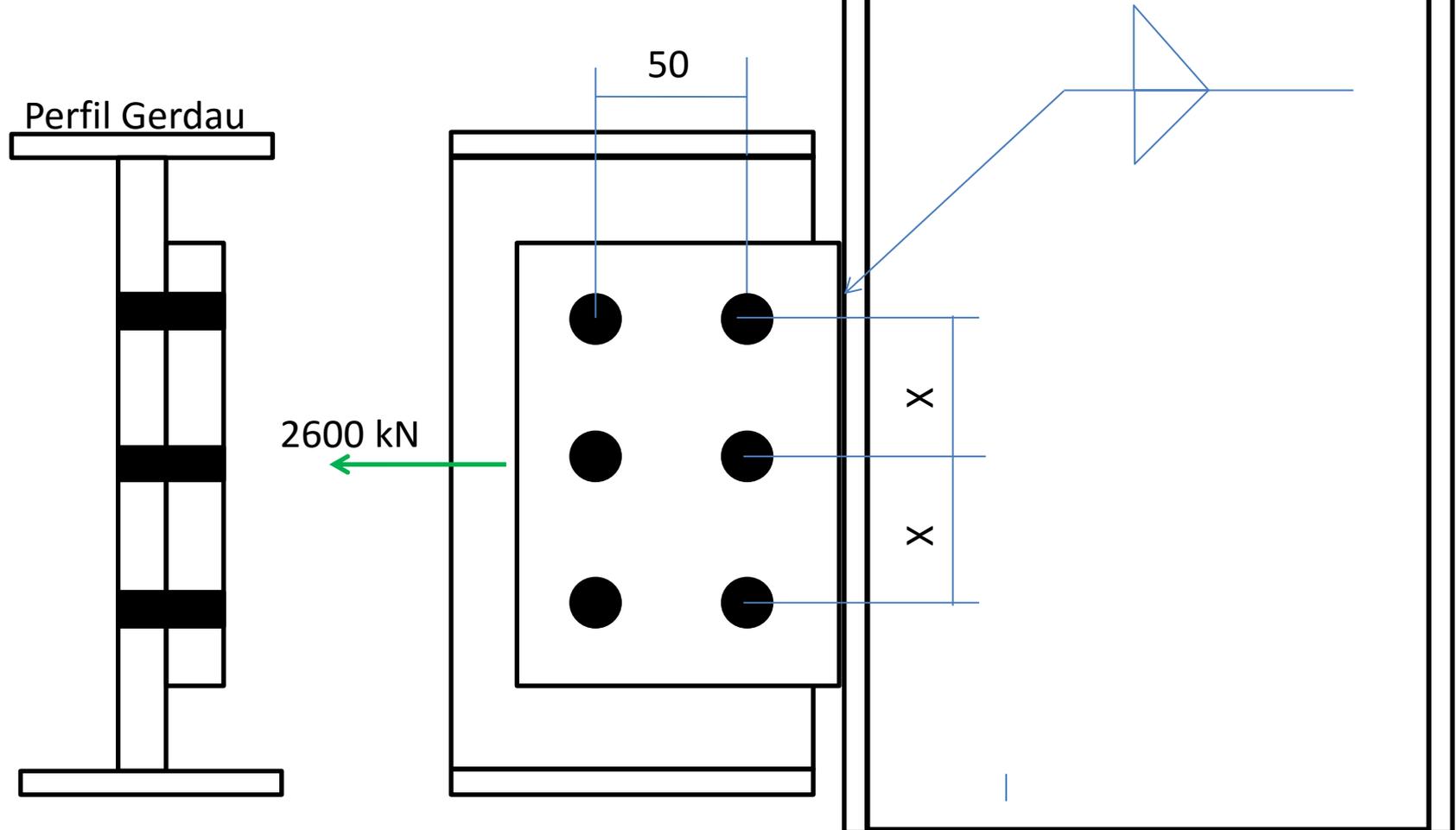
# Exercício 03

Determine:

O diâmetro dos parafusos na ligação (Considerar ligação por contato)

A largura, comprimento e espessura da chapa A36

As especificações da solda



# Exercício 03

Esforço de cisalhamento por parafuso:

$$V_{sd} = \frac{2600}{6} = 433,33 \text{ kN por plano de cisalhamento}$$

Tabela 9 – Resistência de cálculo dos parafusos em ligações por contato para  $\gamma_{a2} = 1,25$  (kN)

ESPECIFICAÇÃO ASTM		DIÂMETRO NOMINAL										
		1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 3/4"	2"
		ÁREA BRUTA mm <sup>2</sup>										
		126	198	285	388	506	641	792	958	1140	1552	2027
A307	TRAÇÃO	29,1	45,7	65,7	89,5	116,7	147,8	182,6	220,9	262,8	357,8	467,3
	FORÇA CORTANTE	15,5	24,3	35,0	47,7	62,2	78,8	97,4	117,8	140,2	190,8	249,2
A325	TRAÇÃO	57,8	90,8	130,6	177,8	231,9	258,2	319,0	385,9	459,2	625,1	816,4
	FORÇA CORT. (ROSCA FORA PL. DE CORTE)	38,5	60,5	87,1	118,6	154,6	172,1	212,7	257,2	306,1	416,7	544,3
	FORÇA CORT. (ROSCA NO PL.DE CORTE)	30,8	48,4	69,7	94,8	123,7	137,7	170,1	205,8	244,9	333,4	435,4
A490	TRAÇÃO	72,5	113,9	163,9	223,1	291,0	368,6	455,4	550,9	655,5	892,4	1165,5
	FORÇA CORT. (ROSCA FORA PL. DE CORTE)	48,3	75,9	109,3	148,7	194,0	245,7	303,6	367,2	437,0	594,9	777,0
	FORÇA CORT. (ROSCA NO PL.DE CORTE)	38,6	60,7	87,4	119,0	155,2	196,6	242,9	293,8	349,6	475,9	621,6
ESPECIFICAÇÃO ISO 898 CLASSE 4.6		DIÂMETRO NOMINAL										
		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M42	M48
		ÁREA BRUTA (BASEADA NO DIÂMETRO NOMINAL) mm <sup>2</sup>										
		113	201	314	380	452	573	707	855	1018	1385	1810
TRAÇÃO		25,1	44,7	69,8	84,4	100,4	127,3	157,1	190,0	226,2	307,8	402,2
FORÇA CORTANTE		13,4	23,8	37,2	45,0	53,6	67,9	83,8	101,3	120,7	164,1	214,5

# Exercício 03

Distância mínima entre furos:  $3 \times 44,45\text{mm} = 133,35$

Distância mínima à borda:  $1,25D_b = 1,25 \cdot 44,45 = 56\text{mm}$

$$N_{t,Rd} = \frac{A_n \cdot F_u}{1,35}$$

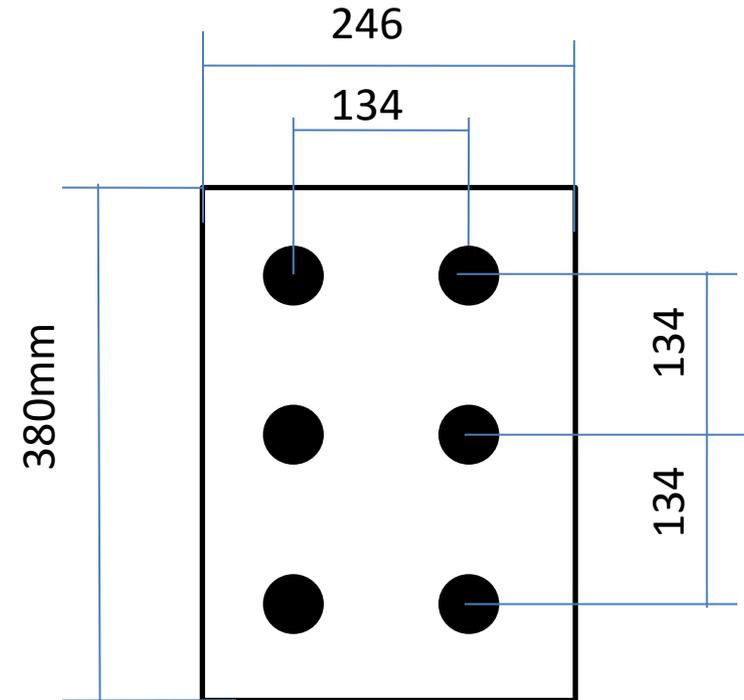
$$2600 = \frac{\{[38 - (3 \cdot (4,45 + 0,15 + 0,2))]\} \cdot t\} + .40}{1,35}$$

$t = 3,71\text{cm} \rightarrow$  *adota – se espessura 1. 1/2"*

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,10}$$

$$2600 = \frac{38 \cdot t \cdot 25}{1,10}$$

$t = 3,01\text{cm}$

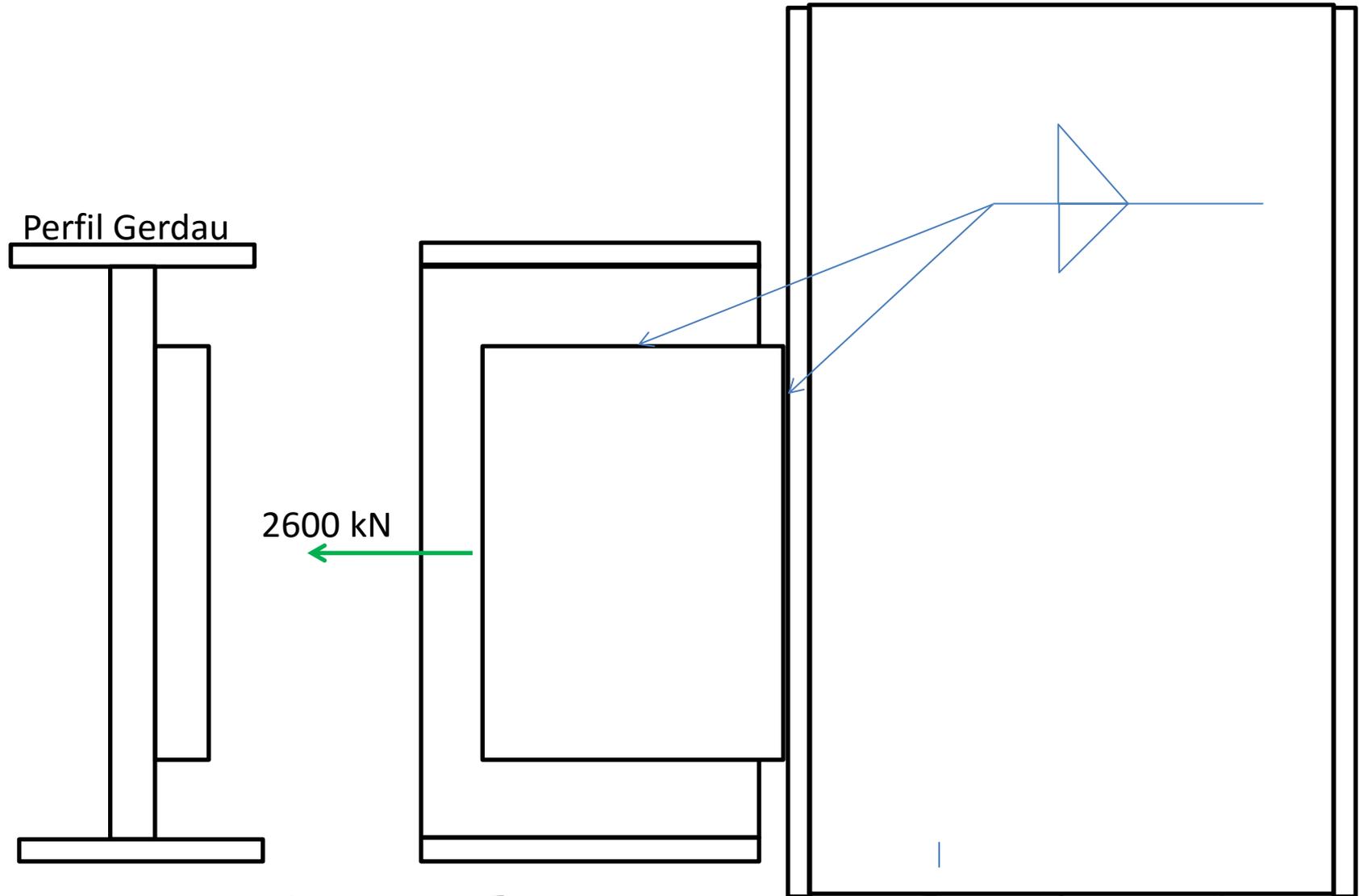


# Exercício 04

Determine:

A largura, comprimento e espessura da chapa A36

As especificações da solda



Usando cálculo anterior temos:

# Exercício 04

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot F_y}{1,10} \quad 2600 = \frac{38 \cdot t \cdot 25}{1,10} \quad t = 3,01\text{cm} - \text{adota} - \text{se chapa } 1.1/4$$

Determinação da solda no sentido do esforço de tração: perna de filete adotada= 25mm

Verificação da ruptura da solda: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35}$$

$$\frac{2600}{2} = \frac{0,60 \cdot 0,707 \cdot 2,5 \cdot L \cdot 48,5}{1,35}$$

$$L = 34,12\text{cm} \sim 35\text{cm}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_{MB} \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{2600}{2} = \frac{0,60 \cdot 2,5 \cdot L \cdot 25}{1,10}$$

$$L = 38,1 \sim 39\text{cm} - \text{como a chapa tem uma folga, adota} - \text{se chapa } 40\text{cm}$$

Usando cálculo anterior temos:

# Exercício 04

Determinação da solda perpendicular ao esforço de tração perna de filete adotada: 25mm

Verificação da ruptura da solda: (ELETRODO 7018)

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_w \cdot F_w}{1,35}$$

$$\frac{2600}{2} = \frac{0,60 \cdot 0,707 \cdot 1,6 \cdot L \cdot 48,5}{1,35}$$

$$L = 34,12\text{cm} \sim 35\text{cm}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{0,60 \cdot A_{MB} \cdot F_y}{1,10} \quad \frac{2600}{2} = \frac{0,60 \cdot 2,5 \cdot L \cdot 25}{1,10}$$

$$L = 38,1 \sim 39\text{cm} \text{ – para simetria, adotar } 40\text{X}40\#1.1/4$$

# Exercício 04

Determine:

A largura, comprimento e espessura da chapa A36

As especificações da solda

