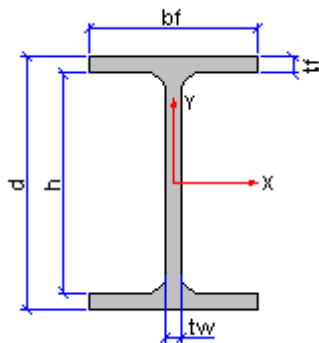




Dimensionamento Perfil I Laminado

Propriedades do Aço

Tipo = ASTM A 572 GR-50

$f_y = 34,50 \text{ kN/cm}^2$

$f_u = 45,00 \text{ kN/cm}^2$

$f_r = 11,5 \text{ kN/cm}^2$

$E = 20500 \text{ kN/cm}^2$

$G = 7892,5 \text{ kN/cm}^2$

Propriedades geométricas do perfil

Perfil W 250 x 44,8

$b_f = 148,00 \text{ mm}$

$t_f = 13,00 \text{ mm}$

$t_w = 7,60 \text{ mm}$

$d = 266,00 \text{ mm}$

$A_g = 57,60 \text{ cm}^2$

Peso = 44,80 kgf

$I_x = 7158,00 \text{ cm}^4$

$I_y = 704,00 \text{ cm}^4$

$I_T = 27,14 \text{ cm}^4$

$W_x = 538,20 \text{ cm}^3$

$W_y = 95,10 \text{ cm}^3$

$Z_x = 606,30 \text{ cm}^3$

$Z_y = 146,40 \text{ cm}^3$

$r_x = \text{raiz}(I_x/A_g)$

$r_x = \text{raiz}(7158,00/57,60)$

$r_x = 11,15 \text{ cm}$

$r_y = \text{raiz}(I_y/A_g)$

$r_y = \text{raiz}(704,00/57,60)$

$r_y = 3,50 \text{ cm}$

$h = d - 2 \cdot t_f$

$h = 266,00 - 2 \cdot 13,00$

$h = 240,00 \text{ mm}$

Comprimentos de Flambagem

$L_{fx} = 400,00 \text{ cm}$

$L_{fy} = 400,00 \text{ cm}$

$L_b = 400,00 \text{ cm}$

Esforços Solicitantes

$N_d = -19,40 \text{ kN}$

$V_d = 113,60 \text{ kN}$

$M_{dx} = 17754,00 \text{ kN} \cdot \text{cm}$

$M_{dy} = 0,00 \text{ kN} \cdot \text{cm}$

Verificação do Esforço de Compressão

Verificação da esbeltez do elemento (Item 5.3.5 NBR8800/88)

$\lambda_x = L_{fx}/r_x$

$\lambda_x = 400,00/11,15$

$\lambda_x = 35,88$

$\lambda_y = L_{fy}/r_y$

$\lambda_y = 400,00/3,50$

$\lambda_y = 114,42$

$\lambda_x \text{ e } \lambda_y \leq 200$

$35,88 \text{ e } 114,42 \leq 200$

Ok! Esbeltez verifica!

Cálculo de Q (Anexo E da NBR8800/88)

$(b_f/2)/t_f \leq 0,55 \cdot \sqrt{E/f_y}$

$Q_s = 1$

$h/t_w \leq 1,47 \cdot \sqrt{E/f_y}$

$Q_a = 1$

$Q = Q_s \cdot Q_a$

$Q = 1,00 \cdot 1,00$

$Q = 1,00$

$I_x = (1/\pi) \cdot I_x \cdot \sqrt{Q \cdot f_y / E}$;

$I_x = (1/\pi) \cdot 35,88 \cdot \sqrt{1,00 \cdot 34,50 / 20500,00}$;

$I_x = 0,47$

$I_y = (1/\pi) \cdot I_y \cdot \sqrt{Q \cdot f_y / E}$;

$I_y = (1/\pi) \cdot 114,42 \cdot \sqrt{1,00 \cdot 34,50 / 20500,00}$;

$I_y = 1,49$

$t_f \leq 40$

Curva b -> $a_x = 0,281$

Curva c -> $a_y = 0,384$

$I_x > 0,2$

$B_x = (1/2 \cdot I_x^2) \cdot (1 + a_x \cdot \sqrt{I_x^2 - 0,04}) + I_x^2$

$B_x = (1/2 \cdot 0,47^2) \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt{0,47^2 - 0,04}) + 0,47^2$

$B_x = 3,05$

$r_{ox} = B_x - \sqrt{B_x^2 \cdot (1/I_x^2)}$

$r_{ox} = 3,05 - \sqrt{3,05^2 \cdot (1/0,47^2)}$

$r_{ox} = 0,87$

$I_y > 0,2$

$B_y = (1/2 \cdot I_y^2) \cdot (1 + a_y \cdot \sqrt{I_y^2 - 0,04}) + I_y^2$

$B_y = (1/2 \cdot 1,49^2) \cdot (1 + 0,38 \cdot \sqrt{1,49^2 - 0,04}) + 1,49^2$

$B_y = 0,85$

$r_{oy} = B_y - \sqrt{B_y^2 \cdot (1/I_y^2)}$

$r_{oy} = 0,85 - \sqrt{0,85^2 \cdot (1/1,49^2)}$

$r_{oy} = 0,33$

Adota-se o menor valor para r_o

$r_o = 0,33$

$f_c = 0,9$

$R_d(N_d) = f_c \cdot r_o \cdot Q \cdot A_g \cdot f_y$

$R_d(N_d) = 0,90 \cdot 0,33 \cdot 1,00 \cdot 57,60 \cdot 34,50$

$R_d(N_d) = -581,66 \text{ kN}$

$R_d(N_d) \geq N_d$

$-581,66 \text{ kN} \geq -19,40 \text{ kN}$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

Verificação do Esforço Cortante

Análise plástica

$A_w = h \cdot t_w$

$A_w = 240,00 \cdot 7,60$

$A_w = 2021,60 \text{ mm}^2$

$A_w = 20,22 \text{ cm}^2$

Considerando Item 5.2.2 nota a da NBR8800/88

$a = 4 \cdot t_w$;

$a = 4 \cdot 7,60$

$a = 30,40 \text{ mm}$

$(a/h) < 1$

$k = 4 + 5,34 / (a/h)^2$

$k = 4 + 5,34 / (30,40/240,00)^2$

$k = 336,83$

$l = h/t_w$

$l = 240,00/7,60$

$l = 31,58$

$I_p = 1,08 \cdot \sqrt{k \cdot E / f_y}$

$$l_p = 1,08 \cdot \sqrt[3]{336,83 \cdot 20500,00 / 34,50}$$

$$l_p = 483,16$$

$$l_r = 1,4 \cdot \sqrt{k \cdot E / f_y}$$

$$l_r = 1,4 \cdot \sqrt[3]{336,83 \cdot 20500,00 / 34,50}$$

$$l_r = 21608,10$$

$$V_{pl} = 0,55 \cdot A_w \cdot f_y$$

$$V_{pl} = 0,55 \cdot 20,22 \cdot 34,50$$

$$V_{pl} = 383,60 \text{ kN}$$

$$I < l_p$$

$$V_n = V_{pl}$$

$$V_n = 383,60 \text{ kN}$$

$$f_v = 0,9$$

$$R_d(V_d) = f_v \cdot V_n$$

$$R_d(V_d) = 0,90 \cdot 383,60$$

$$R_d(V_d) = 345,24 \text{ kN}$$

$$R_d(V_d) \geq V_d$$

$$345,24 \text{ kN} \geq 113,60 \text{ kN}$$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

Verificação de Flexão em x

$$Z = Z_x$$

$$Z = 606,30 \text{ cm}^3$$

$$W = W_x$$

$$W = 538,20 \text{ cm}^3$$

$$W_c = W$$

$$W_c = 538,20 \text{ cm}^3$$

$$W_t = W$$

$$W_t = 538,20 \text{ cm}^3$$

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

$$M_{pl} = 606,30 \cdot 34,50$$

$$M_{pl} = 20917,30 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Flambagem local da alma(FLA)

$$l = h/t_w$$

$$l = 240,00 / 7,60$$

$$l = 31,58$$

$$l_p = 3,5 \cdot \sqrt{E / f_y}$$

$$l_p = 3,5 \cdot \sqrt[3]{20500,00 / 34,50}$$

$$l_p = 82,73$$

$$l \leq l_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 20917,30 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Flambagem local da mesa(FLM)

$$l = b_f / (2 \cdot t_f)$$

$$l = 148,00 / (2 \cdot 13,00)$$

$$l = 5,69$$

$$l_p = 0,38 \cdot \sqrt{E / f_y}$$

$$l_p = 0,38 \cdot \sqrt[3]{20500,00 / 34,50}$$

$$l_p = 9,26$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W_c$$

$$M_r = (34,50 - 11,50) \cdot 538,20$$

$$M_r = 12378,60 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = f_y \cdot W_t$$

$$M_r = 34,50 \cdot 538,20$$

$$M_r = 18567,90 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Adota-se o menor valor de M_r

$$M_r = 12378,60$$

$$l_r = 0,62 \cdot \sqrt{E \cdot W_c / M_r}$$

$$l_r = 0,62 \cdot \sqrt[3]{20500,00 \cdot 538,20 / 12378,60}$$

$$l_r = 18,51$$

$$l \leq l_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 20917,30 \text{ kN*cm}$$

Flambagem Lateral com torção (FLT)

$$l = L_b/r_y$$

$$l = 400,00/3,50$$

$$l = 114,42$$

$$l_p = 1,75 \cdot \sqrt{E/f_y}$$

$$l_p = 1,75 \cdot \sqrt{20500,00/34,50}$$

$$l_p = 42,66$$

$$C_b = 1$$

$$B_1 = \pi \cdot \sqrt{G \cdot E \cdot I_T \cdot A_g}$$

$$B_1 = \pi \cdot \sqrt{7892,50 \cdot 20500,00 \cdot 27,14 \cdot 57,60}$$

$$B_1 = 1,57998E6$$

$$B_2 = ((\pi^2 \cdot E)/(4 \cdot G)) \cdot (A_g \cdot ((d-t_f)/10)^2)/I_T$$

$$B_2 = ((\pi^2 \cdot 20500,00)/(4 \cdot 7892,50)) \cdot (57,60 \cdot ((266,00-13,00)/10)^2)/27,14$$

$$B_2 = 8706,28$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W$$

$$M_r = (34,50 - 11,50) \cdot 538,20$$

$$M_r = 12378,60 \text{ kN*cm}$$

$$l_r = ((0,707 \cdot C_b \cdot B_1)/M_r) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + ((4 \cdot B_2)/(C_b^2 \cdot B_1^2)) \cdot M_r^2}}$$

$$l_r = ((0,707 \cdot 1,00 \cdot 1,57998E6)/12378,60) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + ((4 \cdot 8706,28)/(1,00^2 \cdot 1,57998E6^2)) \cdot 12378,60^2}}$$

$$l_r = 150,23$$

$$l_p < l \leq l_r$$

$$M_n = M_{pl} - ((M_{pl} - M_r) \cdot ((l - l_r)/(l_r - l_p)))$$

$$M_n = 20917,30 - ((20917,30 - 12378,60) \cdot ((114,42 - 42,66)/(150,23 - 42,66)))$$

$$M_n = 15221,20 \text{ kN*cm}$$

Adota-se para M_n o menor valor de FLA, FLT ou FLM e ainda segundo NBR 8800/88 (Item 5.4.1.3.1) $M_n < (1,25 \cdot W \cdot f_y)$

$$M_n \leq (1,25 \cdot W \cdot f_y) \rightarrow \text{Ok!}$$

$$M_n = 15221,20 \text{ kN*cm}$$

$$f_b = 0,9$$

$$R_d(M_d) = f_b \cdot M_n$$

$$R_d(M_d) = 0,90 \cdot 15221,20$$

$$R_d(M_d) = 13699,10 \text{ kN}$$

$$R_d(M_d) \geq M_{dx}$$

$$13699,10 \text{ kN} \geq 17754,00 \text{ kN}$$

Não Ok! Perfil não suporta ao esforço solicitado!

Adote outro perfil!

Verificação de Flexão Composta

$$N_y = A_g \cdot f_y$$

$$N_y = 57,60 \cdot 34,50$$

$$N_y = 1987,20 \text{ kN}$$

$$l = h/t_w$$

$$l = 240,00/7,60$$

$$l = 31,58$$

$$N_d/(0,9 \cdot N_y) \leq 0,207$$

$$l_p = 3,5 \cdot \sqrt{E/f_y} \cdot (1 - (2,8 \cdot N_d/(0,9 \cdot N_y)))$$

$$l_p = 3,5 \cdot \sqrt{20500,00/34,50} \cdot (1 - (2,8 \cdot 19,40/(0,9 \cdot 1987,20)))$$

$$l_p = 82,73$$

Cálculo para $R_d(M_{dx})$

Flambagem local da alma (FLA)

$$l \leq l_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 20917,30 \text{ kN*cm}$$

Adota-se para M_n o menor valor de FLA ou FLT e FLM, como calculados anteriormente em x, e ainda segundo NBR 8800/88 (Item 5.4.1.3.1) $M_n < (1,25 \cdot W \cdot f_y)$

$M_n \leq (1,25 \cdot W \cdot f_y) \rightarrow \text{Ok!}$

$M_n = 15221,20 \text{ kN} \cdot \text{cm}$

$f_b = 0,9$

$R_d(M_d) = f_b \cdot M_n$

$R_d(M_d) = 0,90 \cdot 15221,20$

$R_d(M_d) = 13699,10 \text{ kN}$

Combinação das Ações

$C_{mx} = 1$

$C_{my} = 1$

$N_{ex} = (A_g \cdot f_y) / I_x^2$

$N_{ex} = (57,60 \cdot 34,50) / 0,47^2$

$N_{ex} = 9051,60 \text{ kN}$

$N_{ey} = (A_g \cdot f_y) / I_y^2$

$N_{ey} = (57,60 \cdot 34,50) / 1,49^2$

$N_{ey} = 890,24 \text{ kN}$

$(N_d / R_d(N_d)) + (C_{mx} \cdot M_{dx}) / ((1 - N_d / (0,73 \cdot N_{ex})) \cdot R_d(M_{dx})) + (C_{my} \cdot M_{dy}) / ((1 - N_d / (0,73 \cdot N_{ey})) \cdot R_d(M_{dy})) \leq 1$

$(-19,40 / -581,66) + (1,00 \cdot 17754,00) / ((1 - 19,40 / (0,73 \cdot 9051,60)) \cdot 13699,10) + (1,00 \cdot 0,00) / ((1 - 19,40 / (0,73 \cdot 890,24)) \cdot 0,00) \leq 1$

$0,03 + 1,30 + 0,00 = 1,33 \leq 1$

$1,33 \leq 1$

Não Ok! Perfil não suporta ao esforço solicitado!

Adote outro perfil!