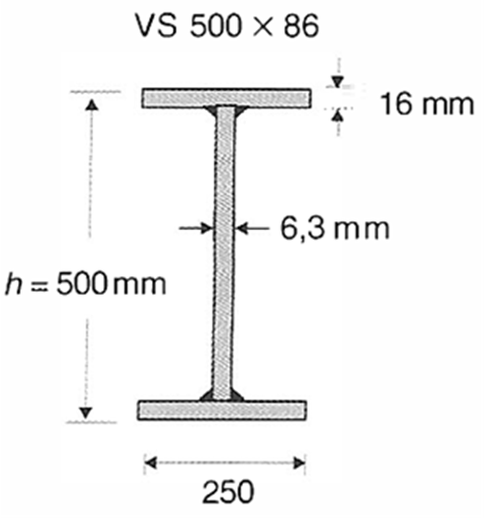
AM1_E07-02

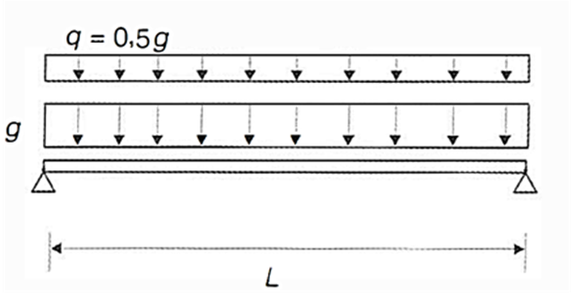


Uma viga biapoiada de vão L de piso de edifício, feita em perfil VS 500 x 86 (h = 500mm), está sujeita à cargas uniformemente distribuídas permanente "g" e variável "q", sendo q/g = 0,5.

Calcular a carga permanente máxima que pode ser aplicada para vãos L de comprimento:

$L1 := 4,0\ m$ $L2 := 6,5\ m$ $L3 := 10,0\ m$

e compare os resultados detectando qual esforço é predominante no dimensionamento relativo a cada vão.
Utilizar aço MR250 e considerar que a viga é contida lateralmente.



ELU (Comb. Normal):

$\gamma g := 1,3$ $\gamma q := 1,5$

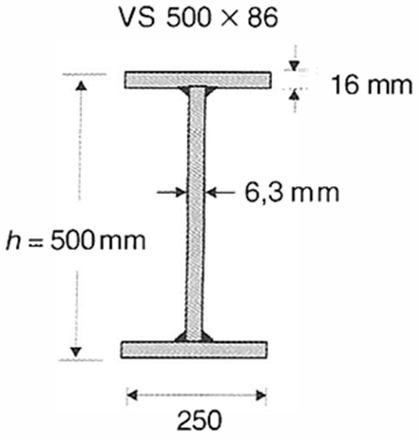
ELS (Comb. Frequente):

$\psi 1 := 0,4$

$fy := 25\ \frac{kN}{cm^2}$ $E := 200\ GPa$

Propriedades Geométricas Básicas / Momentos Fletores Resistentes Básicos:

Chamando de "z" o eixo horizontal da seção trasnsversal:



$bf := 250\ mm$ $tf := 16\ mm$ $d := 500\ mm$ $\gamma a1 := 1,10$

$hw := d - 2 \cdot tf = 468,00\ mm$ $tw := 6,3\ mm$

$$Iz := \frac{bf \cdot d^3}{12} - \frac{(bf - tw) \cdot hw^3}{12} = 52250\ cm^4$$

$$Wz := \frac{Iz}{0,5 \cdot d} = 2090,0\ cm^3$$

$$Zz := 2 \cdot \left(bf \cdot tf \cdot \left(\frac{tf}{2} + \frac{hw}{2} \right) + \frac{hw}{2} \cdot tw \cdot \left(\frac{hw}{4} \right) \right) = 2281,0\ cm^3$$

$My := Wz \cdot fy = 52250\ kN\ cm$

$Mpl := Zz \cdot fy = 57024,07\ kN\ cm$

$$Mrd_lim := \frac{1,5 \cdot Wz \cdot fy}{\gamma a1} = 71250\ kN\ cm$$

Combinações de Ações:

Combinação Normal ELU: q/g = 0,5 --> q = 0,5.g

q_ELU = γg . g + γq . q
q_ELU = γg . g + γq . 0,5.g = 1,3.g + 1,5.0,5.g = 2,05.g

Combinação Frequente ELS:

q_ELS = g + ψ1 . q
q_ELS = g + ψ1 . 0,5.g = g + 0,4.0,5.g = 1,2.g

ELU (Comb. Normal):

$\gamma g := 1,3$ $\gamma q := 1,5$

ELS (Comb. Frequente):

$\psi 1 := 0,4$

Momentos Resistentes - FLA e FLM:

Tipo de Seção e Eixo de Flexão	Estados Limites	M_r	M_{cr}	λ	λ_p	λ_r
Seções I e H com dois eixos de simetria e seções U não sujeitas a momento de torção, fletidas em relação ao eixo de maior momento de inércia	FLT	$(f_y - \sigma_r)W$ Ver Nota 5	Ver Nota 1	$\frac{L_b}{r_y}$	$1{,}76\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	Ver Nota 1
	FLM	$(f_y - \sigma_r)W$ Ver Nota 5	Ver Nota 6	b/t ver Nota 8	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	Ver Nota 6
	FLA	$f_y W$	Viga de alma esbelta (Anexo H)	$\frac{h_w}{t_w}$	$3{,}76\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{f_y}}$

$\lambda_{FLA} := \frac{hw}{tw} = 74{,}286$ < $\lambda_{pFLA} := 3{,}76 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 106{,}35$ Conclusão : ALMA COMPACTA para Flexão

$Mrd_FLA := \frac{Mpl}{\gamma a1} = 51840\ \text{kN cm}$

$\lambda_{FLM} := \frac{0{,}5 \cdot bf}{tf} = 7{,}8125$ < $\lambda_{pFLM} := 0{,}38 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 10{,}748$ Conclusão : MESA COMPACTA para Flexão

$Mrd_FLM := \frac{Mpl}{\gamma a1} = 51840\ \text{kN cm}$

$Mrd := \min([\ Mrd_FLA\ \ Mrd_FLM\ ]) = 51840\ \text{kN cm}$

Momentos Solicitante e Verificação de Segurança:

Msd = q_ELU . L^2 / 8 (momento solicitante máximo em viga biapoiada com carga distribuída uniforme)

Msd = 2,05.g . L^2 / 8

Condição de Segurança: Msd = Mrd

2,05.g.L^2/8 = Mrd

$g_M(L) := \frac{8 \cdot Mrd}{2{,}05 \cdot L^2}$

$g_{M1} := g_M(L1) = 126{,}44\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $L1 = 4\ \text{m}$

$g_{M2} := g_M(L2) = 47{,}882\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $L2 = 6{,}5\ \text{m}$

$g_{M3} := g_M(L3) = 20{,}230\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $L3 = 10\ \text{m}$

Cortante Resistente:

Tipo de Alma	Relação de Parâmetros	Expressão de Cálculo
Compacta	$\lambda \le \lambda_p$	$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Semi-compacta	$\lambda_p < \lambda \le \lambda_r$	$V_{Rd} = \frac{\lambda_p V_{pl}}{\lambda\, \gamma_{a1}}$
Esbelta	$\lambda_r < \lambda$	$V_{Rd} = 1{,}24\left(\frac{\lambda_p}{\lambda}\right)^2 \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$

$V_{pl} = 0{,}60 A_w f_y = 0{,}60 d t_w f_y$

$\lambda = \frac{h_w}{t_w}$ $\lambda_p = 1{,}10\sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}$ $\lambda_p = 1{,}37\sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}$

k_v igual a 5,0 para almas sem enrijecedores transversais, para $\frac{a}{h_w} > 3$ ou para $\frac{a}{h_w} > \left[\frac{260}{h_w/t_w}\right]^2$ e $5 + \frac{5}{(a/h_w)^2}$ para os demais casos.

$Aw := d \cdot tw = 31{,}500\ \text{cm}^2$ $Vpl := 0{,}60 \cdot Aw \cdot fy = 472{,}50\ \text{kN}$ $kv := 5{,}0$

$\lambda_{pCIS} := 1{,}10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E}{fy}} = 69{,}570$ < $\lambda_{CIS} := \frac{hw}{tw} = 74{,}286$ < $\lambda_{rCIS} := 1{,}37 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E}{fy}} = 86{,}6464$

Conclusão : ALMA SEMICOMPACTA para Cisalhamento

$Vrd := \frac{\lambda_{pCIS} \cdot Vpl}{\lambda_{CIS} \cdot \gamma a1} = 402{,}28\ \text{kN}$

Corante Solicitante e Verificação de Segurança:

Vsd = q_ELU . L / 2 (corantante solicitante máximo em viga biapoiada com carga distribuída uniforme)

Vsd = 2,05.g . L / 2

Condição de Segurança: Vsd = Vrd

2,05.g.L/2 = Vrd

$$g_V(L) := \frac{2 \cdot Vrd}{2,05 \cdot L}$$

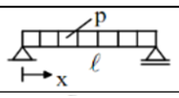
$g_{V1} := g_V(L1) = 98,117 \frac{kN}{m}$ $L1 = 4\ m$

$g_{V2} := g_V(L2) = 60,379 \frac{kN}{m}$ $L2 = 6,5\ m$

$g_{V3} := g_V(L3) = 39,247 \frac{kN}{m}$ $L3 = 10\ m$

Verificação de Flecha:

δlim = L / 350

	$\frac{5}{384}\frac{pL^4}{EI}$	0,5 L	$\frac{pL^4}{24EI}(-\alpha^4 + 2\alpha^3 - \alpha)$

δelast. = (5/384) . q_ELS.L^4 / EI

Condição Limite: δelast. = δlim q_ELS = 1,2.g

(5/384).q_ELS.L^4 / EI = L / 350 ----> (5/384).q_ELS.L^3 / EI = 1 / 350 ----> (5/384).1,2.g.L^3 / EI = 1 / 350

$$g_\delta(L) := \frac{384 \cdot E \cdot Iz}{350 \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot L^3}$$

$g_{\delta 1} := g_\delta(L1) = 298,57 \frac{kN}{m}$

$g_{\delta 2} := g_\delta(L2) = 69,580 \frac{kN}{m}$

$g_{\delta 3} := g_\delta(L3) = 19,108 \frac{kN}{m}$

Resumo dos Resultados:

	Cargas função de Momento	Cargas função de Cortante	Cargas função de Flecha
$L1 = 4\ m$	$g_{M1} := g_M(L1) = 126,4392 \frac{kN}{m}$	$g_{V1} := g_V(L1) = 98,1166 \frac{kN}{m}$	$g_{\delta 1} := g_\delta(L1) = 298,5696 \frac{kN}{m}$
$L2 = 6,5\ m$	$g_{M2} := g_M(L2) = 47,8823 \frac{kN}{m}$	$g_{V2} := g_V(L2) = 60,3795 \frac{kN}{m}$	$g_{\delta 2} := g_\delta(L2) = 69,5802 \frac{kN}{m}$
$L3 = 10\ m$	$g_{M3} := g_M(L3) = 20,2303 \frac{kN}{m}$	$g_{V3} := g_V(L3) = 39,2467 \frac{kN}{m}$	$g_{\delta 3} := g_\delta(L3) = 19,1085 \frac{kN}{m}$

Conclusões em Termos Geras:

- Para vãos curtos, a verificação de cortes é determinante;
- Para vãos médios, a verificação de momentos é a determinantes;
- Para vãos longos a verificação de flecha é que determina o dimensionamento;