

Exemplo 1.15:

Uma viga encastrada suporta duas forças concentradas como mostra a figura (figura 1.28). Calcular a distribuição das cargas nos reforços e a distribuição do fluxo de corte nos painéis da alma assumindo que estes suportam apenas o corte.

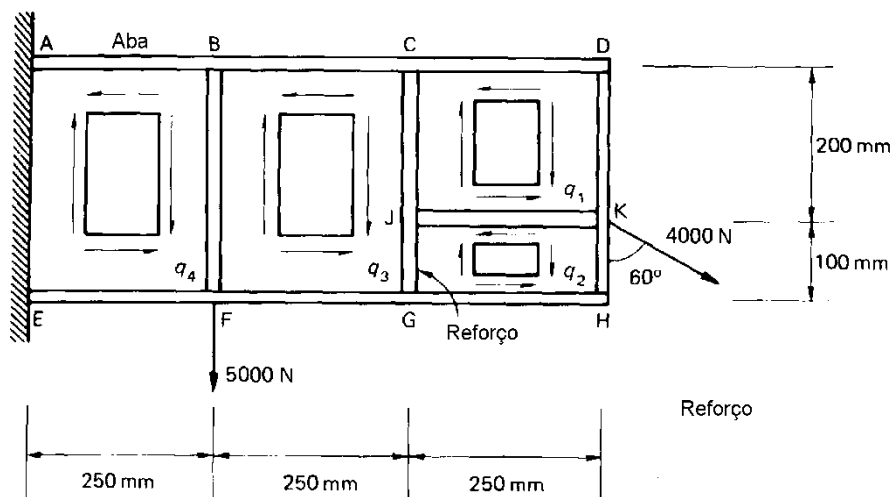


Figura 1.28 Viga suspensa do exemplo 1.15.

Pode notar-se que os reforços HKD e JK são necessários no ponto de aplicação da força de 4000 N para resistirem às suas componentes vertical e horizontal. Um outro reforço transversal GJC é colocado na ponta sem carga J do reforço JK uma vez que no centro de um painel da alma se formam concentrações de tensões. Também se nota que os painéis da alma são efetivos apenas ao corte de modo que o fluxo de corte é constante em todo um painel; as direções assumidas para as direções dos fluxos de corte podem ver-se na figura 1.28.

É bom examinar, nesta altura, o papel dos diferentes componentes estruturais no suporte das cargas aplicadas. Geralmente assume-se que os reforços suportam apenas forças axiais de forma que a componente horizontal da força em K é equilibrada localmente pela carga axial no reforço JK e não pela flexão do reforço HKD. Usando o mesmo argumento, a componente vertical da força em K é resistida pela carga axial no reforço HKD. Estas cargas axiais nos reforços são equilibradas por sua vez pelas resultantes dos fluxos de corte q_1 e q_2 nos painéis da alma CDKJ e JKHG. Assim vê-se que os painéis da alma resistem à componente do corte da carga aplicada externamente e ao mesmo tempo transmitem as ações axial e de flexão da carga externa às abas da viga; consequentemente as cargas das abas provocam reações nos pontos de suporte A e E.

Considere-se os diagramas do corpo livre dos reforços JK e HKD representados nas figura 1.28-1(a) e figura 1.28-1 (b).

Do equilíbrio do reforço JK tem-se

$$(q_1 - q_2) \times 250 = 4000 \sin 60^\circ = 3464,1 \text{ N} \quad (i)$$

e do equilíbrio do reforço HKD tem-se

$$200q_1 + 100q_2 = 4000 \cos 60^\circ = 2000,0 \text{ N} \quad (\text{ii})$$

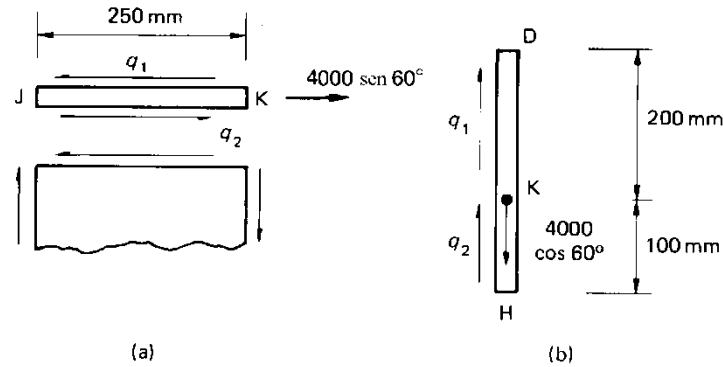


Figura 1.28-1 Diagramas do corpo livre dos reforços JK e HKD na viga do *exemplo 1.15*.

Resolvendo as *equações (i) e (ii)* obtém-se

$$q_1 = 11,3 \text{ N/mm}, \quad q_2 = -2,6 \text{ N/mm}$$

A força de corte vertical no painel BCGF é equilibrada pela resultante vertical do fluxo de corte q_3 . Assim,

$$300q_3 = 4000 \cos 60^\circ = 2000,0 \text{ N}$$

$$\text{Então } q_3 = 6,7 \text{ N/mm}$$

Alternativamente q_3 pode ser obtido considerando o equilíbrio do reforço CJG. Da *figura 1.28-2*

$$300q_3 = 200q_1 + 100q_2 = 200 \times 11,3 + 100 \times 2,6$$

$$\text{Então } q_3 = 6,7 \text{ N/mm}$$

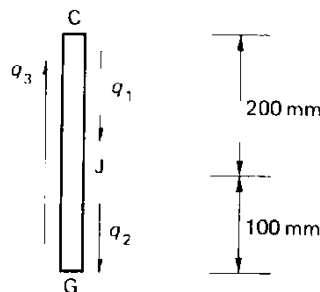


Figura 1.28-2 Equilíbrio do reforço CJG na viga do *exemplo 1.15*.

O fluxo de corte q_4 no painel ABFE pode ser determinado usando um dos métodos acima. Assim, considerando a força de corte vertical que atua no painel

$$300q_4 = 4000 \cos 60^\circ + 5000 = 7000 \text{ N}$$

Então $q_4 = 23,3 \text{ N/mm}$

Alternativamente, do equilíbrio do reforço BF

$$300q_4 - 300q_3 = 5000 \text{ N}$$

isto é $q_4 = 23,3 \text{ N/mm}$

As distribuições das cargas das abas e dos reforços são determinadas da mesma forma, a partir da soma algébrica dos fluxos de corte ao longo do seu comprimento. Por exemplo, a carga axial P_A na mesa ABCD é dada por

$$P_A = 250q_1 + 250q_3 + 250q_4$$

ou $P_A = 250 \times 11,3 + 250 \times 6,7 + 250 \times 23,3 = 10325 \text{ N}$ (tração)

Da mesma forma a carga axial P_E na mesa EFGH é dada por

$$P_E = -250q_2 - 250q_3 - 250q_4$$

isto é $P_E = 250 \times 2,6 - 250 \times 6,7 - 250 \times 23,3 = -6850 \text{ N}$ (compressão)

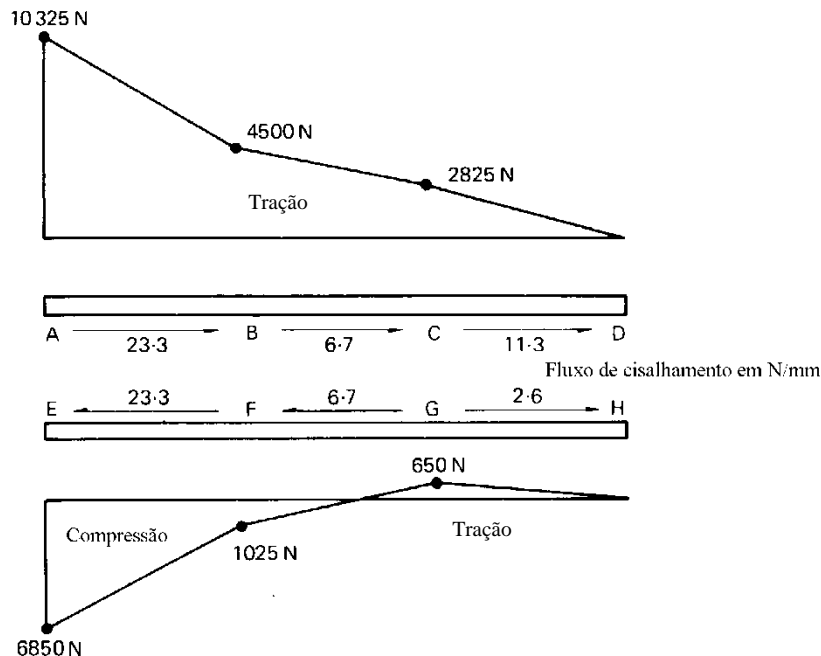


Figura 1.28-3 Distribuição das cargas nas abas da viga do exemplo 1.15.

A distribuição completa em cada mesa está representada na *figura 1.28-3*. A distribuição das cargas nos reforços são calculadas da mesma forma e estão representadas na *figura 1.28-4*.

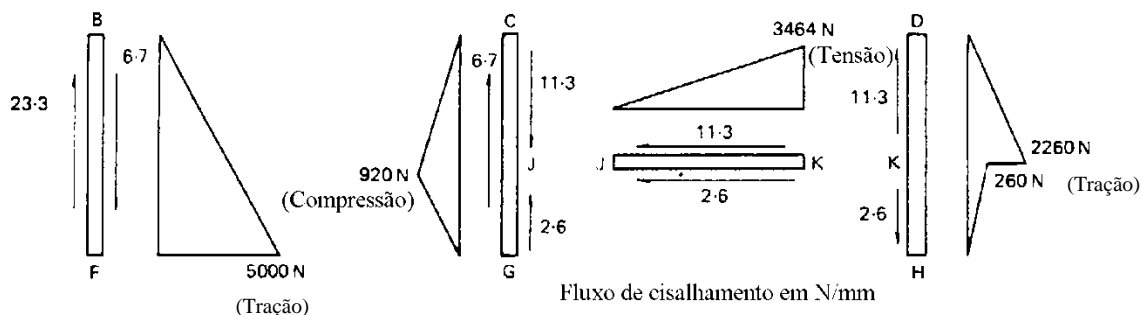


Figura 1.28-4 Distribuição das cargas nos reforços da viga do *exemplo 1.15*.

A distribuição das cargas das mesas nos compartimentos ABFE e BCGF poderia ter sido obtida considerando as cargas fletoras e axiais na viga em qualquer secção. Por exemplo, na secção AE pode substituir-se o sistema de cargas reais por um momento fletor

$$M_{AE} = 5000 \times 250 + 2000 \times 750 - 3464,1 \times 50 = 2576800 \text{ Nmm}$$

e por uma força axial que atue a meia distância entre as mesas (mesmo que as áreas das mesas não sejam simétricas em relação a este ponto) de

$$P = 3464,1 \text{ N}$$

$$\text{Então } P_A = \frac{2576800}{300} + \frac{3464,1}{2} = 10321 \text{ N} \quad (\text{tração})$$

$$\text{e } P_E = \frac{-2576800}{300} + \frac{3464,1}{2} = -6857 \text{ N} \quad (\text{compressão})$$

Este método não pode ser usado no compartimento CDHG a não ser na secção CJG, uma vez que a carga axial no reforço JK introduz uma nova incógnita.

Na análise acima assume-se que os painéis da alma em vigas do tipo representado na *figura 1.28* resistem corte puro ao longo dos seus limites. Almas finas podem flambar mediante a ação de tais cargas de corte criando campos de tensões que, por sua vez, induzem cargas adicionais nos reforços e nas abas das vigas. O campo de tensões pode ser calculado separadamente e posteriormente adicionado às tensões determinadas como descrito acima.