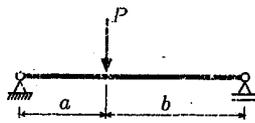
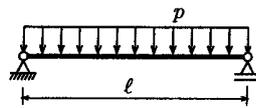


Lista de Exercícios 2 – Esforços Solicitantes.

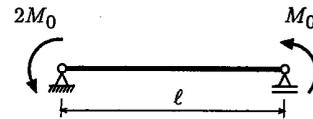
1. Trace os diagramas de momento fletor e força cortante para os seguintes carregamentos da viga bi-apoiada:



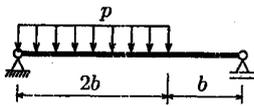
(a)



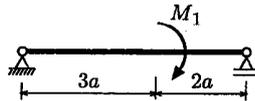
(b)



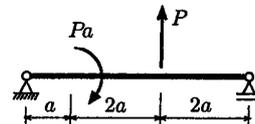
(c)



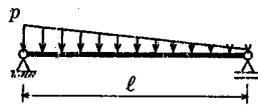
(d)



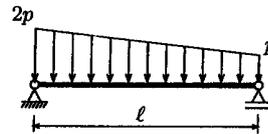
(e)



(f)

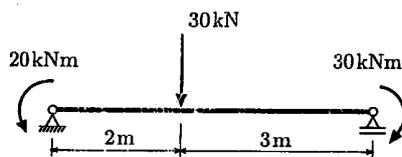


(g)

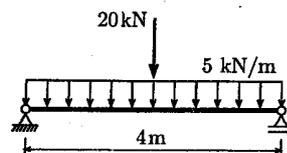


(h)

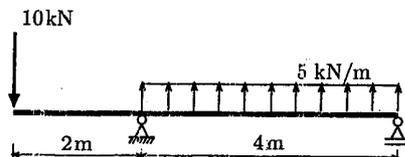
2. Trace os diagramas de esforços solicitantes para as vigas abaixo.



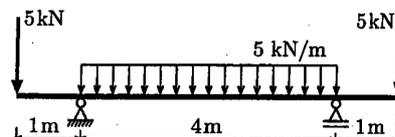
(a)



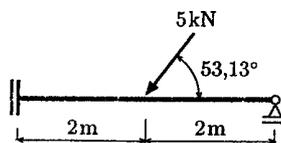
(b)



(c)

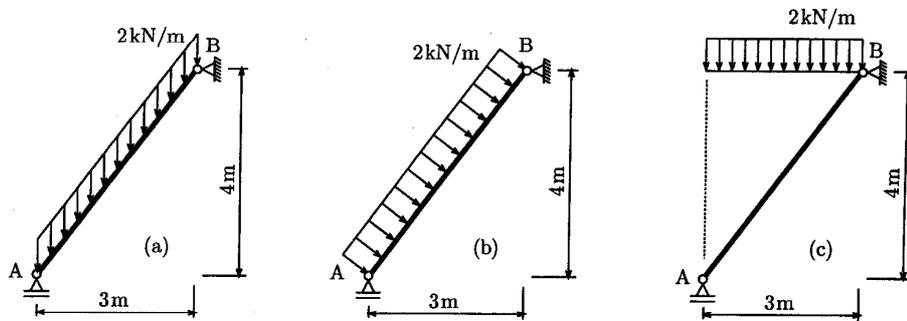


(d)

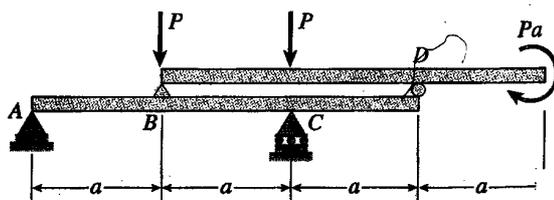


(e)

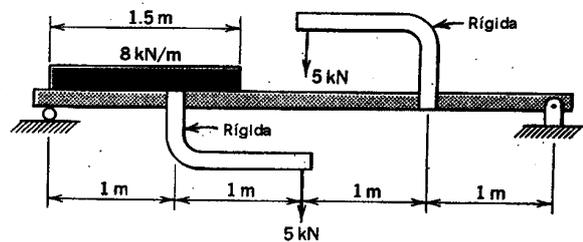
3. Trace os diagramas de estado, determinando os valores extremos dos esforços solici-  
tantes [Edg].



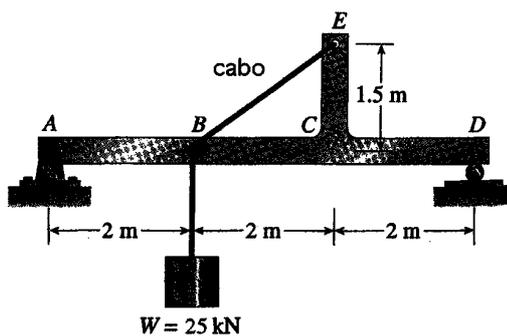
4. Trace os diagramas de esforços solici-  
tantes para as barras das seguintes estruturas:



(a) [2]

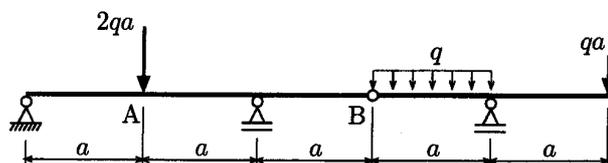


(b) [4]

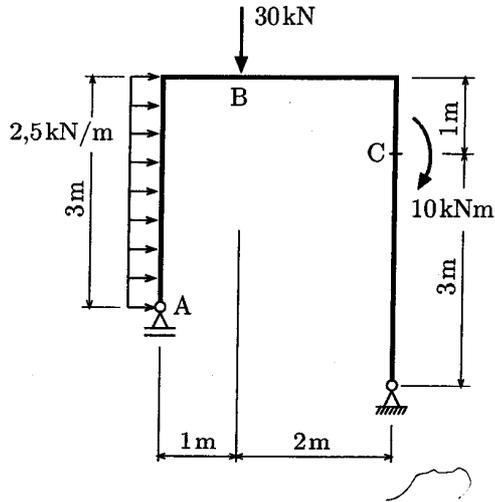


(c) [2]

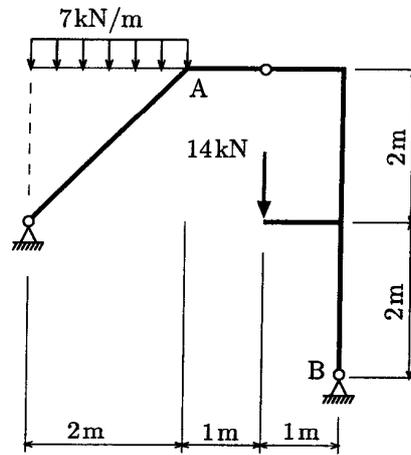
5. Trace os diagramas de momento fletor e força cortante para a viga Gerber abaixo  
[Diogo].



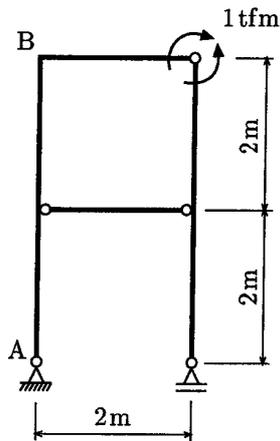
6. Trace os diagramas de esforços solicitantes para as estruturas a seguir.



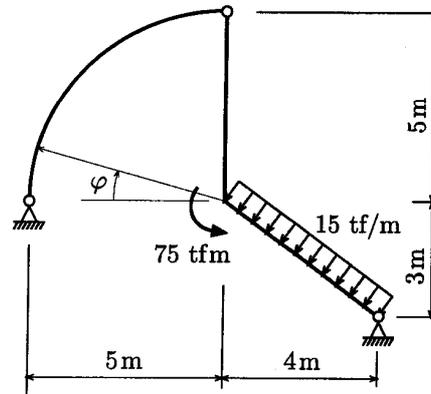
(a) [Diogo]



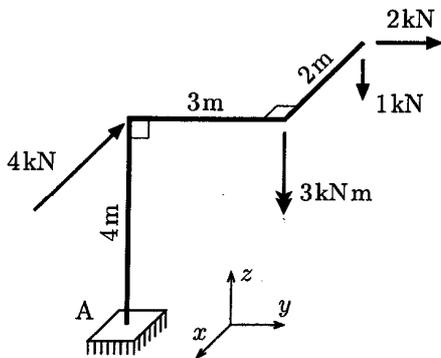
(b) [Diogo]



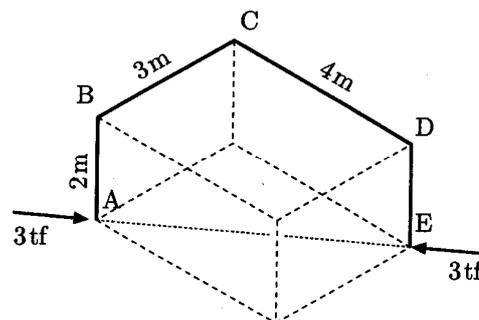
(c) [Britto]



(d) [Britto]

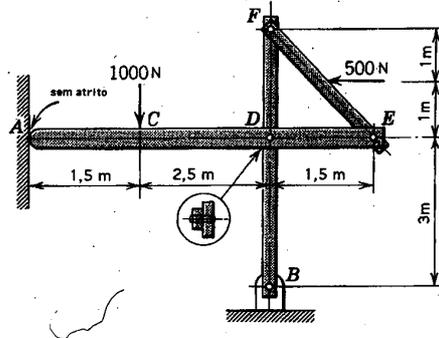


(e) [Britto]

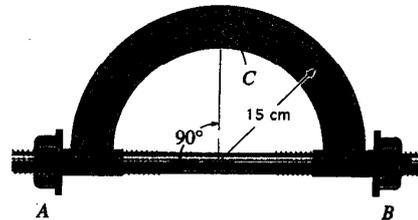


(f) [Boanerges]

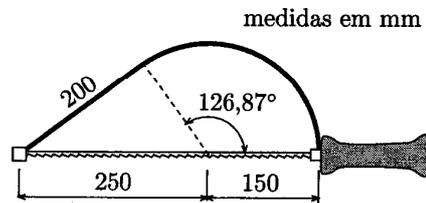
7. Para a estrutura de barras conectadas por pinos, determine a força transmitida pelo pino na conexão D e trace os diagramas de força cortante e momento fletor para as barras horizontal e vertical (adaptado de [4]).



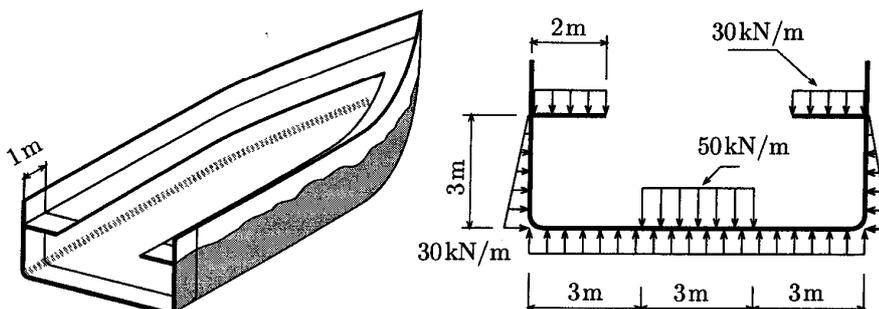
8. O parafuso de contenção indicado na figura está submetido a uma força de tração de 0,5 kN. Trace os diagramas de estado no arco do grampo semicircular desprezando a resistência à flexão do parafuso (adaptado de [3]).



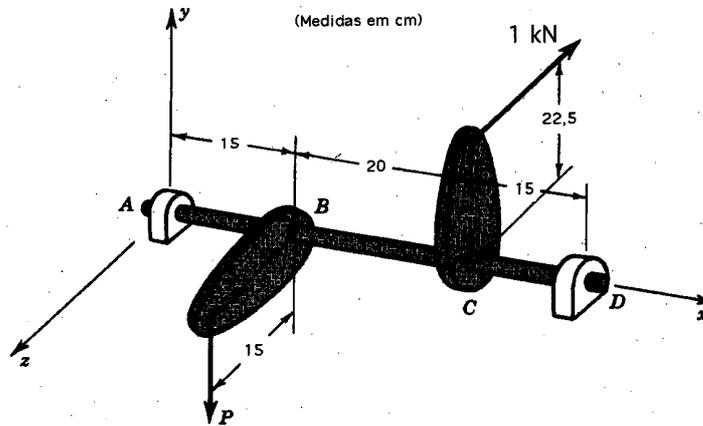
9. O arco da serra tico-tico mostrada na figura possui um trecho reto de 200 mm de comprimento e outro circular com 150 mm de raio ( $126,87^\circ$ ). Admitindo que a lâmina serrilhada é solicitada apenas por uma força normal de  $5F$ , determine os valores máximos absolutos do momento fletor e da força normal [Edg]. vnamearc\_Simp-1



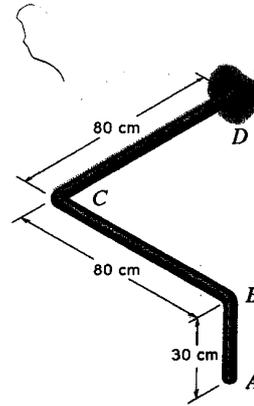
10. A seção transversal de uma barçaça cujos *containers* estão sendo descarregados encontra-se esquematizada na figura. Os esforços indicados são simétricos e referem-se à pressão de água agindo externamente sobre o casco e ao peso da carga transportada por unidade de comprimento longitudinal. Desprezando o peso próprio do casco e a interação entre as seções transversais (efeito de viga), trace os diagramas de força normal, força cortante e momento fletor por unidade de comprimento que solicitam os segmentos que compõem a seção transversal da barçaça. [Buelta, Edg]



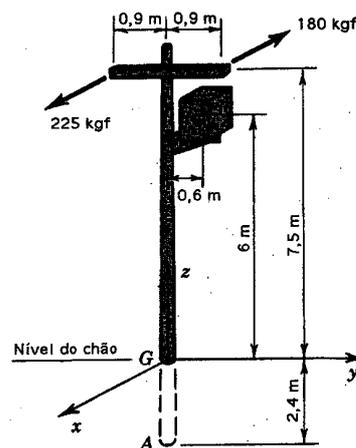
11. Determine os diagramas de estado para o eixo apoiado nos mancais A e D, submetido a forças excêntricas por meio de peças rígidas solidarizadas às seções transversais B e C. Despreze o atrito nos mancais para calcular as reações e a força incógnita P (adaptado de [1]).



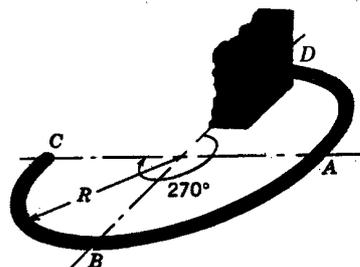
12. As barras da viga poligonal de aço têm diâmetro médio  $\phi = 20,3\text{ mm}$  e peso específico  $\gamma = 77,2\text{ kN/m}^3$ . Trace os diagramas de estado para o carregamento de peso próprio da viga. Sugestão: use uma convenção de sinais ou um ponto de vista em que a força cortante vertical não mude de sinal no cotovelo C (adaptado de [3]).



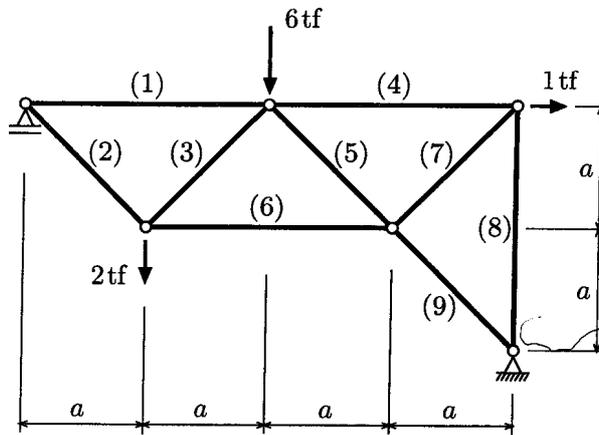
13. Durante uma tempestade, alguns dos fios de eletricidade suportados por um poste se partem, deixando apenas dois fios conectados à travessa. Esses fios aplicam forças de 225 e 180 kgf perpendicularmente ao plano do poste e em sentidos opostos. Há ainda o transformador pesando 450 kgf, cujo centro de gravidade está localizado no plano  $yz$  a uma distância de 0,60 m do eixo do poste. O poste é enterrado no solo a uma profundidade de 2,4 m. Desprezando o peso próprio do poste e as ações de vento, determine os diagramas de esforços solicitantes para a parte do poste acima do chão (adaptado de [1]).



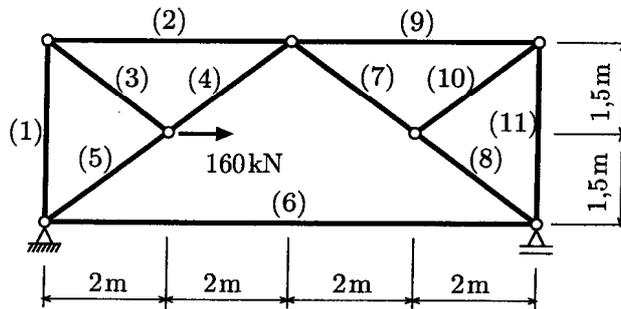
14. Uma barra metálica é dobrada em um segmento de arco de  $270^\circ$  e raio  $R$ . Uma de suas extremidades é engastada deixando o arco no plano horizontal. Desprezando o peso próprio do arco, identifique as seções transversais onde ocorrem os máximos momentos fletores e de torção quando um peso  $W$  é pendurado primeiro em A, e depois em B e C (adaptado de [1]).



15. Resolver as treliças isostáticas indicadas a seguir.

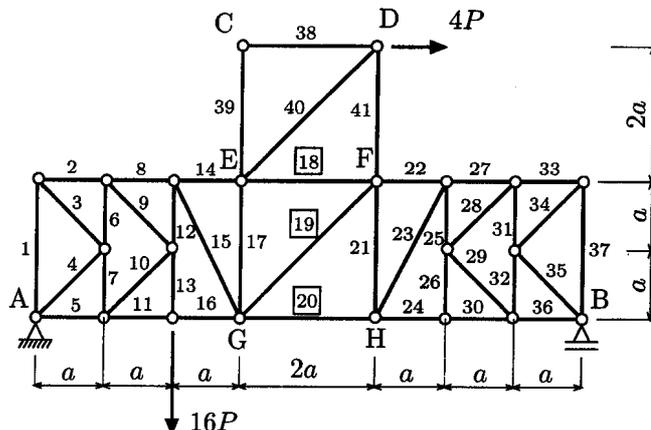


(a) [Diogo]



(b) [Britto]

16. Calcule as reações de apoio e as forças normais nas barras 18, 19 e 20 da treliça abaixo para o carregamento indicado. São conhecidos:  $P = 2\text{ kN}$ ,  $a = 2\text{ m}$ . [Edg]



## Respostas Parciais

Abreviações:

- (i) inferior;  
 (s) superior;  
 (e) esquerda;  
 (d) direita;  
 (a) atrás;  
 (f) na frente;

R-1 (a)

$$M(a) = \frac{Pab}{a+b}$$

$$V(a^-) = \frac{Pb}{a+b}$$

(b)

$$M\left(\frac{\ell}{2}\right) = \frac{p\ell^2}{8}$$

$$V(0) = \frac{p\ell}{2}$$

(c)

$$V = \frac{3M_0}{\ell}$$

(d)

$$M\left(\frac{4}{3}b\right) = \frac{8}{9}pb^2 = \frac{8}{81}p\ell^2$$

$$V(0) = \frac{4}{3}pb$$

(e)

$$M(3a^-) = -\frac{3}{5}M_1$$

(f)

$$M(a^-) = -\frac{3}{5}Pa$$

$$M(3a) = -\frac{4}{5}Pa$$

(g)

$$V_{\text{extr}} = \frac{1}{3}p\ell$$

$$M_{\text{extr}} = 0,06415p\ell^2 \quad (x = 0,4226\ell)$$

(h)

$$V_{\text{extr}} = \frac{5}{6}p\ell$$

$$M_{\text{extr}} = 0,1881p\ell^2 \quad (x = 0,4725\ell)$$

R-2 (a)

$$M(2) = 12 \text{ kN m}$$

$$V(2^+) = -14 \text{ kN}$$

(b)

$$M(2) = 30 \text{ kN m}$$

$$V(4) = -20 \text{ kN}$$

(c)

$$M(3) = -22,5 \text{ kN m}$$

$$V(6) = 15 \text{ kN}$$

(d)

$$V(5^-) = -10 \text{ kN}$$

$$V(5^+) = 5 \text{ kN}$$

$$M(5) = -5 \text{ kN m}$$

(e)

$$N(2^-) = -3 \text{ kN}$$

$$V(2^-) = 0$$

$$V(2^+) = 4 \text{ kN}$$

$$M(2) = 8 \text{ kN m}$$

R-3 (a)

$$M_{\text{extr}} = 3,75 \text{ kN m}$$

$$N_{\text{extr}} = 4,00 \text{ kN}$$

$$V_{\text{extr}} = 3,00 \text{ kN}$$

(b)

$$M_{\text{extr}} = 6,25 \text{ kN m}$$

$$N_{\text{extr}} = 6,67 \text{ kN}$$

$$V_{\text{extr}} = 5,00 \text{ kN}$$

(c)

$$M_{\text{extr}} = 2,25 \text{ kN m}$$

$$N_{\text{extr}} = 2,40 \text{ kN}$$

$$V_{\text{extr}} = 1,80 \text{ kN}$$

R-4 (a)

$$M_D = -Pa$$

$$M_C = -Pa$$

(b)

$$M_{\text{extr}} = 15,941 \text{ kN m (1,2188 m)}$$

$$V_{\text{extr}} = 14,75 \text{ kN}$$

(c)

$$M_{\text{extr}} = 46,67 \text{ kN m}$$

$$N_{\text{extr}} = -20,00 \text{ kN}$$

$$V_{\text{extr}} = -20,00 \text{ kN}$$

Sugestão: não deixe de verificar o equilíbrio do nó C.

R-5

$$M_A = 1,25 qa^2$$

$$V_B = -0,50 qa$$

R-6 (a)

$$R_A = 10,42 \text{ kN } (\uparrow)$$

$$M_B = 0,83 \text{ kN m } (s)$$

$$M_C^s = 32,5 \text{ kN m } (d)$$

$$M_C^i = 22,5 \text{ kN m } (d)$$

$$M_{\text{extr}} = 40 \text{ kN m } (s,d)$$

(b)

$$M_A = 2 \text{ kN m } (i)$$

$$R_B = 16 \text{ kN } (\uparrow)$$

$$M_{\text{extr}} = 14 \text{ kN m } (s)$$

(c)

$$H_A = 0 \text{ tf}$$

$$R_A = 0 \text{ tf}$$

$$M_B = 1 \text{ tf m } (e,s)$$

(d) Barras retas

$$N_a = 21,875 \text{ tf}$$

$$V_a = 21,875 \text{ tf}$$

$$M_a = 0 \dots 109,375 \text{ tf m } (e)$$

$$N_b = -4,375 \text{ tf}$$

$$V_b = 30,625 \dots -44,375 \text{ tf}$$

$$M_b = 34,375 \dots 65,638 \dots 0 \text{ tf m } (i)$$

Barra curva

$$M(\varphi) = 109,38(1 - \text{sen } \varphi - \text{cos } \varphi)$$

(e)

$$M_{Ax} = 11 \text{ kN m}$$

$$M_{Ay} = 18 \text{ kN m}$$

$$M_{Az} = 7 \text{ kN m}$$

(f)

$$N^{\text{extr}} = -2,4 \text{ tf}$$

$$V_B^{\text{extr}} = 3,0 \text{ tf}$$

$$M_z^{\text{extr}} = 7,2 \text{ tf m } (a)$$

$$M_x^{\text{extr}} = 4,8 \text{ tf m } (a)$$

$$M_T^{\text{extr}} = 4,8 \text{ tf m}$$

R-7

$$R_D = 3,655 \text{ kN}$$

$$V_D^s = -1,000 \text{ kN}$$

$$V_D^d = 1,667 \text{ kN}$$

$$V_D^s = -1,500 \text{ kN}$$

$$V_D^i = 1,000 \text{ kN}$$

Sugestão: substitua o pino D pelos esforços resistidos e imponha que os momentos  $M_E$  e  $M_E$  sejam nulos nas seções junto às articulações.

**R-8**

$$V(\varphi) = -0,5 \cos \varphi$$

$$N(\varphi) = -0,5 \sin \varphi$$

$$M(\varphi) = -7,5 \sin \varphi$$

**R-9**

$$N_{\text{extr}} = -5F$$

$$M_{\text{extr}} = -750F$$

**R-10** No plano de simetria

$$N = -45,0 \text{ kN/m}$$

$$V = 0$$

$$M = 82,5 \text{ kN m/m}$$

**R-11**

$$V_{By}^e = 1,05 \text{ kN}$$

$$V_{By}^d = -0,45 \text{ kN}$$

$$V_{Bz}^e = -0,30 \text{ kN}$$

$$V_{Bz}^d = 0,70 \text{ kN}$$

$$M_{Bz} = 15,75 \text{ kN m (i)}$$

$$M_{By} = 10,50 \text{ kN m (a)}$$

$$M_{TB} = -22,50 \text{ kN m}$$

**R-12**

$$N_B^i = 7,5 \text{ N}$$

$$V_D = 47,5 \text{ N}$$

$$M_D = 3000 \text{ N cm (s)}$$

$$M_{TD} = -1400 \text{ N cm}$$

**R-13**

$$N_G = -450,0 \text{ kgf}$$

$$V_{Gx} = -45,0 \text{ kgf}$$

$$M_{Gx} = 270,0 \text{ kgf m (e)}$$

$$M_{Gy} = 337,5 \text{ kgf m (a)}$$

$$M_{TG} = 364,5 \text{ kgf m}$$

**R-14****R-15 (a)**

$$N_6 = 6 \text{ tf}$$

$$N_8 = -3 \text{ tf}$$

**(b)**

$$N_3 = 100 \text{ kN}$$

$$N_6 = 40 \text{ kN}$$

**R-16**

$$H_A = 8 \text{ kN } (\rightarrow)$$

$$R_A = 20 \text{ kN } (\uparrow)$$

$$R_A = 12 \text{ kN } (\uparrow)$$

$$N_{18} = -22 \text{ kN}$$

$$N_{19} = 5,66 \text{ kN}$$

$$N_{20} = 18 \text{ kN}$$