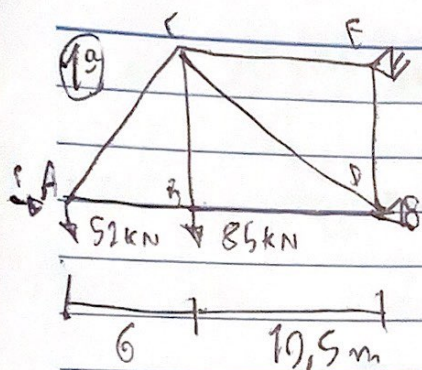


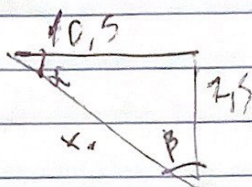
24/09/

P4 MEC 3 Heitor Oliveira



$$E = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$A = 0,0016 \text{ m}^2$$

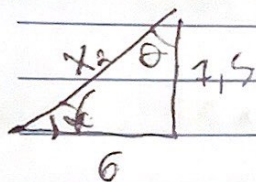


$$\tan \alpha = \frac{7,5}{10,5}$$

$$\alpha = 35,54^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - 35,54^\circ = 54,46^\circ$$

$$x_1 = \sqrt{7,5^2 + 10,5^2} = 12,9 \text{ m}$$



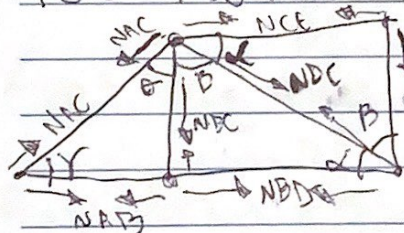
$$\tan \gamma = \frac{7,5}{6}$$

$$x_2 = \sqrt{6^2 + 7,5^2} = 9,6 \text{ m}$$

$$\gamma = 51,34^\circ$$

$$\theta = 90^\circ - 51,34^\circ = 38,66^\circ$$

PELO MÉTODO DOS NÓS, TEREMOS:



$$\sum F_{H1} = 0 \quad N_{AB} + N_{AC} \cos 51,34^\circ = 0$$

$$\sum F_{V1} = 0 \quad -P - 52 + N_{AC} \sin 51,34^\circ = 0$$

$$\sum F_{H2} = 0 \quad N_{BD} - N_{AB} = 0$$

$$\sum F_{V2} = 0 \quad N_{BC} - 85 = 0$$

COLOCANDO TODOS

$$\sum F_{H3} = 0 \quad N_{CE} + N_{BC} \cos 35,54^\circ - N_{AC} \cos 38,66^\circ$$

$$\text{ESSES SISTEMAS} \quad \sum F_{V3} = 0 \quad -N_{BC} - N_{DC} \sin 35,54^\circ - N_{AC} \sin 38,66^\circ = 0$$

$$\text{PARA SEREM RESOL.} \quad \sum F_{H4} = 0 \quad -N_{BD} - N_{DC} \cos 35,54^\circ - H_D = 0$$

$$\text{VIDOS COMPUTADORA.} \quad \sum F_{V4} = 0 \quad N_{DE} + N_{DC} \sin 35,54^\circ = 0$$

$$\text{MENTE TEMOS:} \quad \sum F_{H5} = 0 \quad -N_{CE} - H_E = 0$$

$$\sum F_{V5} = 0 \quad -N_{DE} - V_E = 0$$

$$H_D = P + 233,4 \text{ kN}$$

$$H_E = 233,4 \text{ kN}$$

$$V_E = 137 \text{ kN}$$

$$N_{AB} = -P - 41,6 \text{ kN}$$

$$N_{AC} = 66,5925$$

$$N_{BC} = 85 \text{ kN}$$

$$N_{BD} = -P - 41,6 \text{ kN}$$

$$N_{DC} = -235,7 \text{ kN}$$

$$N_{CE} = 233,4 \text{ kN}$$

$$N_{DE} = 137 \text{ kN}$$

Pelo teorema de CASTILIANO TEREMOS:

$$\Delta_j = \sum_{i=1}^n \int_0^L \frac{N_i}{EA} \times \frac{dN_i}{dP} dx$$

PARA $P=0$

$$\Delta_{AB} = N_{AB} \times \frac{dN_{AB}}{dP} \times \frac{6}{EA} = 0,00078m$$

$$\Delta_{BC} = N_{BC} \times \frac{dN_{BC}}{dP} \times \frac{7,5}{EA} = 0$$

$$\Delta_{CD} = N_{CD} \times \frac{dN_{CD}}{dP} \times \frac{12,9}{EA} = 0$$

$$\Delta_{DE} = N_{DE} \times \frac{dN_{DE}}{dP} \times \frac{7,5}{EA} = 0$$

$$\Delta_{BD} = N_{BD} \times \frac{dN_{BD}}{dP} \times \frac{10,5}{EA} = 0,001365m$$

$$\Delta_{CE} = N_{CE} \times \frac{dN_{CE}}{dP} \times \frac{10,5}{EA} = 0$$

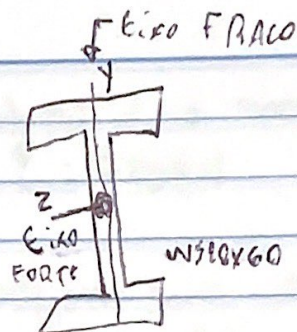
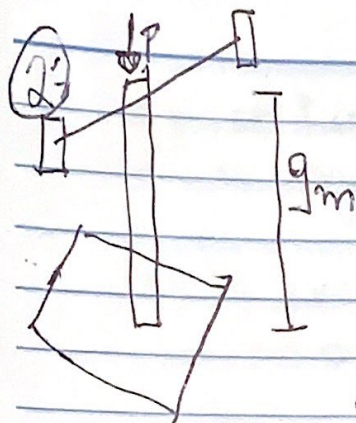
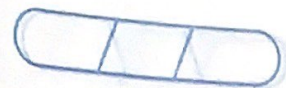
$$\Delta_{AC} = N_{AC} \times \frac{dN_{AC}}{dP} \times \frac{9,6}{EA} = 0$$

$$\Delta = \Delta_{AB} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} + \Delta_{DE} + \Delta_{BD} + \Delta_{CE} + \Delta_{AC}$$

$$\Delta = 0,00078 + 0,001365$$

$$\Delta = 2,145mm$$

Logo, o deslocamento no ponto A é 2,145mm
no sentido de P.



A coluna pode dobrar em torno do seu eixo forte, onde a coluna vai se curvar em torno do eixo z desviando do plano xy . Para esse tipo de flambagem a base permanece fixa e sua outra extremidade livre.

Calculando a carga crítica de flambagem teremos:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 (200000) \times (127 \times 10^6)}{[(2) \times (9) \times (1000)]^2} = \frac{259000000}{32400} = 7993821 \text{ N} = 7993,8 \text{ kN}$$

A proporção efetiva para flambagem em torno do eixo z é:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_z = \frac{2 \times 9 \times 1000}{130} = 138,5$$

Porém a coluna também pode dobrar em torno do eixo fraco (eixo y) ocorrendo deflexão no plano xz . Para flambagem em torno de y a coluna é fixa em A e fixada em B.

Calculando a carga crítica de flambagem teremos:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_y}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 (200000) \times (18,4 \times 10^6)}{[0,7 \times 9 \times 1000]^2} = \frac{215000000}{44100} = 4875283 \text{ N} = 4875,3 \text{ kN}$$

A proporção efetiva para flambagem em torno do eixo y é:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{0,7 \times 9 \times 1000}{49,3} = 127,8$$

A carga crítica para a coluna é o menor dos dois valores de carga, logo será: $P_{co} = 780 \text{ kN}$

A tensão crítica de flambagem será calculada com o uso do maior das duas relações efetivas de esbelteço:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(K L/r)^2} = \frac{\pi^2 (200000)}{(138,5)^2} = 102,9 \text{ MPa}$$

Como a tensão crítica de flambagem de $102,9 \text{ MPa}$ é menor que a tensão de escoamento de 250 MPa do material, os cálculos de carga crítica são válidos.