$E = 200\ GPa = 2 \times 10^5\ MPa$
$= 2 \times 10^{11}\ Pa$

2ª Questão.

→ Propriedades da seção

$I_z = 128 \times 10^6\ mm^4 \qquad r_z = 130\ mm \qquad I_y = 18,4 \times 10^6\ mm^4$

→ Carga crítica de flambagem para um coluna com base fixa e extremidade superior livre e para coluna fixada nas extremidades

$$P_{cr} = \pi^2 \frac{EI}{4L^2} \qquad P_{cr} = 2{,}046\pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

→ Carga crítica para a coluna

$$P_{cr} = \pi^2 \frac{EI_z}{4L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \times 10^{11} \cdot 1{,}28 \times 10^{-4}}{4 \cdot 9^2} = 7{,}798 \times 10^5 N = 779{,}82\ kN$$

$$P_{cr} = 2{,}046\pi^2 \frac{EI_y}{L^2} = \frac{2{,}046\,\pi^2 \cdot 2 \times 10^{11} \cdot 1{,}84 \times 10^{-5}}{9^2} = 9{,}174 \times 10^5 N = 917{,}42\ kN$$

A carga crítica é $P_{cr} = 779{,}82$.

→ Índice de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_e}{r} = \frac{2 \cdot 9}{0{,}13} = 138{,}462$$

→ Tensão crítica de flambagem

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{(138{,}462)^2} = 102{,}96\ MPa$$

→ Critério de resistência

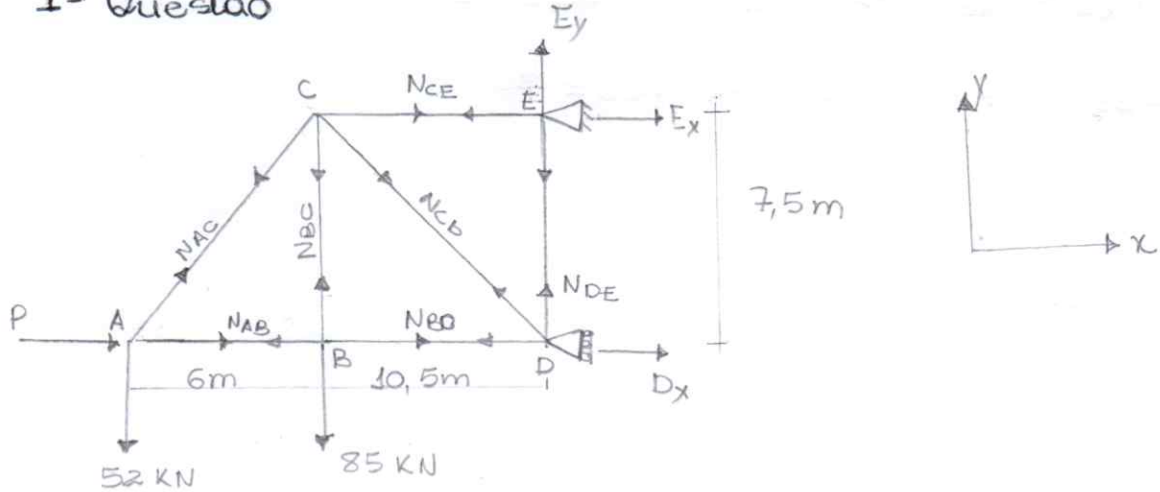
$\sigma_{cr} < \sigma_{adm} \Rightarrow 102{,}96\ MPa < 250\ MPa$ → a carga crítica é válida

→ Critério de estabilidade

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{cr}}{n_f} \Rightarrow \frac{P}{A} \leq \frac{P_{cr}}{A \cdot n_f} \Rightarrow P \leq \frac{P_{cr}}{n_f} = \frac{779{,}82}{2} = 389{,}91\ kN$$

Logo, a carga admissível é $P_{adm} = 389{,}91\ kN$

1ª Questão



$\theta = 35{,}54°$

$Sen\theta = 0{,}581$

$Cos\theta = 0{,}814$

$L_{AB} = 6m$

$L_{AC} = 9{,}61m$

$L_{BC} = 7{,}5m$

$L_{CE} = 10{,}5m$

$L_{BD} = 10{,}5m$

$L_{DE} = 7{,}5m$

$L_{CD} = 12{,}91m$

→ Cálculo das reações

$\sum F_x = 0 \therefore D_x + E_x + P = 0 \Rightarrow D_x + E_x = -P$

$\sum F_y = 0 \therefore E_y - 52 - 85 = 0$

$E_y = 137\ KN$

$\sum M_E = 0 \therefore 7{,}5 D_x + 85 \cdot 10{,}5 + 52 \cdot 16{,}5 + 7{,}5P = 0$

$D_x = 233{,}4 + P$

→ Método dos Nós

Nó E : $\sum F_V = 0 \therefore E_y - N_{ED} = 0$

$N_{ED} = E_y = 137KN$

$\sum F_H = 0 \therefore E_x - N_{EC} = 0$

$N_{EC} = E_x = 233{,}4\ KN$

Nó D $\therefore \sum F_H = 0 \therefore D_x - N_{BD} - 0{,}814\, N_{CD} = 0 \Rightarrow N_{BD} = -42{,}534 - P$

$\sum F_V = 0 \therefore N_{DE} + N_{CD} Sen\theta = 0 \Rightarrow N_{CD} = -235{,}8\ KN$

Nó B :

$\sum F_H = 0 \therefore \quad N_{DB} - N_{AB} = 0 \Rightarrow N_{AB} = -P - 425,34$

$\sum F_V = 0 \therefore \quad N_{BC} = 85\, KN$

Nó A :

$\sum F_V = 0 \therefore \quad N_{AC}\, sen\alpha - 52 = 0 \Rightarrow N_{AC} = 66,58\, KN$

⤳ Teorema de Castigliano

$$\Delta = \sum_{i=1}^{N_i} \int_0^{L_i} \frac{N_i}{A_i \cdot E_i} \cdot \frac{\partial N_i}{\partial P_i}\, dx, \quad p/\ P = 0$$

Barra AB : $\Delta_{AB} = \int_0^{6} \frac{(-P - 42,534)}{AE} \cdot (-1)\, dx$. Logo, $\Delta_{AB} = 0,00079\, m$

Barra AC : $\Delta_{AC} = \int_0^{9,61} \frac{66,58}{AE} \cdot 0\, dx = 0$

Barra BC : $\Delta_{BC} = \int_0^{7,5} \frac{85}{AE} \cdot 0\, dx = 0$

Barra BD : $\Delta_{BD} = \int_0^{10,5} (-42,534 - P)(-1)\, dx = 0,00139$

Barra CD: $\Delta_{CD} = \int_0^{12,91} \frac{-235,8}{AE} \cdot 0\, dx = 0$

Barra CE : $\Delta_{CE} = \int_0^{10,5} \frac{233,4}{AE} \cdot 0\, dx = 0$

Barra DE:

$$\Delta_{DE} = \int_0^{7,5} \frac{137}{AE} \cdot 0\,dx = 0$$

→ Deslocamento horizontal em A

$\Delta_A = 0,00079 + 0,00139 = 0,002\,m$