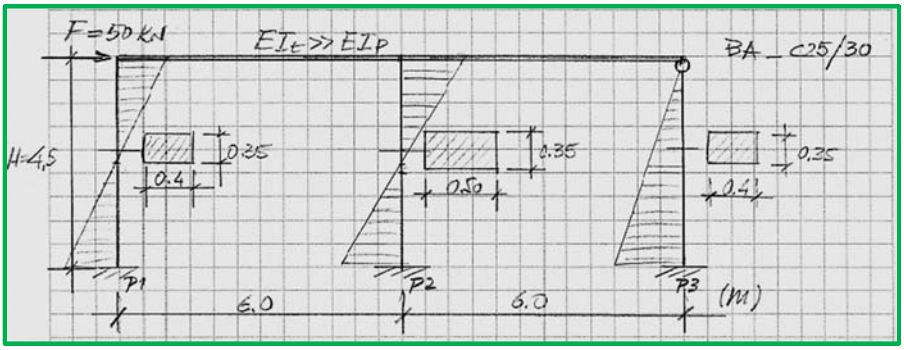
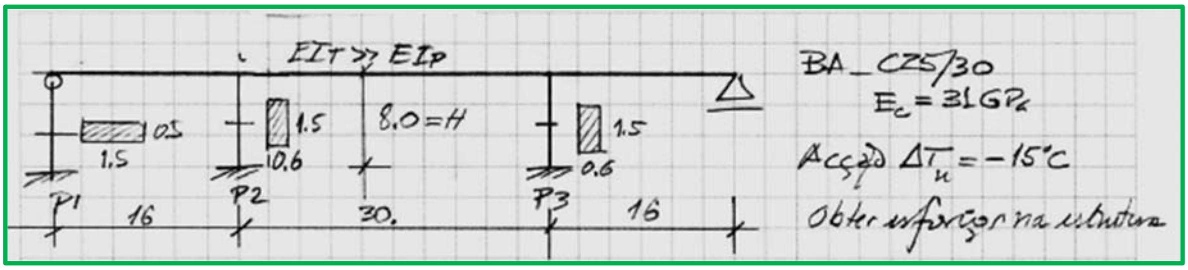
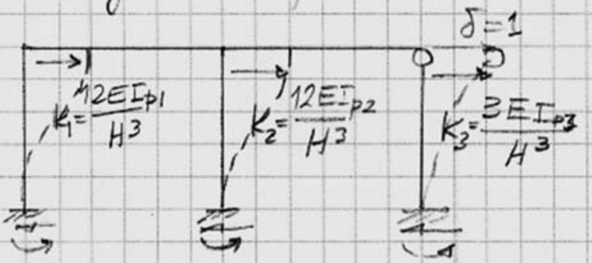
Problema 8a – Distribuição de esforços na estrutura devidos a uma carga horizontal de 50 kN



Problema 8b – Distribuição de esforços na estrutura devidos a uma variação de temperatura



1] Rigidez dos pilares



$$I_1 = \frac{0.4^3 \times 0.35}{12} = I_3$$

$$I_2 = \frac{0.5^3 \times 0.35}{12}$$

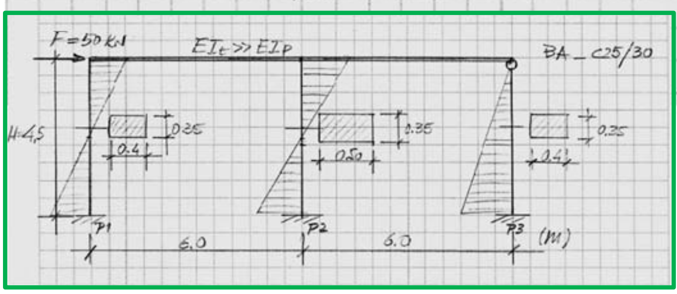
$$K_{TOT} = \sum K_i = \frac{0.35}{12}\left(12 \cdot 0.4^3 + 12 \cdot 0.5^3 + 3 \cdot 0.4^3\right) \cdot \frac{E}{H^3}$$

$$K_{TOT} = \frac{0.35\,E}{12\,H^3} \cdot 2.46$$

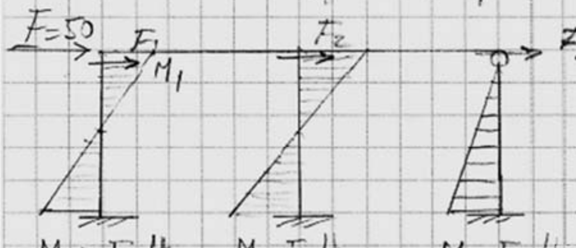
$$r_1 = \frac{K_1}{K_{TOT}} = \frac{12 \cdot 0.4^3}{2.46} = 0.312$$

$$r_2 = \frac{K_2}{K_{TOT}} = \frac{12 \cdot 0.5^3}{2.46} = 0.610$$

$$r_3 = \frac{K_3}{K_{TOT}} = \frac{3 \cdot 0.4^3}{2.46} = 0.078$$



2] Distribuição de forças e momentos



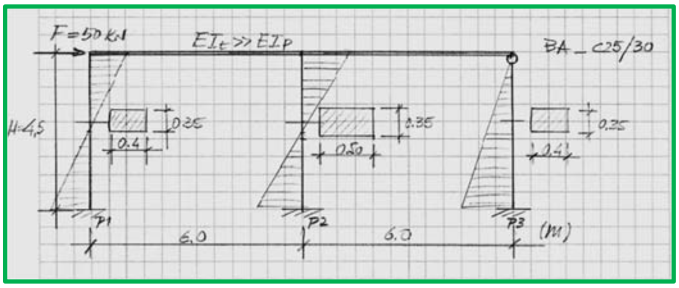
$F_1 = K_1 \cdot \delta = K_1/K_{TOT} \cdot F = 15,6$ kN

$F_2 = K_2 \delta = K_2/\,"\; = 30,5$ kN

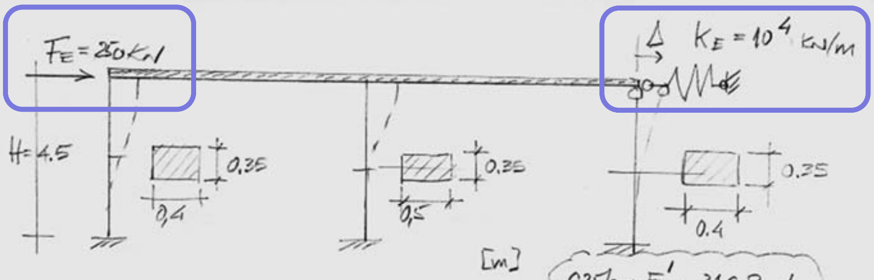
$F_3 = K_3 \delta = K_3/\,"\; = 3,9$ kN

$F = K_{TOT} \cdot \delta \rightarrow \delta = \frac{F}{K_{TOT}}$ $\quad$ 50 kN ✓

$M_1 = F_1 \cdot \frac{H}{2} = 35,10$ kNm $\quad M_2 = F_2 \frac{H}{2} = 68,625$ kNm $\quad M_3 = F_3 \cdot H = 17,55$ kNm



Com mola adicional num encontro para uma força sísmica 5x mais elevada:



$F_E = F_{P1} + F_{P2} + F_{P3} + F_{KE} = 250$ kN

$= \frac{12EI_1}{H^3}\Delta + \frac{12EI_2}{H^3}\Delta + \frac{3EI_3}{H^3}\Delta + K_E \Delta$

$= [3810 + 7442 + 952.5 + 10000]\, \Delta$

$\Delta = 250/222045 = 0,0113$ m

$F_{P1} = 42.9$ kN $\longrightarrow M_{P1} = 96.5$ kNm

$F_{P2} = 83.8$ kN $\longrightarrow M_{P2} = 188.5$ kNm

$F_{P3} = 10.7$ kN $\longrightarrow M_{P3} = 48.3$ kNm

$F_{KE} = 10^4 \times \Delta = 112.6$ kN

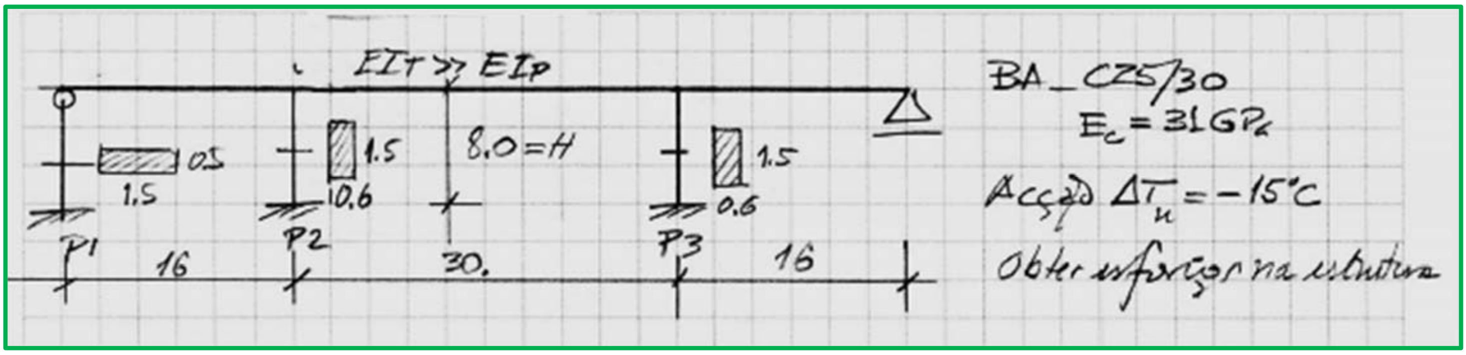
$\Sigma = 250$ kN

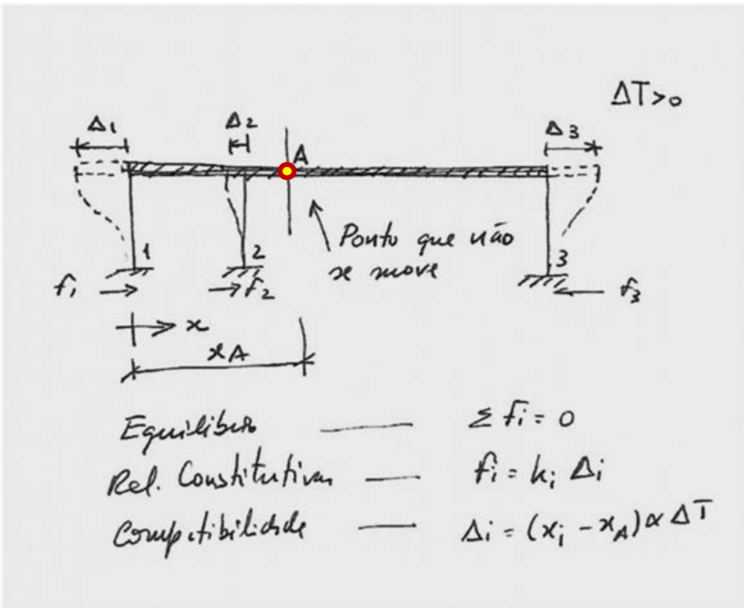
* EC8 §7.7.2(4) Betão; Armaduras – desprezar

$(EI)_{colunas} = 0.90\,[r\, E_{cm} I_c + E I_s] \approx 1.0 \times 0.50\, E_{cm} I_c$ ✓

(r aconselhado = 0.50)

Problema 8b – Calcular os esforços na estrutura devidos a uma variação de temperatura





α = coef. dilatação térmica linear do material

Aço: $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ /ºC ; Betão: $\alpha = 10 \times 10^{-6}$ /ºC

$$\sum f_i = 0 \Rightarrow \sum k_i \Delta_i = 0$$

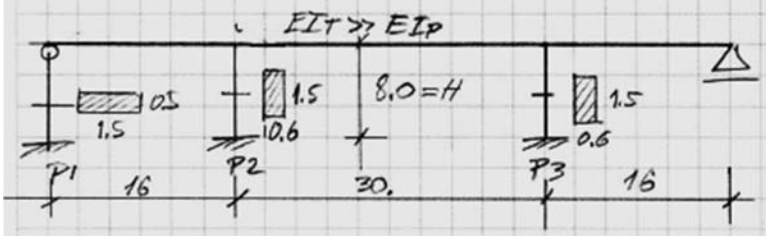
$$\sum k_i \Delta_i = \sum k_i (x_i - x_A)\alpha \Delta T = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sum k_i (x_i - x_A) = 0$$ (não depende de ΔT) variação de temperatura uniforme

$$\sum k_i x_i - x_A \sum k_i = 0$$

$$x_A = \frac{\sum k_i x_i}{\sum k_i}$$

Centro de rigidez da estrutura



BA_C25/30

$E_c = 31 GPa$

Acção $\Delta T_u = -15°C$

Obter esforços na estrutura

1] Centro de rigidez

$\longmapsto x$

$x_1 = 0$ $\quad k_1 = \frac{3EI_1}{H^3}$

$x_2 = 16$ $\quad k_2 = \frac{12EI_2}{H^3}$

$x_3 = 16+30 = 46$ $\quad k_3 = \frac{12EI_2}{H^3}$

$$X_{CR} = \frac{\Sigma k_i x_i}{\Sigma k_i} = 18.78\, m$$

$I_1 = \frac{1.5^3 \times 0.5}{12}$ $\quad I_2 = \frac{0.6^3 \times 1.5}{12}$

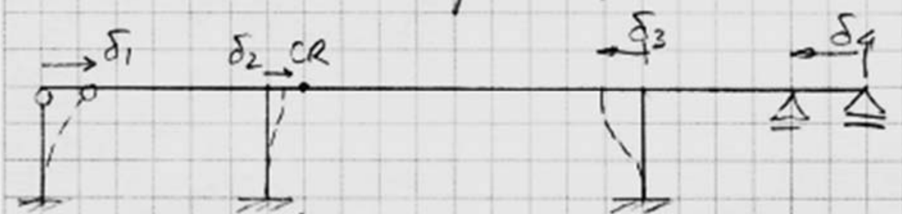
$K_{TOT} = \frac{E}{H^3}\left[3I_1 + 24 I_2\right]$

$k_1 = 824.0 \times 10^{-6} E$

$k_2 = 632.8 \times 10^{-6} E$

$K_{TOT} = 2089.6 \times 10^{-6} E$

2] Deslocamentos impostos para $\Delta T_u = -15°C$



$\alpha = 10^{-5}/°C$

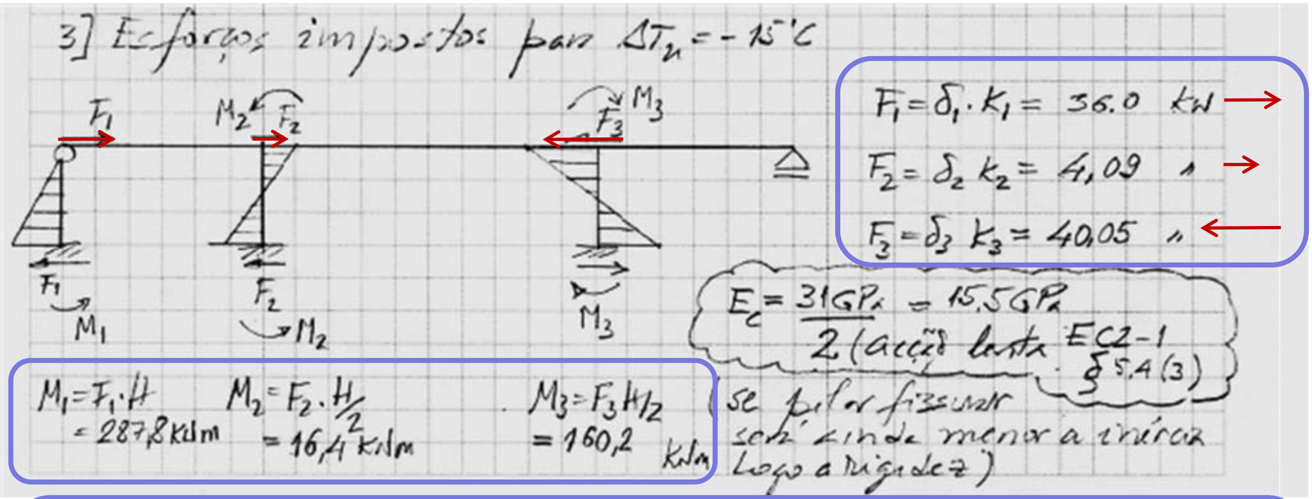
$\Delta T_u = -15°C$

$\delta_1 = \alpha \Delta T_u \cdot L_1$ $\quad L_i^{-} \quad L^{+}$

$L_4 = 62 - 18.78 = 43.22\, m$

$L_1 = -18.78m$ $\quad L_2 = -2.78m$ $\quad L_3 = 30+16-18.78 = 27.22\, m$

$\delta_1 = 2.817 \times 10^{-3}$ $\quad \delta_2 = 0.417 \times 10^{-3}$ $\quad \delta_3 = -4.083 \times 10^{-3}$ $\quad \delta_4 = -6.483 \times 10^{-3}\, m$



RESUMO:

Acção sísmica > para ter em conta o efeito da fissuração > de forma simplificada tomar E´= E / 2

Deformações impostas no tempo > sendo acções lentas no tempo o betão evidência fluência > de forma simplificada tomar E´´= E / 2