Coeficientes de Segurança

No projeto, devemos evitar chegar perto das tensões limites:

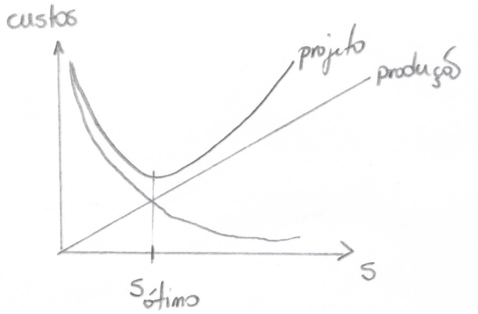
$$\sigma_{lim} = \begin{cases} \sigma_e \text{ (dúcteis)} \\ \sigma_r \text{ (frágeis)} \end{cases}$$

Assim, definimos a tensão admissível como:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{lim}}{s}$$

$\bar{\sigma}$ ← tensão admissível

s ← coeficiente de segurança



Alguns coeficientes de segurança mais utilizados:

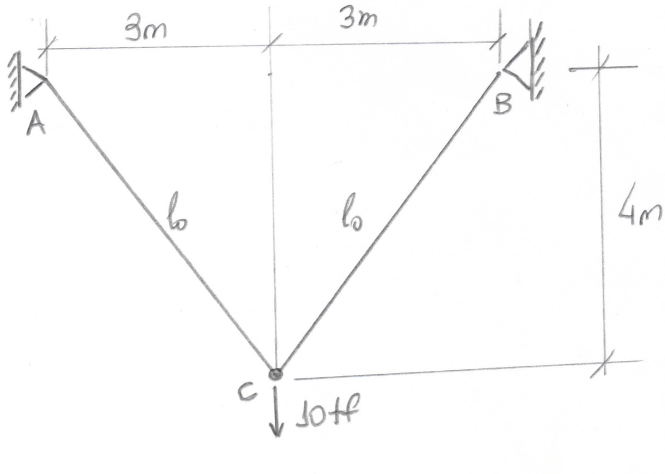
$s \cong 1,6$ (aço)

$s \cong 2-3$ (concreto)

$s \cong 3-4$ (madeira)

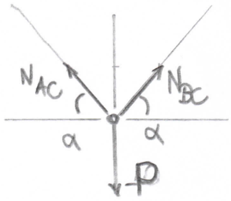
Exemplo: Determinar o diâmetro do fio para que o coeficiente de segurança seja 2.

Considere $\sigma_e = 600 MPa$ e $E = 210 GPa$.



$l_0 = 5m$

olhando o nó C:



$\text{sen}\,\alpha = 4/5$

$\cos\alpha = 3/5$

$P = 10tf \simeq 10.10^4 N = 10^5 N$

$$\Sigma F_H = 0 \Rightarrow -N_{AC}\cos\alpha + N_{BC}\cos\alpha = 0 \Rightarrow N_{AC} = N_{BC} = N$$

$$\Sigma F_V = 0 \Rightarrow N_{AC}\,\text{sen}\,\alpha + N_{BC}\,\text{sen}\,\alpha - P = 0$$

$$2N\text{sen}\,\alpha = P \Rightarrow N = \frac{P}{2\text{sen}\,\alpha} = \frac{10^5}{2.4/5} = \frac{5}{8}.10^5 N = 0{,}625.10^5 N$$

$$N = 62{,}5.10^3 N \Rightarrow \boxed{N = 62{,}5\ kN}$$

Calculando a tensão admissível:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{lim}}{s} = \frac{600}{2} \Rightarrow \bar{\sigma} = 300\ MPa$$

A tensão normal tem que ser no máximo $\bar{\sigma}$:

$$\sigma_N = \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma}$$

No extremo:

$$\frac{N}{A} = \bar{\sigma}$$

A área de um fio circular é dada por:

$$A = \frac{\pi \phi_{min}^2}{4}$$

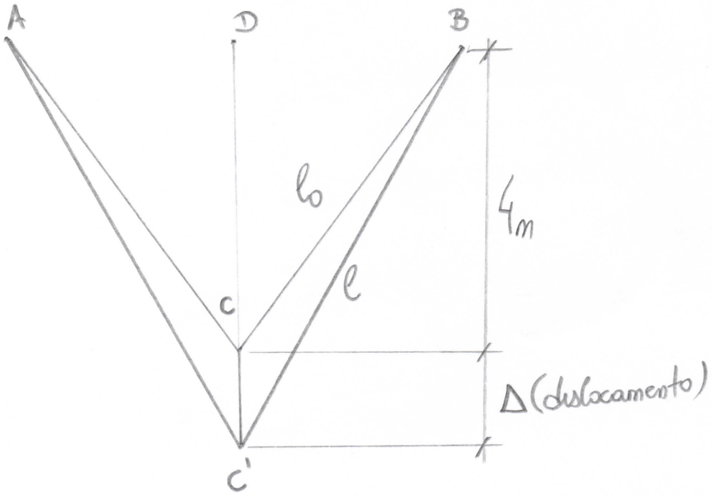
Logo: $$\frac{N}{\left(\frac{\pi}{4}\phi_{min}^2\right)} = \bar{\sigma} = \frac{\sigma_e}{s} \Rightarrow \frac{\pi}{4}\phi_{min}^2 = \frac{Ns}{\sigma_e} \Rightarrow \phi_{min}^2 = \frac{4.N.s}{\pi\sigma_e}$$

e: $$\phi_{min} = \sqrt{\frac{4Ns}{\pi\sigma_e}}$$

Substituindo:

$$\phi_{min} = 0{,}0163\,m = 1{,}63 \cdot 10^{-2}\,m \Rightarrow \boxed{\phi_{min} = 1{,}63\,cm}$$

Estimando o deslocamento do ponto C:



$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

Logo $l = (1+\varepsilon) l_0$

Para $\sigma_N = \bar{\sigma}$:

$$\varepsilon = \frac{\bar{\sigma}}{E} = 1{,}43 \cdot 10^{-3}\,\frac{m}{m} \text{ (adimensional)}$$

E assim:

$$l = (1{,}00143) \cdot 5 \Rightarrow \boxed{l = 5{,}0071\,m}$$

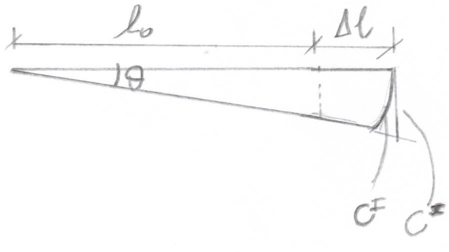
Considerando o triângulo BC'D:

$$(4+\Delta)^2 + 3^2 = l^2$$

$$\Delta = \sqrt{l^2 - 3^2} - 4$$

$$\boxed{\Delta = 0{,}0089\,m}$$

Podemos calcular Δ de maneira aproximada:



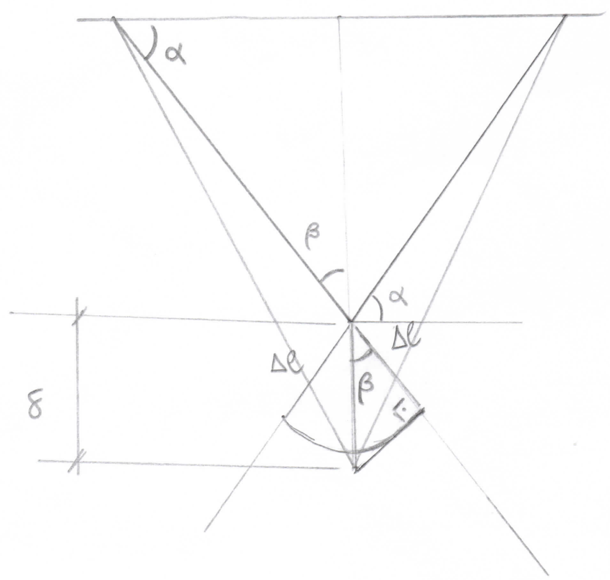
para $\theta << 1$ (pequeno)

$$C^I \simeq C^{II} = l \operatorname{sen}\theta \quad (l \operatorname{tg}\theta)$$

$(l\theta) \rightarrow \theta$ pequeno $\Rightarrow \theta \simeq \operatorname{sen}\theta \simeq \operatorname{tg}\theta$ e $\cos\theta \simeq 1$

Diagrama de Williot

- válido para pequenas variações de ângulo ($\Delta\alpha$ pequeno)
- desenhamos a estrutura deformada:



$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{\Delta l}{\delta} \Rightarrow \delta = \frac{\Delta l}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{0{,}0071}{4/5} \cong 0{,}0089\,m$$