

## ROTEIRO DE CÁLCULO - BLOCO 3 ESTACAS

### Geometria do bloco

$$B := \frac{\left(\frac{\phi e}{2} + 15\right)}{\cos(26^\circ)} \quad cm$$

$$e_{ixo} := 3 \cdot \phi e \quad cm$$

$$A := e_{ixo} + B \quad cm$$

$$l := \sqrt{e_{ixo}^2 - \left(\frac{e_{ixo}}{2}\right)^2} \quad cm$$

$$d' := 5 \quad cm$$

### Determinação da área ampliada da estaca

$$A_{\text{ampliação}} := 2.5 \quad cm$$

$$A_{\text{est.amp}} := \frac{\pi}{4} \cdot (\phi e + 2 \cdot A_{\text{ampliação}})^2 \quad cm^2$$

$$N_{\text{est1}} := \frac{N_k \cdot 1.05}{3} - \frac{M_{k,x} \cdot 100}{l} - \frac{M_{k,y} \cdot 100}{l} \quad kN$$

$$N_{\text{est2}} := \frac{N_k \cdot 1.05}{3} + \frac{M_{k,x} \cdot 100}{l} + \frac{M_{k,y} \cdot 100}{l} \quad kN$$

$$N_{\text{est3}} := \frac{N_k \cdot 1.05}{3} + \frac{M_{k,x} \cdot 100}{l} - \frac{M_{k,y} \cdot 100}{l} \quad kN$$

Maior entre  $N_{\text{est1}}$  ou  $N_{\text{est2}}$  ou  $N_{\text{est3}}$

### Determinação junto à estaca - ângulo $\theta$

$$\alpha_{v2} := 1 - \frac{f_{ck}}{250} \qquad f_{cd} := \frac{\left(\frac{f_{ck}}{10}\right)}{1.4} \quad \frac{kN}{cm^2}$$

$$\theta := \sqrt{\frac{N_{\text{est},k} \cdot 1.4}{0.72 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_{\text{est.amp}}}} \quad rad$$

$$\theta' := \text{asin}(\theta) \quad \text{Transformação em ângulo}$$

### Exentricidade - Estaca Frontal

$$e_{x,frontal} := \frac{2 \cdot \phi e}{3 \cdot \pi} - \frac{bp}{4} \text{ cm}$$

$$e_{y,frontal} := \frac{l \cdot 2}{3} + \frac{\left(\frac{ap}{3}\right)}{2} - \frac{ap}{2} \text{ cm}$$

$$e_{\cdot,frontal} := \sqrt{e_{x,frontal}^2 + e_{y,frontal}^2} \text{ cm}$$

### Braço de alavanca e altura do bloco

$$z := e_{\cdot,frontal} \cdot \tan(\theta') \text{ cm}$$

$$d := \frac{z}{0.8} \text{ cm}$$

$$h := d + d' \text{ cm}$$

### Tensões junto a base do pilar

$$\sigma_{c.pil.d} := \frac{3 \cdot N_{est.k} \cdot 1.4}{bp \cdot (ap + 0.4 \cdot d)} \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_{c.pil.u} := 0.85 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot \sin(\theta')^2 \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_{c.pil.u} \geq \sigma_{c.pil.d} \quad \text{Situação Aprovada!}$$

$$\sigma_{c.pil.u} \leq \sigma_{c.pil.d} \quad \text{Situação Reprovada!}$$

### Tensões junto a base do pilar - Método Geral

$$\Delta_{X,frontal} := \frac{0.4 \cdot d \cdot e_{x,frontal}}{z} \text{ cm}$$

$$\Delta_{Y,frontal} := \frac{0.4 \cdot d \cdot e_{y,frontal}}{z} \text{ cm}$$

$$A_{\cdot,pil} := \left(\frac{ap}{3} + \Delta_{X,frontal}\right) \cdot \left(\frac{bp}{2} + \Delta_{Y,frontal}\right) \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c.pil.u} := \frac{N_{est.k} \cdot 1.4}{2 \cdot A_{\cdot,pil}} \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_{c.pil.u} \geq \sigma_{c.pil.d} \quad \text{Situação Aprovada!}$$

$$\sigma_{c.pil.u} \leq \sigma_{c.pil.d} \quad \text{Situação Reprovada!}$$

### Decomposição das forças nas estacas

$$N_k := \frac{N_{est.k} \cdot e_{\cdot,frontal}}{z} \text{ kN} \quad N_{k,x} := \frac{N_{est.k} \cdot e_{x,lateral}}{z} \text{ cm} \quad N_{k,y} := \frac{N_{est.k} \cdot e_{y,lateral}}{z} \text{ cm}$$

$$\theta_1 := \text{atan}\left(\frac{\left(\frac{e_{ixo}}{2}\right)}{l}\right)$$

$$N_{k.T} := \frac{N_{k.X}}{2 \cdot \cos(\theta_1)} \text{ kN}$$

$$N_{k.T1} := \frac{N_{k.X}}{\cos(\theta_1)} \text{ kN}$$

$$N_{k.Tx} := N_{k.X} - N_{k.T1} \cdot \sin(\theta_1) \text{ kN}$$

### Armadura

$$A_{\text{ço}} - f_{yd} := \frac{50}{1.15} \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{s1} := 2 \cdot \frac{N_{k.T} \cdot 1.4}{f_{yd}} \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} := 2 \cdot \frac{N_{k.Tx} \cdot 1.4}{f_{yd}} \text{ cm}^2$$

Determinação do  $A_{s.\text{mín}}$

$$z_{rt} := 0.6 \cdot (h - 0.4 \cdot d) \text{ cm} \quad b_0 := 2 \cdot (\phi e + 5) \text{ cm} \quad f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \text{ MPa}$$

$$R_{ctd} := 0.8 \cdot (h - 0.4 \cdot d) \cdot \frac{f_{ctm}}{10} \cdot b_0 \text{ kN}$$

$$A_{s.\text{min}} := \frac{R_{ctd} \cdot z_{rt}}{\left(d - 0.4 \cdot \frac{d}{2}\right) \cdot f_{yd}} \text{ cm}^2$$

$A_{s.\text{utili}} = A_{\text{maior entre as armaduras calculadas}}$

$$A_{s.\text{utili}} := A_{s1} \text{ cm}^2$$

$$A_{s.\text{sup}} := \frac{N_{est.k}}{4.5 \cdot f_{yd}} \text{ cm}^2$$

$$A_{s.\text{malha}} := \frac{A_{s.\text{utili}}}{5} \text{ cm}^2$$

$$A_{s.\text{pele}} := \frac{3 A_{s.\text{utili}}}{8} \text{ cm}^2 \text{ Por face do bloco}$$

## OTIMIZAÇÃO DAS ARMADURAS

### Braço de alavanca e altura do bloco

Mantém o valor inicial da altura útil  $d_1 := d \text{ cm}$

$\theta_1$  ESCOLHER UM ÂNGULO ENTRE 45° A 55°

$$z := e_{\text{frontal}} \cdot \tan(\theta_1) \text{ cm}$$

$$d := \frac{z}{0.8} \text{ cm}$$

$$h := d + d' \text{ cm}$$

$$x := (d_1 - z) \cdot 2 \text{ cm}$$

### Tensões junto a base do pilar

$$\sigma_{c.pil.d} := \frac{3 \cdot N_{est.k} \cdot 1.4}{bp \cdot (ap + 0.4 \cdot d)} \quad \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_{c.pil.u} := 0.85 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot \sin(\theta')^2 \quad \frac{kN}{cm^2}$$

$\sigma_{c.pil.u} \geq \sigma_{c.pil.d}$  Situação Aprovada!

$\sigma_{c.pil.u} \leq \sigma_{c.pil.d}$  Situação Reprovada!

### Tensões junto a base do pilar - Método Geral

$$\Delta_{X.\text{frontal}} := \frac{x \cdot e_{x.\text{frontal}}}{z} \text{ cm}$$

$$\Delta_{Y.\text{frontal}} := \frac{x \cdot e_{y.\text{frontal}}}{z} \text{ cm}$$

$$A_{.pil} := \left( \frac{ap}{3} + \Delta_{X.\text{frontal}} \right) \cdot \left( \frac{bp}{2} + \Delta_{Y.\text{frontal}} \right) \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c.pil.u} := \frac{N_{est.k} \cdot 1.4}{2 \cdot A_{.pil}} \quad \frac{kN}{cm^2}$$

$\sigma_{c.pil.u} \geq \sigma_{c.pil.d}$  Situação Aprovada!

$\sigma_{c.pil.u} \leq \sigma_{c.pil.d}$  Situação Reprovada!

REPETIR O PROCESSO, ATÉ OS VALORES DE TENSÃO SOLICITANTES E RESISTENTES SE APROXIMAREM O MÁXIMO POSSÍVEL

## TABELA DE AÇO

### As.utilizada

$\phi$  mm A escolha de cada usuário

$$A\phi := \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{10}\right)^2}{4} \text{ cm}^2$$

### QUANTIDADE

$$n := 3 \cdot \frac{A_{s.utili}}{A\phi} \text{ barras}$$

### ESPAÇAMENTO

$$n_1 := \frac{(\phi e + 5)}{\frac{n}{3}} \text{ cm}$$

### COMPRIMENTO

$$C_{ompri.As.utili} := A - 2 \cdot d' + 2 \cdot \left(0.7 \cdot 45 \cdot \frac{\phi}{10}\right) \text{ cm}$$

$$\text{AÇO } \gamma_{aço} := 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$A_{ço_1} := n \cdot \frac{C_{ompri.As.utili}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{1000}\right)^2}{4} \cdot \gamma_{aço} \text{ kg}$$

---

### As.sup

$\phi$  mm A escolha de cada usuário

$$A\phi := \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{10}\right)^2}{4} \text{ cm}^2$$

### QUANTIDADE

$$n := 2 \cdot \frac{A_{s.sup}}{A\phi} \text{ barras}$$

### ESPAÇAMENTO

$$n_1 := \frac{A}{n} \text{ cm}$$

### COMPRIMENTO

$$C_{ompri.As.sup} := A - 2 \cdot d' + 2 \cdot \left(0.7 \cdot 45 \cdot \frac{\phi}{10}\right) \text{ cm}$$

## AÇO

$$A_{\text{aço}_2} := n \cdot \frac{C_{\text{ompri.As.sup}}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left( \frac{\phi}{1000} \right)^2}{4} \cdot \gamma_{\text{aço}} \text{ kg}$$

## As.malha

$\phi$  mm A escolha de cada usuário

$$A_{\phi} := \frac{\pi \cdot \left( \frac{\phi}{10} \right)^2}{4} \text{ cm}^2$$

## QUANTIDADE

$$n := 2 \cdot \frac{A_{\text{s.malha}}}{A_{\phi}} \text{ barras}$$

## ESPAÇAMENTO

$$n_1 := \frac{A}{n} \text{ cm}$$

## COMPRIMENTO

$$C_{\text{ompri.As.sup}} := A - 2 \cdot d' + 2 \cdot \left( 0.7 \cdot 45 \cdot \frac{\phi}{10} \right) \text{ cm}$$

## AÇO

$$A_{\text{aço}_3} := n \cdot \frac{C_{\text{ompri.As.sup}}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left( \frac{\phi}{1000} \right)^2}{4} \cdot \gamma_{\text{aço}} \text{ kg}$$

---

## As.pele

## QUANTIDADE

$$n := 3 \cdot \frac{A_{\text{s.pele}}}{A_{\phi}} \text{ barras}$$

## ESPAÇAMENTO

$$n_1 := \frac{h - 2 \cdot d'}{\frac{n}{3}} = 3 \text{ cm}$$

## COMPRIMENTO

$$C_{\text{ompri.As.pele}} := A + \frac{B}{2} + \frac{B}{2} - 2 \cdot d' \text{ cm}$$

### AÇO

$$Aço_4 := n \cdot \frac{C_{\text{compri.As.pele}}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left( \frac{\phi}{1000} \right)^2}{4} \cdot \gamma_{aço} \quad kg$$

### TOTAL DE AÇO

$$Aço_{TOTAL} := Aço_1 + Aço_2 + Aço_3 + Aço_4 \quad kg$$

### TOTAL DE CONCRETO

$$C_1 := \left( \frac{l}{100} + \frac{\left( \frac{\phi e}{100} \right)}{2} + \frac{15}{100} \right) \cdot \frac{B}{100} \quad m^2$$

$$C_2 := \left( \frac{e_{ixo}}{100} + \frac{\phi e}{100} + \frac{30}{100} \right) \cdot \left( \frac{\left( \frac{\phi e}{100} \right)}{2} + \frac{15}{100} \right) \quad m^2$$

$$C_3 := \sqrt{\left( \frac{B}{100} \right)^2 - \left( \frac{\left( \frac{\phi e}{100} \right)}{2} + \frac{15}{100} \right)^2} \cdot \left( \frac{\left( \frac{\phi e}{100} \right)}{2} + \frac{15}{100} \right) \quad m^2$$

$$C_4 := \left( \frac{\left( \frac{e_{ixo}}{100} + \frac{\phi e}{100} + \frac{30}{100} - \frac{B}{100} \right)}{2} \right) \cdot \left( \frac{l}{100} + \frac{\phi e}{100} + \frac{15}{100} \right) \quad m^2$$

$$Conc_{TOTAL} := (C_1 + C_2 - C_3 + C_4) \cdot \frac{h}{100} \quad m^3$$

### TOTAL DE AÇO/CONCRETO

$$Total := \frac{Aço_{TOTAL}}{Conc_{TOTAL}} \quad \frac{kg}{m^3}$$