ROTEIRO DE CÁLCULO
BLOCO 3 ESTACAS - GRAZIANO

Geometria do bloco

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

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

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

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

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

Determinação da área ampliada da estaca

$$A_{mpliação} := 2.5 \quad cm$$

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

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

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

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

Maior entre N_{est1} ou N_{est2} ou N_{est3}

Determinação junto à estaca - ângulo θ

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

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

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

Exentricidade - Estaca Frontal

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

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

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

Exentricidade - Demais Estacas

$$e_{x.lateral} := \frac{e_{ixo}}{2} - \frac{bp}{4} cm$$

$$e_{y.lateral} := \frac{l}{3} + \frac{ap}{2} - \frac{2 \cdot ap}{3} \quad cm$$

Braço de alavanca e altura do bloco

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

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

$$h := d + d' \; cm$$

Tensões junto a base do pilar - Método Geral

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

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

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

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

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

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

Decomposição das forças nas estacas

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

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

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

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

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

Armadura

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

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

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

Determinação do As.mín

$z_{rt} := 0.6 \cdot (h - 0.4 \cdot d)\ cm$

$b_0 := 2 \cdot (\phi e + 5)\ cm$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa$

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

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

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

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

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

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

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

OTIMIZAÇÃO DAS ARMADURAS

Braço de alavanca e altura do bloco

Mantém o valor inicial da altura útil $d_1 := d \; cm$

θ_1 ESCOLHER UM ÂNGULO ENTRE 45º A 55º

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

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

$$h := d + d' \; cm$$

$$x := (d_1 - z) \cdot 2 \; cm$$

Tensões junto a base do pilar

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

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

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

Tensões junto a base do pilar - Método Geral

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

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

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

$\sigma_{c.pil.u} \geq \sigma_{c.pil.d}$ 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

ROTEIRO DE CÁLCULO
BLOCO 3 ESTACAS - BLÉVOT

Deteminação da altura útil

$d_{.min} := 0.58 \cdot \left(e_{ixo} - \frac{ap}{2}\right)$ cm

$d_{.máx} := 0.825 \cdot \left(e_{ixo} - \frac{ap}{2}\right)$ cm

Deteminação do ângulo

$ap_1 := \sqrt{ap \cdot bp}$ Pilar equivalente

$tg(\alpha) := \dfrac{d}{e_{ixo} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - (0.3 \cdot ap_1)}$ rad

$tg^{-1}(\alpha)$ Transformação em graus

Tensões solicitantes e resistentes

Pilar

$A_p := ap_1 \cdot ap_1$ cm²

$\sigma_{.d.pilar} := \dfrac{N_k \cdot 1.4}{A_p \cdot sen^2(\alpha)}$ $\dfrac{kN}{cm^2}$

Estaca

$A_e := \dfrac{\pi \cdot \phi e^2}{4}$ cm²

$\sigma_{.d.estaca} := \dfrac{N_k \cdot 1.4}{3 \cdot A_e \cdot sen^2(\alpha)}$ $\dfrac{kN}{cm^2}$

Resistente

$\sigma_{.cd.lim} := 1.75 \cdot K_R \cdot f_{cd}$ $\dfrac{kN}{cm^2}$ As tensões limites são as mesmas para pilar e estaca

K_R 0,9 a 0,95 = coeficiente que leva em consideração a perda de resistência do concreto ao longo do tempo devida a cargas permanentes (efeito Rüsch).

Armaduras

$A_{s.princ} := \dfrac{\sqrt{3} \cdot N_k \cdot 1.4}{27 \cdot d \cdot f_{yd}} \cdot \left(e_{ixo} \cdot \sqrt{3} - 0.9 \cdot ap_1\right)$ cm²

As outras armaduras descritas na NBR6118, sendo pele, suspensão e malha, são as mesma calculadas anteriormente, sendo:

$A_{s.sup} := \dfrac{N_{est.k}}{4.5 \cdot f_{yd}}$ cm² Por face do bloco

$A_{s.malha} := \dfrac{A_{s.utili}}{5}$ cm²

$A_{s.pele} := \dfrac{3\ A_{s.utili}}{8}$ cm² Por face do bloco

TABELA DE AÇO

As.utilizada

ϕ *mm* A escolha de cada usuário

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

QUANTIDADE

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

ESPAÇAMENTO

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

COMPRIMENTO

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

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

$$Aço_1 := n \cdot \frac{C_{ompri.As.utili}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{1000}\right)^2}{4} \cdot \gamma_{aço} \; kg$$

As.sup

ϕ *mm* A escolha de cada usuário

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

QUANTIDADE

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

ESPAÇAMENTO

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

COMPRIMENTO

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

AÇO

$$Aço_2 := n \cdot \frac{C_{ompri.As.sup}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{1000}\right)^2}{4} \cdot \gamma_{aço} \, kg$$

As.malha

ϕ *mm* A escolha de cada usuário

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

QUANTIDADE

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

ESPAÇAMENTO

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

COMPRIMENTO

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

AÇO

$$Aço_3 := n \cdot \frac{C_{ompri.As.sup}}{100} \cdot \frac{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{1000}\right)^2}{4} \cdot \gamma_{aço} \, kg$$

As.pele

QUANTIDADE

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

ESPAÇAMENTO

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

COMPRIMENTO

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

AÇO

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

TOTAL DE AÇO

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

TOTAL DE CONCRETO

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

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

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

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

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

TOTAL DE AÇO/CONCRETO

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