2

Reforço em Vigas

CISALHAMENTO

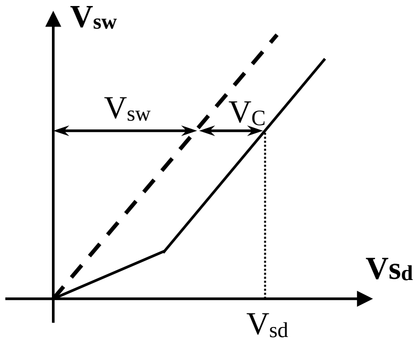
Ver.3

Modelo de Cálculo I (θ = 45º) – NB1/2003

1. Capacidade da Biela Comprimida

$$V_{Rd2} = 0{,}27.\alpha_v.f_{cd}[kN/m^2].b_w.d \quad ; \quad \alpha_v = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) MPa$$

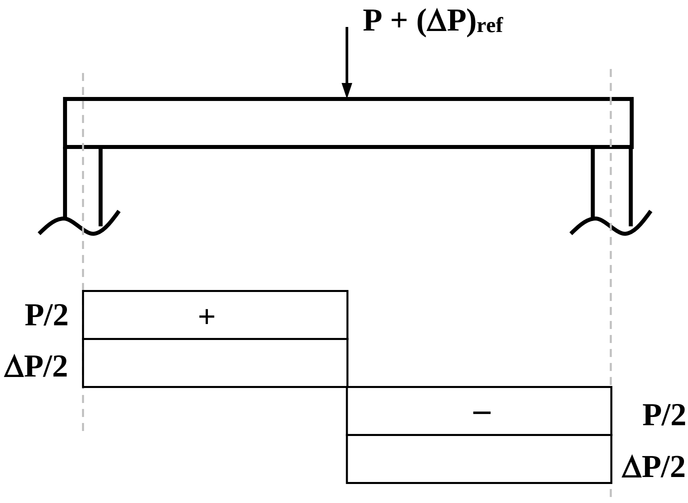
2. Estribos Verticais

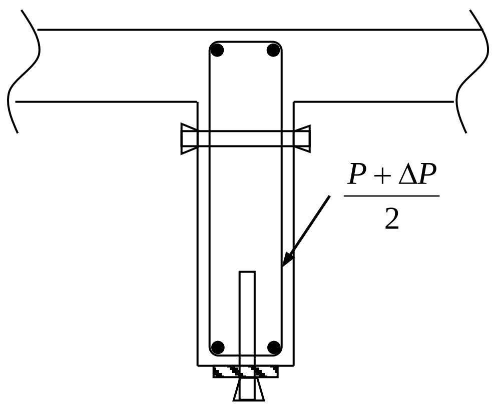


$$V_{Rd3} = \left(\frac{A_{sw}}{s}\right).f_{ywd}.0{,}9.d + V_C + \left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{ref}.\Delta\sigma_{wd_{REF}}.0{,}9.d_{ref}$$

a) Para Flexão Simples

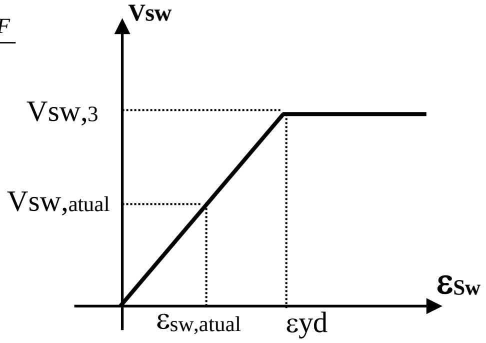
$$V_C = 0{,}6.f_{ctd}.b_w.d \quad c/ \quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0{,}21.f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c}$$





Pode-se adotar como altura útil após o reforço o valor ponderado por:

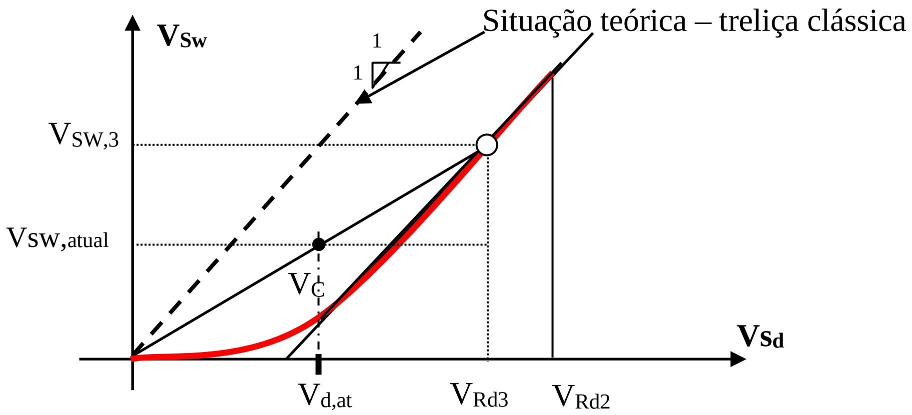
$$d = \frac{d_{s,EX} . A_{s,EX} \cdot f_{yd,EX} + d_{s,REF} . A_{s,REF} \cdot f_{yd,REF}}{A_{s,EX} \cdot f_{yd,EX} + A_{s,REF} \cdot f_{yd,REF}}$$



Deve-se atender às condições:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2}$$
$$V_{Sd} \leq V_{Rd3}$$

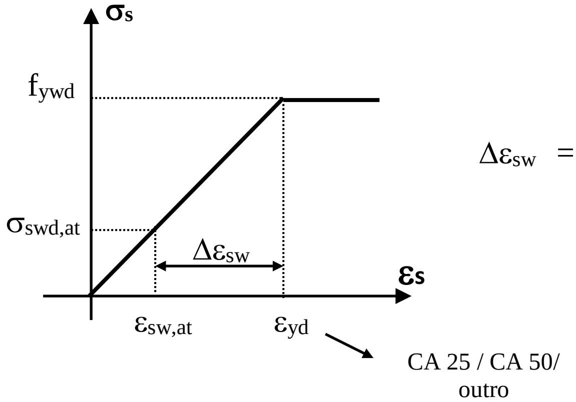
Abaixo se pode visualizar o diagrama de força absorvida pela armadura (V_{sw}) relacionada a cortante solicitante (V_{sd}), note-se a diferença entre comportamento teórico da treliça clássica e o resultado efetivo dos ensaios (em vermelho):



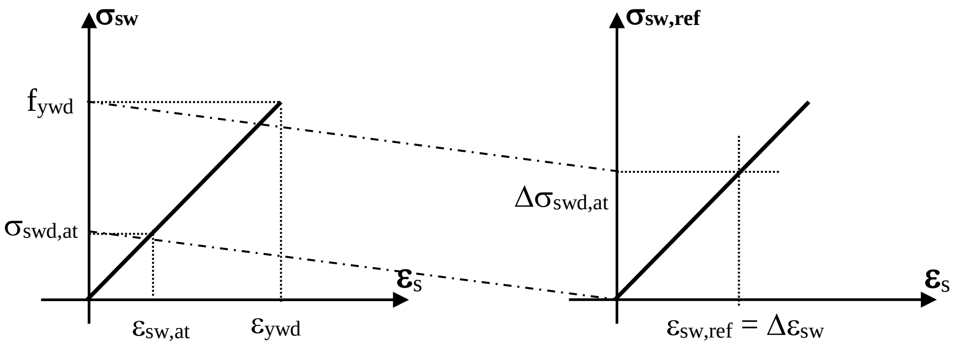
$$V_{Sw,at} = \frac{A_{sw}}{s} .0{,}9.d.\sigma_{swd_{ATUAL}}$$

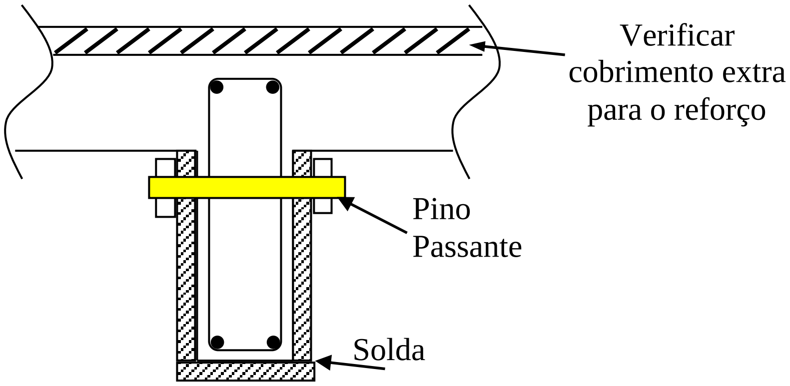
$$\Delta V_{Sw} = \frac{A_{sw}}{s} .0{,}9.d.\Delta\sigma_{swd_{ATUAL}}$$

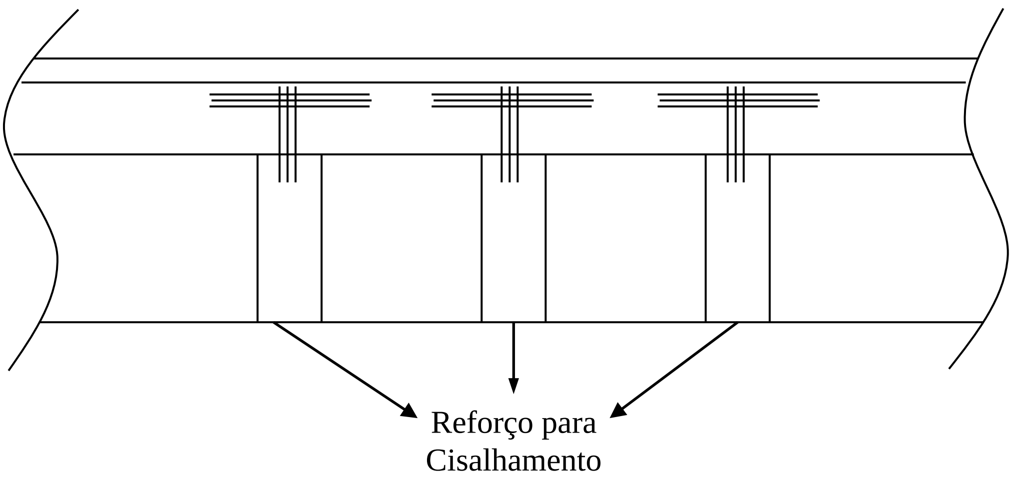
$$\Delta\sigma_{swd,REF} = f_{ywd} - \sigma_{swd_{ATUAL}}$$ (é o quanto falta para levar o aço ao escoamento)



$\Delta\varepsilon_{sw}$ = Quanto poderia deformar o estribo até chegar na tensão de escoamento


σsw
fywd
σswd,at
εs
εsw,at
εywd
σsw,ref
Δσswd,at
εs
εsw,ref = Δεsw


Verificar
cobrimento extra
para o reforço
Pino
Passante
Solda


Reforço para
Cisalhamento

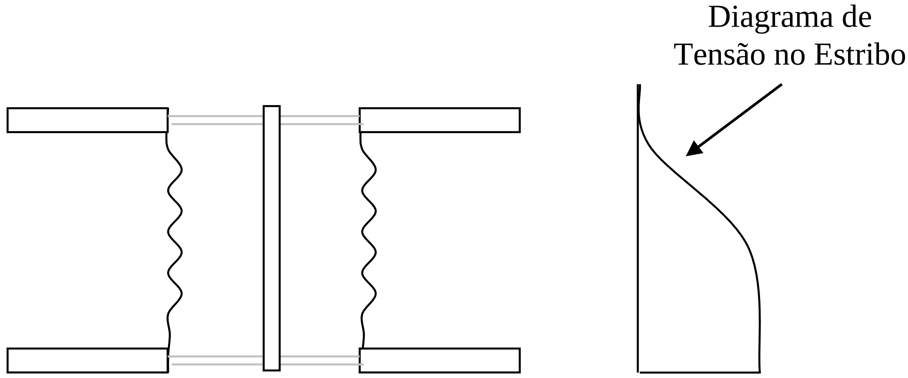
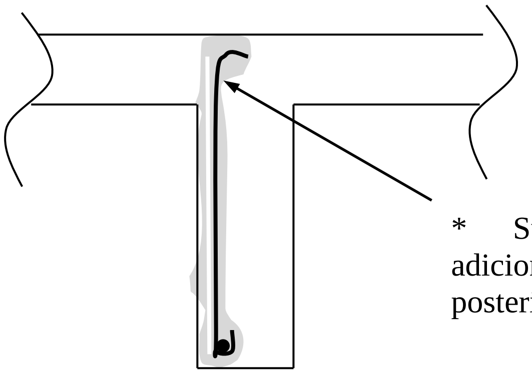
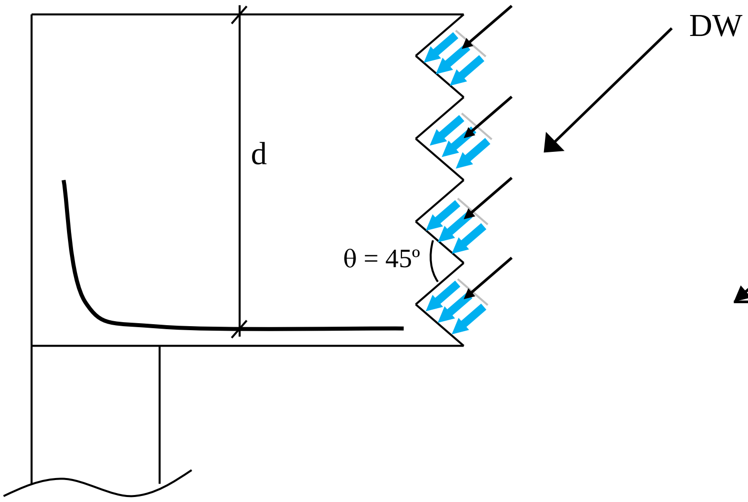
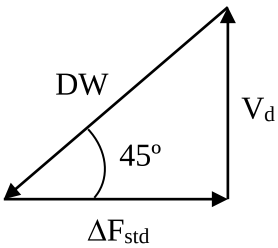


Diagrama de
Tensão no Estribo

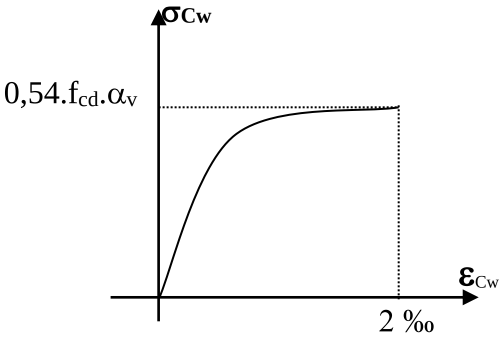


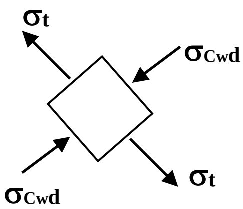
* Sulcos para estribos adicionais. Preenchidos, posteriormente com graute.





$$D_{wd} = (b_w.d.\text{sen}\,\theta).\sigma_{cd} \qquad ; \qquad V_d = b_w.d.\text{sen}^2\,\theta.\sigma_{cd}$$

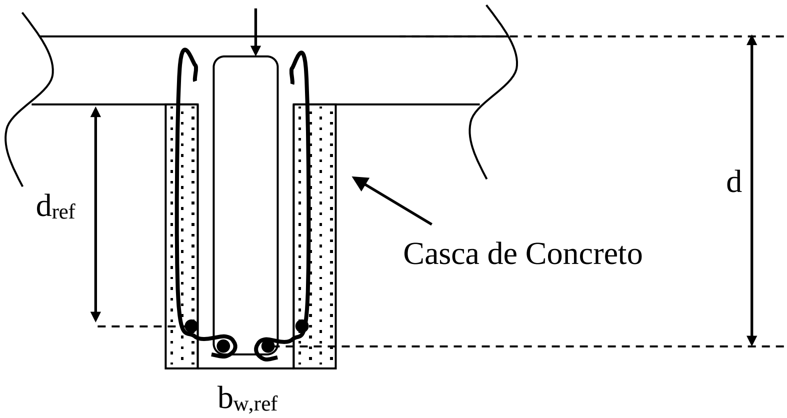




$$\frac{\sigma_{cd}}{0{,}54.f_{cd}.\alpha_v} = k = \frac{\varepsilon cw}{2}.\left(2 - \frac{\varepsilon cw}{2}\right) \quad (\varepsilon cw\,\text{‰})$$

$$\frac{V_{Sd,at}}{V_{Rd2}} = k$$

$$\varepsilon_{atual} = 2\left(1 - \sqrt{1-k}\right)\text{‰}$$



$$V_{Rd2} = 0{,}27.b_w.d.\alpha_v.f_{cd} + 0{,}27.(b_w.d)_{ref}.\alpha_{v,ref}.f^*_{cd,ref}$$

$$f^*_{cd,ref} = f_{cd,ref}.k_{ref}$$

$$k_{ref} = \frac{\Delta\varepsilon cw}{2}.\left(2 - \frac{\Delta\varepsilon cw}{2}\right) \quad ; \quad \Delta\varepsilon cw = 2\text{‰} - \varepsilon cw_{atual}$$

($\Delta\varepsilon cw$ tem o significado da medida do quanto se pode encurtar o concreto da diagonal comprimida após a situação atual, situação que caracteriza a estrutura a ser reforçada no momento da incorporação do reforço)