Sapatas Flexíveis

Sapatas Flexíveis

Foi incorporado ao sistema a metodologia de análise e dimensionamento de sapatas flexíveis. Uma sapata é considerada flexível quando, em alguma de suas direções, a seguinte expressão é atendida:

$$h < \frac{(A - a_p)}{critério}$$

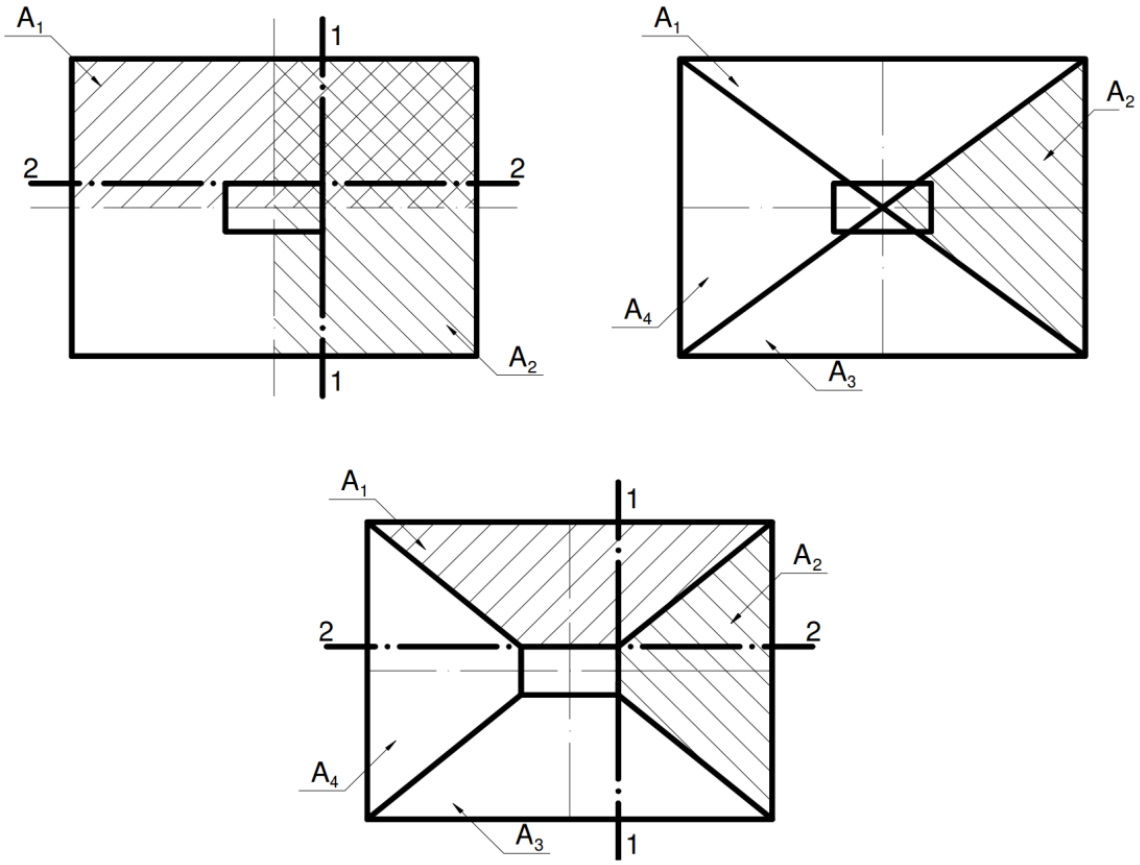
onde:

A = largura da sapata na direção considerada;
a_p = largura do pilar na direção considerada;
critério = valor que define uma sapata flexível. Default = 3
É importante observar que o sistema, nunca fará o pré-dimensionamento de uma sapata de modo que esta seja flexível. Apenas sapatas com geometria definida pelo usuário é que são tratadas desta forma.

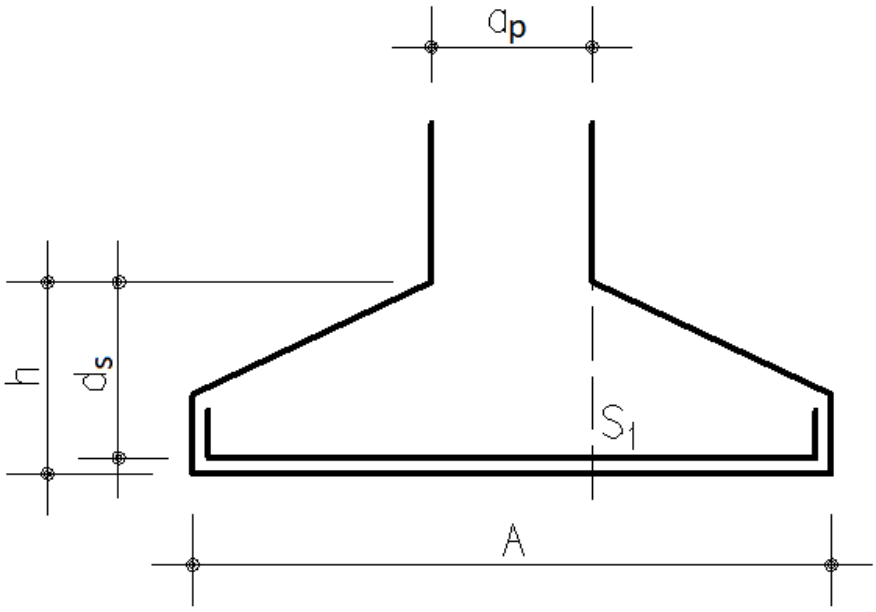
Cálculo dos momentos fletores e cortantes - Seção S_1

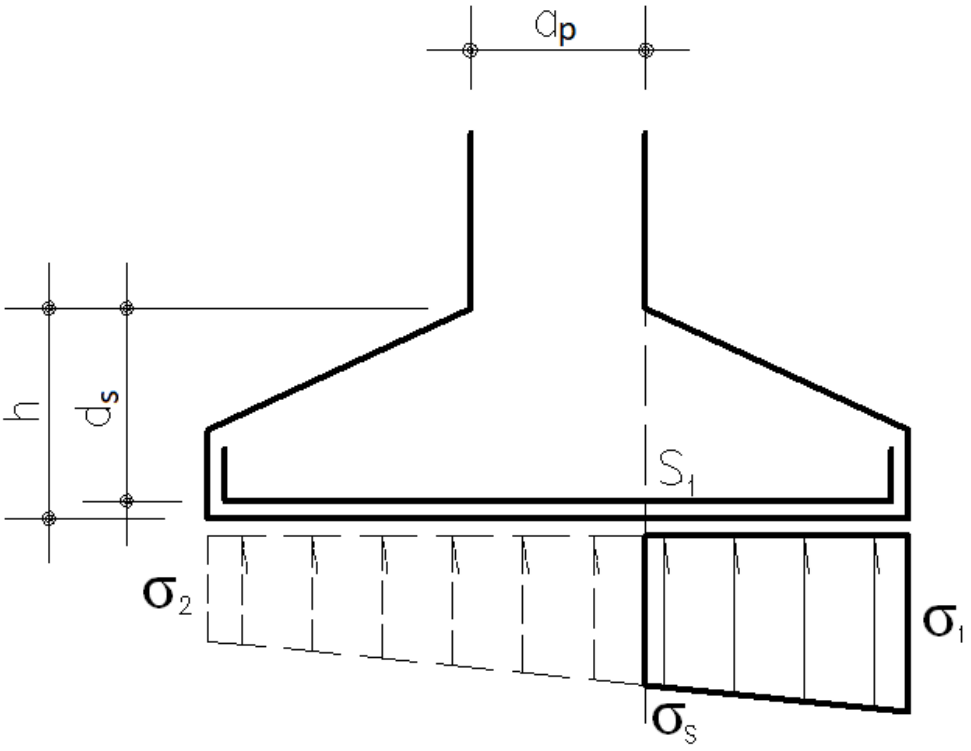
Os momentos fletores podem ser calculados em cada direção segundo quinhões de carga determinados geometricamente. O mesmo critério é adotado para o cálculo das forças cortantes. As áreas podem ser retangulares, triangulares ou trapezoidais.

Por default, os momentos e cortantes são calculados utilizando as áreas trapezoidais.



O momento fletor é calculado levando-se em conta o diagrama de tensões no solo, entre a seção S_1 e a extremidade da sapata, ou seja, a sapata é dimensionada à flexão como uma viga em balanço.





Pela integração numérica dos valores de tensão do solo pela área de cálculo é obtido o valor de momento fletor em cada uma das 4 seções indicadas anteriormente.

As armaduras das sapatas são calculadas para resistir a este esforço solicitante, já levando em consideração a distribuição de tensões de compressão real no solo.

Verificação à cortante - Seção S_2

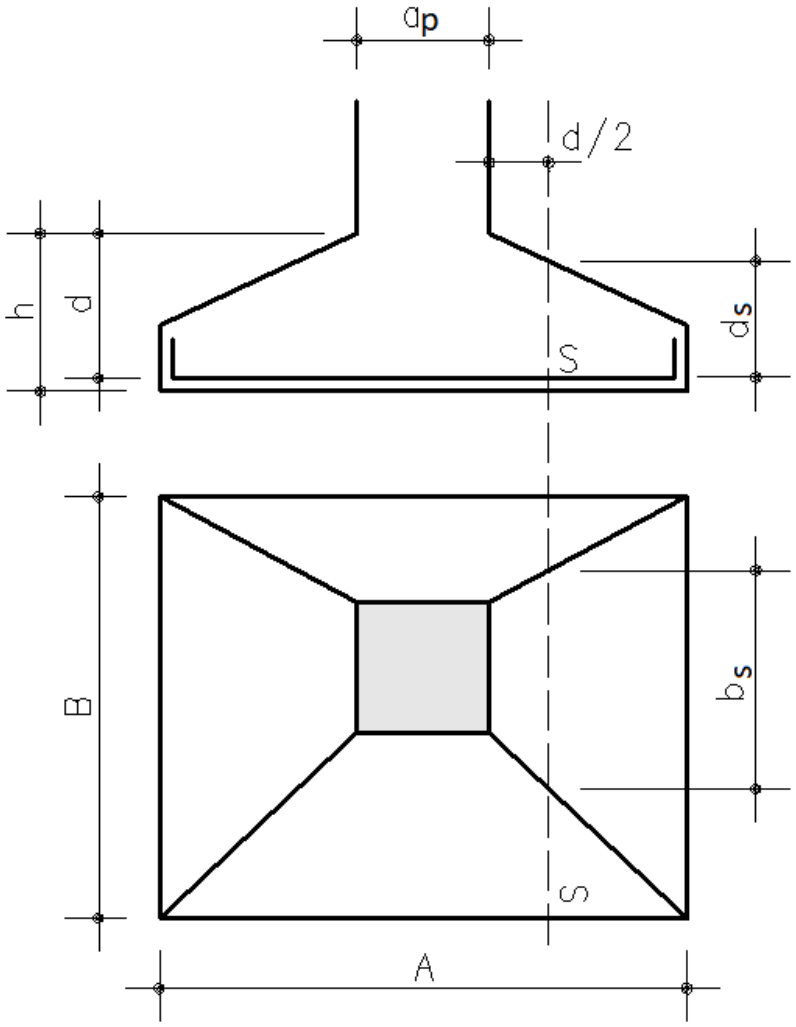
Valor limite de força cortante - CEB

A força cortante de cálculo não deve ultrapassar os seguintes valores:

$$V_{d,lim} = \frac{0{,}474}{\gamma_c} \cdot b_S \cdot d_S \cdot \sqrt{\rho} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Com:

$V_{d,lim}$ = em kN;
γ_c = coeficiente de segurança do concreto;
b_S e d_S = largura e altura da seção S, em cm, conforme apresentado a seguir;
ρ = taxa de armadura longitudinal da seção S;
A_s = área da armadura longitudinal disposta na largura b_S;
Os valores de b_S e d_S utilizados são dados de acordo com a figura a seguir:



Valor limite de força cortante - Claudinei Machado

A força cortante de cálculo não deve ultrapassar os seguintes valores:

$$V_{d,lim} = 0{,}63 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} \cdot b_S \cdot d_S$$

Com:

$V_{d,lim}$ = em kN;
γ_c = coeficiente de segurança do concreto;
b_S e d_S = largura e altura da seção S, conforme apresentado anteriormente.

Verificação à compressão diagonal - Seção S_3

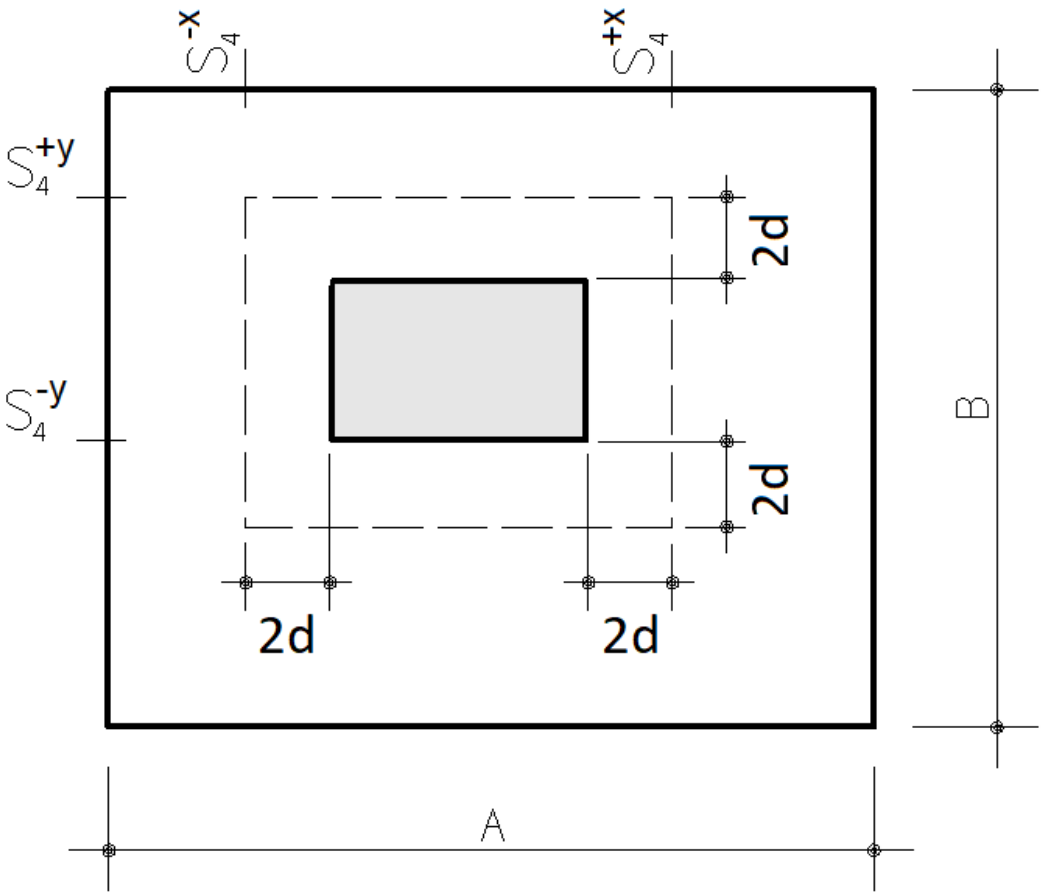
O método de verificação à compressão diagonal de sapatas flexíveis é o mesmo já apresentado para sapatas rígidas.

Verificação à punção - Seção S_4

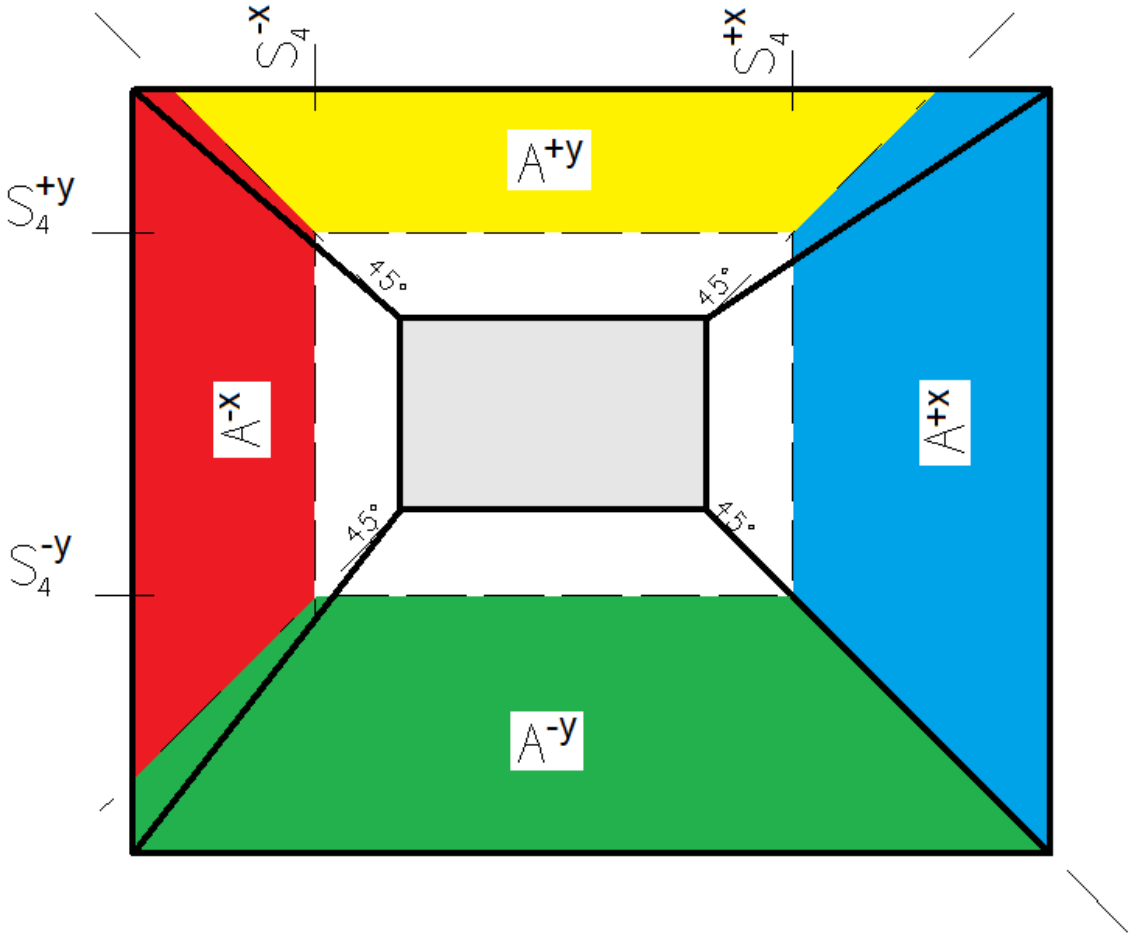
A verificação à punção nas sapatas flexíveis é feita seguindo o mesmo tratamento dado para o cálculo dos esforços

solicitantes, ou seja, são definidas 4 seções onde as tensões atuantes são calculadas e então comparadas com o valor limite.

Estas seções são definidas à distância de 2d da face do pilar, conforme a figura a seguir:



Pela integração numérica dos valores de tensão do solo pela área de cálculo é obtido o valor do esforço para cálculo da tensão cisalhante em cada uma das 4 seções. As áreas de cálculo utilizadas para cada seção são indicadas a seguir:



A tensão atuante é então calculada conforme a seguir:

$$\tau_{Sd} = \frac{F_{sd}}{b \cdot d}$$

Com:

τ_{Sd} = tensão de cisalhamento atuante na seção S;
F_{sd} = força obtida da integração de tensões na área correspondente;
= largura do contorno S na seção correspondente;
= menor altura útil do contorno C' na seção correspondente.

Valor limite de tensão

O valor limite de tensão para a verificação de punção é dado por:

$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd1}$$

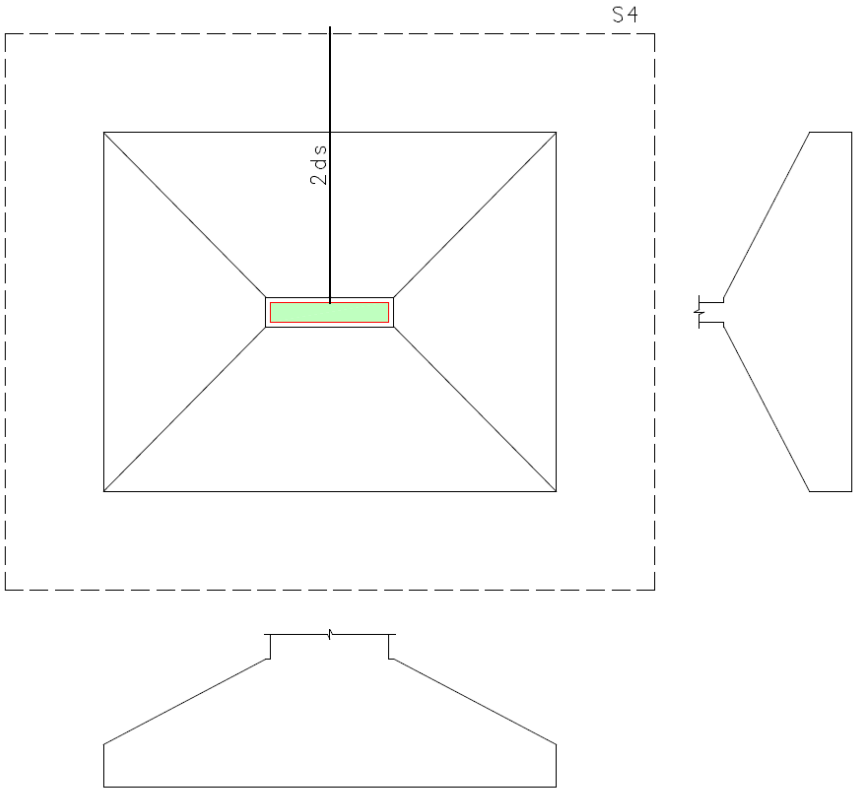
$$\tau_{Rd1} = 0{,}13 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{20}{d}}\right) \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}$$

Com:

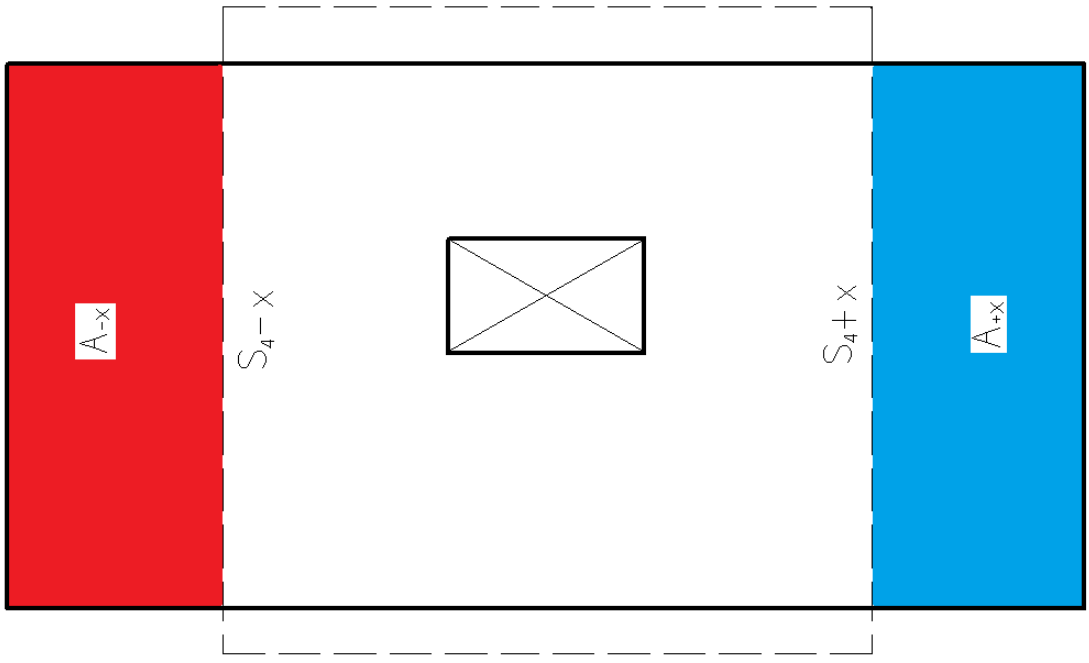
d = altura útil média da seção C';
ρ_x e ρ_y = taxas de armaduras nas duas direções ortogonais
f_{ck} em MPa.

Casos Especiais

Em algumas situações, apesar da sapata ser classificada como flexível, o comprimento de sua aba é menor que 2d. Nestes casos não existe contorno C', não sendo calculada a tensão atuante. Um exemplo é apresentado abaixo:



Em outros casos, apenas em uma direção o contorno C' existe. Para estes casos, apenas na direção onde a aba é maior que 2d é feito o cálculo de tensão atuante. Neste caso, o valor de b da seção (largura do contorno C' na seção correspondente) é igual a largura da sapata.



Verificação do escorregamento/aderência da armadura

O método de verificação quanto ao escorregamento/aderência das armaduras para sapatas flexíveis é o mesmo já apresentado para sapatas rígidas.

Verificação da biela de compressão na base do pilar

O método de verificação da biela de compressão na base do pilar para sapatas flexíveis é o mesmo já apresentado para sapatas rígidas.