Cálices conforme ABNT NBR 9062:2006

Verificação de Embutimento na Base

A dimensão interna deverá ser suficiente para encaixar o pilar mantendo uma folga de concretagem, geralmente 5 cm em cada lado (critério).

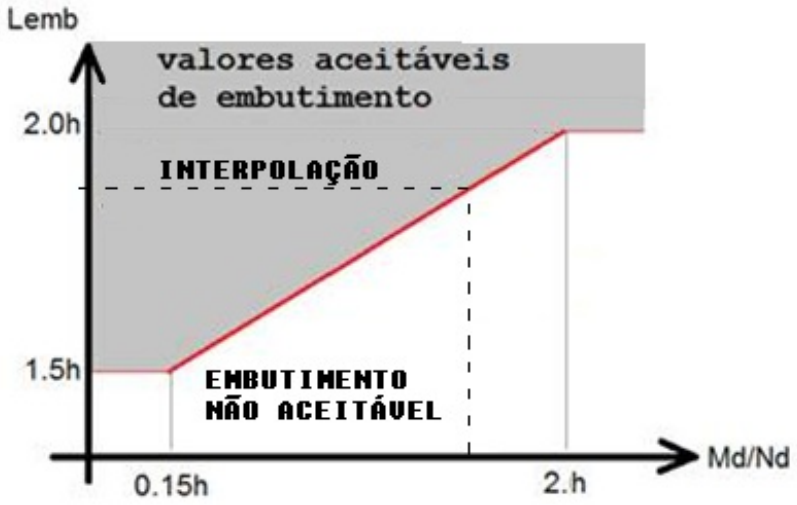
A altura deverá ser de 2 vezes (grande excentricidade) a maior dimensão do pilar (h) no caso de cálice liso.

Para o cálice rugoso essa dimensão pode ser reduzida para 80% desse valor.

A depender do valor da excentricidade relativa (Md / Nd) essa altura poderá variar com uma interpolação linear entre o máximo e mínimo, observe o gráfico abaixo.

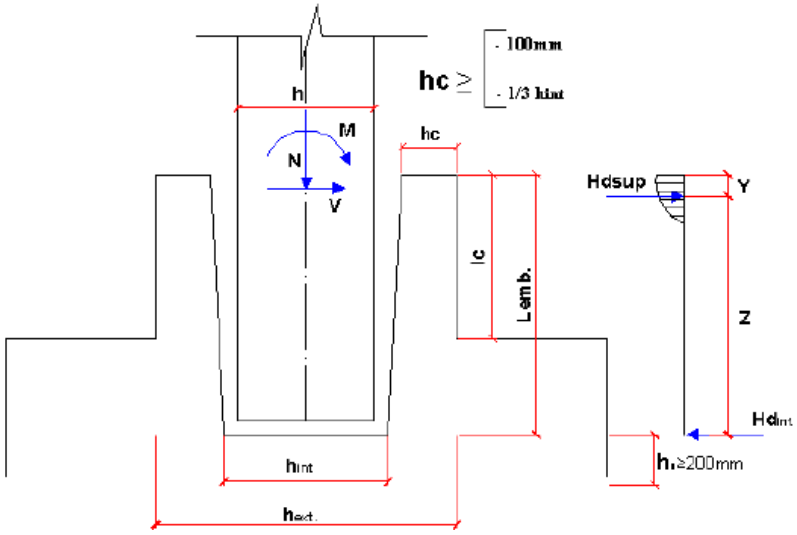
PARA		PEQUENA EXCENTRICIDADE $\frac{Md}{Nd} \leq 0{,}15.h$	GRANDE EXCENTRICIDADE $\frac{Md}{Nd} \geq 2.h$
ALTURA DE EMBUTIMENTO	Lisas	$1{,}5.h$	$2{,}0.h$
	Rugosas	$1{,}2.h$	$1{,}6.h$
	** Interpolar valores intermediários*		

Ex:
```
Excentricidade relativa máxima dos esforços em X.....1.58 hx
Excentricidade relativa máxima dos esforços em Y.....1.66 hy
```



O embutimento (Lemb) considerado nos cálculos é a altura do cálice (medida internamente) menos a folga de concretagem da base (geralmente 5 cm).

A altura das paredes do consolo (lc) é considerada externamente do topo da parede até o topo do bloco/sapata, ou seja, deverá ser descontada se o cálice tiver rebaixo.



Classificação

As paredes do cálice são dimensionadas seguindo a mesma teoria dos consolos de pilares pré-moldados.

Elas pode ser classificadas como consolo muito curto, curto ou longo, dependendo do valor do βx. Abaixo de 0,5 é considerado muito curto, acima de 1,0 é consolo longo.

Maiores detalhes de cálculo no item sobre armadura vertical principal.

Definição e Nomenclatura de Armaduras

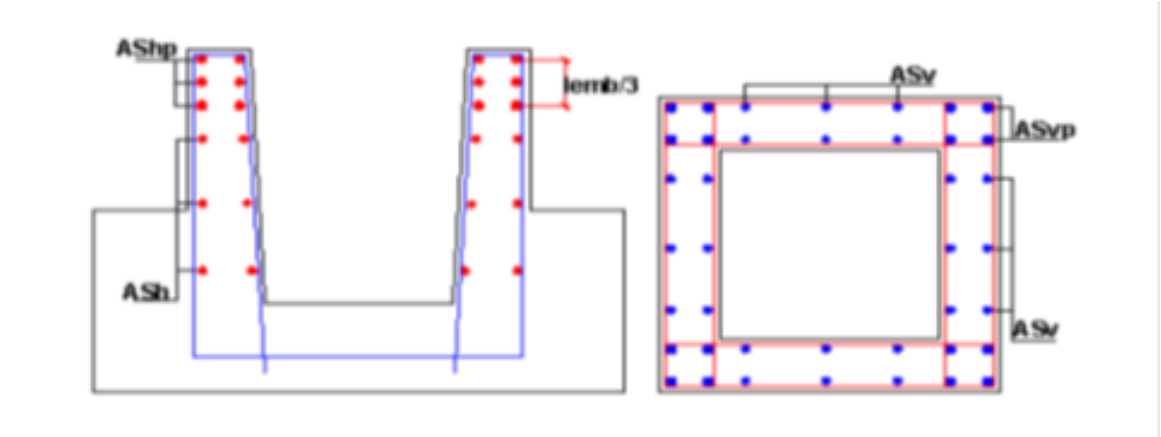
Armadura vertical principal: pode ser também chamada de tirante vertical. Estas ficam dispostas nos cantos das paredes.

Armadura vertical secundária: pode ser também chamada de costura. É uma porcentagem da vertical principal. No caso do consolo longo é calculada como armadura de pele. Estas ficam dispostas ao longo da parede, fora dos cantos.

Armadura horizontal principal: pode ser também chamadas de tirante horizontal e armadura de flexão, dependendo da orientação relativa do esforço e da parede. Estas ficam dispostas no terço superior da altura.

Armadura horizontal secundária: pode ser também chamada de distribuição. É uma porcentagem da vertical principal. No caso do consolo longo é calculada como os estribos de uma viga, para combater o esforço cortante. Estas ficam dispostas nos 2/3 restantes da altura.

Armadura de suspensão: é somada à vertical secundária. Tem a função de trazer parte do esforço aplicado pelo fundo do pilar para as paredes, aumentando a área de aplicação sobre o bloco, reduzindo o efeito da punção.

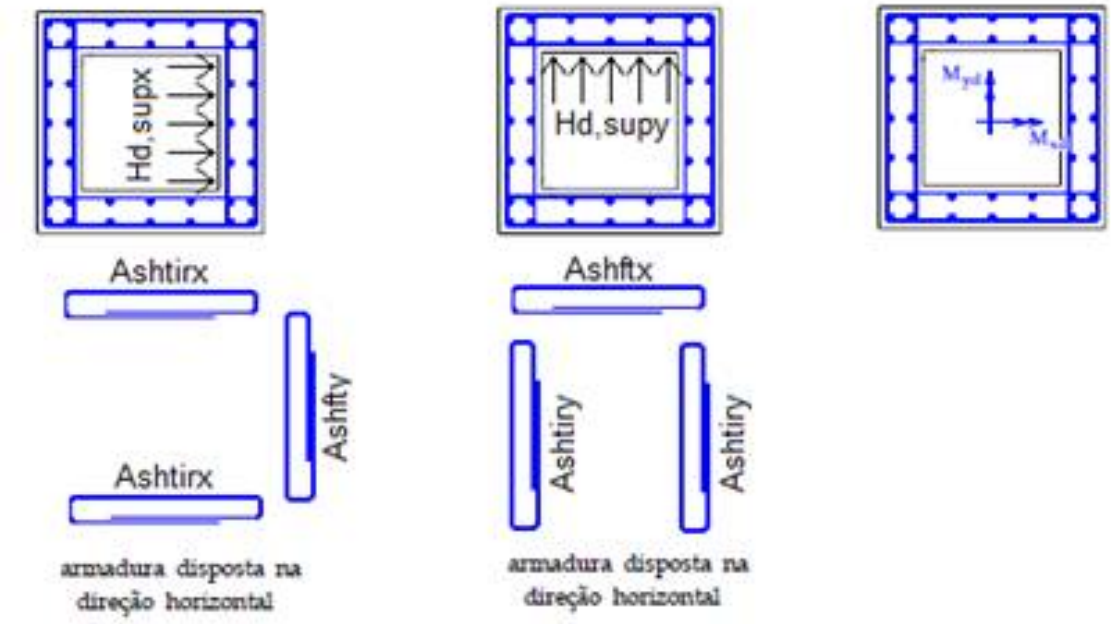


Descrição das armaduras horizontais principais:

Tirante é aquele que está disposto paralelo ao esforço (Ashtir);

Armadura de flexão é aquela que está disposta perpendicular ao esforço (Ashft).

Observe que para cada direção do esforço existe um conjunto de tirante/flexão, e aquelas que estejam na mesma posição na parede deverão ser somadas (devido ao esforço oblíquo).



Para facilitar e evitar erros na montagem, após identificar a maior armadura necessária horizontalmente, todas as paredes receberão a mesma armação de forma simétrica.

Envoltória de Esforços

Deverão haver 12 combinações a serem calculadas.

Existem 6 tipos/direções de forças (FX, FY, FZ, MX, MY e MZ) e para cada combinação em que um desses valores é máximo, os valores correspondentes dos demais esforços, na mesma combinação, são trazidos juntos. O mesmo para os valores mínimos de cada esforço.

Combinações de carregamento para esforços máximos
Os esforços estão no eixo LOCAL do elemento (unidades em ton e ton.m)

N°	Comb.	Fdx	Fdy	Fdz	Mdx	Mdy	Mdz
1	17	-2.798	0.007	14.129	-0.007	-11.163	0.000
2	15	-0.007	-2.482	14.129	9.370	-0.009	0.075
3	9	-0.007	0.007	14.129	-0.007	-0.009	0.000
4	14	-0.007	2.496	14.129	-9.383	-0.009	-0.074
5	17	-2.798	0.007	14.129	-0.007	-11.163	0.000
6	15	-0.007	-2.482	14.129	9.370	-0.009	0.075

Combinações de carregamento para esforços mínimos
Os esforços estão no eixo LOCAL do elemento (unidades em ton e ton.m)

N°	Comb.	Fdx	Fdy	Fdz	Mdx	Mdy	Mdz
7	16	2.784	0.007	14.129	-0.007	11.146	0.000
8	14	-0.007	2.496	14.129	-9.383	-0.009	-0.074
9	9	-0.007	0.007	14.129	-0.007	-0.009	0.000
10	15	-0.007	-2.482	14.129	9.370	-0.009	0.075
11	16	2.784	0.007	14.129	-0.007	11.146	0.000
12	14	-0.007	2.496	14.129	-9.383	-0.009	-0.074

Além do gamaF, existe também o gamaN para elementos especiais.

Ambos são configuráveis nos critérios de pré-moldados.

```
Writeln(lst,IntToStr(w+1):5,
   IntToStr(icareamax[w]):10,
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,0]):10, //Fdx    t
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,1]):10, //Fdy    t
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,2]):10, //Fdz    t
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,3]):10, //Mdx    t.m
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,4]):10, //Mdy    t.m
   FormatFloat('0.000', gamaN*gamaF*reaapomax[w,5]):10  //Mdz    t.m
```

O esforço Hd,sup é aquela força equivalente combinada entre o momento e a força horizontal. Diversos pesquisadores tem proposto diferentes fórmula para esseesforço combinado, mas cada um apresenta apresentam condições e limitações específicas. O ideal é utilizar a que está na NBR 9062:2006, item 6.4.6.

6.4.6 No caso da atuação de momento, M_d e força horizontal, H_d, nos elementos de fundação dotados de cálice, permite-se o cálculo do mesmo como consolo ligado à parte inferior do elemento, considerando-se a atuação de uma força H_{od}, distante "*a*" da face superior da fundação, com os valores indicados a seguir, correspondentes à Figura 6.2-a e 6.2-b:

a) $H_{od} = M_d / 0{,}67\ L_{emb} + 1{,}25\ H_d$, com $a = h_1 - 0{,}167\ L_{emb}$

b) $H_{od} = M_d / 0{,}85\ L_{emb} + 1{,}2\ H_d$, com $a = h_1 - 0{,}15\ L_{emb}$

Esforços equivalentes para o dimensionamento (em kN)

Etapa	Comb.	N°	Hdsupx	Hdsupy	Hdinfx	Hdinfy
0	17	1	186.30	0.18	158.31	0.11
0	15	2	0.20	157.96	0.13	133.15
0	9	3	0.20	0.18	0.13	0.11
0	14	4	0.20	158.32	0.13	133.36
0	16	7	185.89	0.18	158.05	0.11

Armadura Horizontal Principal - Tirante Horizontal de Tração

e02eecd2ae0364f46872a18ce29b02d3.emf

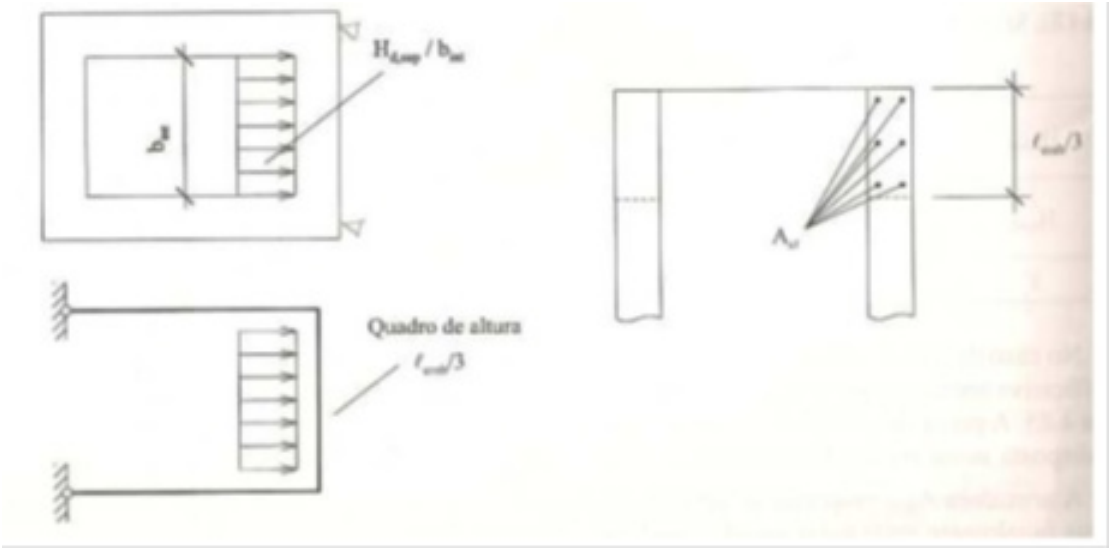
```
//armadura tirante horizontal
 ashpx:= hdsupx/(2*fyd);    //ashpx são tirantes horizontais dispostos nas paredes "hori
 ashpy:= hdsupy/(2*fyd);    //ashpy são tirantes horizontais dispostos nas paredes "vert
//envoltória
eashpx:=max(eashpx,ashpx); //envoltória da armadura da cinta x
eashpy:=max(eashpy,ashpy); //envoltória da armadura da cinta y
 ashp:=max(eashpx,eashpy);
```

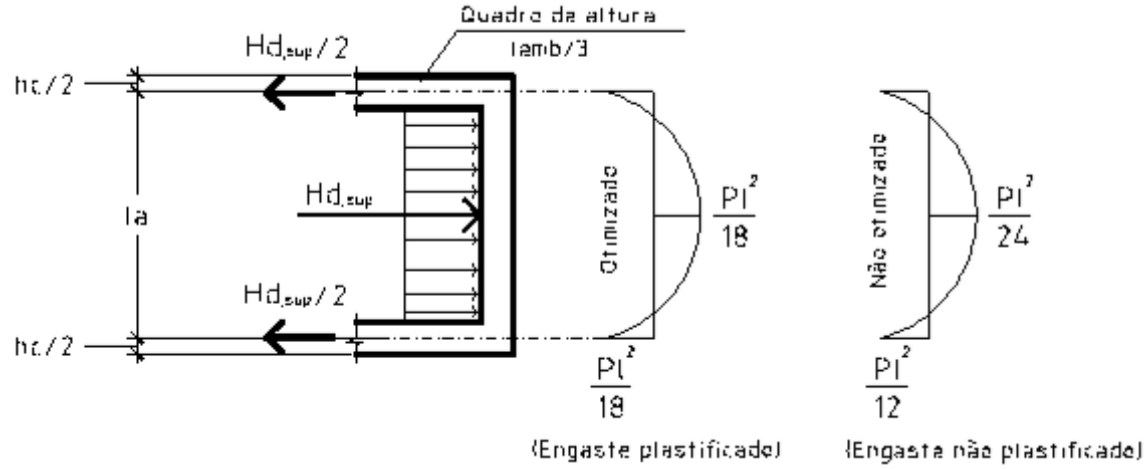
O valor de fyd é calculado com o valor informado nos critérios de fyk / gamaS.

Armadura Horizontal Principal Flexão da Parede Transversal

Momento de flexão na horizontal:

Considera-se um pórtico formado pelas paredes paralelas ao esforço como sendo os pilares e a parede transversal como uma viga com carregamento uniforme.

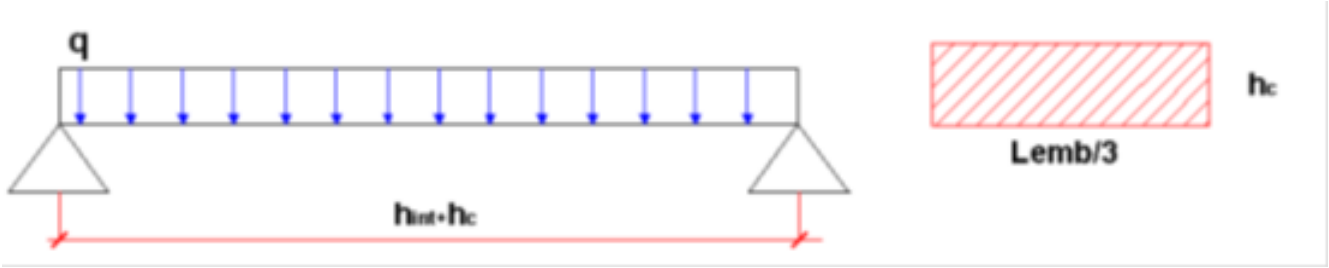




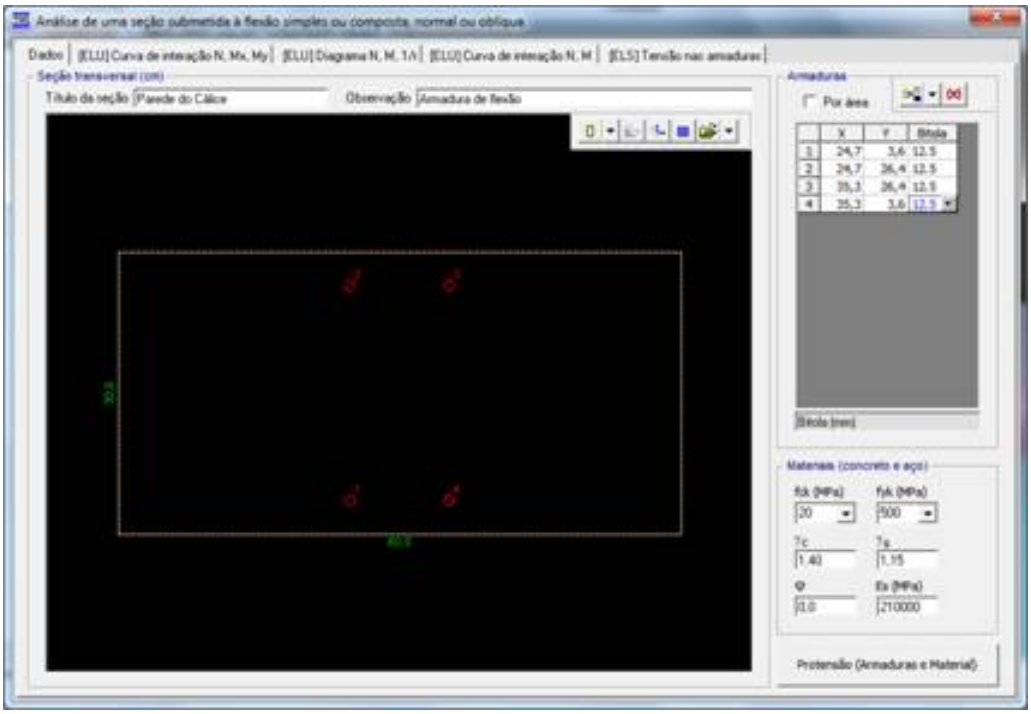

```
// armadura de flexão das cintas
if otimo = 1 then begin//1=OTIMIZADA
msdx:= ABS((hdsupy/hintx * sqr(Lax))/18);
msdy:= ABS((hdsupx/hinty * sqr(Lay))/18);
end;

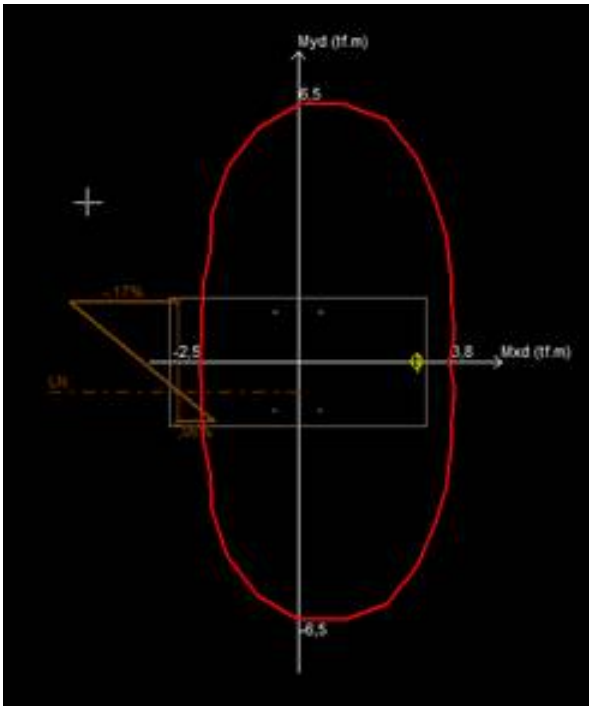
if otimo = 0 then begin//0=NÃO OTIMIZADA
msdx:= ABS((hdsupy/hintx * sqr(Lax))/12);
msdy:= ABS((hdsupx/hinty * sqr(Lay))/12);
end;
```

A seção transversal terá como altura a espessura da parede e como largura 1/3 do embutimento.



Para definição dessa armadura de flexão horizontal é utilizada uma rotina interna que é a mesma da calculadora de flexão simples ou composta, normal ou oblíqua que o TQS possui e pode ser verificada por lá.





Por fim, deverá ser somada a armadura de flexão e de tração que estejam dispostas na mesma parede, e mesma posição, (devido ao esforço oblíquo) e feita a envoltória de todos os cálculos das demais combinações de esforços.

```
//envoltória ash
eashx:=max(eashx,(ashpx+2*aslx)); //envoltória da armadura na parede x
eashy:=max(eashy,(ashpy+2*asly)); //envoltória da armadura na parede y

 ash:=max(ash,max(eashx,eashy));//envoltória principal horizontal
```

Armadura Horizontal Secundária - Distribuição

É considerada uma armadura vertical disposta ao longo das quatro paredes com o seguinte cálculo:

Se considerado como consolo curto ou muito curto

Ash,dist ≥ 0,25.Asv.princ

Se for considerado como viga engastada esta armadura será calculada como estribos de cisalhamento conforme a teoria de vigas.

Armadura Vertical Principal - Tirante Vertical

O cálculo poderá assumir 3 caminhos, a depender do valor encontrado de beta.

$$\beta = \arctan \frac{(lc - y)}{0{,}85hext - hc/2}$$

```
// Ângulc das bielas de compressão
//beta em radianos
betax:= arctan((Lc-yhdsup) / (0.85*dimx-parx/2));
betay:= arctan((Lc-yhdsup) / (0.85*dimy-pary/2));
```

Se a tangente desse ângulo for inferior a 0.5, será calculado como consolo muito curto (modelo de atrito-cisalhamento), entre 0.5 e 1 como consolo curto (modelo de bielas e tirantes) e maior que 1 como consolo longo (modelo de viga).

Os cálculos de consolo curto, o mais recomendado, é como descreve o livro do Mounir, ou como visto abaixo.

```
fvdy:=(hdsupy/2)*tan(betay);
asvpy:=fvdy/fyd;
```

O cálculo como consolo longo considera como uma viga engastada em balanço e com a força concentrada no ponto de aplicação definido em norma (y=0.15 ou 0.167 H). Esse modelo não é recomendado pois assim como uma viga em balanço o consolo torna-se mais deformável e algumas das hipóteses de cálculo poderão não ser mais válidas.

```
// Altura Y de Hdsup
case  icalrugos of
0,1: yhdsup:=0.167 * Lemb; // superfície lisa
2:   yhdsup:=0.15  * Lemb; // superfície rugosa
end;
```

A forma de cálculo de consolo muito curto está descrita no manual TQS na parte de consolos, assim como descrito abaixo.

```
// CONSOLC MUITC CURTO
// armadura tirante vertical x
if  (tan(betax) <= 0.50) then
begin


  //CALCULC DE CONSOLC MUITC CURTC SEGUNDC NBR 9062/2006 item 7.3.5.4
    case  icalrugos of
    0,1: u:=0.6;//concretc lançadc sobre concretc endurecidc com interface lisa
    2  : u:=1.0;//concretc lançadc sobre concretc endurecidc com interface que satisfaça c dispostc nc item 6.3.4 (RUGOSO)
    end;

    asvpx:=max(asvpx,0.8*(hdsupx/2)/(fyd*u));
```

Armadura Vertical Secundária - Costura

É considerada uma armadura vertical disposta ao longo das quatro paredes com o seguinte cálculo:

Asv,cost ≥ 0,4.Asv.princ (se for dimensionado como consolo curto)

Asv,cost ≥ 0,5.Asv.princ (se for dimensionado como consolo muito curto)

Caso o dimensionamento seja como viga em balanço engastada, essa armadura deverá ser calculada como armadura de pele de vigas.

Armadura de Suspensão - Vertical adicional

Somente para cálices de paredes lisas, a NBR 9062:2006 diz que até 70% da carga vertical vinda do pilar embutido deve ser suspensa, fazendo com que essa parcela desça novamente para o bloco, mas através das paredes do cálice. No caso das paredes rugosas, as bielas que se formam ao longo da parede desempenham esse papel.

As,susp = x%.Nd / fyd

Essa área de aço é total e deve ser distribuída pelas 4 faces das paredes. Considerando que a barra terá 2 ramos, deve-se dividir esse resultado por 8 para escolher a bitola que será alojada. Essa armadura deverá obrigatoriamente passar sob a base do pilar.

0c1d87f12533e2210ff120b9df8c0458.emf

Verificações

Tensão de contato da parede

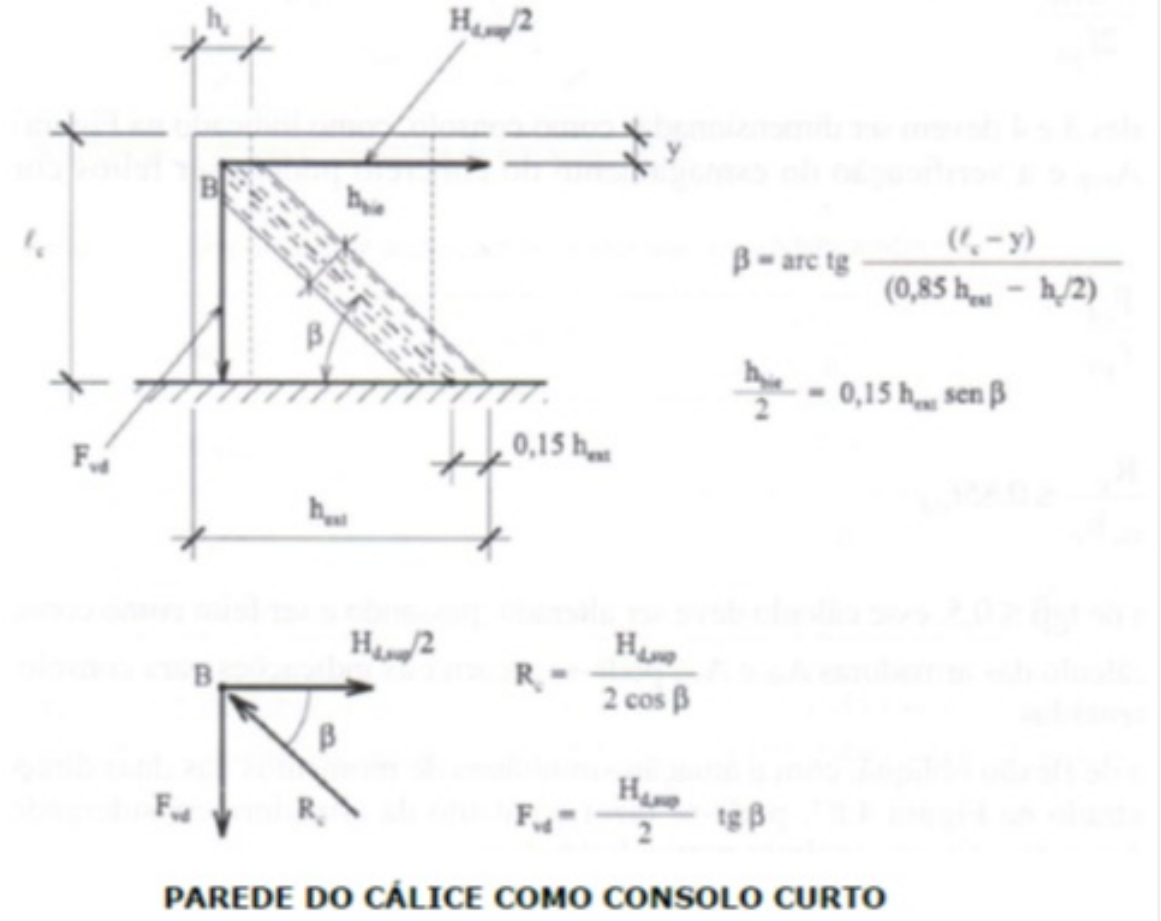
$$\sigma_{cont} = \frac{Hd.\sup}{(h\,\mathrm{int}\,.lemb/3)} \le 0{,}60\,fcd$$

```
// Área de contadc das paredes trapezoidal, até altura de Lemb/3
Acontx:= (hintx-((caix/hcalice)*(Lemb/3))) * (Lemb/3);     // área de contatc  par x
Aconty:= (hinty-((caiy/hcalice)*(Lemb/3))) * (Lemb/3);     // área de contatc  par y

// tensãc de contato
tcontx:= hdsupy / Acontx;        // tensãc de contatc par x
tconty:= hdsupx / Aconty;        // tensãc de contatc par y

if  tcontd < etcontx then begin
Writeln(lst,'***** ERRO: Tensão de contato excedida nas p
impossivel_dimensionar(Form1.Dwg1,'Impossível dimensionar
```

Biela de compressão ou esmagamento da biela (somente MBT)



PAREDE DO CÁLICE COMO CONSOLO CURTO

Limite de compressão da biela

$$\sigma_c = \frac{Rc}{h_{bie}.h_c} \leq 0{,}85\,fcd$$

$$h_{bie} = 0{,}30.h_{ent}\,sen\beta$$

```
// armadura tirante vertical y (MOUNIR)
IF ((tan(betay) >0.5) and) (tan(betay) <1) THEN BEGIN
hbiey:=2*0.15*dimy*sin(betay);
rcy:=hdsupy/(2*cos(betay));
  if tan(betay) > 0.5 then tbiey:=rcy/(hbiey*parx); //parx é  uma coordenada X,
                                    representa a espessura da biela comprimida

// verificação da tensão de esmagamento das bielas
if tbied < etbiex then begin
Writeln(lst,'***** ERRO: Tensão de esmagamento excedida nas bi
impossivel_dimensionar(Form1.Dwg1,'Impossível dimensionar - Bi
```

Tensão Tangencial (somente para consolo muito curto)

```
  // VERIFICAÇÃO DO ESMAGAMENTO DO CONCRETO COMPRIMIDO,
  //O VALOR DA TENSÃO ATUANTE É LIMITADO EM FUNÇÃO
  //DE UMA TENSÃO TANGENCIAL DE REFERÊNCIA.
Tauwdy:=(hdsupy/2)/(parx*dimy);
                                                    //8MPa=0.8kN/cm2  //em MPa   //em MPa
Tauwuy:=min(min(3/10+0.9*(asvpy/(parx*dimy))*fyd,0.3*fcd),min(8/10,0.27*(1-(fck*10)/250)*(fcd*10)/10));
                                  //kN/cm2 //NUNES(2009) //NBR9062/2006 item 7.3.5.4
if Tauwdy>Tauwuy then erro7354y.erro:=True; //NBR9062/2006 item 7.3.5.4
```

Força cortante (somente para consolo muito longo – viga)

```
//Verificação da força cortante
Vrd2y:=0.27*(1-fck/25{0})*fcd*parx*(dimy-pary/2);
Vsdy:=Hdsupy/2;
if Vsdy>Vrd2y then erroVrd2y.erro:=True;
```

Desenho de Cálice com Elemento de Fundação Integrado

De modo a facilitar o processo de geração de desenhos pelo usuário do PREO, foi alterado o funcionamento do programa, de modo que o desenho de cálice seja gerado juntamente com o desenho do elemento de fundação.

Funcionamento

O funcionamento do desenho de fundações pré-moldadas será semelhante ao que acontece com os pilares pré-moldados.

O usuário deverá fazer o dimensionamento das fundações como se fossem moldadas in loco, durante o processamento global ou diretamente no “TQS-Fundações” > “Processar” > “Blocos” ou “Sapatas”>”Dimensionamento”;
O processamento das fundações pré-moldadas é posteriormente feito em “TQS-PREO” > “Dimensionar, Detalhar e Desenhar” > “Cálices”;
É feita uma envoltória de armação da fundação conforme os grupos de pré-moldados;
Os desenhos das fundações (Blocos e Sapatas) são regerados nesse procedimento;
O dimensionamento dos cálices é feito logo após essa primeira etapa;
Ao final do processo, é gerado um desenho único com a fundação (Bloco/Sapata) juntamente com os cálices, sendo apresentadas a forma e armação lado a lado.

Dimensionamento

Elementos de fundação

O dimensionamento dos elementos de fundação (blocos e sapatas) é feito dentro do TQS-Fundações, e segue os

critérios presentes neste sistema. Nenhum critério de dimensionamento de elementos de fundação está presente dentro do arquivo de critérios do PREO.

O dimensionamento de cada um dos elementos de fundação é feito individualmente, ou seja, cada bloco ou sapata é dimensionado para seus esforços solicitantes, nessa etapa não havendo "grupos".

Posteriormente, durante o processamento dos elementos pré-moldados, de acordo com o grupo de formas ou armação definido no Modelador Estrutural, é feita uma envoltória de armaduras dos blocos/sapatas pertencentes ao mesmo grupo. O detalhamento final do elemento pré-moldado é feito com esta envoltória, com um desenho único para o grupo.

Cálices

O dimensionamento dos cálices continua sendo feito conforme anteriormente, ou seja, os critérios estão presentes no TQS-PREO.

Relatórios de dimensionamento

O dimensionamento dos elementos de fundação e cálices é feito em etapas distintas do processamento, gerando dois relatórios diferentes.

Relatório de dimensionamento do elemento de fundação

Para acessar o relatório de dimensionamento dos elementos de fundação, devemos ativar o TQS-Fundações e executar "Visualizar" > "Sapatas / Blocos" > "Dimensionamento".

É importante observar que, assim como ocorre com os pilares, o dimensionamento dos elementos de fundação é feito com base no título do elemento estrutural definido no Modelador Estrutural. Neste momento, os grupos de formas e armação ainda não são levados em conta.

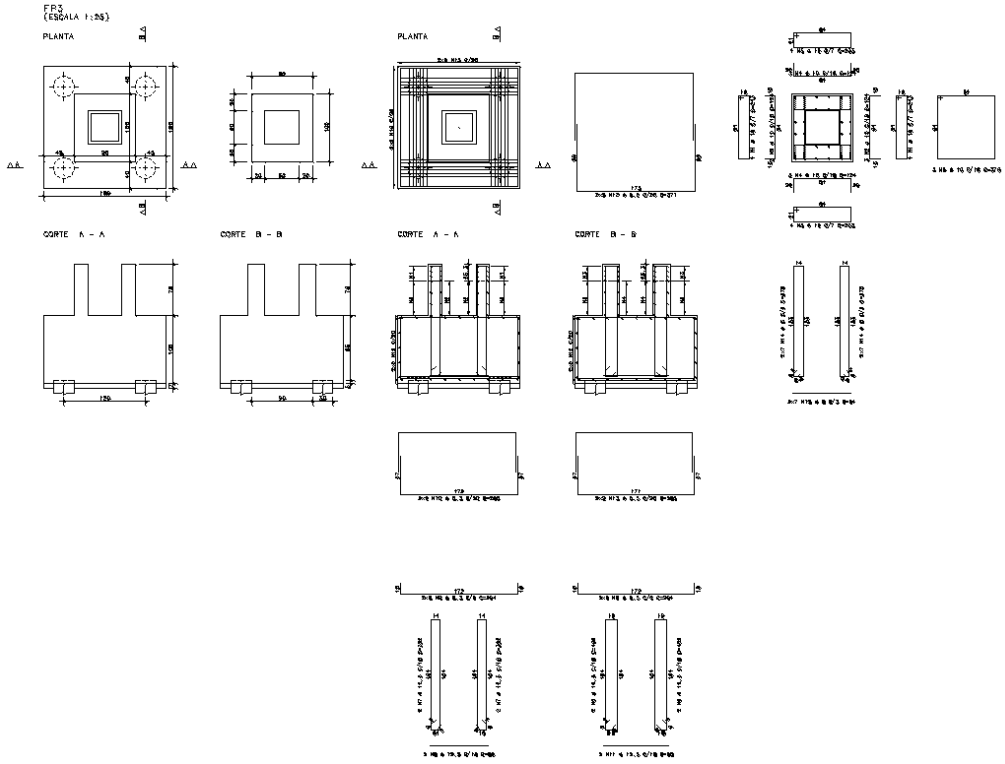
Relatório de dimensionamento do cálice

Para acessar o relatório de dimensionamento dos cálices, devemos acessar o TQS-PREO e executar "Visualizar" - "Dimensionamento" - "Cálices".

Neste caso, o dimensionamento dos cálices é feito de acordo com o grupo de forma ou armação, conforme definido dentro do Modelador Estrutural.

Desenho

O desenho final dos elementos de fundação pré-moldados é apresentado dentro da pasta "Pré-moldados" - "Fundação". Estes desenhos seguem a definição dos grupos de forma/armação e tem o seguinte aspecto:



Os desenhos gerados pelo TQS-Fundação para os elementos pré-moldados, apresentarão a seguinte tarja de aviso em que vem escrito: “CÁLICE PRÉ-MOLDADO: Verifique detalhe complementar, fck e necessidade de reforços.”

