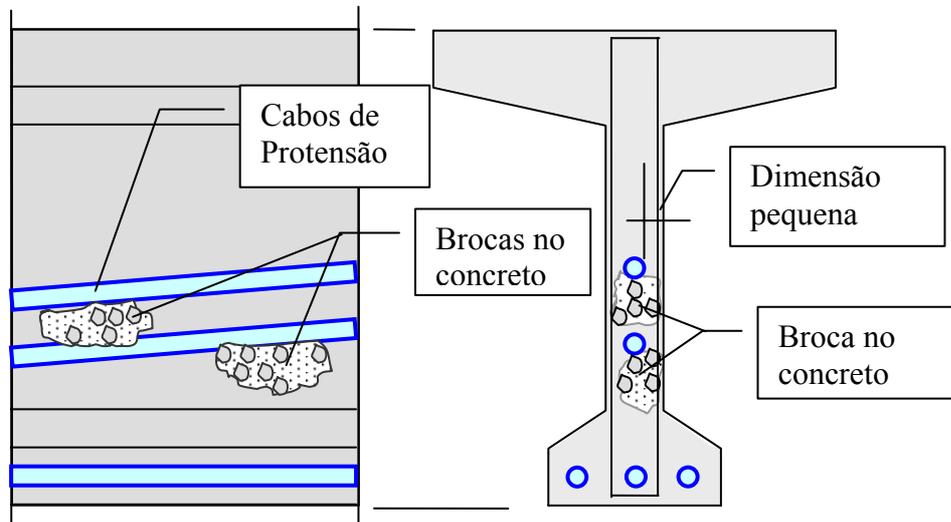


## EXEMPLO Nº 155

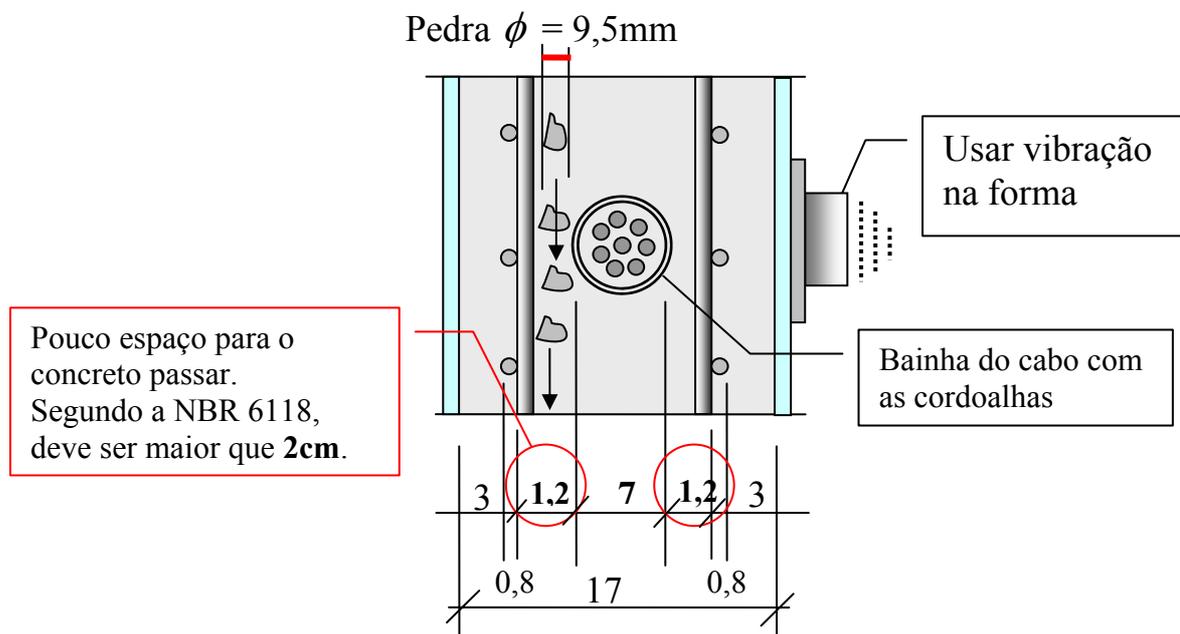
**ESTRUTURA:** Viga pré-moldada em concreto protendido.

**FALHA DE EXECUÇÃO:** Grande parte da alma da viga ficou sem concreto.

**ESQUEMA:**



**CAUSA :** Devido à pequena espessura da alma da viga ( 17cm ), o concreto não conseguiu passar entre os cabos e os ferros costela. Formaram-se brocas no concreto.



### COMENTÁRIOS :

- Vigas com almas menores que 19cm exigem grandes cuidados durante a concretagem.
- Espessuras de alma menores que 17 cm não obedecem a todas as exigências da norma NBR6118, principalmente em meio ambiente com forte agressividade ( marinho ou industrial ).
- Nesse meio ambiente, o cobrimento da armadura de aço CA50 deve ser  $\geq 4\text{cm}$  e o cobrimento das bainhas dos cabos de protensão deve ser  $\geq 4,5\text{ cm}$  . ( item 7.4.7.6)
- Daí resulta uma espessura da alma  $\geq 2 \times ( 4 + 0,8 + \mathbf{2,0\text{cm}} ) + 7 = 21\text{cm}$

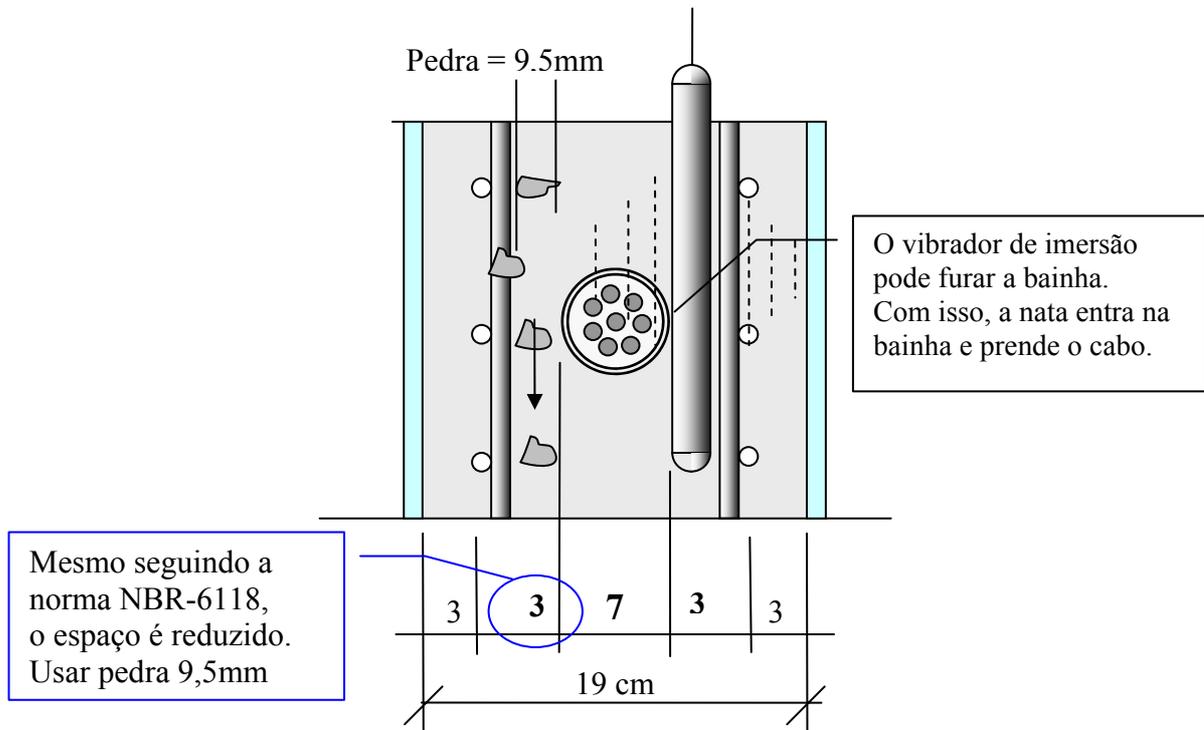
### EXEMPLO Nº 155 ( CONTINUAÇÃO )

**ESTRUTURA :** Viga pré-moldada em concreto protendido.

**FALHA DE EXECUÇÃO :** Muitas partes da alma da viga ficaram sem concreto.

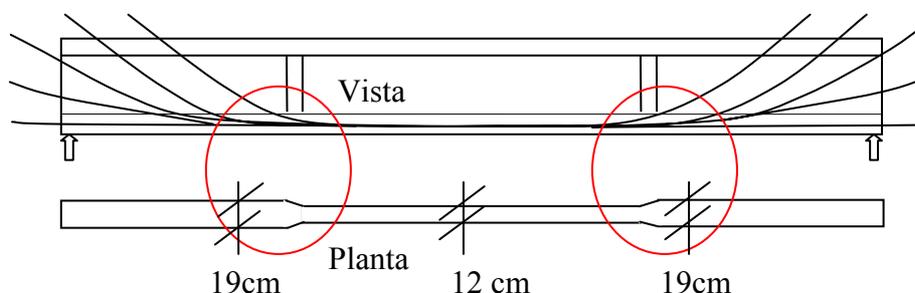
**SOLUÇÃO :** Aumentar a espessura da alma da viga. Isso acarreta o aumento do peso da viga.

O transporte da viga pré-moldada será mais difícil. Por esse motivo poucos adotam essa solução.



**SOLUÇÃO:** Projetar a alma da viga com uma espessura adequada. A norma NBR 6118 diz:

- O cobrimento dos ferros longitudinais, em zona urbana, onde a agressividade ambiental é “moderada”, deve ser  $\geq 30$  mm para as barras de aço CA 50 e deve ser  $\geq 35$ mm para as bainhas dos cabos de protensão. ( item 7.4.7 )
- O espaçamento mínimo, entre barras, para permitir a passagem do concreto, deve ser  $\geq 2$ cm e também  $\geq 1,2 D_{\text{máx}}$  do agregado. ( item 18.3.2.2). Para uma pedra com  $D_{\text{máx.}} = 9,5$ mm devemos ter o espaçamento  $\geq 1,2 \times 9,5\text{mm} = 12\text{mm}$ . Logo prevalece espaçamento  $\geq 2$ cm.
- A espessura mínima da alma da viga, no trecho onde os cabos “sobem” na alma , deveria ser:  
 $b_{\text{alma}} = 2 \times ( 3 + 0,8 + 2,0\text{cm} ) + 7 = 19\text{cm}$



- Usar vibração na forma.
- Usar super-plastificante no concreto para melhorar a fluidez durante a concretagem.

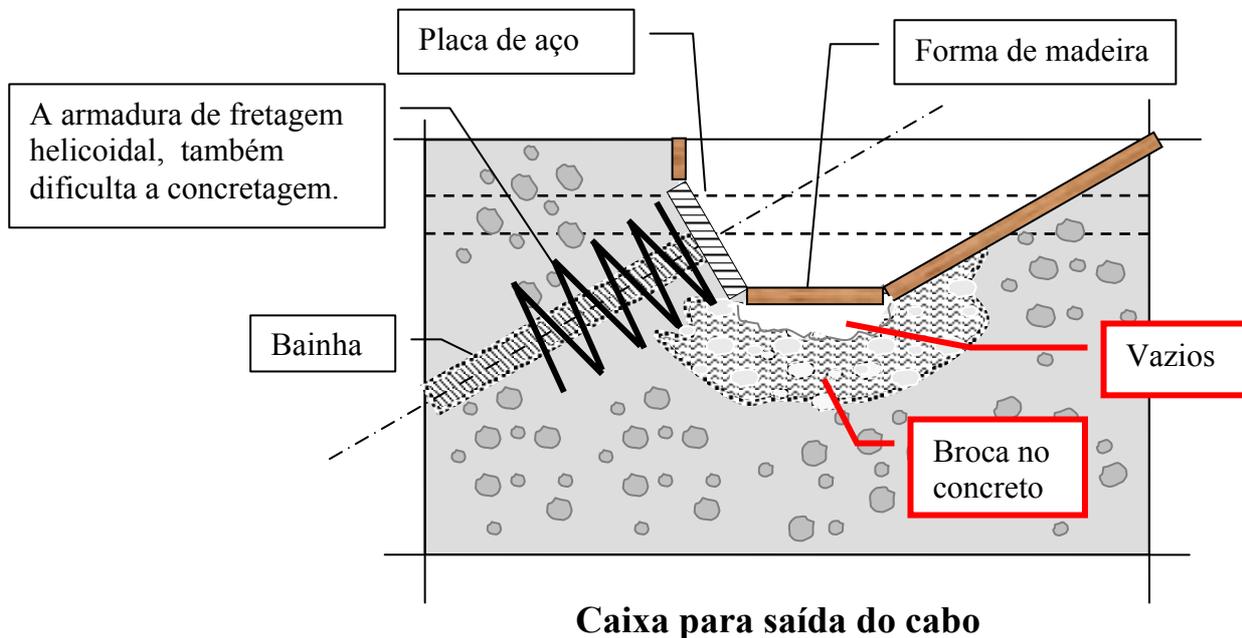
**OBSERVAÇÃO:** As pernas verticais do estribo não atrapalham a concretagem. Os ferros costela e os cabos é que bloqueiam a descida do concreto, formando vazios na alma e no talão inferior da viga.

## EXEMPLO Nº 155 ( CONTINUAÇÃO )

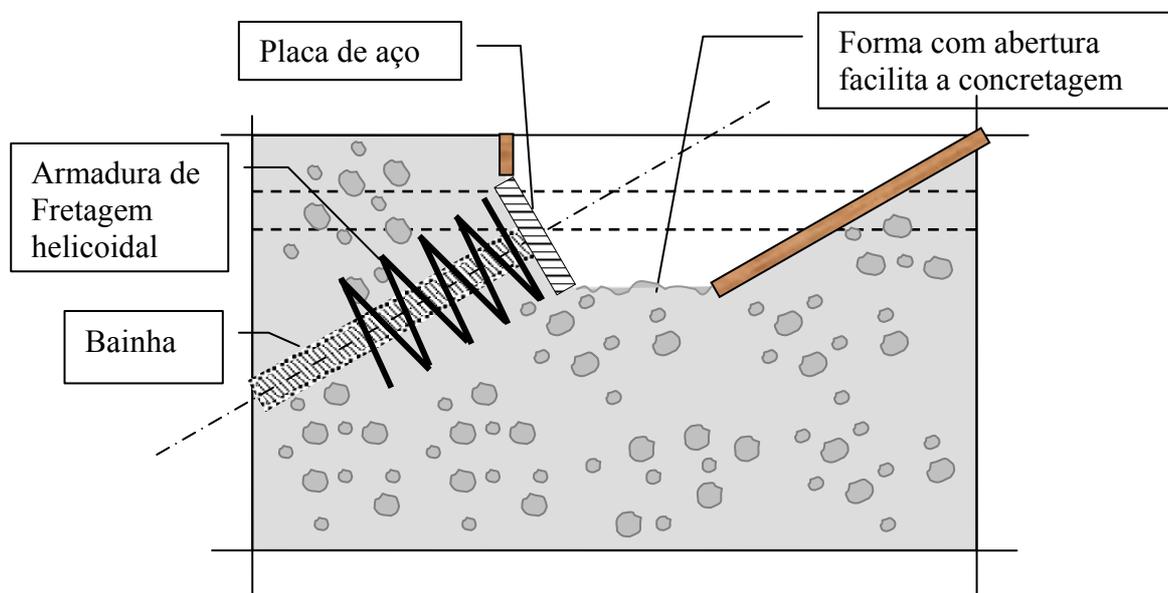
**ESTRUTURA:** Viga pré-moldada em concreto protendido.

**FALHA DE EXECUÇÃO:** Embaixo da forma de madeira, usada para formar a caixa da saída dos cabos, formam-se vazios e brocas no concreto.

**ESQUEMA :**



**SOLUÇÃO:** Usar a forma da caixa com uma abertura na sua parte inferior.



**OBSERVAÇÃO:** É importante que em frente à placa de aço, que é o apoio da ancoragem do cabo, o concreto seja de alta resistência, pois a tensão de compressão é muito grande nessa região da viga. É, pois, indispensável um adensamento correto, com uma vibração perfeita do concreto.

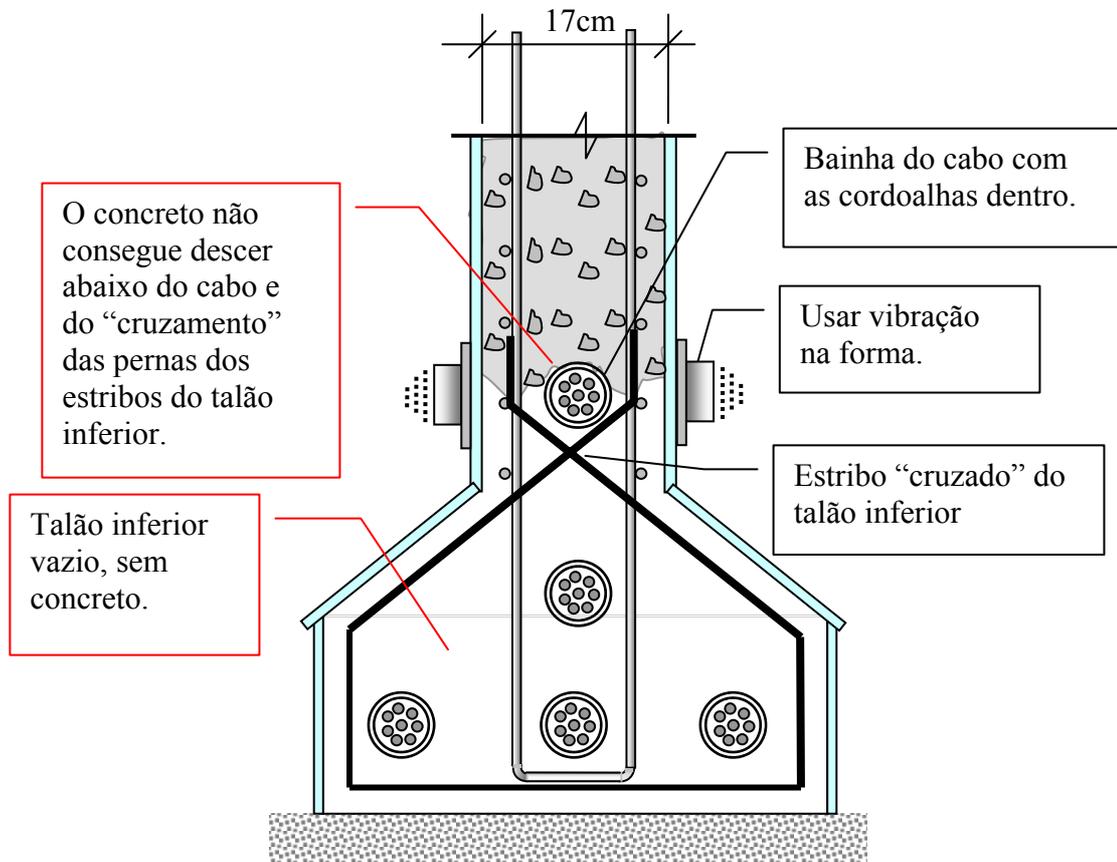
**COMENTÁRIO:** Alguns usam a fôrma, da caixa de saída, com uma abertura temporária. Isso permite um lançamento de concreto através dessa abertura, que em seguida é fechada.

## EXEMPLO Nº 155 ( CONTINUAÇÃO )

**ESTRUTURA:** Viga pré-moldada em concreto protendido

**FALHA DE EXECUÇÃO:** Falhas de concretagem. Grande parte do talão inferior da viga ficou sem concreto.

**ESQUEMA:**

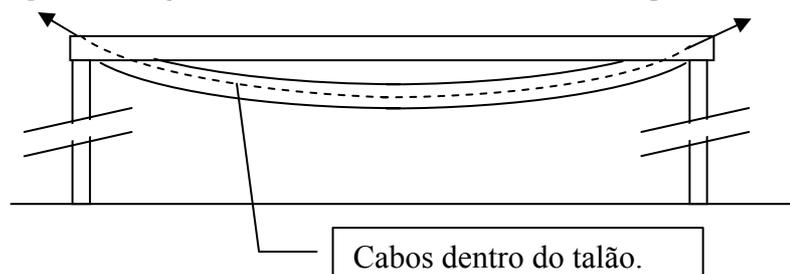


**COMENTÁRIOS:** Com o aumento da resistência dos aços e do concreto, estamos atingindo um limite. Existem 2 tendências atualmente:

1. Espessura menor da alma:
  - Tendo o concreto uma alta resistência, a espessura necessária para a alma da viga é pequena.
2. Cabos mais potentes e com maior diâmetro.
  - Os cabos têm mais cordoalhas, e essas cordoalhas têm maiores diâmetros.
  - O diâmetro dos cabos e das bainhas é, portanto, cada vez maior.

Em conseqüência, o espaço disponível para a passagem do concreto, durante a concretagem, é cada vez menor. As soluções a serem usadas em breve deverão ser:

1. Cabos externos.
2. Cabos retos, escalonados longitudinalmente, dentro do talão inferior da viga, sem “subir” na alma da viga.
3. Vigas com a altura afim com o diagrama de momento fletor. Os cabos ficam sempre dentro do talão da viga. Assim já foi feito nos viadutos de acesso da ponte Rio – Niterói.

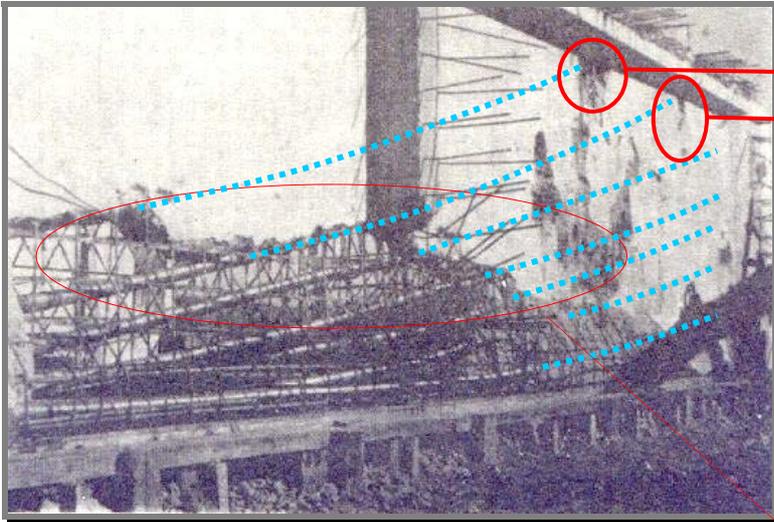


## EXEMPLO Nº 155 ( CONTINUAÇÃO )

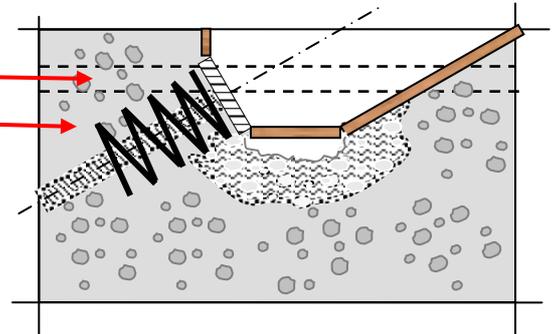
**ESTRUTURA:** Viga pré-moldada em concreto protendido.

**FALHA DE EXECUÇÃO:** Má concretagem. Grande parte da viga ficou sem concreto.

**ESQUEMA:**

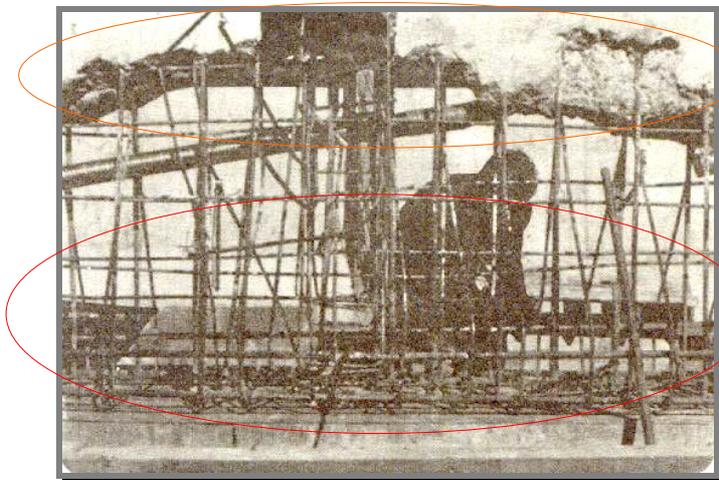


- Ver Uchôa F.C. [131]

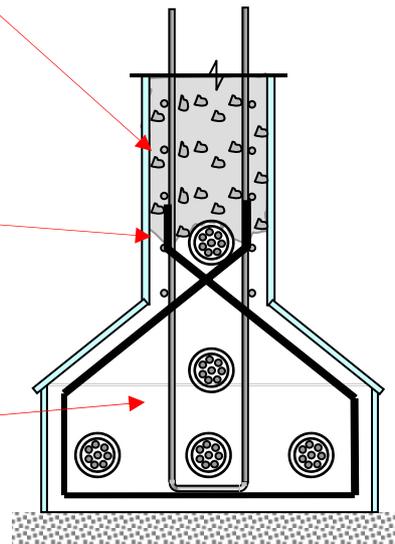


Zona crítica para a concretagem:

- Caixas para saída dos cabos.
- Ver Uchôa F.C. [131]



- Ver Uchôa F.C. [131]



Zona crítica para a concretagem:

- Cruzamento de cabos, ferros costelas e estribos cruzados do talão inferior.

### SOLUÇÕES :

- Alma da viga com espessura maior.
- Pedra com pequeno diâmetro.
- Super-plastificante no concreto.
- Vibrador externo, de forma.