

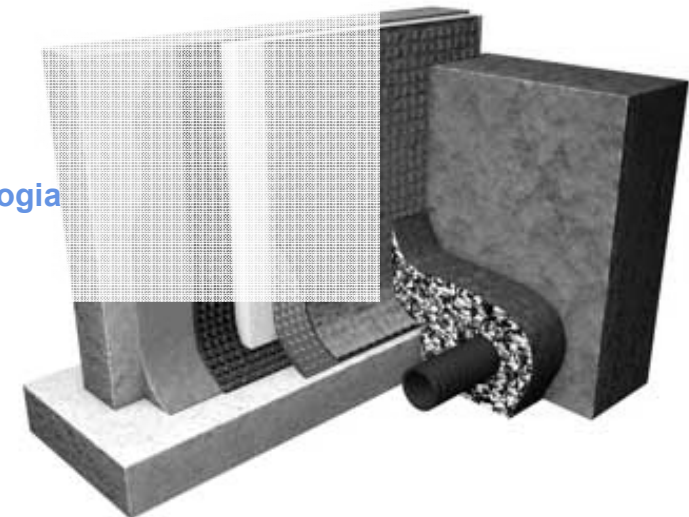
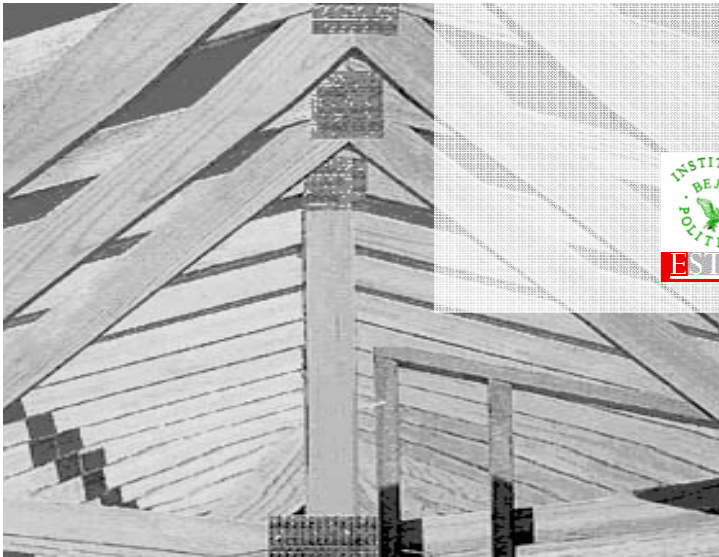


# PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO

## FUNDAÇÕES

Docente: Pedro Lança

Escola Superior de Tecnologia  
e Gestão de Beja



- > Sítio: [www.estig.ipbeja.pt/~pdnl](http://www.estig.ipbeja.pt/~pdnl)
- > E-mail: [pedro.lanca@estig.ipbeja.pt](mailto:pedro.lanca@estig.ipbeja.pt)



- > Aspectos a considerar na opção pelo tipo de fundação
- > Estudo geotécnico
- > Tratamento de solos
- > Fundações directas ou superficiais
- > Fundações semi-directas
- > Fundações indirectas ou profundas
- > Avaliação da Integridade de Estacas

# ASPECTOS A CONSIDERAR: ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÕES

*Capítulo 3 – Fundações*

- > **Solicitações (acções) a transmitir ao terreno**
  - **Sismo**
  - **Vento**
  - **Neve**
  - **Peso próprio**
  - **Uso do edifício**
  
- > **Características do terreno em profundidade**
  - **Deformabilidade**
  - **Resistência**
  
- > **Assentamentos admissíveis da estrutura (absolutos e diferenciais)**
  - **Serviço**
  - **Rotura**
  
- **Limitações construtivas no local (equipamento e espaço disponível).**



## SISMO (I)

### Capítulo 3 – Fundações

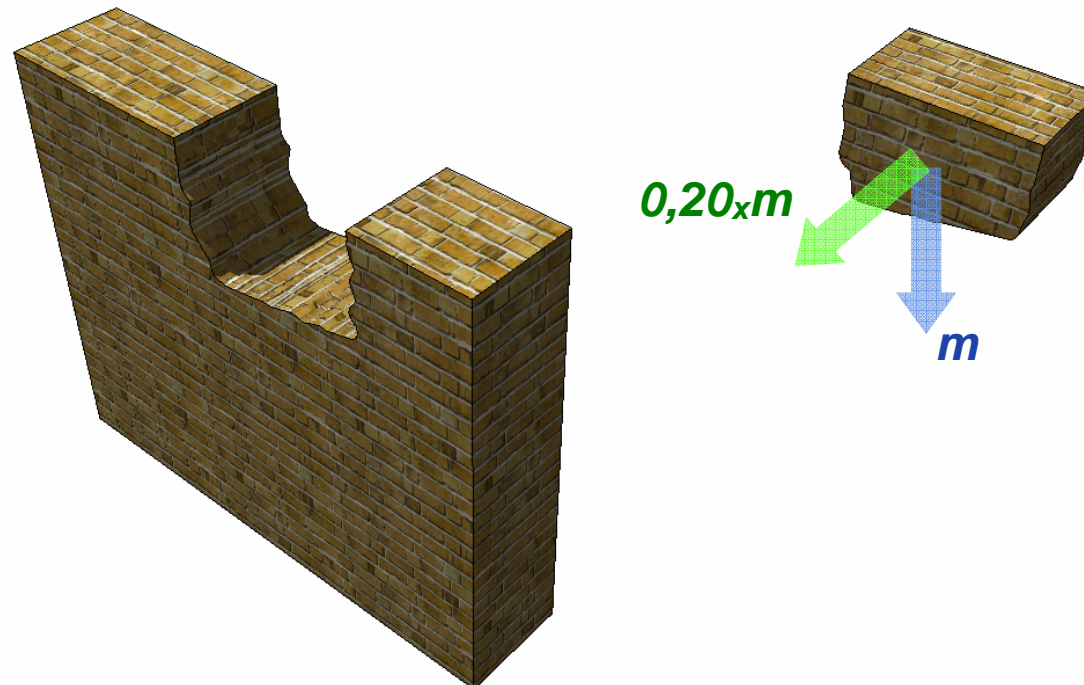
A localização de um edifício tem grande influência na concepção da construção, neste caso em particular, das fundações face à acção de um sismo.

O território português é dividido em 4 zonas sísmicas definidas por ordem decrescente de importância: A, B, C e D.



(Fonte: RSA)

> A importância do coeficiente sísmico



# ACÇÃO DO VENTO

## Capítulo 3 – Fundações

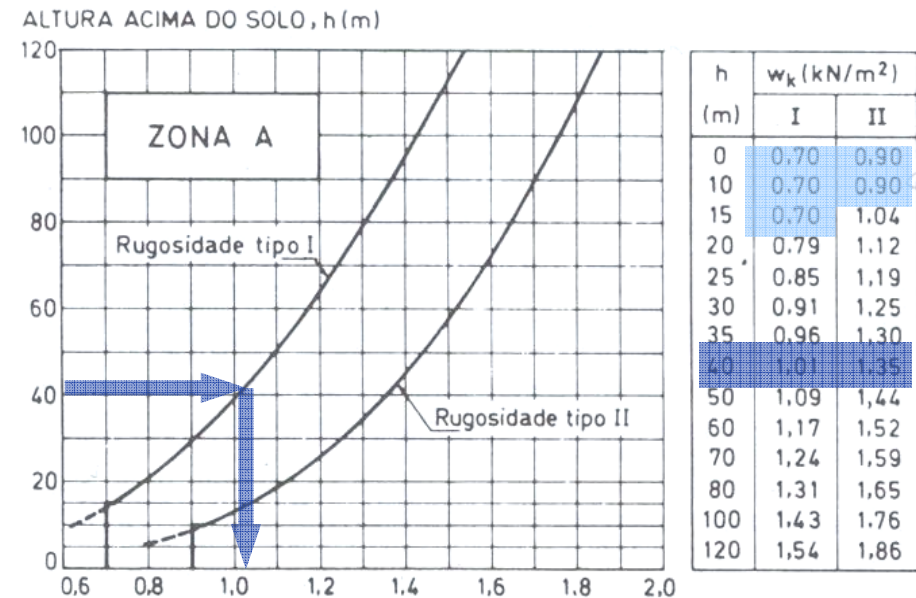
### > Portugal está dividido em duas zonas A e B

**Zona A** – A generalidade do território, excepto as regiões pertencentes à zona B

**Zona B** – Os arquipélagos dos Açores e Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou altitudes superiores a 600 m.

**Rugosidade tipo I** – rugosidade a atribuir aos locais no interior de zonas urbanas em que predominem edifícios de médio e grande porte.

**Rugosidade tipo II** – rugosidade a atribuir aos restantes locais, nomeadamente zonas rurais e periferia de zonas urbanas.



(Fonte: RSA)

# ACÇÃO DA NEVE

## Capítulo 3 – Fundações

- > Só em locais com altitude igual ou superior a 200 m, é necessário ter em conta nos cálculos da estrutura uma sobrecarga provocada pela neve, esta afecta apenas a cobertura (inclinação da cobertura).
- > Portugal está dividido em duas zonas A e B

## USO DO EDIFÍCIO

### *Capítulo 3 – Fundações*

- > O uso final a que se destina a construção é um factor muito importante para a concepção das fundações e da estrutura do próprio edifício.

Sob este ponto, o RSA define as sobrecargas a considerar em pavimentos e coberturas, função do uso do edifício:

- **habitação** - *2,0 KN/m<sup>2</sup>, em geral;*
- **escritórios** - *3,0 KN/m<sup>2</sup>, em geral;*
- **Serviços** - *4,0 KN/m<sup>2</sup>, em geral;*
- **elevada concentração o de pessoas (igrejas, etc.)** - *5,0 KN/m<sup>2</sup>, em geral;*
- **recintos desportivos** - *6,0 KN/m<sup>2</sup>, em geral;*
- **etc.;**

# TERRENOS DE FUNDAÇÃO (I)

## Capítulo 3 – Fundações

- > O terreno de fundação recebe as cargas da restante estrutura através das fundações.
- > A natureza dos terrenos de fundação afecta não só o projecto de fundações, como pode também promover a alteração da concepção global da estrutura.



## TERRENOS DE FUNDAÇÃO (II)

### Capítulo 3 – Fundações

Grupo	Tipo de terreno	Tensão admissível [kg/cm <sup>2</sup> ]
Rochas	1. Rochas maciças em estado são com resistência alta a muito alta, ígneas e metamórficas (granito, diorito, basalto, gneiss).	100
	2. Rochas metamórficas, foliadas em estado são, com resistência média a alta (xisto ardósia).	30
	3. Rochas sedimentares em estado são com resistência média a alta (argilistos, siltitos, arenitos, calcáreos, não cavernosos).	10 – 40
	4. Argilistos xistosos e outras rochas argilosas com resistência baixa a média.	5
	5. Rochas fragmentadas de qualquer espécie (excepto rochas argilosas) com espaçamento entre juntas menor que 0,3 m.	10
Solos incoerentes	1. Cascalhos e areias compactas	> 6
	2. Cascalhos e areias de compactação média	2 – 6
	3. Cascalhos e areias soltas	2
	4. Areia compacta	> 3
	5. Areia de compactação média	1-3
	6. Areia solta	< 1
Solos coerentes	1. Argilas rijas e muito duras	3-6
	2. Argilas duras	1,5 – 3
	3. Argilas médias	0,75 – 1,5
	4. Argilas moles	< 0,75

## TERRENOS DE FUNDAÇÃO (III)

### Capítulo 3 – Fundações

Grupo	Tipo de terreno	Tensão admissível [kg/cm <sup>2</sup> ]
Rochas	1. Rochas maciças em estado são com resistência alta a muito alta, ígneas e metamórficas (granito, diorito, basalto, gneiss).	100
	2. Rochas metamórficas, foliadas em estado são, com resistência media a alta (xisto ardósia).	30
	3. Rochas sedimentares em estado são com resistência média a alta (argilistos, siltitos, arenitos, calcáreos, não cavernosos).	10 – 40
	4. Argilistos xistosos e outras rochas argilosas com resistência baixa a média.	5
	5. Rochas fragmentadas de qualquer espécie (excepto rochas argilosas) com espaçamento entre juntas menor que 0,3 m.	10

MPa?

## TERRENOS DE FUNDAÇÃO (IV)

### Capítulo 3 – Fundações

Grupo	Tipo de terreno	Tensão admissível [kg/cm <sup>2</sup> ]
Solos incoerentes	1. Cascalhos e areias compactas	> 6
	2. Cascalhos e areias de compactação média	2 – 6
	3. Cascalhos e areias soltas	2
	4. Areia compacta	> 3
	5. Areia de compactidade média	1 -3
	6. Areia solta	< 1
Solos coerentes	1. Argilas rijas e muito duras	3 -6
	2. Argilas duras	1,5 – 3
	3. Argilas médias	0,75 – 1,5
	4. Argilas moles	< 0,75

MPa?

# TERRENOS DE FUNDAÇÃO (V)

*Capítulo 3 – Fundações*

## > Experiência comparável

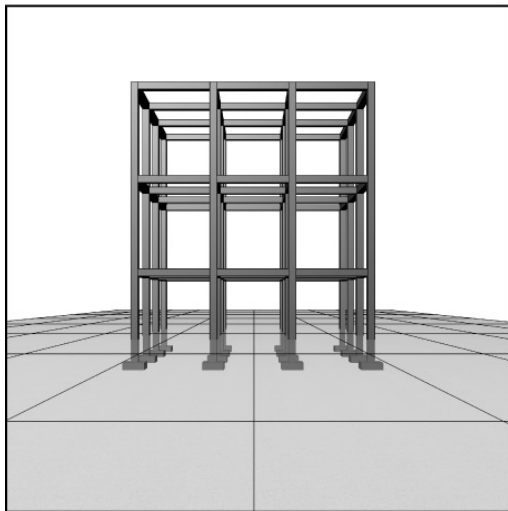
- O que é?
- Qual a sua importância?

**Fundações de dimensões diferentes afectam de forma distinta o mesmo terreno de fundação.**

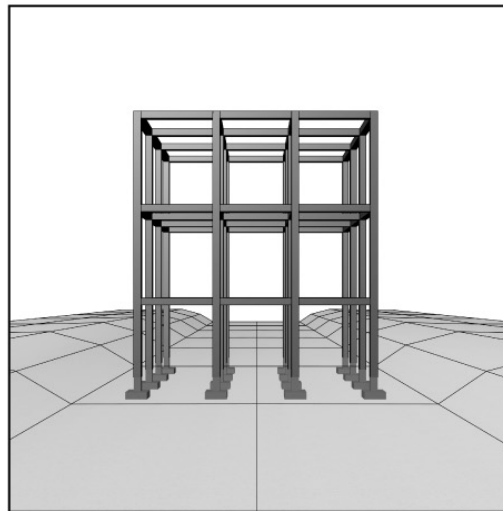
# INTERACÇÃO SOLO-ESTRUTURA (I)

*Capítulo 3 – Fundações*

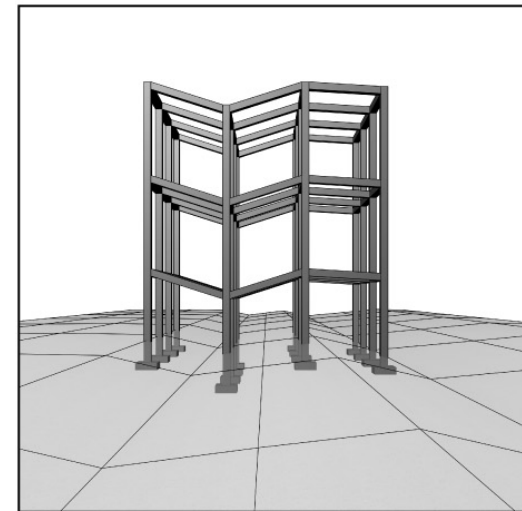
## > Assentamento de fundações



**Fundações sem assentamentos**



**Assentamentos globais**



**Assentamentos diferenciais**

# INTERACÇÃO SOLO-ESTRUTURA (I)

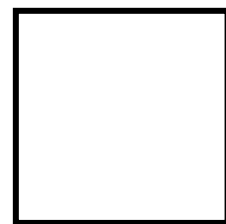
*Capítulo 3 – Fundações*

- > EXISTÊM TERRENOS DE FUNDAÇÃO MAUS?
- > É IMPOSSÍVEL REALIZAR FUNDAÇÕES NESSES SOLOS?

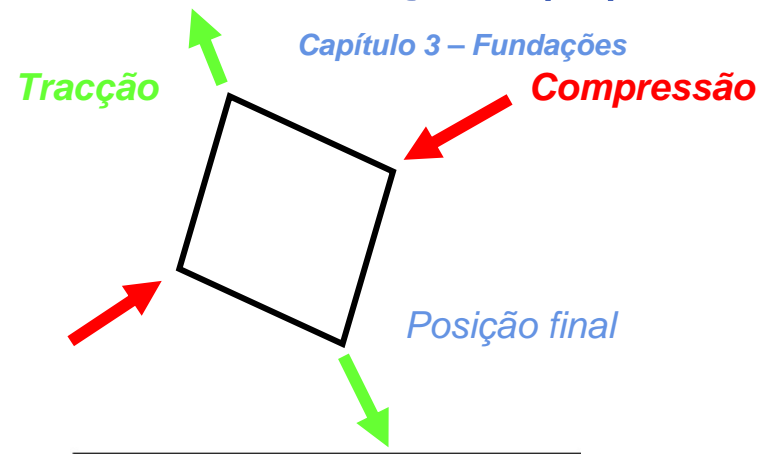


# TERRENOS DE FUNDAÇÃO (VI)

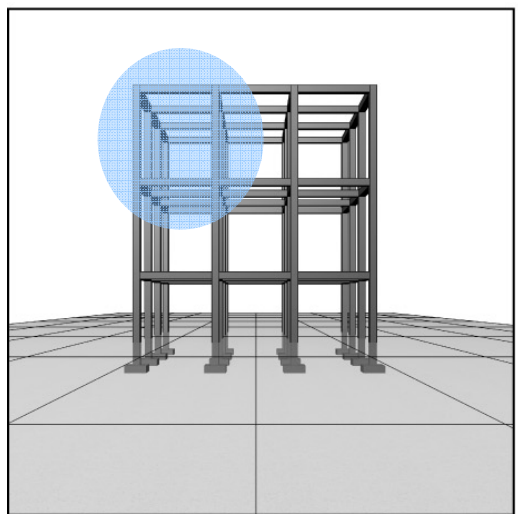
Capítulo 3 – Fundações



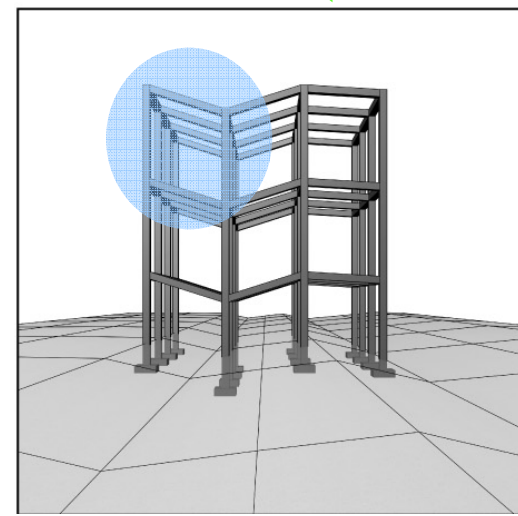
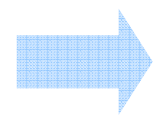
Posição inicial



Posição final



Fundações sem assentamentos



Assentamentos diferenciais

## TERRENOS DE FUNDAÇÃO (VIII)

*Capítulo 3 – Fundações*

### Estados Limites



Serviço



Último

## TERRENOS DE FUNDAÇÃO (VII)

### *Capítulo 3 – Fundações*

- > Agressividade do meio em que se insere a construção (classe de exposição ambiental), implica cuidados diferenciados para as fundações (durabilidade das fundações), com por exemplo:
  - Recobrimentos mínimos;
  - Relação A/C máxima;
  - Dosagem mínima de ligante;
  - Utilização de cimentos compostos

# TERRENOS DE FUNDAÇÃO (VIII)

*Capítulo 3 – Fundações*



# ESTUDO GEOTÉCNICO (I)

Capítulo 3 – Fundações

## > OBJECTIVOS

1. Verificar a adequabilidade do terreno de fundação face ao projecto proposto (interação terreno-estrutura)
2. Permitir uma concepção adequada e económica
  - **Esclarecimento de dúvidas -> Permite eliminar conservadorismo exagerado**
3. Permitir prever e mitigar eventuais problemas que possam surgir durante a construção (redução de reclamações)

# ESTUDO GEOTÉCNICO (II)

Capítulo 3 – Fundações

## > FASES DO ESTUDO

1. **Reconhecimento do terreno de fundação** (*por exemplo, inspeção visual ao local e análise das cartas geológicas*)
2. **Investigação detalhada** (*utilização de meios complementares de diagnóstico, por exemplo, piezómetros e ensaios STP*)
3. **Monitorização da estrutura durante a fase de construção** (*por exemplo recurso a fissurómetros, topografia clássica, células de carga e de pressão, extensómetros, piezómetros, inclinómetros*)



## **ESTUDO GEOTÉCNICO (III)**

*Capítulo 3 – Fundações*

### **> ENSAIO SPT (para solos)**

Por meio de ensaios de penetração, feitos durante a execução das sondagens, com um extractor de amostras normalizado (SPT, Standard Penetration Test) é possível relacionar o número de pancadas com a resistência à compressão simples.

## ESTUDO GEOTÉCNICO (IV)

*Capítulo 3 – Fundações*



*(Fonte: [www.geology.sdsu.edu](http://www.geology.sdsu.edu))*

## ENSAIO SPT

# ESTUDO GEOTÉCNICO (V)

## Capítulo 3 – Fundações

### > Número de pancadas no ensaio SPT

Terrenos coerentes	Consistência	Muito mole	Mole	Média	Duro	Muito duro	Rijo
	N.º de pancadas no ensaio SPT		< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30
	Tensão de cálculo à compressão simples (N/cm <sup>2</sup> )	< 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Terrenos incoerentes	Compacidade relativa	Muito solto	Solto	Medianamente compacto		Compacto	Muito compacto
	N.º de pancadas no ensaio SPT	0 - 4	4 - 10	10 - 30		30 - 50	> 50

(Brazão, 2005)

**Nota:** à que ter cuidado com “conversão” do valor N para a tensão de cálculo à compressão simples.

# TRATAMENTO DE SOLOS (I)

*Capítulo 3 – Fundações*

O tipo de tratamento mais indicado necessita da análise de vários factores, sendo os mais condicionantes:

- > **Factores geológicos e hidrogeológicos;**
- > **Características geotécnicas que condicionem o comportamento do terreno;**
- > **Tipo de estrutura**
- > **Área, profundidade e volume total do terreno a tratar;**
- > **Prazo que se dispõe;**
- > **Custo;**
- > **Factores ambientais:**
  1. Erosão;
  2. Contaminação da água;
  3. Efeitos em estruturas próximas.

## TRATAMENTO DE SOLOS (II)

*Capítulo 3 – Fundações*

### Métodos de melhoramento de terrenos

**Substituição:** *remoção e substituição do solo;*

**Densificação:** *pré-carga, drenagem, vibração, compactação, explosão, vácuo;*

**Congelação:** *congelamento do solo;*

**Injecção:** *com caldas de cimento ou produtos químicos*

**Mistura:** *mistura de solo com cal ou cimento, à superfície e em profundidade;*

**Inclusão:** *introdução no terreno de elementos de maior resistência como geossintéticos, pregagens, ancoragens, micro-estacas.*

# TRATAMENTO DE SOLOS (III)

*Capítulo 3 – Fundações*







TR



D





F  
D



TRA





# FUNDAÇÕES (INTRODUÇÃO)

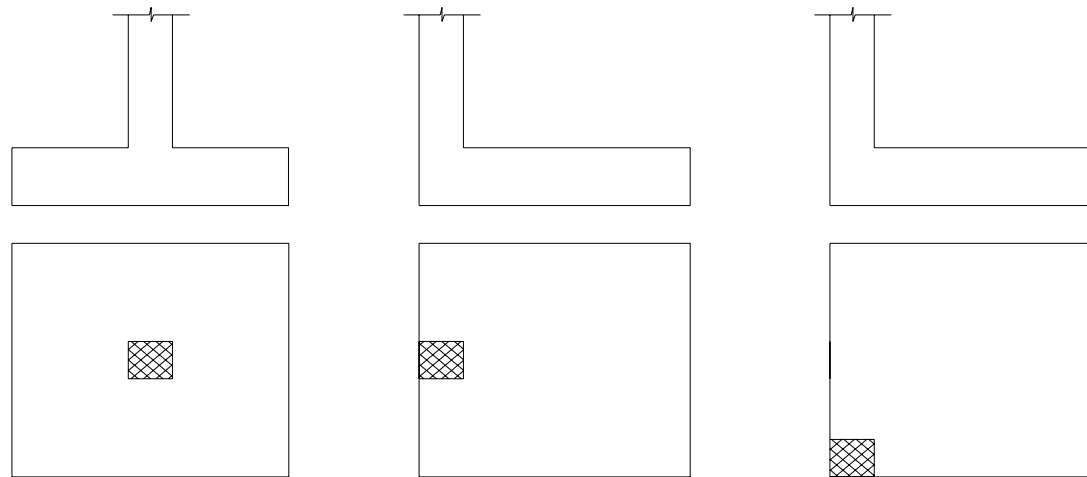
## Capítulo 3 – Fundações

- > As fundações são parte da estrutura encarregada de transmitir as cargas da restante estrutura ao terreno.
- > As fundações são classificadas de acordo com a sua profundidade, o seu método construtivo e com o material de construção.
- > Relativamente à profundidade podem ainda ser divididas em fundações superficiais e fundações profundas.

## FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (I)

### > Sapatas isoladas

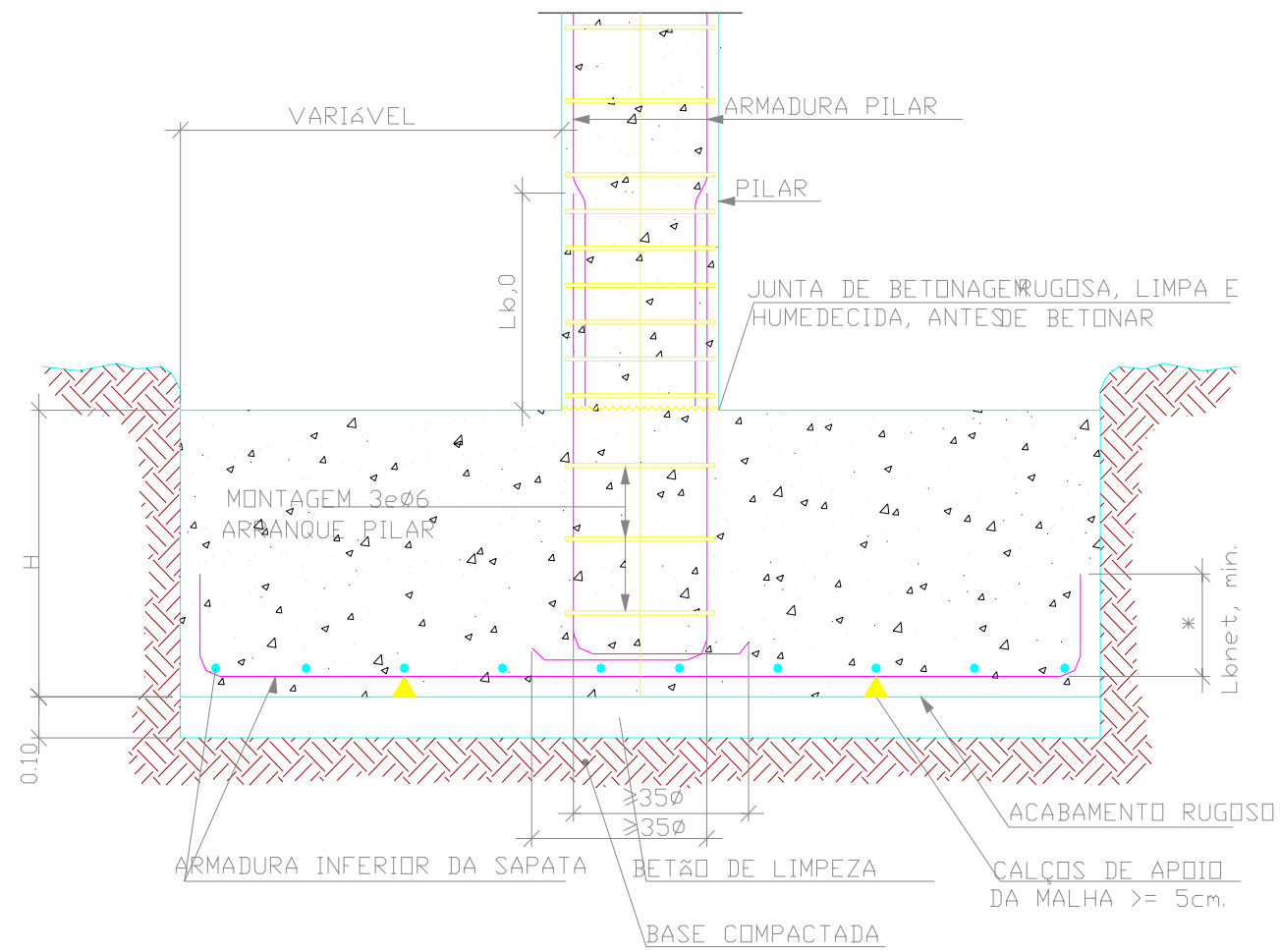
(Fonte: Reis)



**Campo de aplicação:** terrenos com características constantes; níveis de carga pequenos a médios; super-estrutura sem exigências especiais relativas a assentamentos diferenciais.

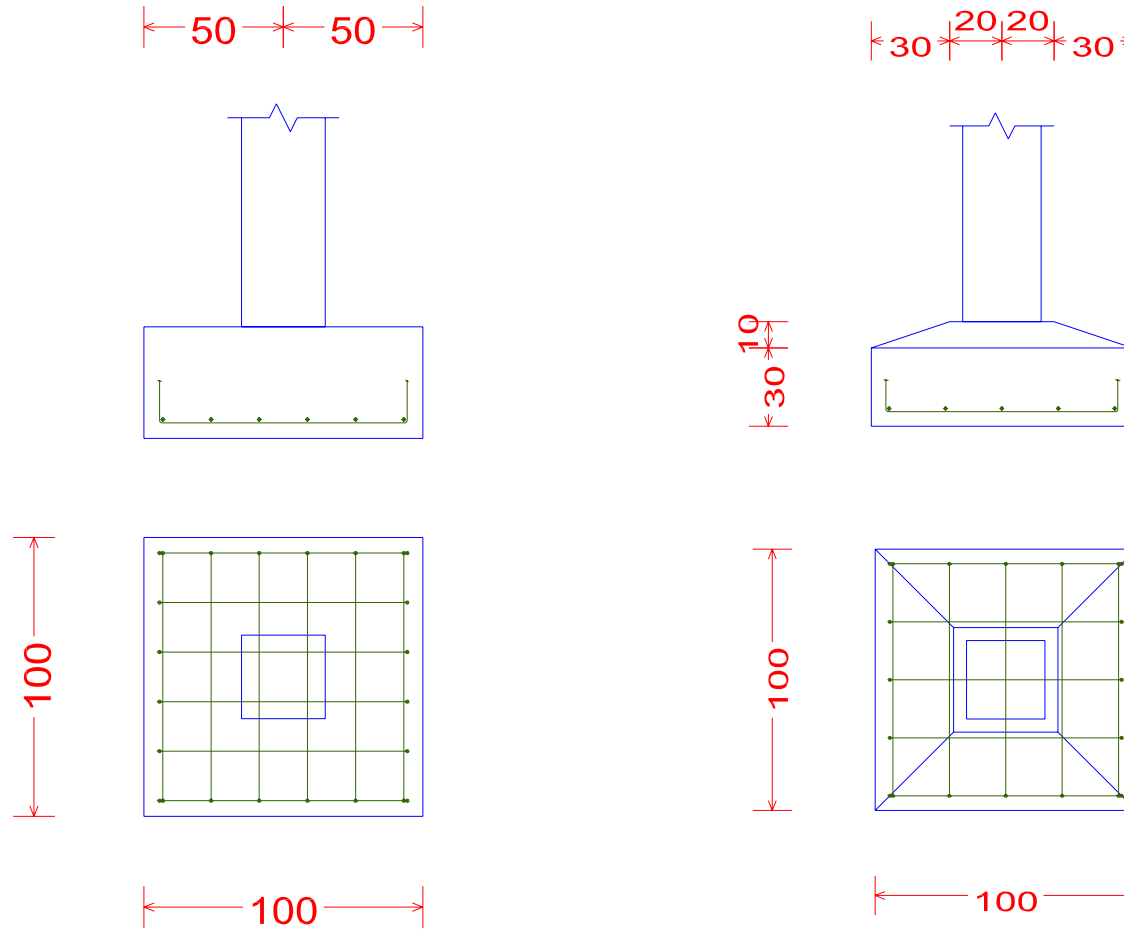
# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (II)

## Capítulo 3 – Fundações



# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (III)

Capítulo 3 – Fundações



# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IV)

*Capítulo 3 – Fundações*

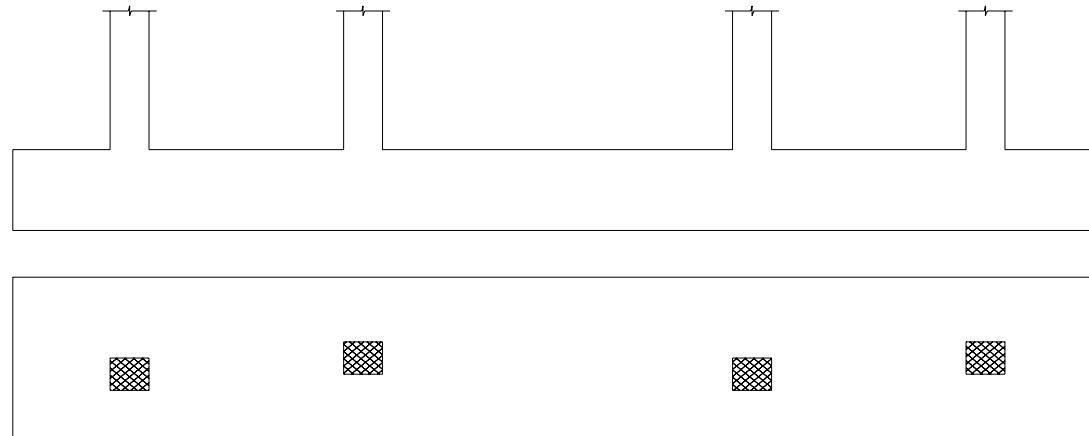


# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (V)

Capítulo 3 – Fundações

## > Sapatas contínuas

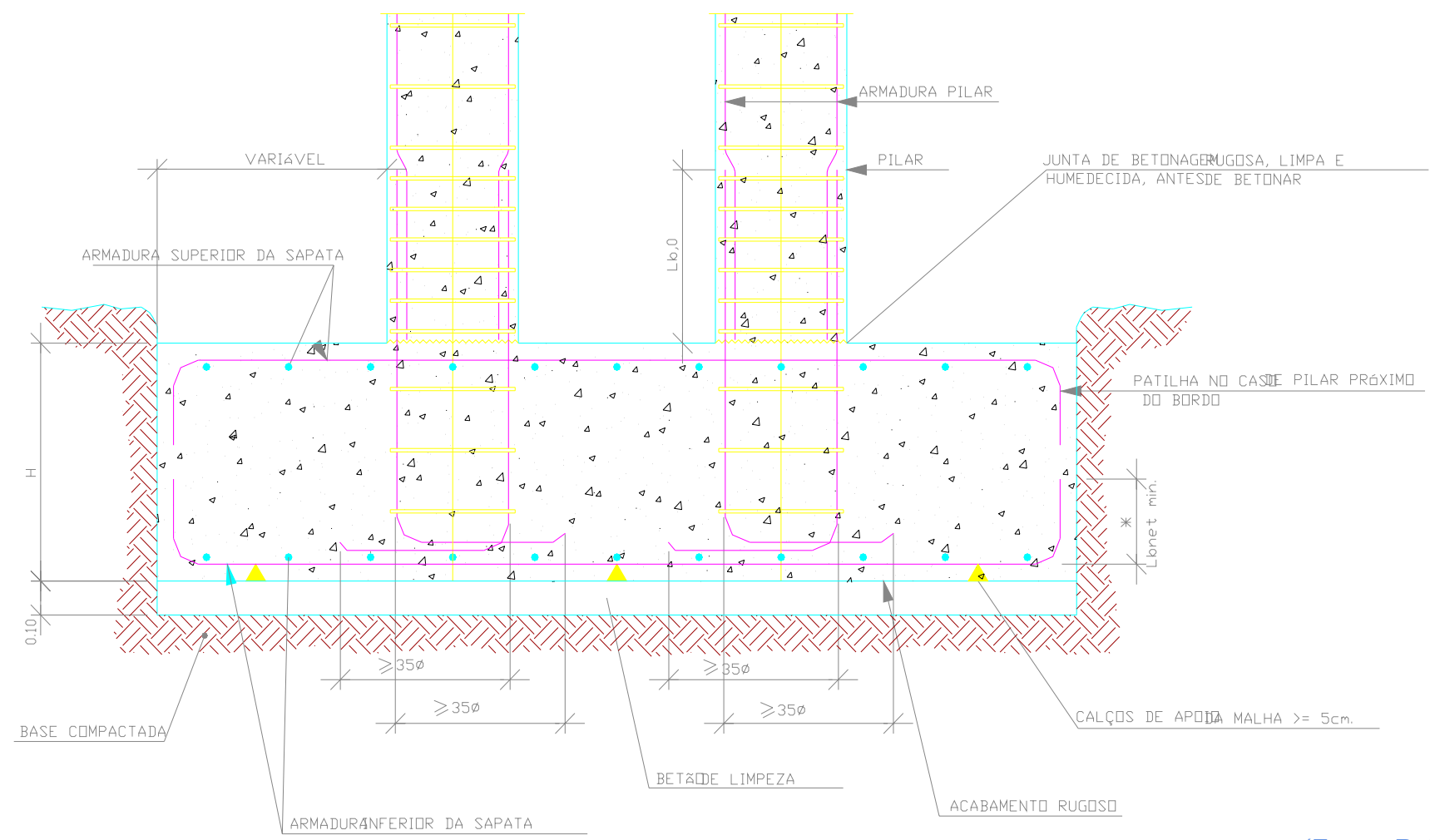
(Fonte: Reis)



**Campo de aplicação:** Terreno com características não uniformes; níveis de cargas elevados ou terreno com pequena capacidade resistente; pilares no contorno do terreno ou muros de suporte; paredes resistentes ou painéis pré-fabricados.

# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VI)

## Capítulo 3 – Fundações



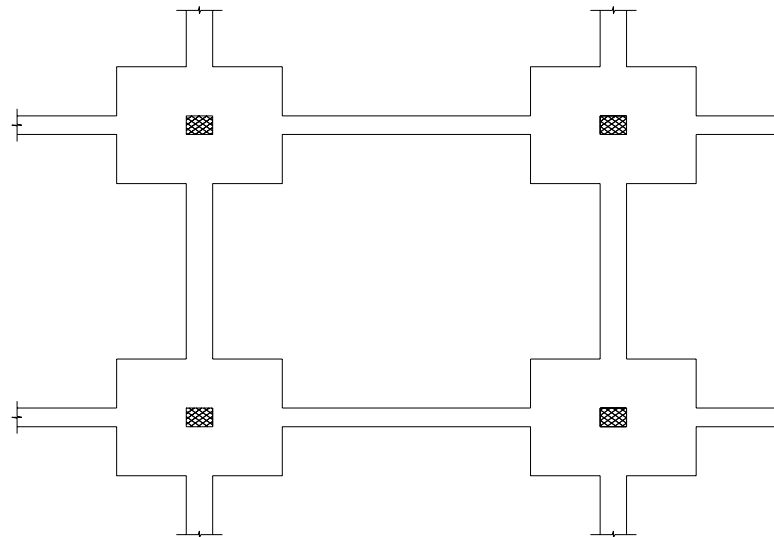
(Fonte: Reis)

# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VII)

Capítulo 3 – Fundações

## > Sapatas agrupadas

(Fonte: Reis)

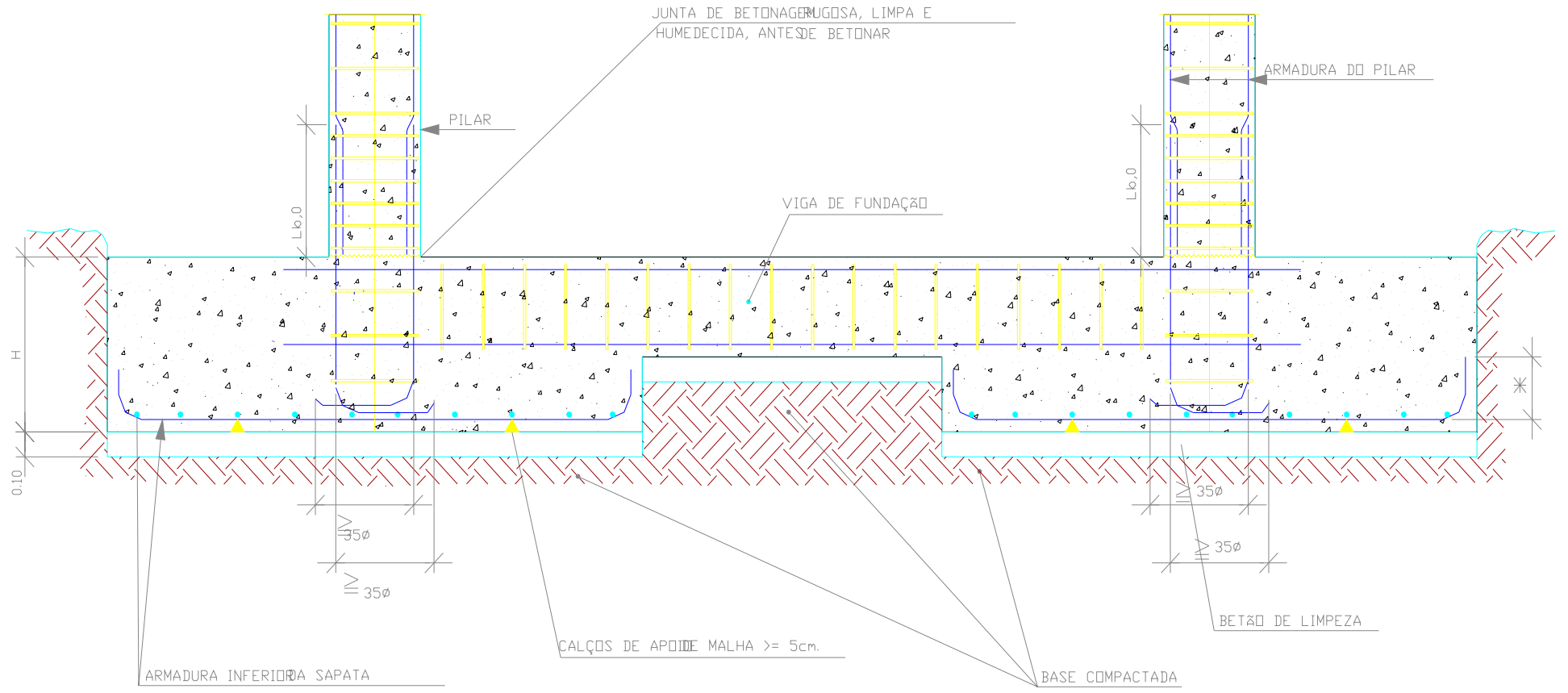


**Campo de aplicação:** terreno com características variáveis (super – estrutura sensível a assentamentos diferenciais); junto a sapatas excêntricas ou a muros de suporte cujas sapatas não estão auto-equilibradas; *em regiões sísmicas*.

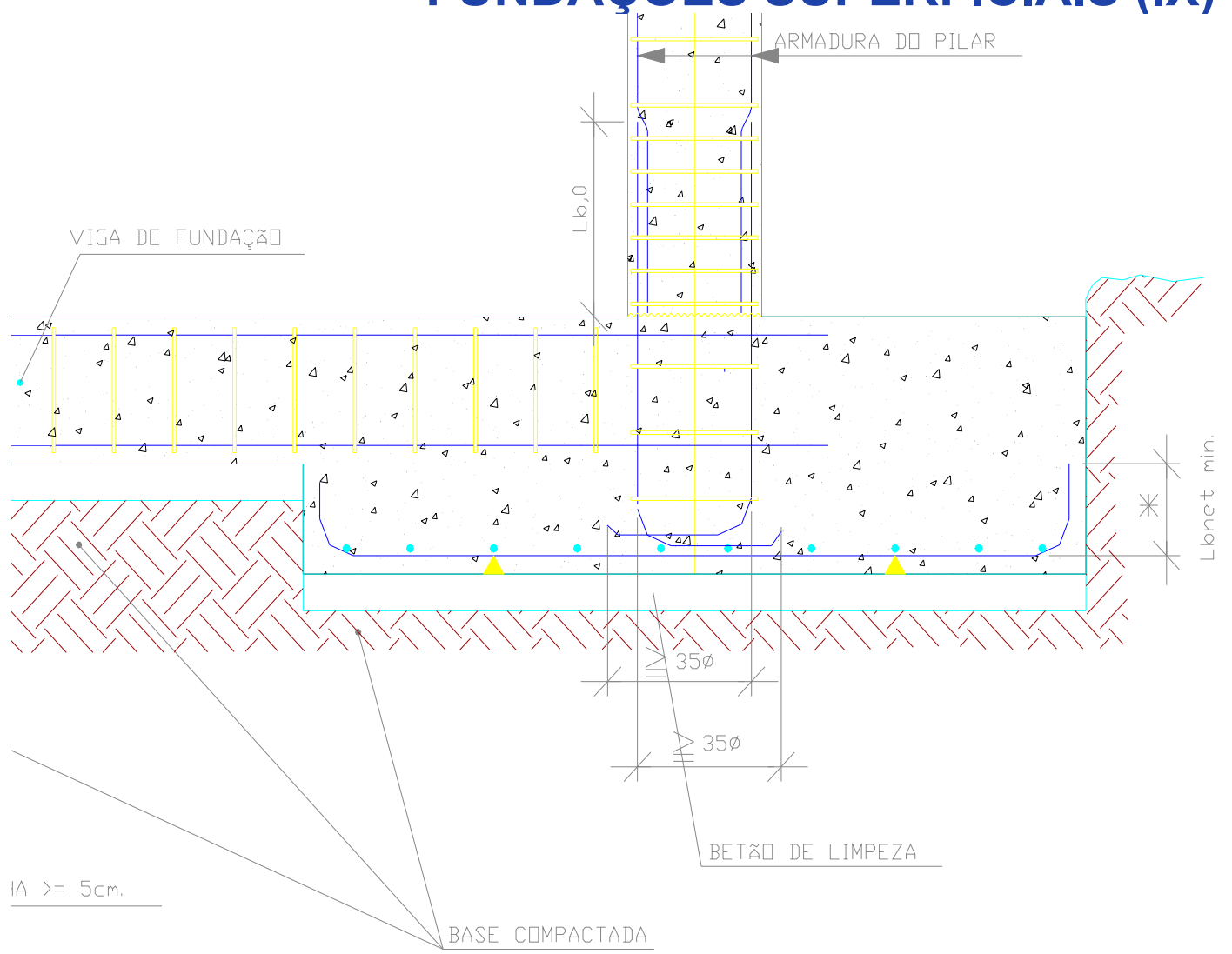


# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VIII)

## Capítulo 3 – Fundações



# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IX)



# FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IX)

*Capítulo 3 – Fundações*



# VIGAS OU LINTÉIS DE FUNDAÇÃO (I)

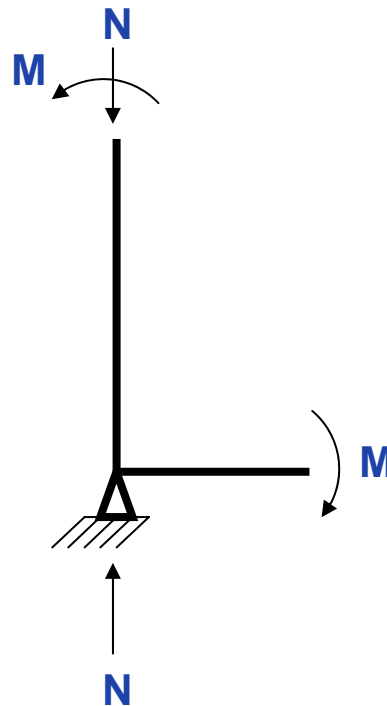
*Capítulo 3 – Fundações*

## > Vigas ou lintéis de fundação

- 1. Evitar ou mitigar os assentamentos diferenciais entre pilares**
- 2. Absorver momentos flectores na base dos pilares resultantes sobretudo das acções horizontais**
- 3. Servir de fundação às paredes resistentes (estruturas parede)**
- 4. Servir de base de assentamento às paredes de enchimento da envolvente**

## VIGAS OU LINTÉIS DE FUNDAÇÃO (II)

Capítulo 3 – Fundações

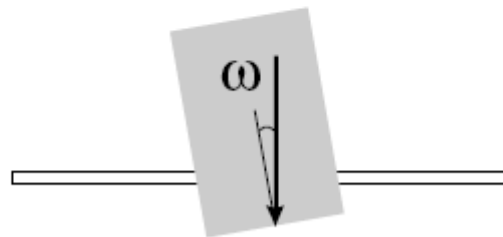
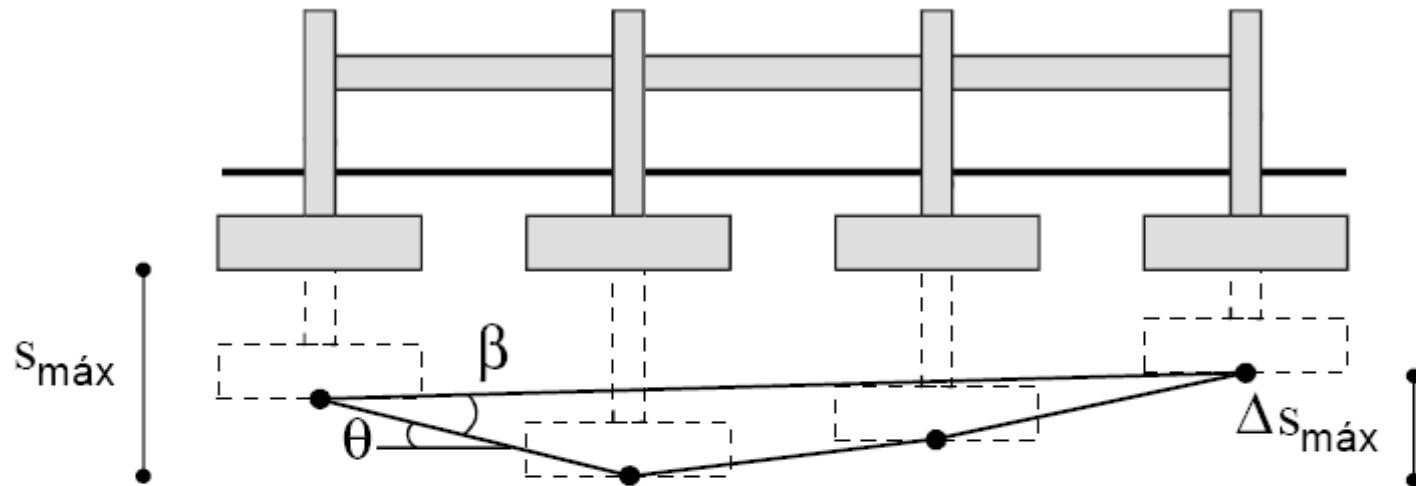


### Modelo de cálculo

A utilização de viga ou lintel de fundação absorve os momentos flectores na base dos pilares resultantes, sobretudo das acções horizontais (sismo).

# ASSENTAMENTOS DIFERENCIAIS

Capítulo 3 – Fundações



$\theta$  – rotação

$\beta$  – rotação relativa

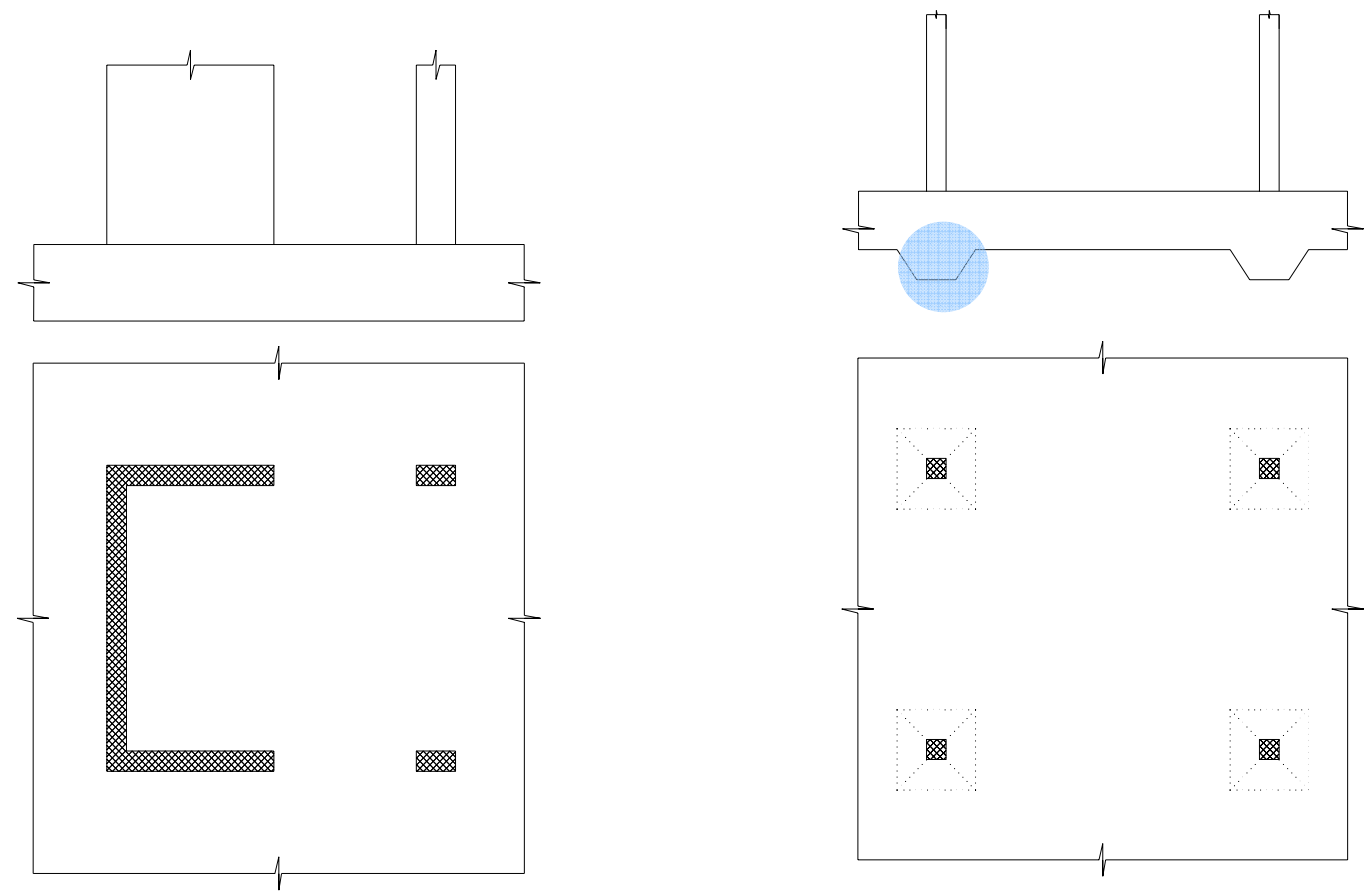
$\omega$  - inclinação

$s_{\text{máx}}$  – assentamento total máximo

$\Delta s_{\text{máx}}$  – assentamento diferencial máximo

# ENSOLEIRAMENTO GERAL (I)

Capítulo 3 – Fundações



(Fonte: Reis)



Escola Superior de  
Tecnologia e Gestão



## ENSOLEIRAMENTO GERAL (II)





# ENSOLEIRAMENTO GERAL (III)

*Capítulo 3 – Fundações*

- > Ensoleiramento geral – Campo de aplicação
  1. Solo com características mecânicas elevadas a grande profundidade;
  2. Solo superficial fraco mas susceptível de receber cargas;
  3. Super – estrutura extremamente sensível a assentamentos diferenciais;
  4. Carregamentos muito elevados na totalidade ou em parte significativa da fundação;
  5. Se eventualmente tivermos optado por uma solução de sapatas isoladas e verificarmos que estas ocupam cerca de 50% da área total projectada, opta-se por um ensoleiramento geral da fundação.

# ENSOLEIRAMENTO GERAL (IV)

*Capítulo 3 – Fundações*

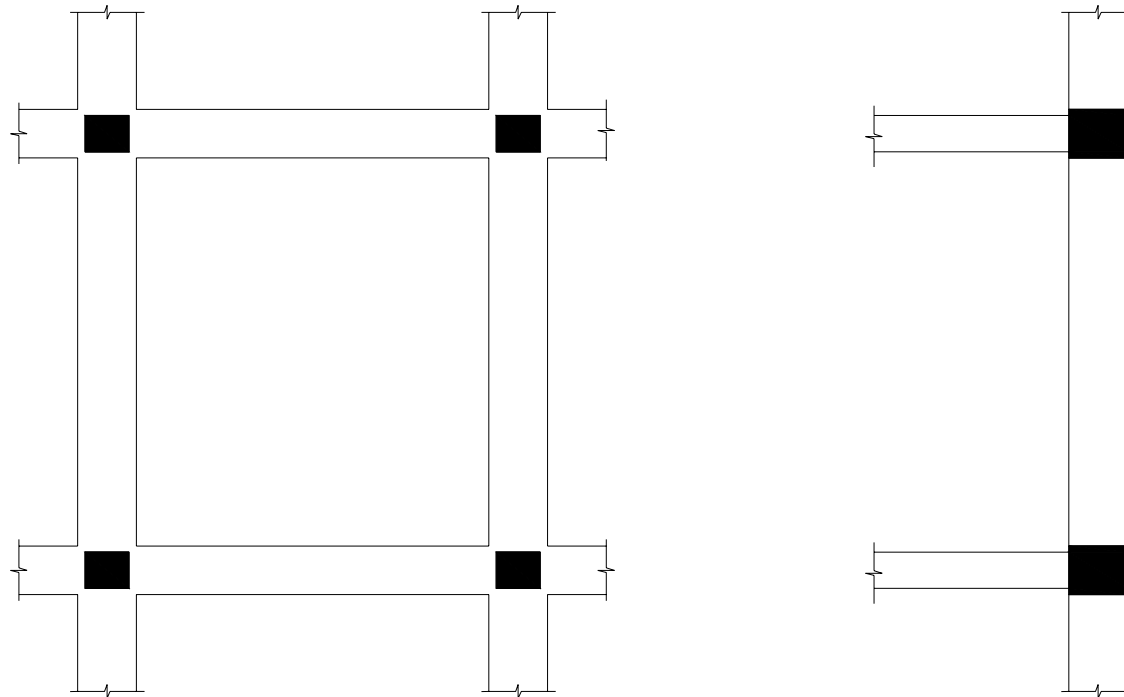
## > Ensoleiramento geral (III) - Vantagens

- 1. A distribuição de tensões no solo é mais uniforme e atinge uma maior profundidade;**
- 2. Maior uniformização dos assentamentos, tornando o ensoleiramento geral a solução mais adequada para suportar estruturas sensíveis a assentamentos diferenciais;**
- 3. Em situações de nível freático elevado, trata-se da melhor solução quando associada a outros processos construtivos e a técnicas drenagem e impermeabilização adequadas;**
- 4. Para cargas muito elevadas vindas da super-estrutura e/ou solos fracos, pode tornar-se a solução mais económica;**
- 5. O processo de execução é mais rápido e mais económico.**

# GRELHA DE FUNDAÇÃO (I)

Capítulo 3 – Fundações

(Fonte: Reis)



**Campo de aplicação:** As vigas de fundação ligam, os pilares entre si, substitui as sapatas quando as cargas transmitidas pelos pilares são pequenas.

## **GRELHA DE FUNDAÇÃO (II)**

*Capítulo 3 – Fundações*



## **GRELHA DE FUNDAÇÃO (III)**

*Capítulo 3 – Fundações*

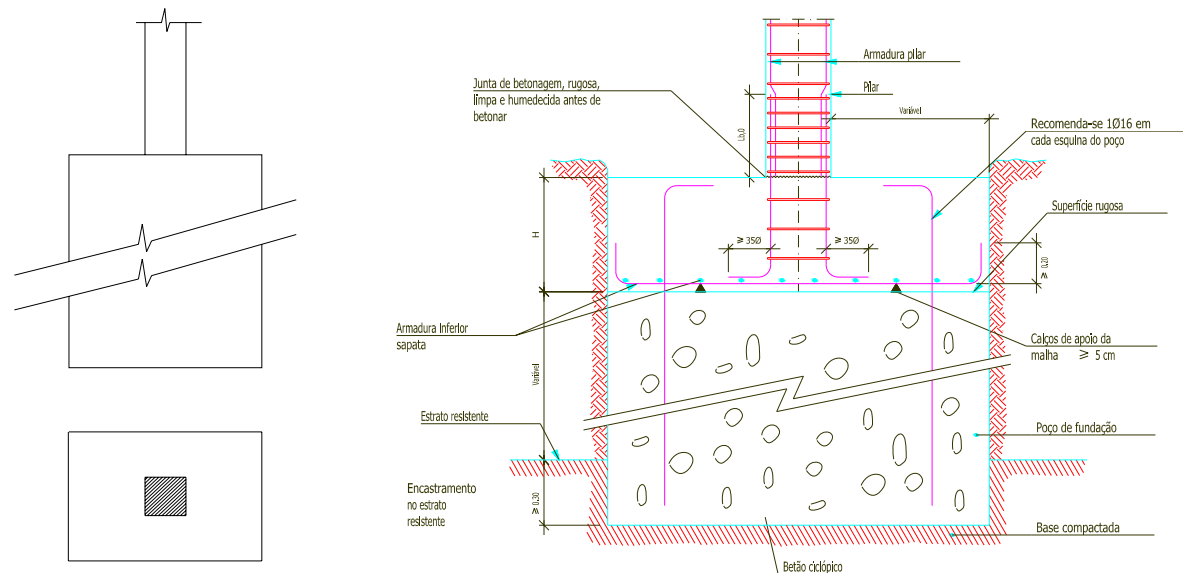


# FUNDAÇÕES SEMI-DIRECTAS (I)

Capítulo 3 – Fundações

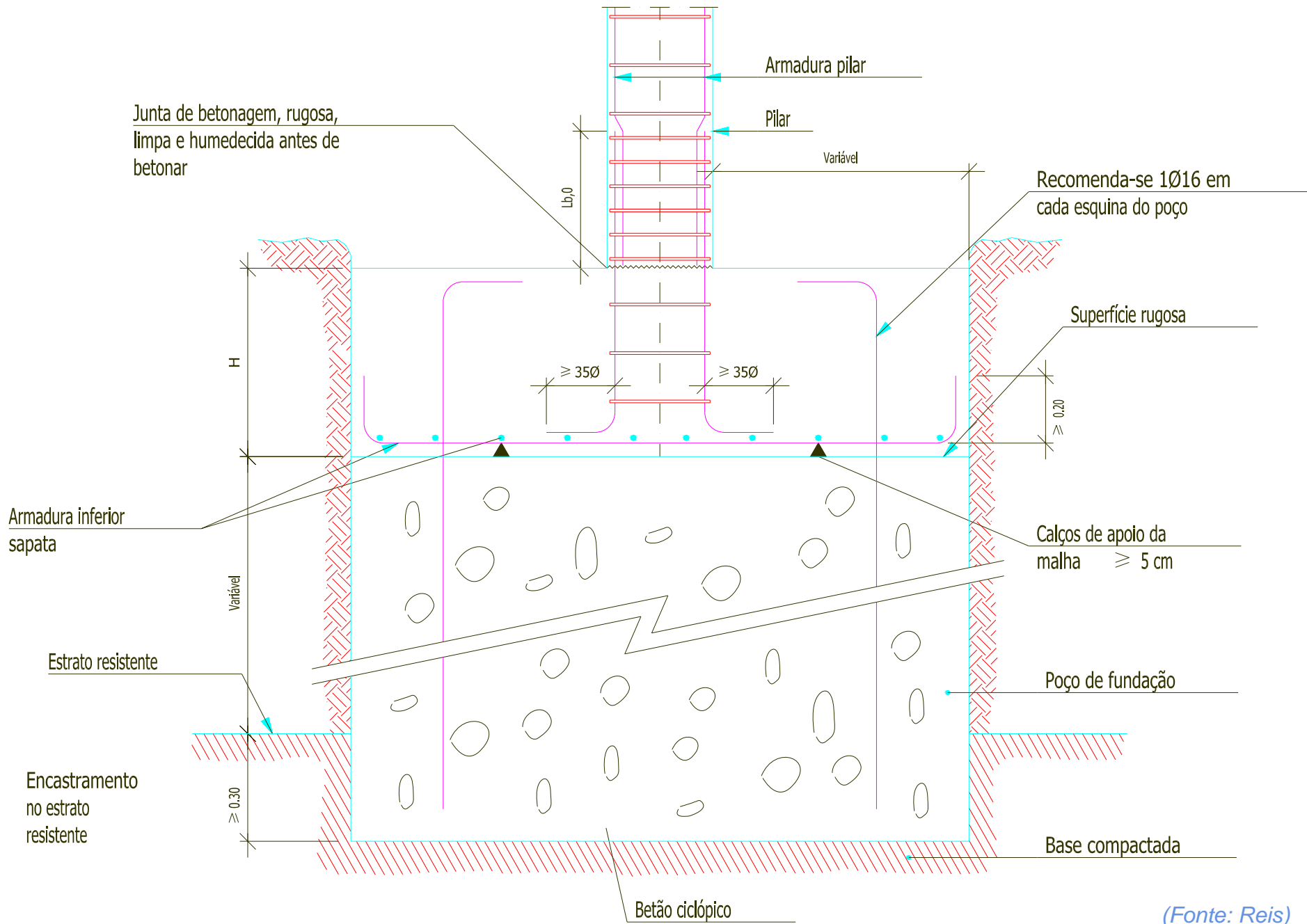
## > Pegões ou poços

(Fonte: Reis)



**Campo de aplicação:** quando o terreno de fundação se encontra a uma profundidade média (máximo de 8,00 m) pode interessar executar as fundações sobre um sistema de “pilares” isolados de grande secção.





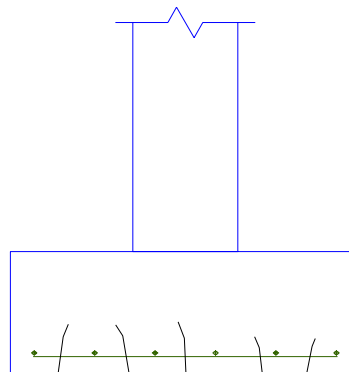
(Fonte: Reis)

# PATOLOGIAS (SUMÁRIO)

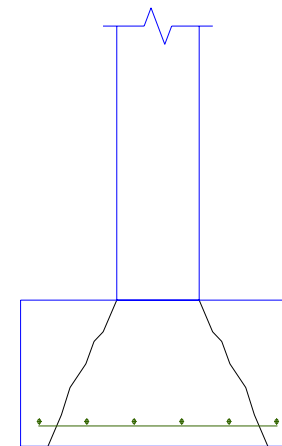
*Capítulo 3 – Fundações*

## > Alguns tipos de patologia a evitar em fundações

Rotura por corrosão das armaduras



Rotura por corte/punçoamento



*(Fonte: Reis)*

# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (I)

*Capítulo 3 – Fundações*

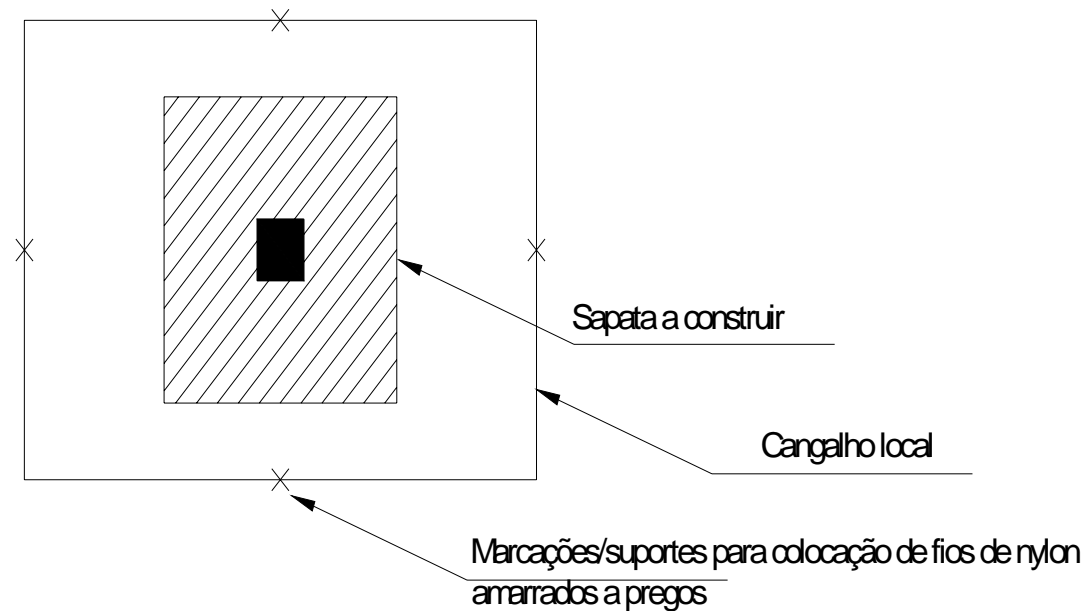
- > Processo construtivo (PC): preparação do terreno
  1. Preparação do terreno e escavação geral
  2. Remoção de quaisquer materiais depositados no terreno
  3. Desbaste da vegetação
  4. Decapagem da camada superficial de terra vegetal (cerca de 20/30 cm)

## PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (II)

Capítulo 3 – Fundações

- > Implantação no terreno dos elementos de fundação

Recorre-se a apoio topográfico (teodolitos) para localizar com exactidão os elementos de fundação.



# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IV)

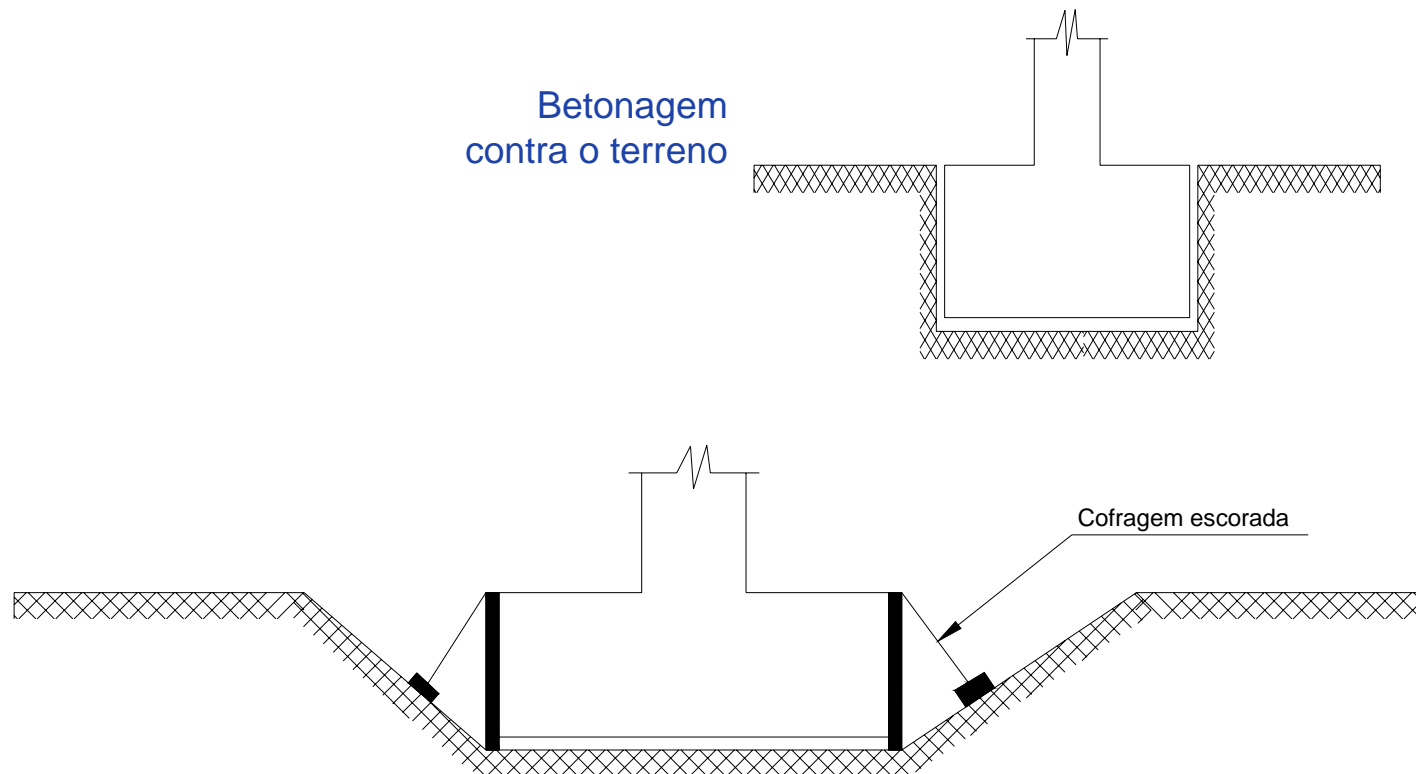
*Capítulo 3 – Fundações*

O terreno à cota definida em projecto apresenta a esse nível as características especificadas no projecto?

# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (III)

Capítulo 3 – Fundações

## > Escavação

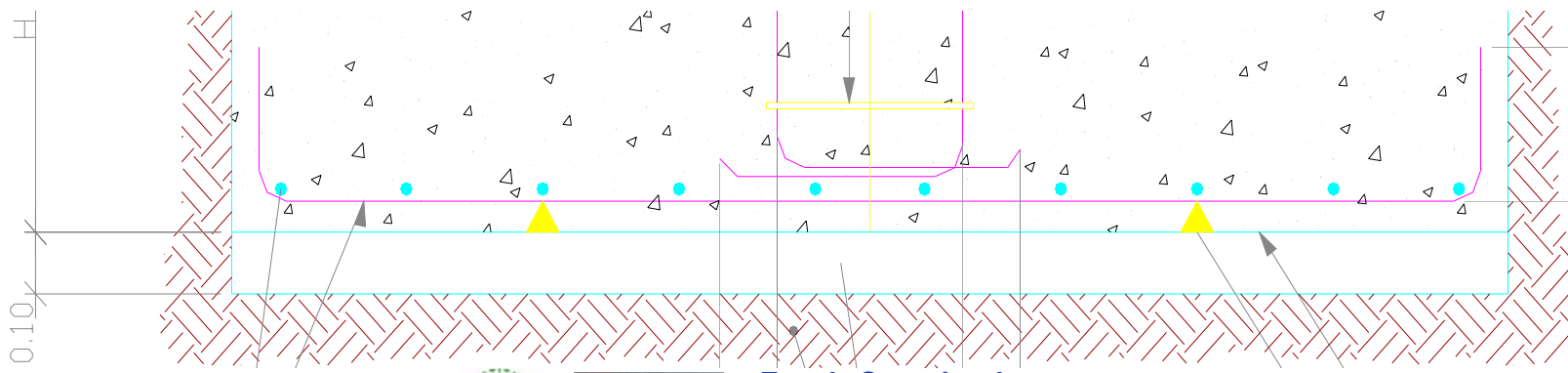


(Fonte: Reis)



# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IV)

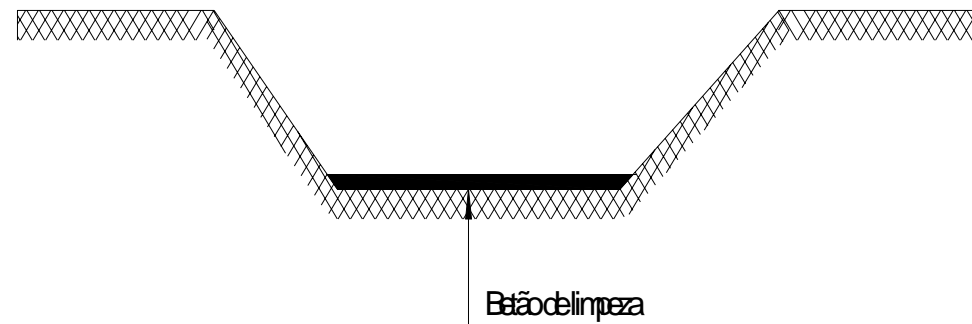
Capítulo 3 – Fundações



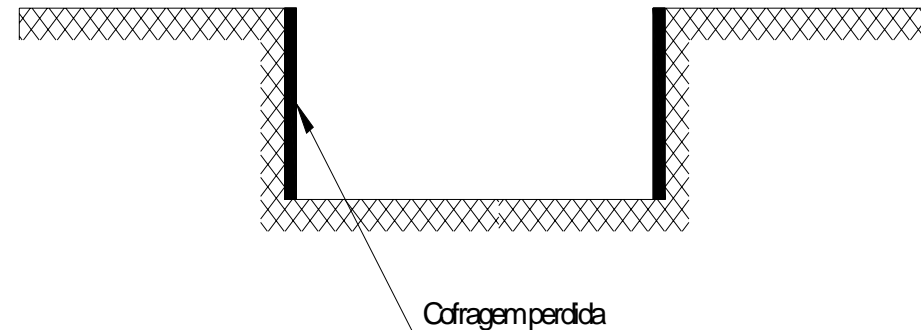
# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (V)

Capítulo 3 – Fundações

- > Limpeza do fundo de escavação
- > Colocação do betão de limpeza



- > Montagem da cofragem

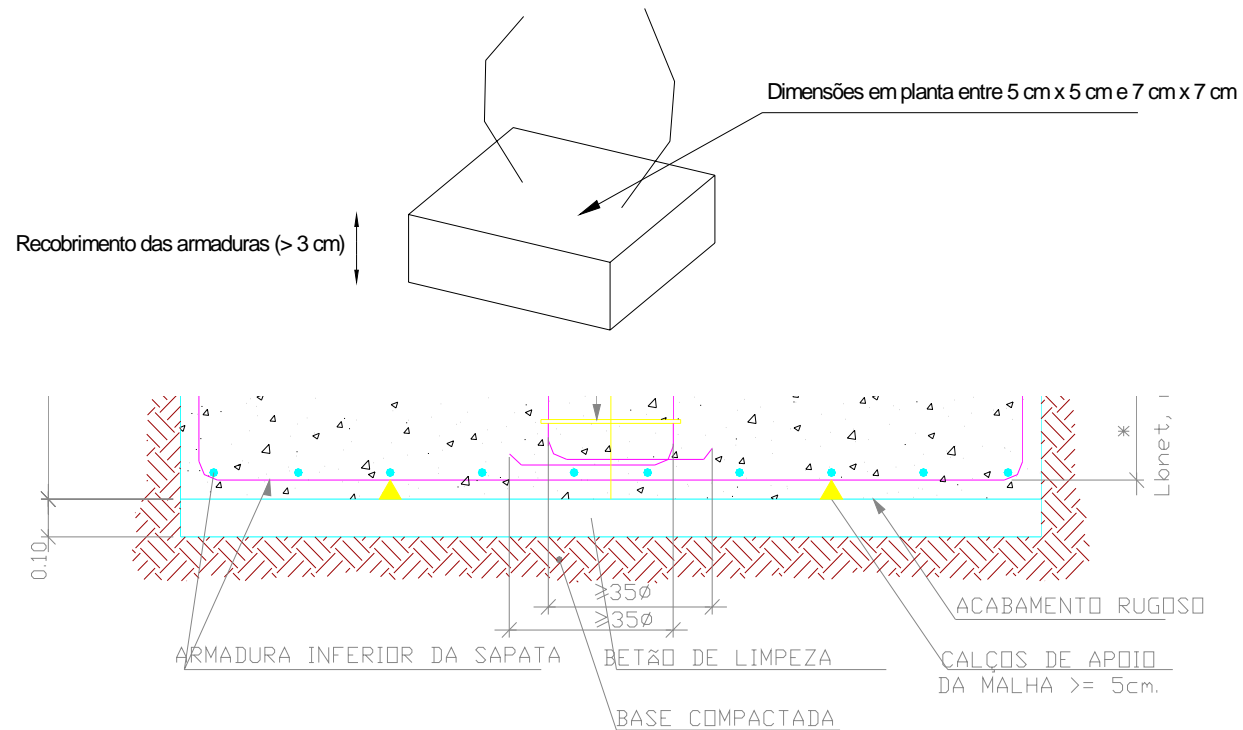


(Fonte: Reis)

# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VI)

Capítulo 3 – Fundações

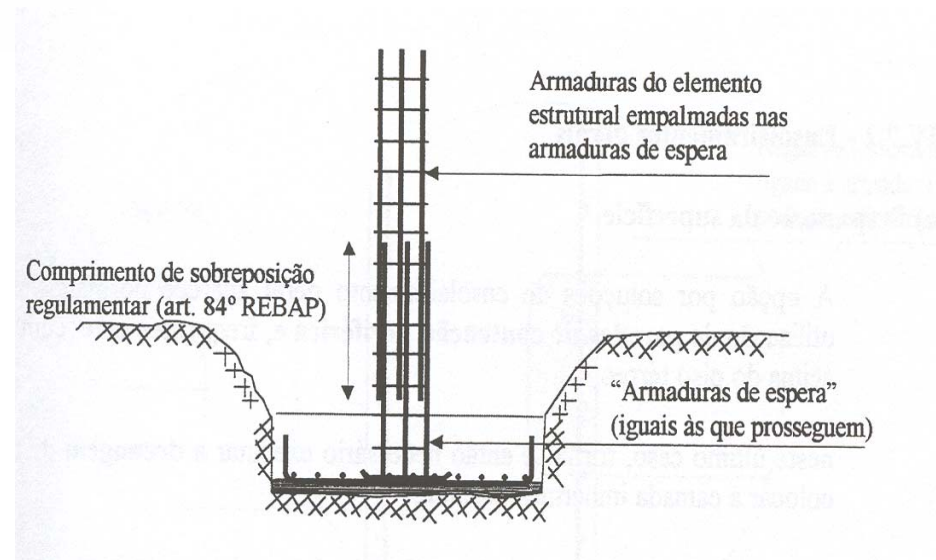
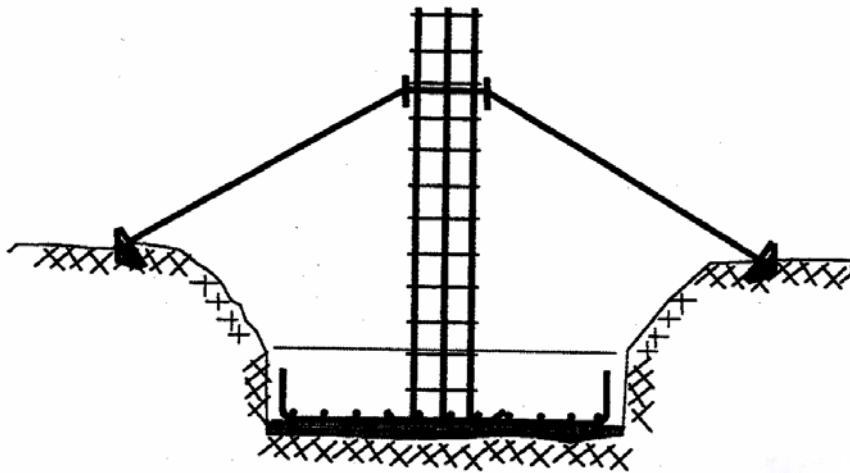
## > Colocação das armaduras



(Fonte: Reis)

# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VII)

Capítulo 3 – Fundações





Físic  
Doce

## PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (VIII)





## PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (IX)





# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (X)

*Capítulo 3 – Fundações*



*(Fonte: Reis)*

# PROCESSO CONSTRUTIVO: FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS (XI)

*Capítulo 3 – Fundações*

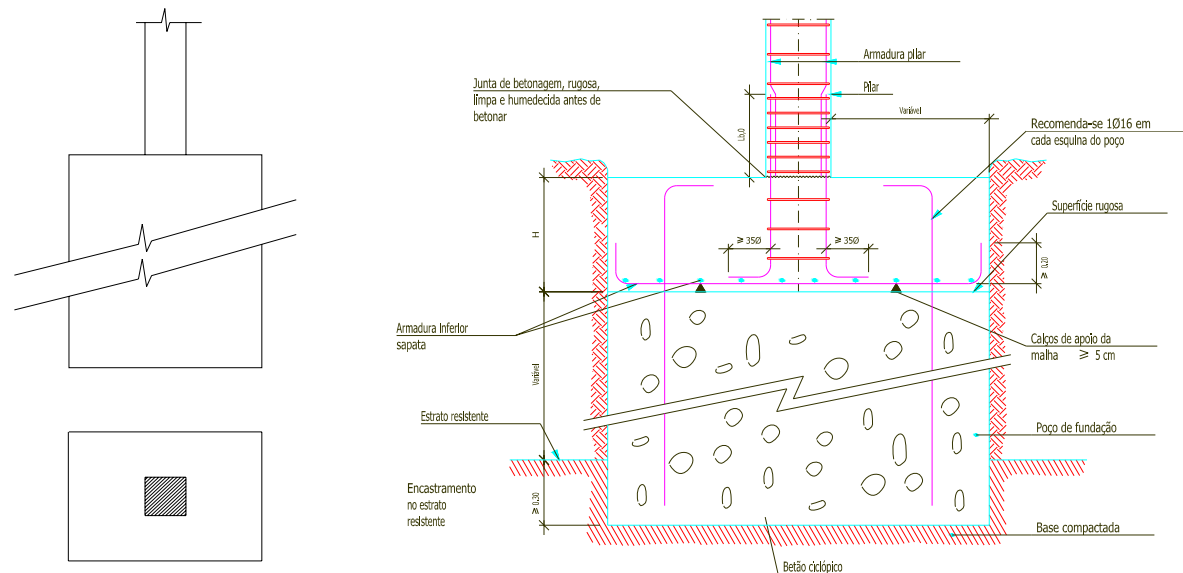
- > **Betonagem**
- > **Cura do betão**
- > **Descofragem**
- > **Aterro**

# FUNDAÇÕES SEMI-DIRECTAS (I)

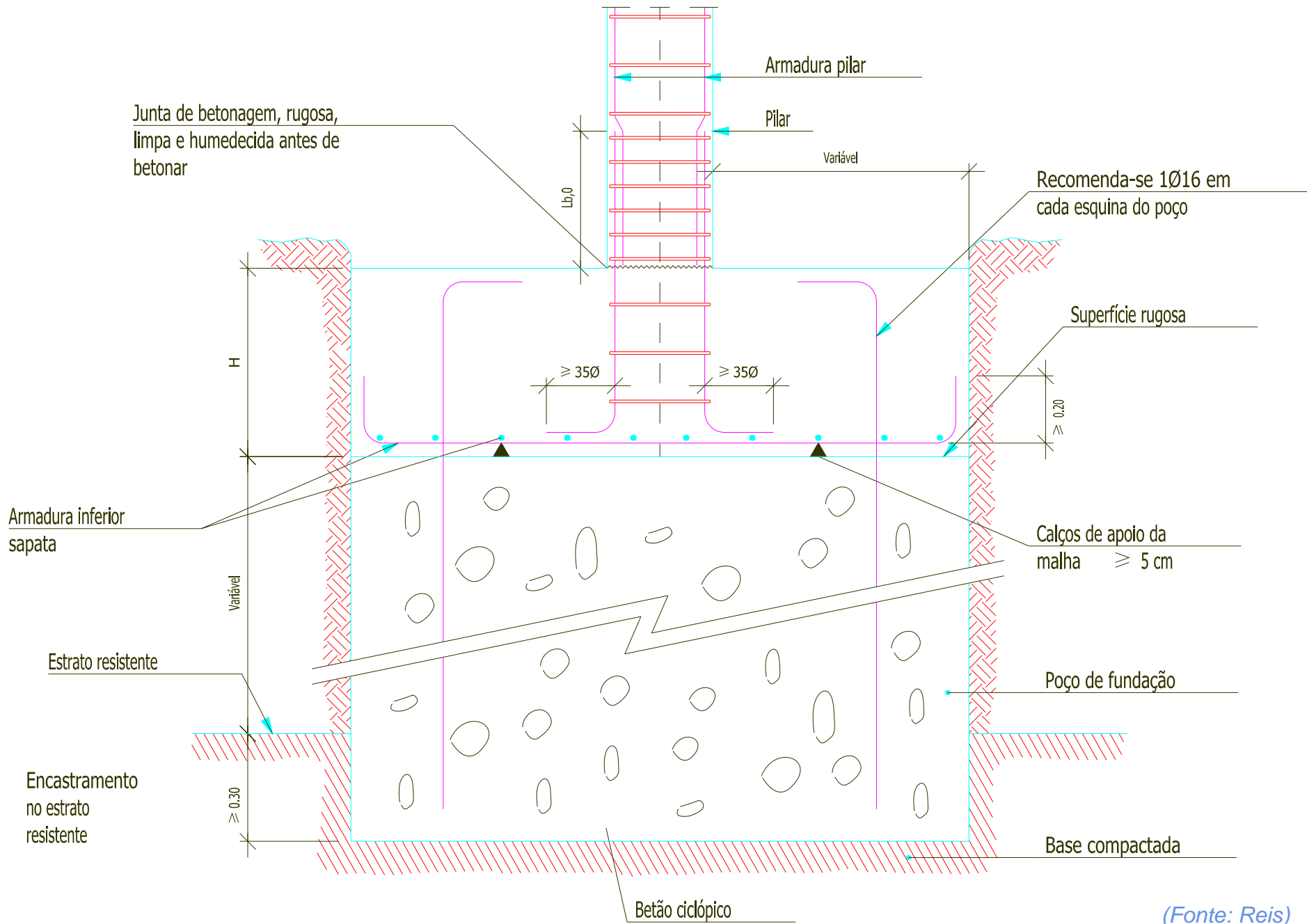
Capítulo 3 – Fundações

## > Pegões ou poços

(Fonte: Reis)



**Campo de aplicação:** quando o terreno de fundação se encontra a uma profundidade média (máximo de 8,00 m) pode interessar executar as fundações sobre um sistema de “pilares” isolados de grande secção.



(Fonte: Reis)

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (I)

*Capítulo 3 – Fundações*

- > Tipo de estacas que podem ser utilizadas como fundação:

## Estacas cravadas

- **Betão armado**
- **Aço**
- **Madeira**

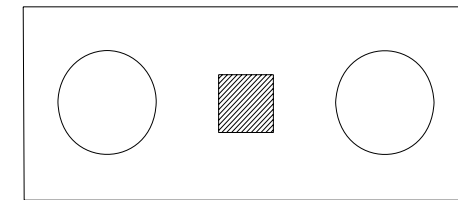
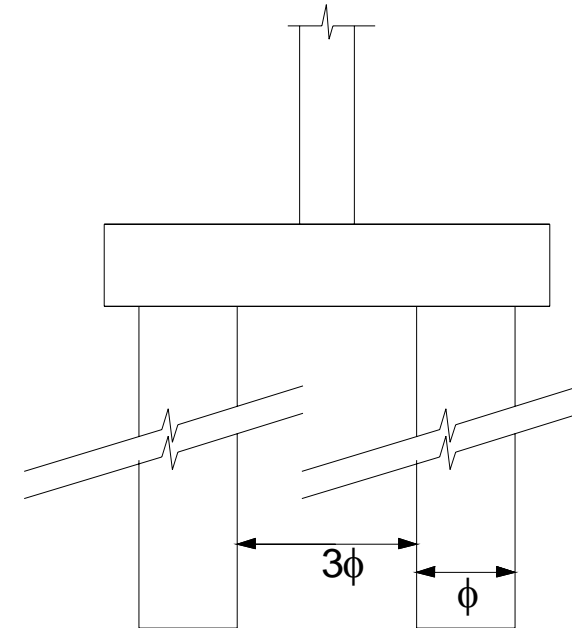
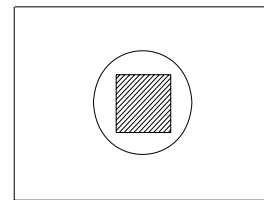
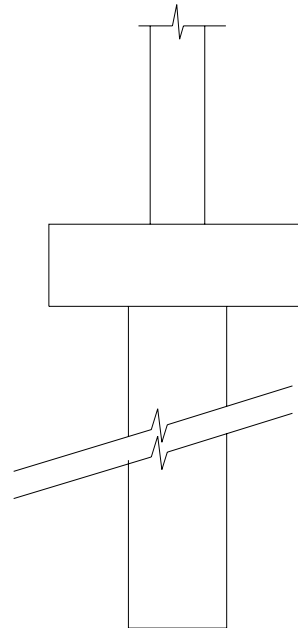
## Estacas moldadas no terreno

- **Betão armado**
- **Aço**
- **Madeira**

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (II)

Capítulo 3 – Fundações

**Campo de aplicação:**  
quando o terreno de fundação se encontra a uma profundidade média (máximo de 8,00 m) pode interessar executar as fundações sobre um sistema de “pilares” isolados de grande secção.

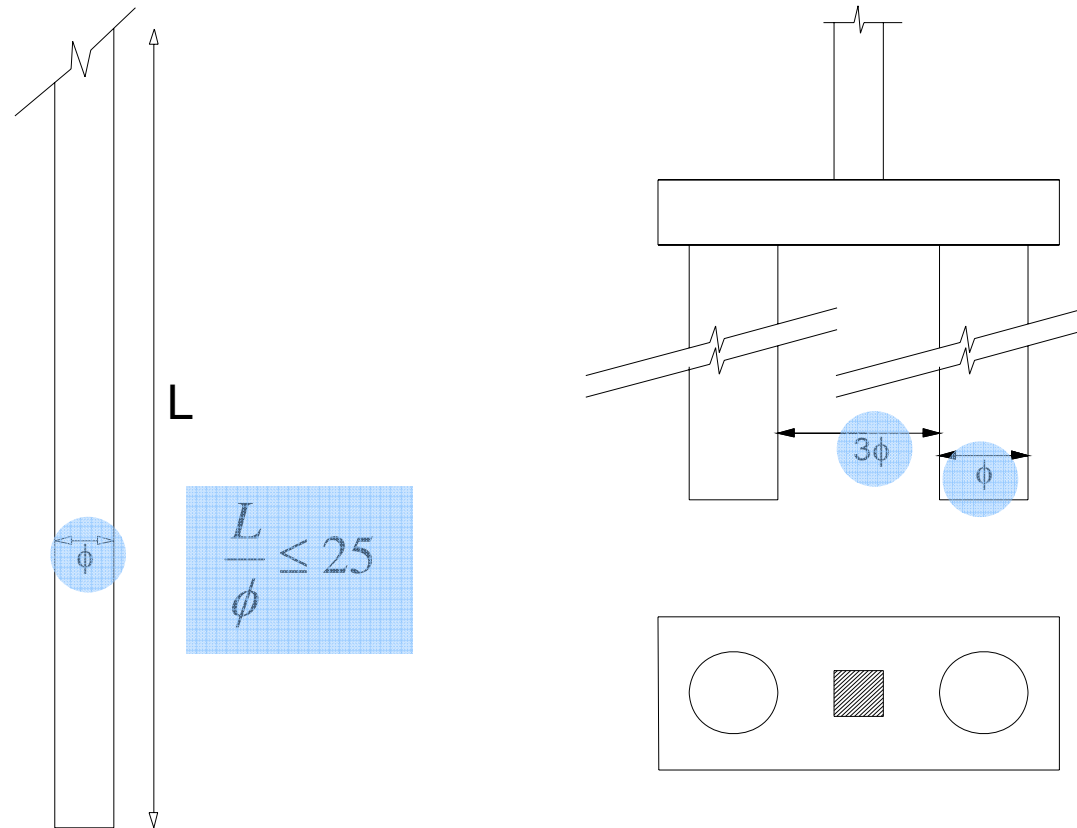




# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (III)

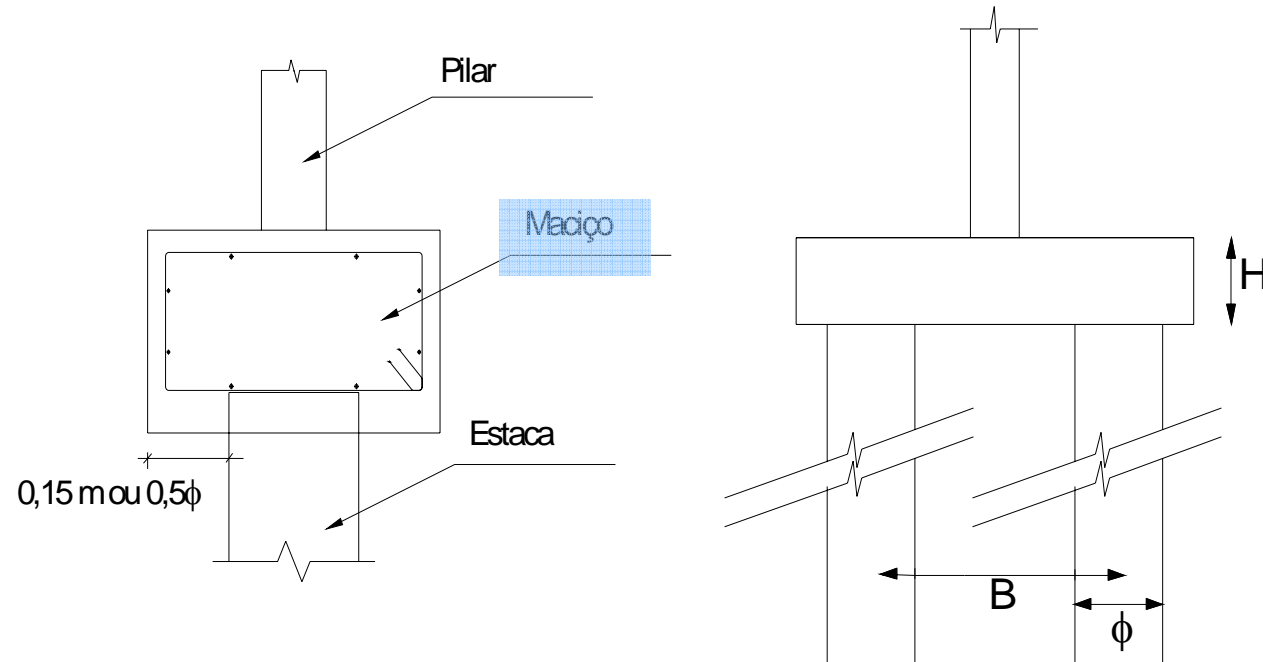
Capítulo 3 – Fundações

## > Recomendações para projecto



# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (IV)

Capítulo 3 – Fundações



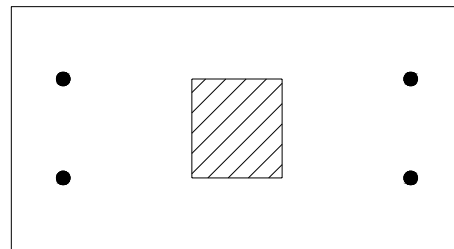
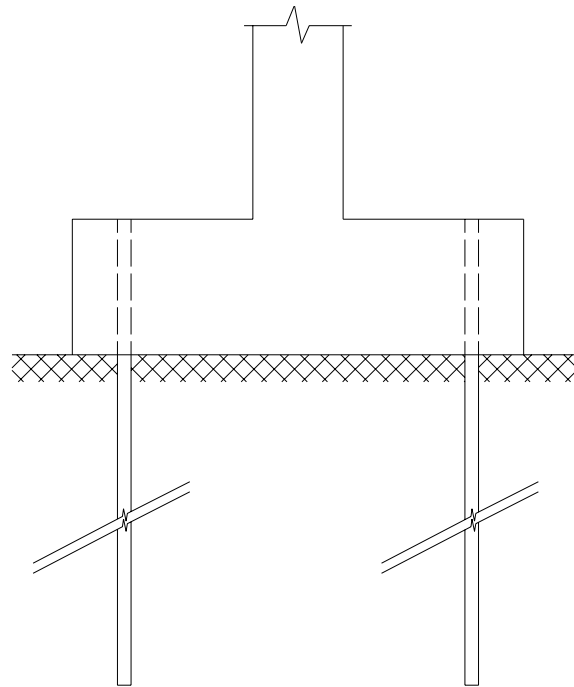
A altura do maciço de fundação deve ser tal que garanta que a rigidez deste é muito superior à das estacas:

$$H > \phi \text{ e } H > B/2$$

Deve ainda garantir-se o comprimento de amarração da estaca na vertical.

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: MICRO-ESTACAS (I)

*Capítulo 3 – Fundações*



- Estacas de pequeno diâmetro – 0,15 a 0,20 m;

### **Campo de aplicação:**

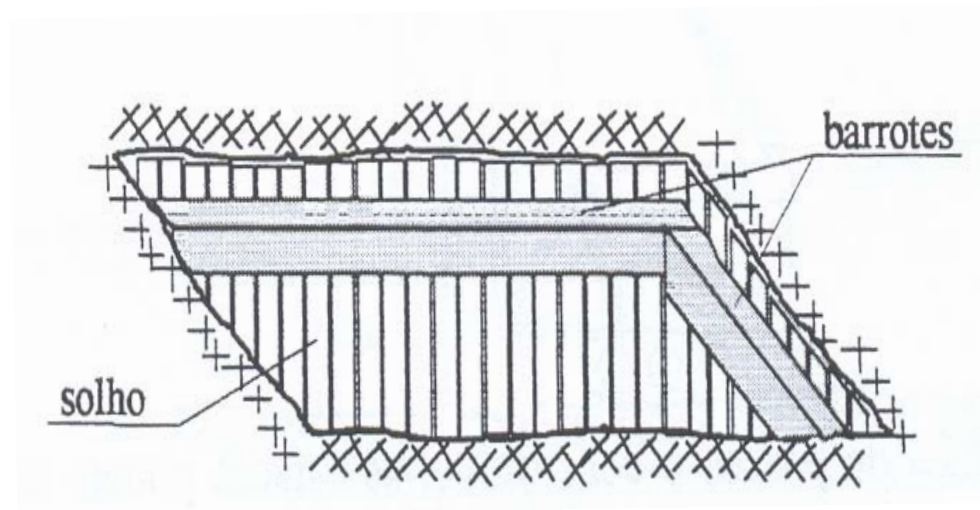
- Reforço de fundações;
- São utilizadas em espaços confinados.

## PROCESSO CONSTRUTIVO: PEGÕES (I)

Capítulo 3 – Fundações

### > Escavação dos poços

A escavação é feita manualmente, sendo o avanço a partir dos 1,5 a 2 metros de profundidade precedido de escoramento.

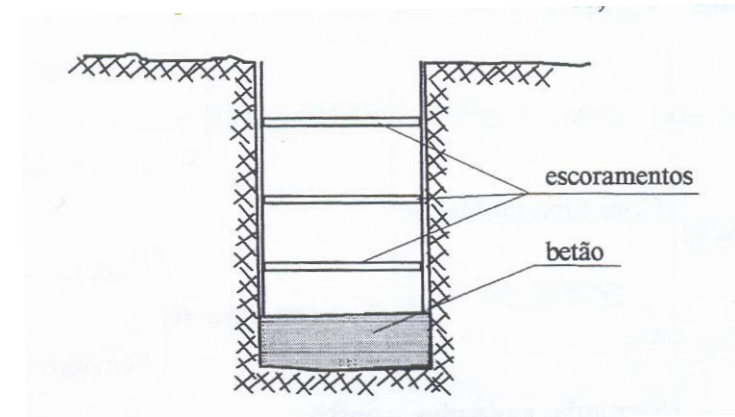


## PROCESSO CONSTRUTIVO: PEGÕES (II)

Capítulo 3 – Fundações

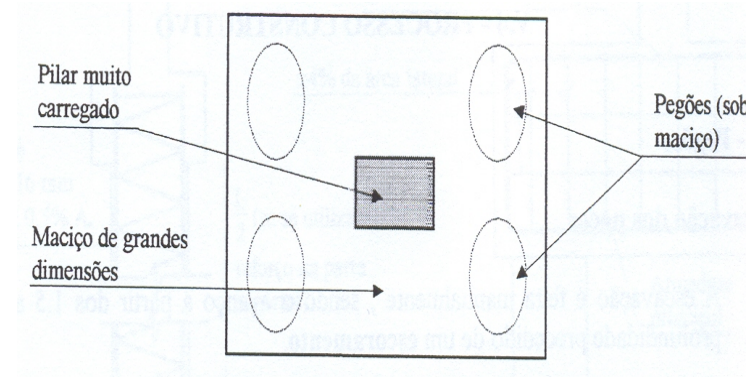
### > Betonagem

É feita por fases com prévia retirada dos escoramentos.



### > Grupos de pegões

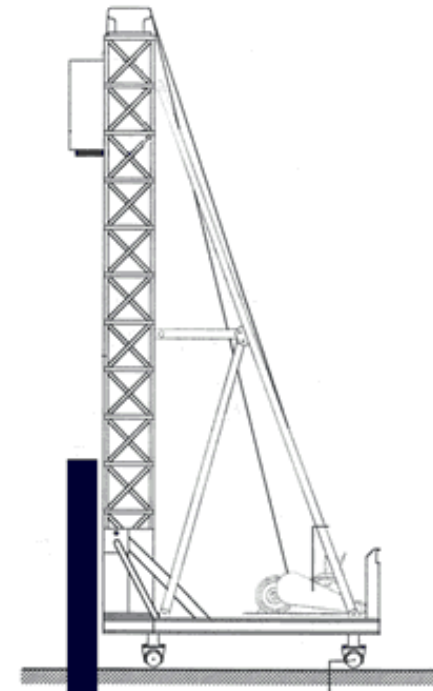
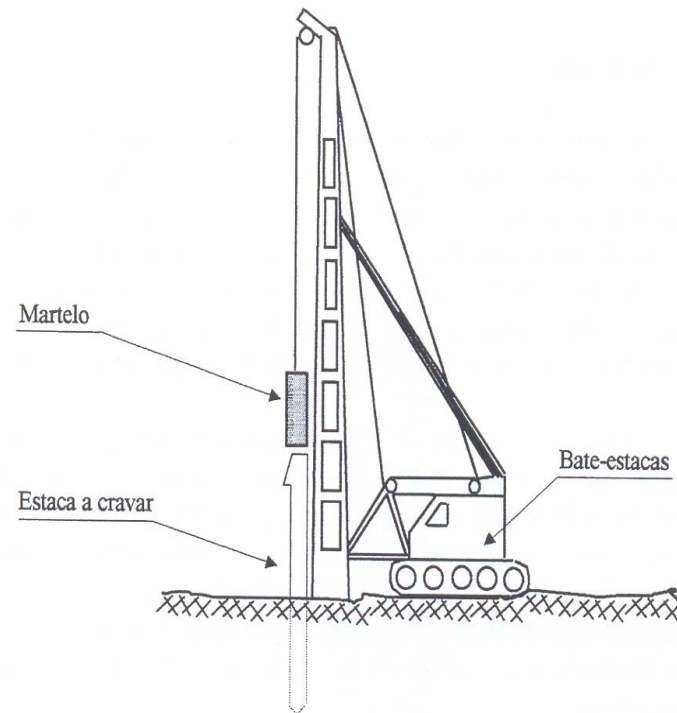
Para cargas verticais muito importantes, poder-se-á admitir a construção de mais de um pegão para servir de apoio a um maciço de grandes dimensões.



# PROCESSO CONSTRUTIVO: ESTACAS CRAVADAS (I)

Capítulo 3 – Fundações

## > Estacas cravadas



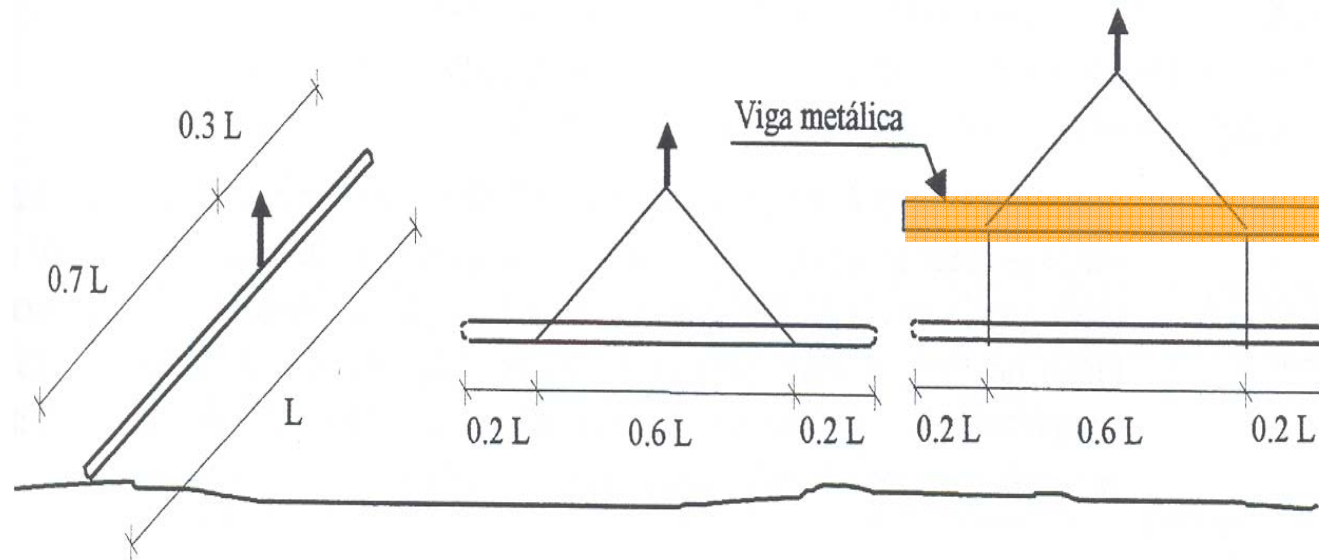
(Fonte: [www.foa.com.br](http://www.foa.com.br))



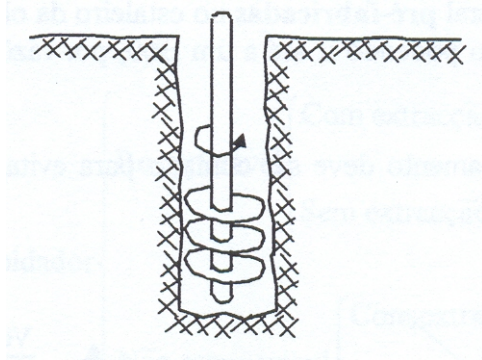
# PROCESSO CONSTRUTIVO: ESTACAS CRAVADAS (II)

Capítulo 3 – Fundações

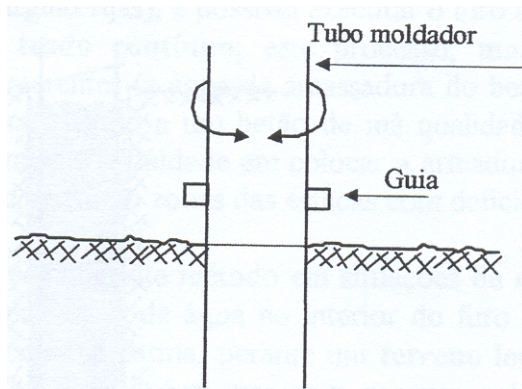
O manuseamento deve ser cuidado para evitar esforços secundários (não previstos)



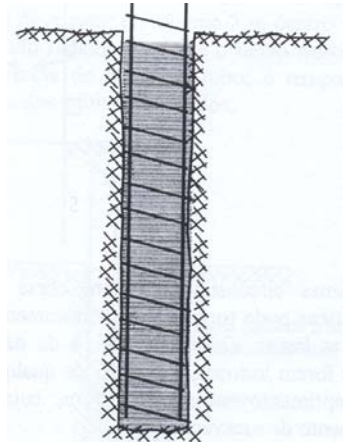
### 1.8.2. Estacas moldadas



Trado contínuo

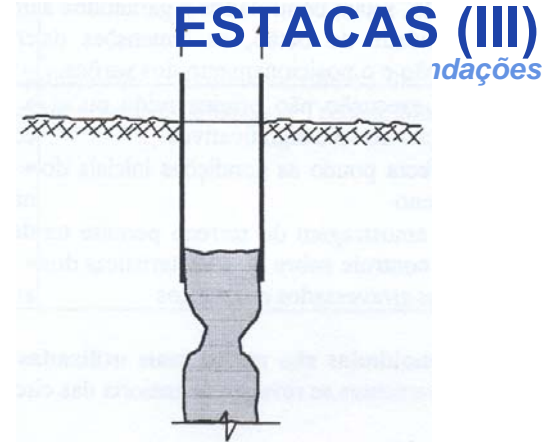


Cravação do tubo moldador

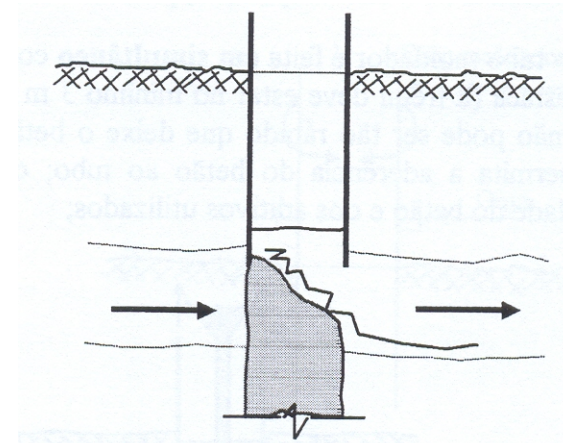


Retirada do tubo moldador

## PROCESSO CONSTRUTIVO: ESTACAS (III)



Estrangulamento da secção da estaca



Destruição local da secção



Fís  
Do



F



Escola Superior de  
Tecnologia e Gestão



Física do  
Docentes



E  
T





F

Esc  
Tec



Física d  
Docente





# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (VIII)

Capítulo 3 – Fundações



# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACAS (IX)

Capítulo 3 – Fundações

## > Análise comparativa

Tipo de estacas	Vantagens	Desvantagens
<b>Cravadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- É mais difícil a corrosão das armaduras face às condições de fabrico que permitem melhor garantir os recobrimentos;</li><li>- Não são afectadas pela água subterrânea (durante a presa);</li><li>- A execução, permite que, antes da cravação, sejam controlados e garantidos a qualidade do betão, as dimensões da secção e o posicionamento dos varões.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Origina movimentos do solo durante a cravação com repercussões nos edifícios vizinhos;</li><li>- Podem deteriorar-se durante a cravação;</li><li>- Originam ruídos e vibrações nas imediações durante a operação de cravação.</li></ul>
<b>Moldadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A execução não origina ruído ou vibração do solo significativos;</li><li>- Afecta pouco as condições do terreno;</li><li>- A amostragem do terreno permite ter um controle sobre as características dos solos atravessados e atingidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A qualidade final do betão não é controlável;</li><li>- Não dá garantias relativamente à não existência de defeitos ao longo da superfície lateral da estaca;</li><li>- Possibilita desvios de verticalidade e arrastamento do betão durante a presa.</li></ul>

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (I)

*Capítulo 3 – Fundações*

1. A instalação da estaca, provoca um efeito de perturbação, resultando daí uma complexa interacção entre a estaca e o solo, tornando difícil ou quase “impossível”, a previsão do comportamento mecânico do sistema solo-estaca traduzido pela relação carga-deslocamento.
  
2. No controlo de qualidade de estacas há que distinguir basicamente dois aspectos principais:
  - > A integridade da estaca e a sua resistência como elemento estrutural;
  - > A rigidez e a resistência do sistema solo-estaca.

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (II)

Capítulo 3 – Fundações

3. A avaliação da integridade de uma estaca de betão pode ser feita através de métodos destrutivos (carotagem) ou não destrutivos (baseados geralmente na medição da velocidade de propagação da onda sónica), após a sua execução.

	<b>1981</b>	<b>1982</b>
N.º de estacas testadas	5000	4550
N.º de estacas com defeitos	72	88
<b>Tipo de defeito</b>		
Contaminação do betão (migração de solo) 0 – 2 m	24%	5%
Contaminação do betão (migração de solo) 2 – 7 m	9%	9%
Má qualidade do betão	6%	3%
Vazios no contacto solo – estaca	3%	2%
Percentagem de estacas com defeitos	1.5%	1.9%
Defeitos de construção	0.6%	0.4%



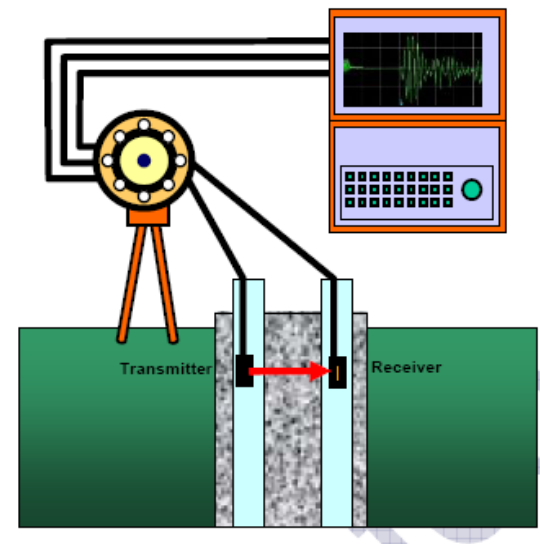
# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (III)

Capítulo 3 – Fundações

## > Controlo de qualidade durante a construção

A parte 1 do Eurocódigo 7 (NP –ENV 1997-1, 1999) apresenta algumas recomendações gerais quanto à supervisão da construção de estacas.

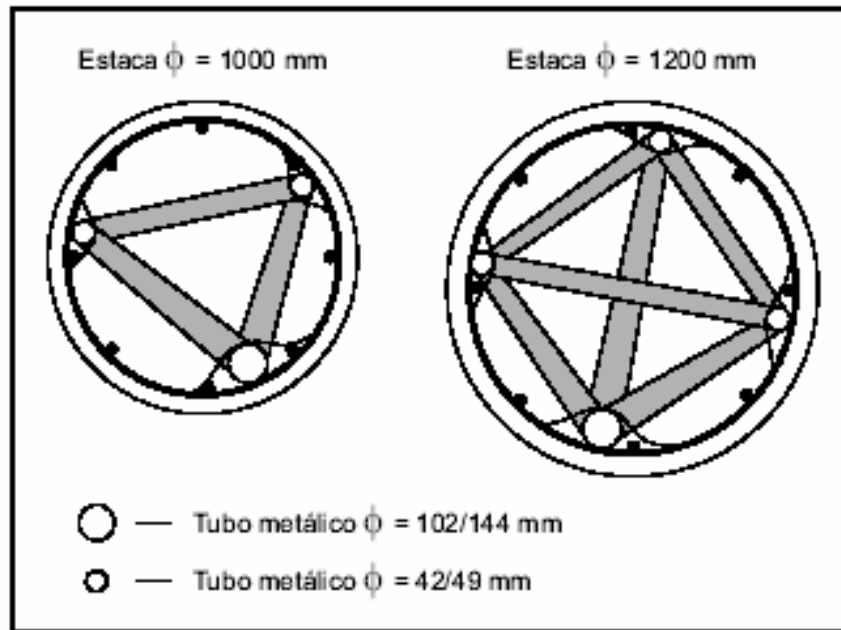
## > Método de diagrfias sónicas



Esquema do ensaio

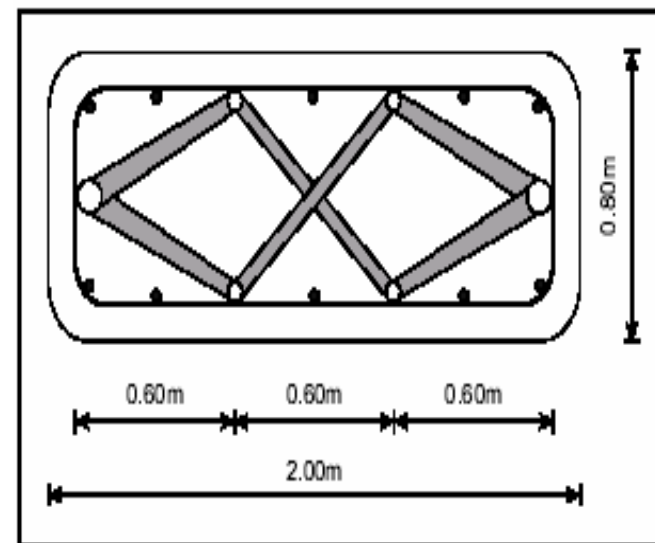
# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (IV)

Capítulo 3 – Fundações



Disposição dos tubos nas estacas

Exemplo de disposição dos tubos num poço de fundação com 2,00mx0,80m



# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (V)

*Capítulo 3 – Fundações*

## > Método sínico

### 1. Objectivos

Avaliação qualitativa de heterogeneidades significativas

### 2. Equipamento

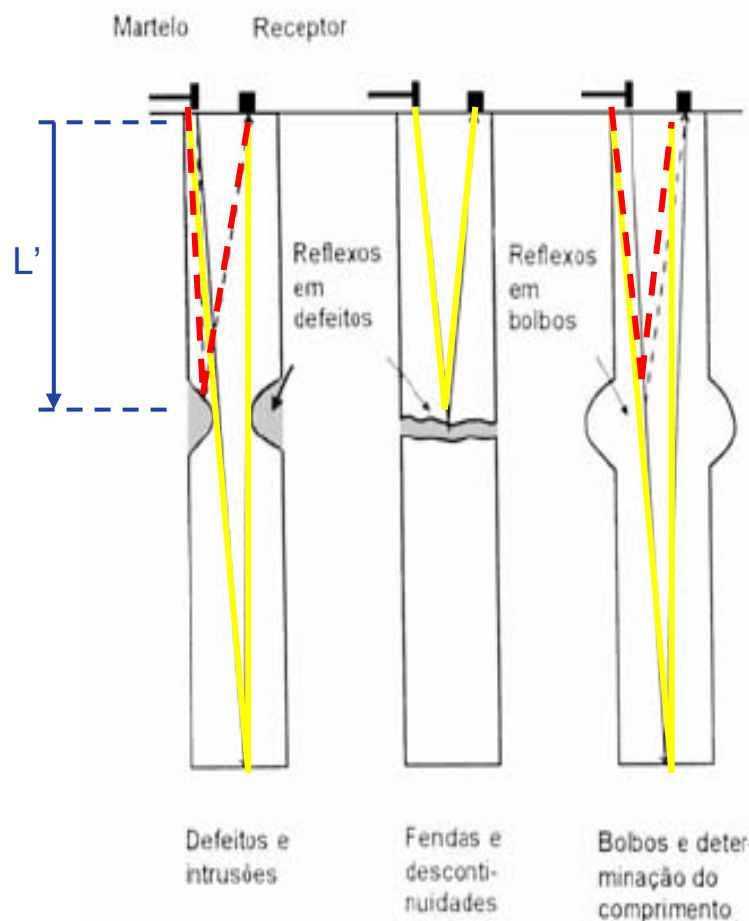
Sistema computadorizado, especialmente concebido, dotado de “software” que permite obter, analítica e graficamente, os resultados dos ensaios efectuados.



# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (VI)

Capítulo 3 – Fundações

## > Modo de execução do ensaio



**Tempo de reflexão:**  $(2.L) / c$

onde,

$L$  – comprimento da estaca

$c$  – velocidade de propagação da onda sónica no betão.

**Localização do defeito:**  $L' = (c.t)/2$

onde,

$t$  – tempo de propagação

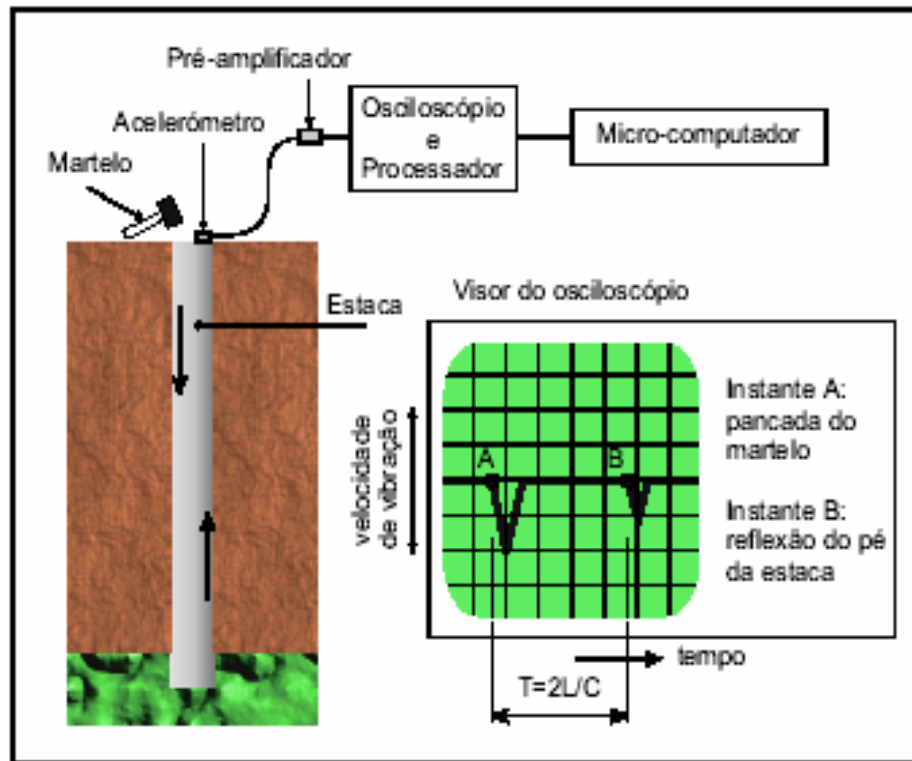
**Nota:** Saneamento prévio da cabeça das estacas com o cuidado de evitar fissuração

(Fonte: Oz)

# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (VII)

Capítulo 3 – Fundações

## > Resultados (o ideal)



Método sónico – Esquema do ensaio

1. Num betão homogéneo, livre de defeitos e de variações das propriedades, a velocidade das ondas ultrasónicas é constante e na ordem dos 4000 m/seg.

(Fonte: [www.testconsult.co.uk](http://www.testconsult.co.uk))

2. As ondas ultrasónicas viajam a uma velocidade entre 3700 e 4000 m/seg. para estacas moldadas e entre 4000 e 4400 m/seg. para estacas pré-fabricadas.

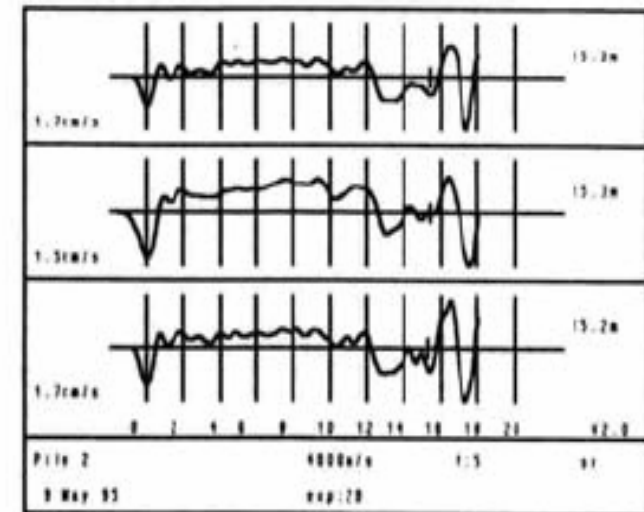
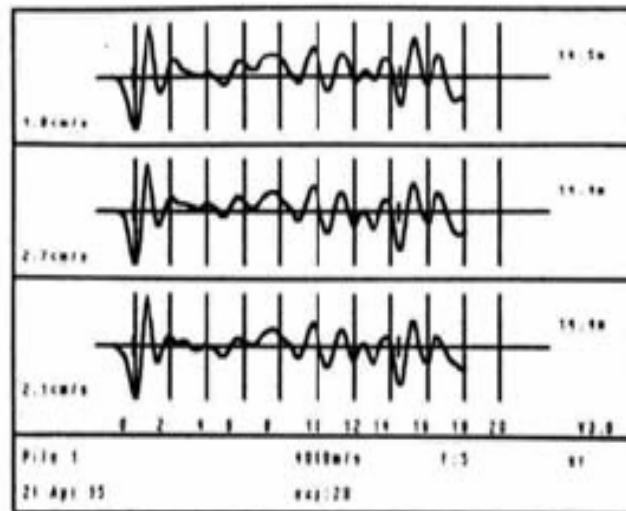
(Fonte: [www.vroom.nl](http://www.vroom.nl))



# FUNDAÇÕES PROFUNDAS: INTEGRIDADE DE ESTACAS (VIII)

Capítulo 3 – Fundações

## > Resultados (o real)



Registo tipo

(Fonte: Oz)

## **BIBLIOGRAFIA**

### *Capítulo 3 – Fundações*

- > Oz (2006). Mesquita, Carlos; Lança, Pedro. *Relatório Oz n.º 786*. Lisboa.
- > IST (1997a). *Processos Gerais de Construção: folhas de apoio à disciplina, Volume 2*. Departamento de Engenharia civil, IST.
- > IST (1997b). *Processos Gerais de Construção: folhas de apoio à disciplina, Volume 3, 4 e 5*. Departamento de Engenharia civil, IST.
- > Lei, Decreto n.º 235/83. *Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA)*. Porto Editora.
- > Farinha, Brazão *et. al.* (2005). *Tabelas Técnicas*. Edições Técnicas E.T. L., Lda.
- > Reis, Luís (2005). *Apoio à disciplina de Procedimentos da Construção (PowerPoint)*. ESTIG.

