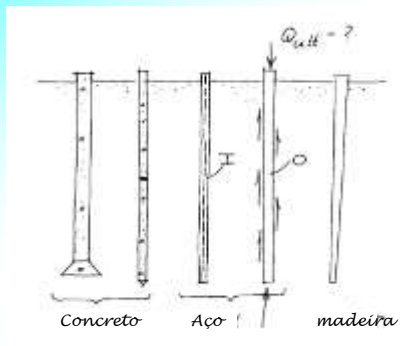


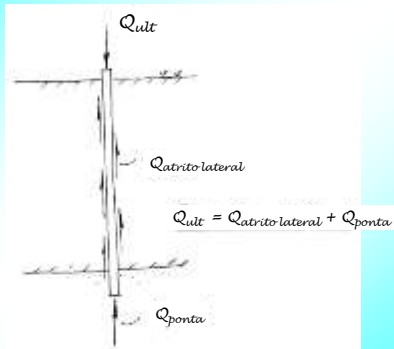
Mecânica dos Solos e Fundações
PEF 522

Fundações por estacas

Fundações por estacas



Capacidade de carga de estacas



Função das Estacas

- Transmitir a carga de fundação para um subsolo apropriado
- Resistir cargas verticais, horizontais e, algumas vezes, de levantamento

Classificação das Estacas com Relação a Transferência de Carga

- Estacas que trabalham só com a ponta
- Estacas que trabalham só com o atrito lateral
- Estacas que combinam os dois sistemas

Classificação das Estacas com Relação ao Tipo de Material

- Madeira
- Concreto
- Aço
- Compostas

<http://he.aupier.ac.uk/projects/yjlede/sign/guide/conten.htm>

Problemática da Verificação da Qualidade do Elemento de Fundação

- **Fundações Diretas e Tubulões: Inspeção objetiva e direta da tensão admissível por engenheiro responsável;**
- **Estacas Cravadas: “nega” de cravação – penetração/golpes (equivalente ao índice SPT)**
- **Estacas Moldadas In Loco: Parâmetros ainda mais indiretos associados ao torque e avanço da máquina de perfuração – sistemas computadorizados a bordo**

Estacas de Madeira

- + As estacas são fáceis de manusear.
- + São “relativamente baratas”
- + Podem ser emendadas e o excesso pode ser facilmente removido
- As estacas apodrecem se colocadas acima do nível d’água
- Possuem uma capacidade suporte limitada
- Podem ser danificadas durante a cravação
- Em deuso em função de restrições ambientais de desmatamentos

Estacas Pré-Fabricadas de Concreto

- + As estacas não se deterioram.
- + São relativamente fáceis de serem conectadas, podem ser cravadas em longos comprimentos.
- + São relativamente baratas.
- + A qualidade do concreto pode ser verificada antes da cravação.
- + São estáveis em terrenos moles
- + A execução não é afetada pela presença do nível d'água.
- + Pode aumentar a densidade relativa de materiais granulares.

- Pode haver deslocamento, expansão ou perturbação do solo durante a cravação.
- Pode ser danificada durante a cravação.
- Pode causar problemas de barulho e vibrações.

Estacas Escavadas e Moldadas “in situ”

- + O comprimento pode ser variável de forma a se adequar às condições do terreno.
- + O solo removido da escavação pode ser inspecionado.
- + Pode-se utilizar grandes diâmetros.
- + Pode ser executada sem grandes ruídos ou vibrações.
- + Não causa levantamento da superfície.
- + Alargamento da base é possível em argilas (tubulões) em situações e equipamentos especiais.

- São susceptíveis à formação de estrangulamento do fuste.
- O concreto pode não ser colocado em condições ideais, não podendo ser inspecionado.
- Se houver artesianismo pode haver problemas com o concreto.

Estacas de Revestimento Cravado e Concretagem Moldada “in situ”

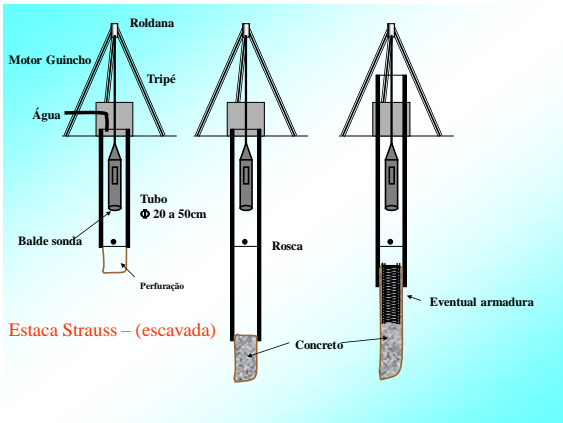
Revestimento é mantido no terreno
Revestimento é removido ou não existe

- + Podem ser inspecionadas, interrompidas ou extendidas para o comprimento adequado.
- + O preço depende do tipo da estaca
- + Induzem baixo nível de ruído
- + Pode-se alargar a base (tubulão)
- + Pode ser cravada com a ponta fechada o que exclui o efeito do n.a.

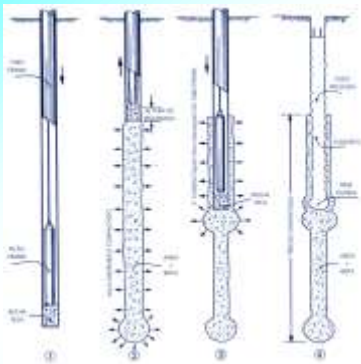
- Levantamento da superfície do terreno vizinho e criação de atrito negativo
- Deslocamento de muros de arrimo próximos
- O tempo de execução não é pequeno
- O comprimento é limitado

Estacas de Aço

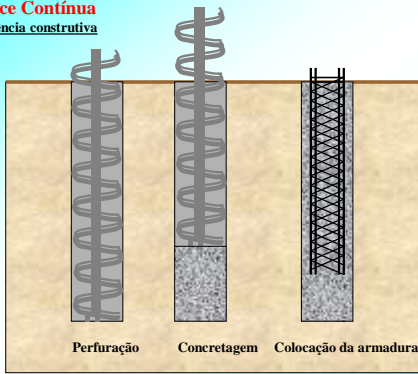
- + Fáceis de manusear e podem ser cortadas nos comprimentos desejados.
- + Podem ser cravadas em camadas densas.
- + O deslocamento lateral devido a cravação é pequeno.
- + Suportam cargas elevadas.
- As estacas sofrem corrosão
- Podem desviar da verticalidade durante a cravação.



Estaca Franki com Compactação



Hélice Contínua
Seqüência construtiva





Hélice Contínua
Seqüência construtiva



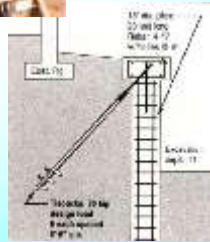
- A hélice é introduzida até a cota especificada
- A hélice é removida lentamente a medida que o concreto é injetado







- Hélice contínua utilizada neste caso pois evita vibrações na edificação existente.
- As estacas foram feitas em uma linha única, formando uma parede contínua.
- Devido à presença da fundação vizinha foi necessário se introduzir um tirante.

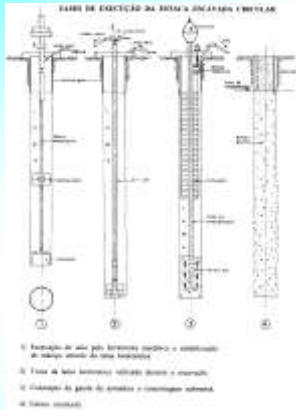


Estaca Ômega

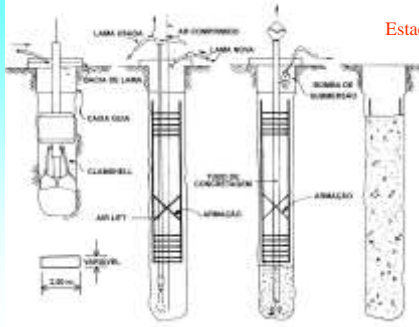
Perfuração com deslocamento lateral do solo



Estaca Escavada



FASES DE EXECUÇÃO DA ESTACA ESCAVADA RETANGULAR (BARRETE)



Estaca Escavada

ClamShell

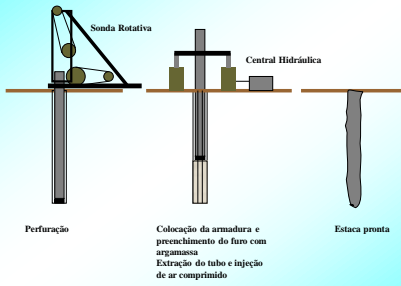




Emboque do tunel Nicolai em Portland



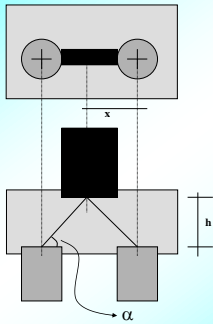
Estaca Raiz





Perfuratriz

Projeto de Fundação em Estaca



$$35^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$$

$$\frac{h}{x} = \tan \alpha$$







Controle de Qualidade de Estacas Cravadas

Controle das estacas por Prova de Carga Estática

- ✓ Melhor método
- ✓ Os inconvenientes são o tempo e o custo
- ✓ O número de estacas a serem testadas pela Norma Brasileira é de 1% do total

Controle de estacas pela Nega de Cravação

- ✓ A “nega” corresponde à penetração permanente da estaca causada pela aplicação de um golpe do pilão. Em geral é medida por uma série de dez golpes.
- ✓ O uso da “nega” tem a vantagem de uniformizar o estaqueamento
- ✓ A ordem de grandeza da “nega” é de 1 a 2cm para 10 golpes.

Controle de Qualidade das estacas por Instrumentação Dinâmica

- ✓ O ensaio usualmente conhecido como prova de carga dinâmica (PDA) é uma técnica que consiste na instrumentação de estacas, com o objetivo de se conhecer de uma forma rápida e econômica a capacidade de carga de fundações
- ✓ Quando uma estaca é golpeada por um martelo, ondas resultantes do impacto se propagam ao longo da mesma. Em estacas de concreto, essas ondas viajam com velocidades da ordem de 3500 m/s.
A medida que as ondas percorrem a estaca, sua intensidade gradualmente se modifica, pois é necessário consumir a energia do impacto para que a estaca supere a resistência do solo de atrito lateral e de ponta e penetre no terreno.
- ✓ Utilizando-se uma instrumentação adequada, é possível medir a intensidade das ondas de impacto do martelo, e as alterações que as mesmas sofrem devido à resistência do solo. Os sinais são monitorados e armazenados através do equipamento denominado PDA - Pile Driving Analyzer

Controle das Estacas pelo Repique

- ✓ Avalia-se o retorno dos deslocamentos quando a estaca é solicitada.
- ✓ Quanto maior o repique maior a mobilização da resistência de ponta.
- ✓ Deve-se ter cuidado para não quebrar a estaca com um repique muito alto.

PROVA DE CARGA VERTICAL À COMPRESSÃO



PROVA DE CARGA EM PLACA





Campo de provas USP/Unicamp para estudo comparativo entre estacas escavadas sem lama, hélice contínua e hélice tipo ômega

Sistema de carregamento no campo de provas USP/Unicamp - Campinas

Detalhe do sistema para instalação nos testes
