Estratégia
CONCURSOS

Aul

Obras e Edificações p/ TCE-RO (Auditor de Controle Externo - Engenharia Civil) - Pós-Edital

Professor: Marcus Campiteli, Time Marcus Campiteli

Olá, Pessoal.

Este curso baseia-se nos últimos editais para Tribunais de Contas, desde 2016, na área de Engenharia Civil.

A banca dos últimos concursos, do TCE-SC/2016, TCE-PA/2016, TCE-PE/2017 e TCM-BA/2018, foi do Cespe, atual Cebraspe. O programa de engenharia civil desses concursos foi semelhante na maior parte. Com isso, este curso adotará como base os editais desses concursos.

Este curso de Obras e Edificações abrangerá as seguintes matérias do edital, com as respectivas datas das aulas:

CRONOGRAMA DE AULAS

Aula	Assunto	Data
0	Fundações	29/7
1	Questões de Fundações Comentadas	31/7
2	Sondagens	2/8
3	Concreto Armado	4/8
4	Concreto Protendido	6/8
5	Concreto Pré-moldado	8/8
6	Estruturas Metálicas	10/8
7	Alvenaria	12/8
8	Impermeabilização	14/8
9	Pisos	16/8
10	Revestimentos	18/8
11	Pinturas	20/8
12	Cobertura	22/8
13	Esquadrias	24/8
14	Madeira, materiais cerâmicos e vidro	26/8
15	Instalações Elétricas	28/8
16	Instalações Hidrossanitárias	30/8
17	Prevenção a Incêndio	1/9
18	Análise Orçamentária	3/9
19	SINAPI	5/9

20	Planejamento e Controle	7/9
21	Fiscalização	9/9
22	Licitações e Contratos de Obras Públicas	11/9
23	Concessões	13/9
24	PPPs	15/9
25	Avaliação de Imóveis	17/9
26	Arquitetura	19/9
27	Compatibilização de Projetos	21/9
28	Gestão de Produção	23/9
29	Meio Ambiente	25/9
30	Segurança e Higiene do Trabalho	27/9

Agora, antes de apresentar a Aula 0, deixe eu me apresentar.

Sou engenheiro civil formado pelo Instituto Militar de Engenharia - IME e trabalho como auditor de controle externo no Tribunal de Contas da União – TCU. Fiz mestrado em engenharia civil na UnB e concluí com a dissertação: Medidas para Evitar o Superfaturamento em Obras Públicas decorrente dos Jogos de Planilha.

Na trajetória de concursos, após a elaboração de resumos, resolução de muitas questões e estudo focado, obtive aprovação nos concursos de Perito da Polícia Federal em Engenharia Civil, em 2004, e Auditor Federal de Controle Externo do TCU na área de obras públicas, em 2005. Hoje trabalho neste último.

Trabalhei durante seis anos como engenheiro militar e estou há onze no TCU, sempre participando de auditorias em obras públicas.

Na área de aulas, ministrei cursos de engenharia civil, presenciais e à distância, para o concurso do TCU, TCEs, TCMs, Câmara dos Deputados, CGU, CGEs, CGMs, Perito da PF, PCs, DNIT, CEF, ANTT, Bacen, MPU, MPEs, TRTs, TRFs, TJs, Petrobras, MPOG, ANAC, Funai, Assembleias Legislativas, Câmaras Municipais, Terracap, Artesp, Embasa, DPEs, Detran, Novacap, Saneago, Transpetro, Sabesp, entre outros.

Agora que vocês me conheceram um pouco, retornemos ao nosso curso.

Sabemos que as bancas cobram detalhes da bibliografia disponível nos livros e nas normas acerca do abrangente campo da engenharia civil previsto no edital. Por isso, apresento a teoria dos assuntos de forma detalhada e com base primordial nas normas da ABNT, por serem a fonte mais confiável. Com isso, vocês já estarão habituados aos textos passíveis de serem fontes das questões. Subsidiariamente recorro a livros consagrados de engenharia civil.

Busco mesclar figuras e fotos didáticas aos textos na busca de tornar a matéria o mais amigável possível, de forma a facilitar ao máximo o entendimento das informações truncadas das normas.

O desafio do estudo dessa especialidade é conseguir objetividade diante da sua vasta abrangência. E pretendo alcançar esse objetivo neste curso por meio da apresentação das questões. Afinal, não temos tempo a perder.

Primeiramente apresento a vocês a teoria e as questões relacionadas aos conteúdos teóricos, sem gabarito. Posteriormente, apresento as mesmas questões comentadas e, na parte final, reapresento as questões tratadas na aula, com o gabarito na última folha, para que vocês possam treinar.

Em muitas das questões, os comentários complementam a teoria trazendo mais informações.

Costumo destacar em negrito informações que acho com cara de questão.

Críticas e sugestões poderão ser feitas no próprio sistema do Estratégia assim como encaminhadas ao seguinte endereço de e-mail: marcus_campiteli@hotmail.com.

Estarei no fórum de dúvidas para respondê-los.

Dicas, questões e informações adicionais são publicadas no Instagram: **@profmarcuscampiteli**.

Espero que caia na prova somente o que vocês estudem !!!

Bons estudos e boa sorte !!!

Então, vamos à aula demonstrativa para que vocês possam conhecer melhor o que encontrarão ao longo do curso.

Aula 0: Fundações 5
1 – Introdução 5
1.1 – Conceitos 6
2 – Fundações Superficiais 7
2.1 – Sapata 7
2.1.1 – Execução 9
2.2 – Bloco 9
2.3 – Radier 11
2.4 – Sapata Associada (ou Radier Parcial) 11
2.5 – Viga de Fundação 11
2.6 – Sapata Corrida 12
2.7 – Outras Considerações Sobre Sapatas 12
2.7.1 – Viga de Equilíbrio 13
3 – Fundação Profunda 14
3.1 – Estaca 15
3.1.1 – Estacas Moldadas In Loco 15
3.1.2 – Estacas Pré-Moldadas 29
3.1.2.1 – Estaca Cravada por Percussão 29
3.2 – Tubulão 34
3.2.1 – Tubulões a Céu Aberto 35
3.2.2 – Tubulões a Ar Comprimido 36
3.3 – Caixão 41
3.4 – Preparo da Cabeça e Ligação com o Bloco de Coroamento 42
4 – Outras Considerações 43
4.1 – Efeito de Grupo de Estacas ou Tubulões 43
4.2 – Estacas em Grupo 43
4.3 – Solos Expansivos 44
4.4 – Solos Colapsíveis 44
4.5 – Atrito Lateral 44
5 – Questões Comentadas 44
6 – Lista de Questões Apresentadas na Aula 48

7 – Gabarito 57

AULA 0: FUNDAÇÕES

Olá, pessoal. Esta aula de fundações está focada na norma mais atualizada, que é a NBR 6122/2010. Considero que o texto da norma é o mais confiável para servir de base de estudo para uma prova do Cespe.

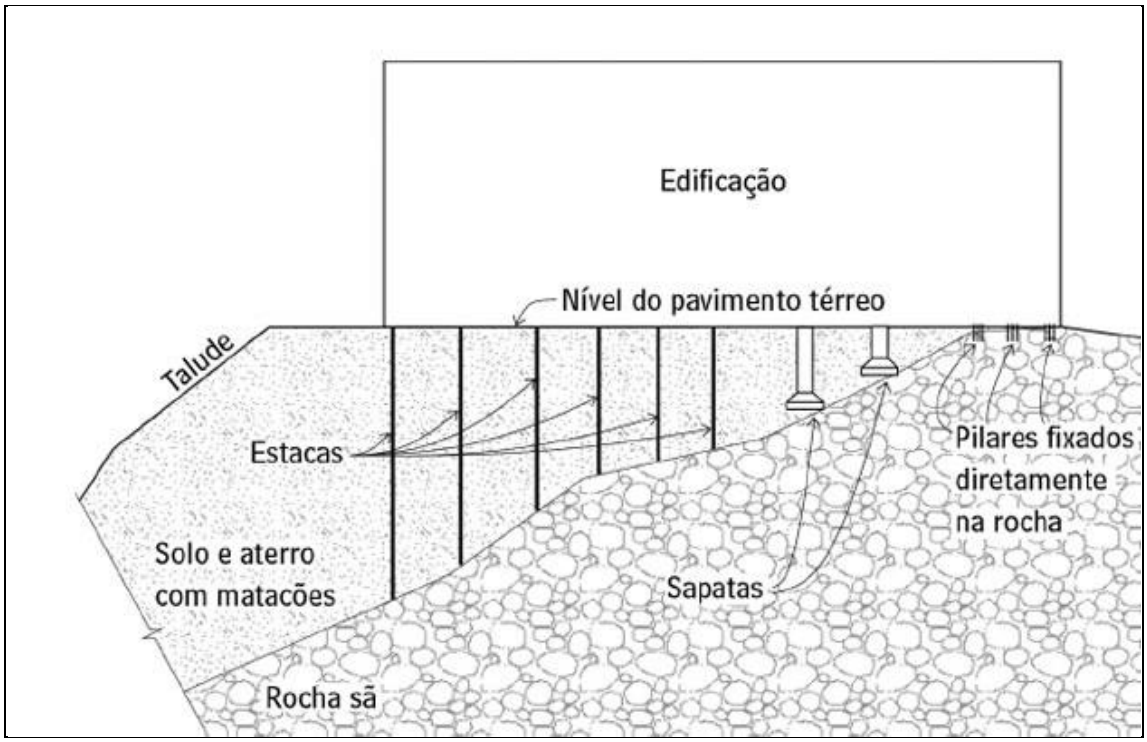
O conteúdo é complementado com livros consagrados na área, em especial os livros Fundações: Teoria e Prática, da editora PINI, Técnica de Edificar, do autor Walid Yazigi, e Exercícios de Fundações, do autor Urbano Rodriguez Alonso. Demais fontes são mencionadas no texto.

1 – INTRODUÇÃO

As fundações são responsáveis pela transmissão das cargas das edificações, pontes, viadutos etc. ao solo, seja de forma direta, por fundações superficiais, seja de forma indireta, por fundações profundas.

As fundações superficiais, diretas ou rasas são representadas pelas sapatas, blocos, radier, sapatas associadas, vigas de fundação e sapatas corridas.

Já as fundações profundas são representadas, basicamente, pelas estacas e tubulões.



Fonte:<www.revistatechne.com.br>

As estacas podem ser divididas em estacas moldadas *in loco* e estacas pré-moldadas.

As estacas moldadas *in loco* são representadas pelas estacas broca, Strauss, Franki, Raiz, Hélice Contínua entre outras, e as estacas pré-moldadas podem ser de concreto, metálicas ou de madeira.

Os tubulões dividem-se, basicamente, entre os tubulões a céu aberto e os tubulões a ar comprimido.

Mas antes de estudarmos os diferentes tipos de fundações, vamos ver alguns conceitos importantes para o entendimento da teoria e que são cobrados em questões de concurso.

1.1 – CONCEITOS

a) Recalque

Movimento vertical descendente de um elemento estrutural. **Quando** o movimento for **ascendente**, denomina-se **levantamento**. Convenciona-se representar o recalque com o sinal positivo.

b) Recalque diferencial específico

Relação entre as **diferenças dos recalques** de dois apoios e a **distância entre eles**.

c) Cota de arrasamento

Nível em que deve ser deixado o topo da estaca ou tubulão, demolindo-se o excesso ou completando-o, se for o caso. Deve ser definido de modo a deixar que a estaca e sua armadura penetrem no bloco com um comprimento que garanta a transferência de esforços do bloco à estaca.

d) Nega

A nega corresponde à **penetração** permanente **de uma estaca**, causada pela aplicação de um golpe do pilão. Em geral é medida **por uma série de dez golpes**. Ao ser fixada ou fornecida, deve ser sempre acompanhada do peso do pilão e da altura de queda ou da energia de cravação (martelos automáticos).

Pode-se dizer que a nega é uma medida indireta e dinâmica da capacidade de carga da estaca.

e) Repique

O repique corresponde à parcela elástica do deslocamento máximo de uma seção da estaca, decorrente da aplicação de um golpe do pilão.

Também pode-se dizer que o repique é uma medida indireta e dinâmica da capacidade de carga da estaca, contudo é pelo deslocamento elástico do topo da estaca.

2 – FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

As fundações superficiais são elementos cuja carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas **sob a base da fundação**, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

A base da fundação deve ser assente a uma profundidade tal que garanta que o solo de apoio não seja influenciado pelos agentes atmosféricos e fluxos d'água. Nas divisas com terrenos vizinhos, salvo quando a fundação for assente sobre rocha, tal profundidade não deve ser inferior a 1,5 m.

Em planta, as sapatas ou os blocos **não devem ter dimensão inferior a 60 cm.**

Todas as partes da fundação superficial em contato com o solo (sapatas, vigas de equilíbrio etc.) devem ser concretadas sobre um lastro de concreto não estrutural com no mínimo 5 cm de espessura, a ser lançado sobre toda a superfície de contato solo-fundação.

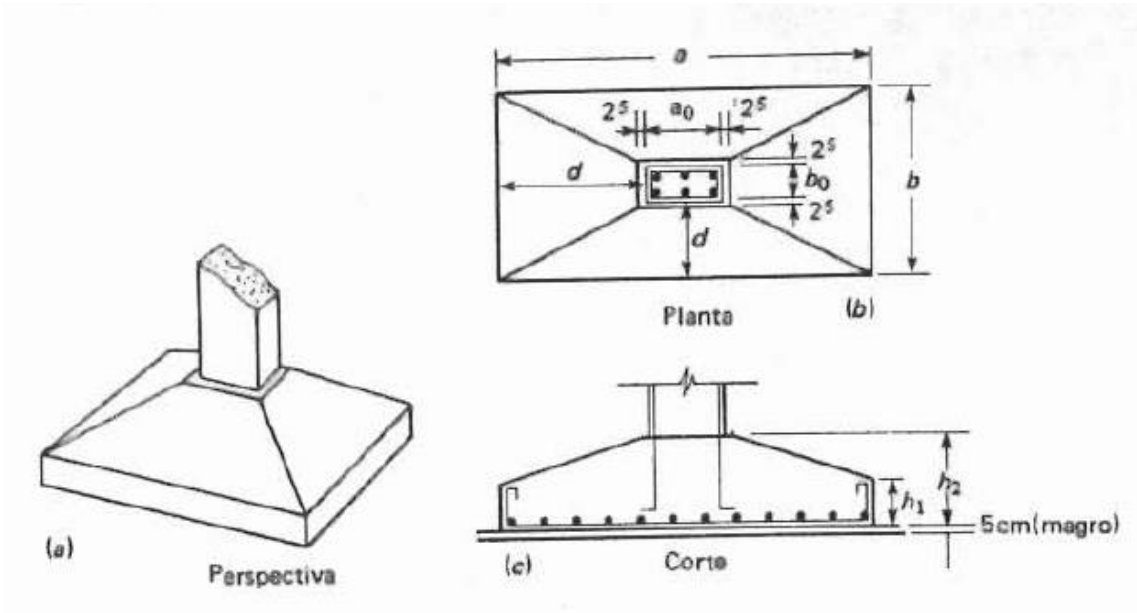
No caso de rocha, esse lastro deve servir para regularização da superfície e, portanto, pode ter espessura variável, devendo ser observado um mínimo de 5 cm.

2.1 – SAPATA

As sapatas são elementos de fundação executados em **concreto armado**, de altura reduzida em relação às dimensões da base, que se caracterizam principalmente por trabalhar à flexão e dimensionados de modo que as **tensões de tração** neles produzidas não sejam resistidas pelo concreto, **mas sim pelo emprego da armadura**.

Elas são indicadas para solos com alta capacidade de suporte e costumam ser mais econômicas que outros tipos de fundação.

Apresento a vocês as figuras a seguir para melhor compreensão das informações apresentadas. A primeira figura em corte apresenta tanto a armadura vertical do pilar quanto a horizontal na parte inferior da sapata. Esta armadura horizontal que é responsável por suportar as tensões de tração.





Fonte: <www.revistatechne.com.br>



Fonte: <www.revistatechne.com.br>

2.1.1 – EXECUÇÃO

a) Escavação das Cavas

Na escavação em solo, caso se utilizem equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação deve ser paralisada no mínimo a 30 cm acima da cota de assentamento prevista, sendo a parcela final removida manualmente.

b) Preparação para a Concretagem

Antes da concretagem o solo ou rocha de apoio das sapatas deve ser vistoriado pelo engenheiro, que confirmará *in loco* a capacidade de suporte do material. Esta inspeção pode ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos de campo.

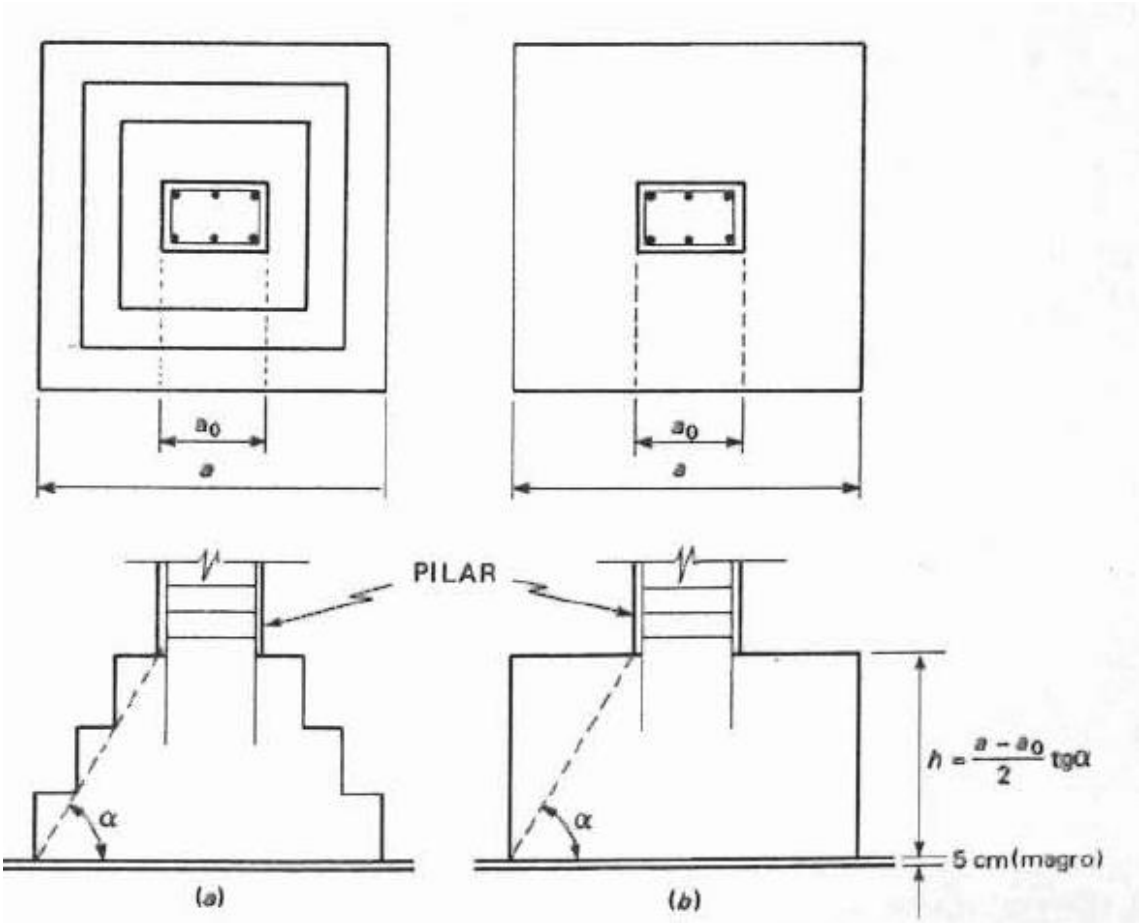
Caso haja necessidade de aprofundar a cava da sapata, pode-se preencher a diferença de cota de assentamento com concreto (fck ≥ 10 MPa) ou aumentar o comprimento do pilar. Nesse caso deve-se consultar o projetista estrutural.

O preenchimento com concreto deve ocupar todo o fundo da cava e não só a área de projeção da sapata.

2.2 – BLOCO

Os blocos são elementos de grande rigidez executados com concreto simples ou ciclópicos, dimensionados de modo que as **tensões de tração** nele produzidas possam ser **resistidas pelo concreto**, **sem necessidade de armadura**.

Pode ter suas faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar normalmente em planta seção quadrada ou retangular.

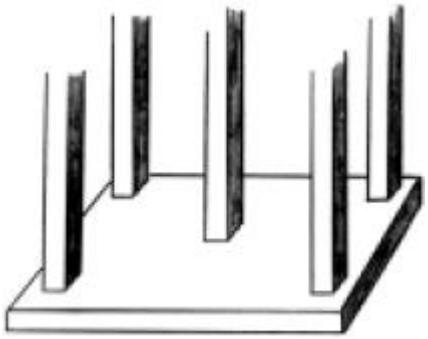




Não confundir blocos de fundação com blocos de coroamento ou de capeamento, os quais são construídos sobre estacas ou tubulões, e são armados de modo a transmitir a carga dos pilares para as estacas ou os tubulões.

2.3 – RADIER

Elemento de fundação superficial que **abrange todos os pilares** da obra ou carregamentos distribuídos (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.).

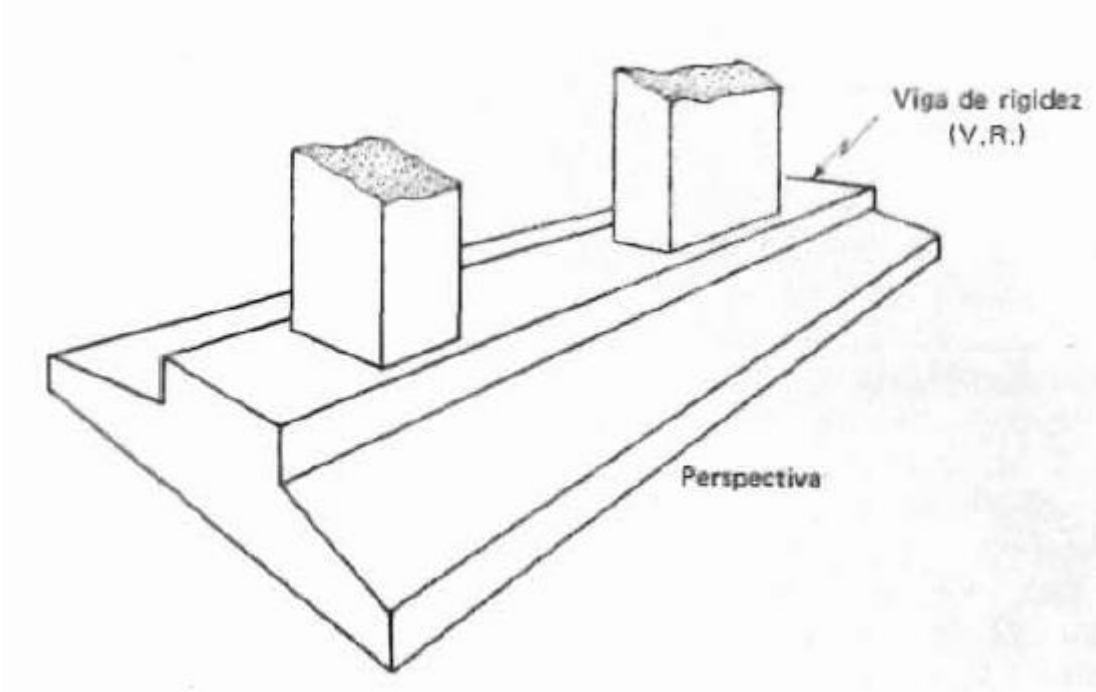


2.4 – SAPATA ASSOCIADA (OU RADIER PARCIAL)

Sapata **comum a vários pilares**, cujos **centros**, em planta, **não estejam** situados em um mesmo **alinhamento**.

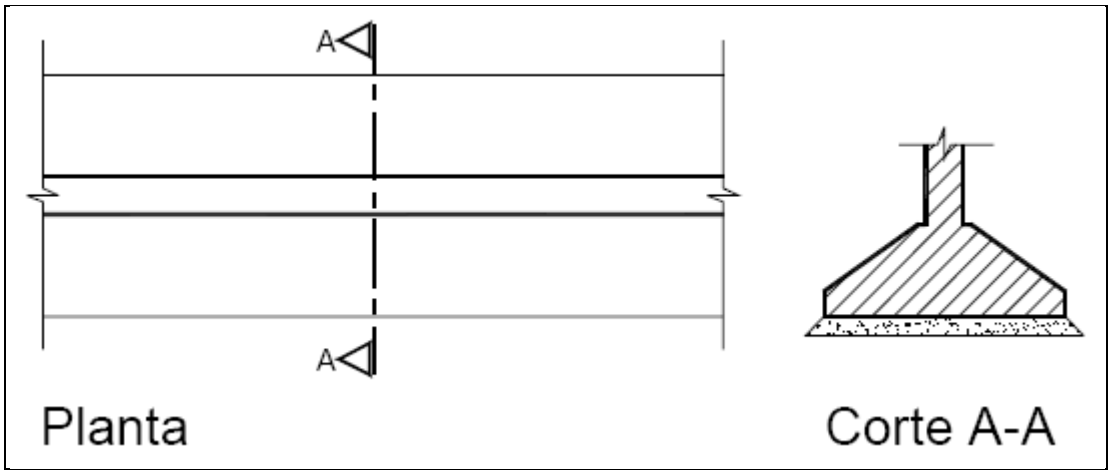
2.5 – VIGA DE FUNDAÇÃO

Elemento de fundação superficial **comum a vários pilares**, cujos **centros**, em planta, estejam situados no **mesmo alinhamento**.

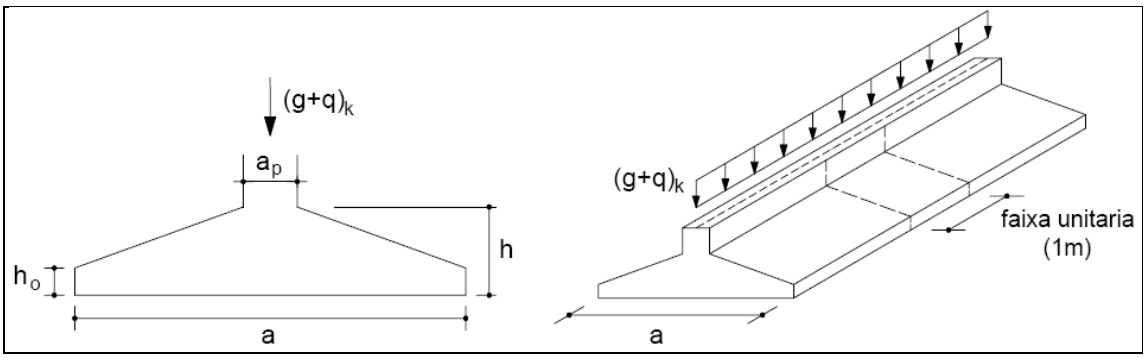


2.6 – SAPATA CORRIDA

Sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente.



Fonte: <www.ufsm.br>



Fonte: <www.ufsm.br>

2.7 – OUTRAS CONSIDERAÇÕES SOBRE SAPATAS

De acordo com o livro Exercícios de Fundações, do autor Urbano Alonso Rodriguez, as fundações rasas só são vantajosas quando a área ocupada pela fundação abranger, no máximo, de 50% a 70% da área disponível. E de uma maneira geral, esse tipo de fundação não deve ser usada nos seguintes casos:

- aterro mal compactado;

- argila mole;

- areia fofa e muito fofa;

- existência de água onde o rebaixamento do lençol freático não se justifica economicamente.

Relembrando, quando a sapata suporta apenas um pilar diz-se que ela é uma sapata isolada. Caso o pilar seja de divisa (fronteira com o terreno vizinho), a sapata é chamada de divisa. Quando a sapata suporta dois ou mais pilares, cujos centros, em planta, estejam alinhados, é denominada

viga de fundação. Quando a sapara é comum a vários pilares, cujos centros, em planta, não estejam alinhados é denominada sapata associada ou radier parcial

De acordo com o mesmo livro, para se obter um projeto econômico, deve ser feito o maior número possível de sapatas isoladas. Só no caso em que a proximidade entre dois ou mais pilares resultem na sobreposição das sapatas isoladas deve-se lançar mão de uma sapara associada ou de uma viga de fundação.

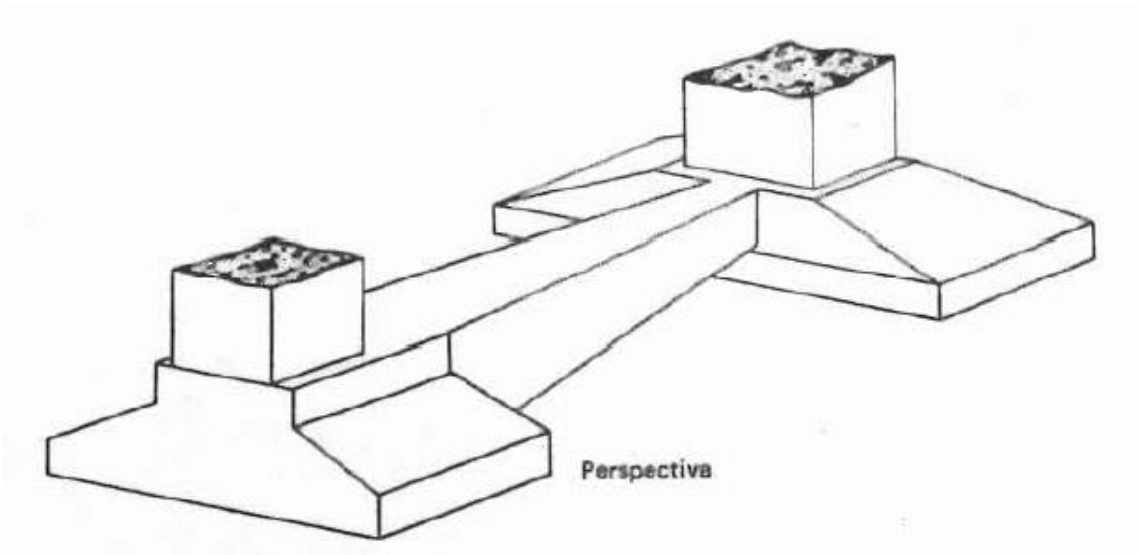
A viga que une os dois pilares, de modo a permitir que a sapata trabalhe com tensão constante, denomina-se viga de rigidez.

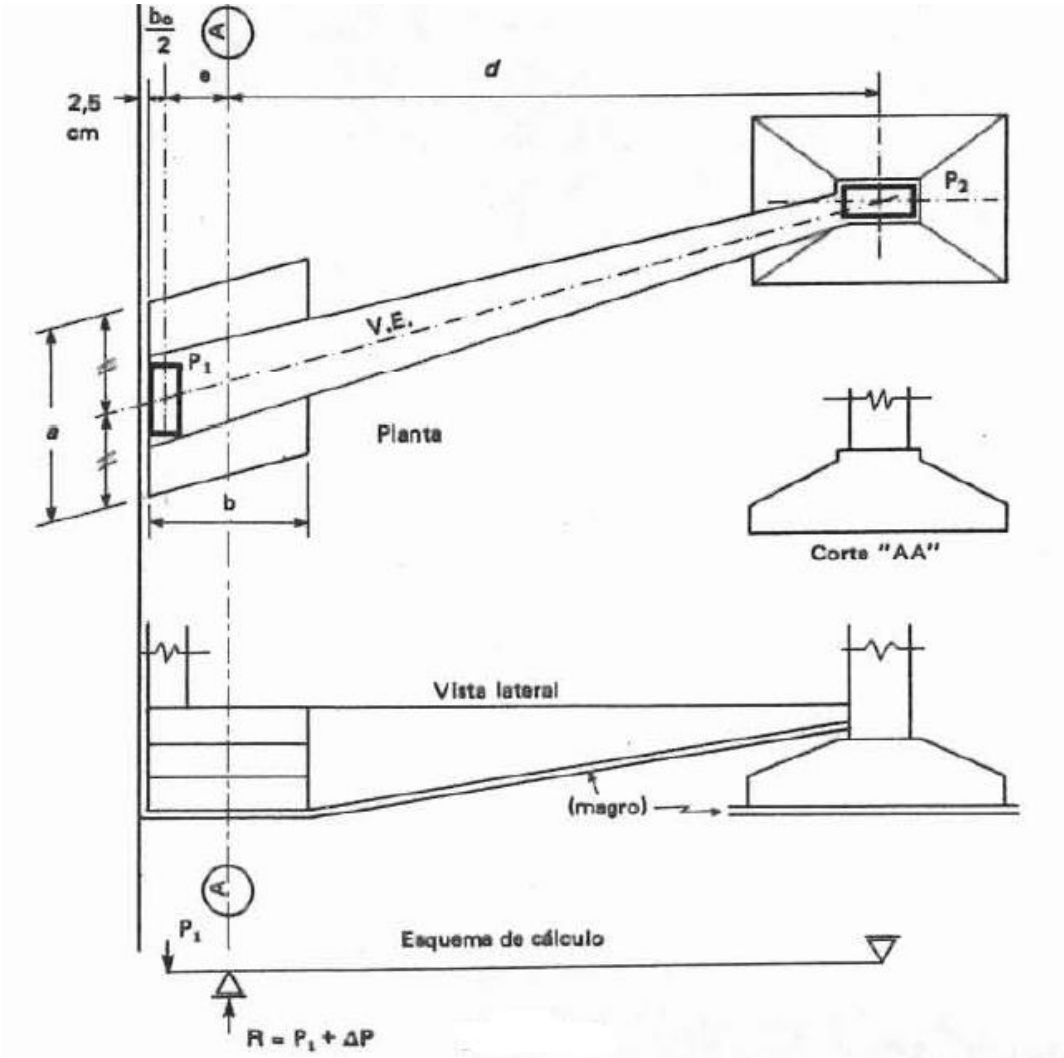
Em regra, o condicionamento econômico da sapata associada está diretamente ligado à obtenção de uma viga de rigidez econômica. Para tanto, deve-se buscar que os momentos negativos desta viga sejam aproximadamente iguais ao momento positivo, em módulo.

Nos casos de pilares de divisa ou próximos a obstáculos onde não seja possível fazer com que o centro de gravidade da sapata coincida com o centro de carga do pilar, pode-se adotar uma viga de equilíbrio ou viga-alavanca ligada a outro pilar, criando-se uma estrutura capaz de absorver o momento resultante da excentricidade decorrente do fato de o pilar ficar excêntrico com a sapata.

2.7.1 – VIGA DE EQUILÍBRIO

Elemento estrutural que **recebe as cargas** de um ou dois **pilares** (ou pontos de carga) e é dimensionado de modo a **transmiti-las centradas às fundações**. Da utilização de viga de equilíbrio resultam cargas nas fundações, diferentes das cargas dos pilares nelas atuantes.





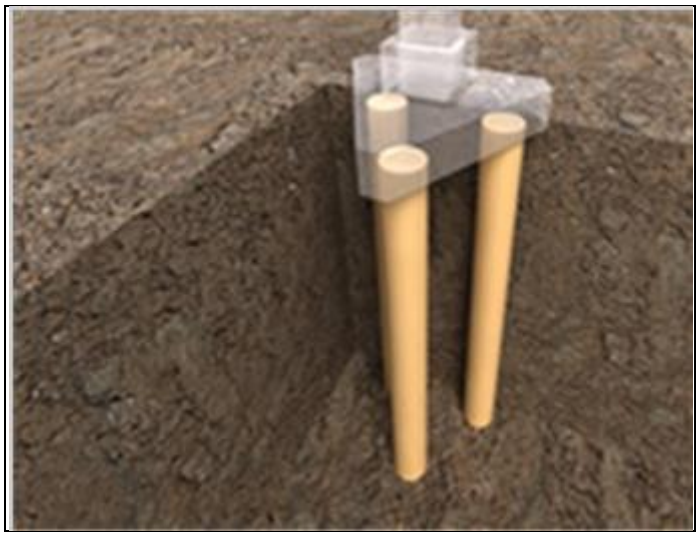
Notas:

a) Quando ocorre uma redução da carga, a fundação deve ser dimensionada, considerando-se apenas 50% desta redução.

b) Quando da soma dos alívios totais puder resultar tração na fundação do pilar interno, o projeto de fundação deve ser reestudado.

3 – FUNDAÇÃO PROFUNDA

Elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, e que está assente em **profundidade** superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e **no mínimo 3 m**, salvo justificativa. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas, os tubulões e os caixões.



Fonte: < www.leonardi.com.br>

É obrigatório o uso de lastro de concreto magro com espessura não inferior a 5 cm para a execução do bloco de coroamento de estaca ou tubulão.

3.1 – ESTACA

Elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, **sem que**, em qualquer fase de sua execução, **haja descida de operário**. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in loco* ou mistos.

A estaca mista é um tipo de fundação profunda constituída de dois (e não mais do que dois) elementos de materiais diferentes (madeira, aço, concreto pré-moldado e concreto moldado in loco).

A estaca mista deve satisfazer aos requisitos correspondentes aos dois tipos de materiais associados, conforme considerados anteriormente em estacas de um único elemento estrutural.

3.1.1 – ESTACAS MOLDADAS *IN LOCO*

As estacas moldadas *in loco* são executadas enchendo-se de concreto ou argamassa perfurações previamente executadas no terreno, através de escavações ou de deslocamento do solo pela cravação de soquete ou de tubo de ponta fechada.

O deslocamento do solo é quando não há retirada de material da perfuração.

Estas perfurações, quando escoradas, podem ter suas paredes suportadas por revestimento a ser recuperado ou a ser perdido, ou por lama tixotrópica (lama bentonítica).

a) Estaca Raiz

Estaca armada e preenchida com argamassa de cimento e areia, moldada *in loco*, executada através de perfuração rotativa ou roto-percussiva, revestida integralmente, no trecho em solo, por um conjunto de tubos metálicos recuperáveis.

A estaca raiz é armada em todo seu comprimento.

Elas possuem diâmetro nominal entre 150 mm a 500 mm.

A perfuração em solo é executada por meio de perfuratriz rotativa ou roto-percussiva que desce o revestimento através de rotação com o uso de circulação direta de água injetada no seu interior.

Quando ocorrerem solos muito duros ou muito compactos, pode-se executar pré-perfuração avançada por dentro do revestimento.

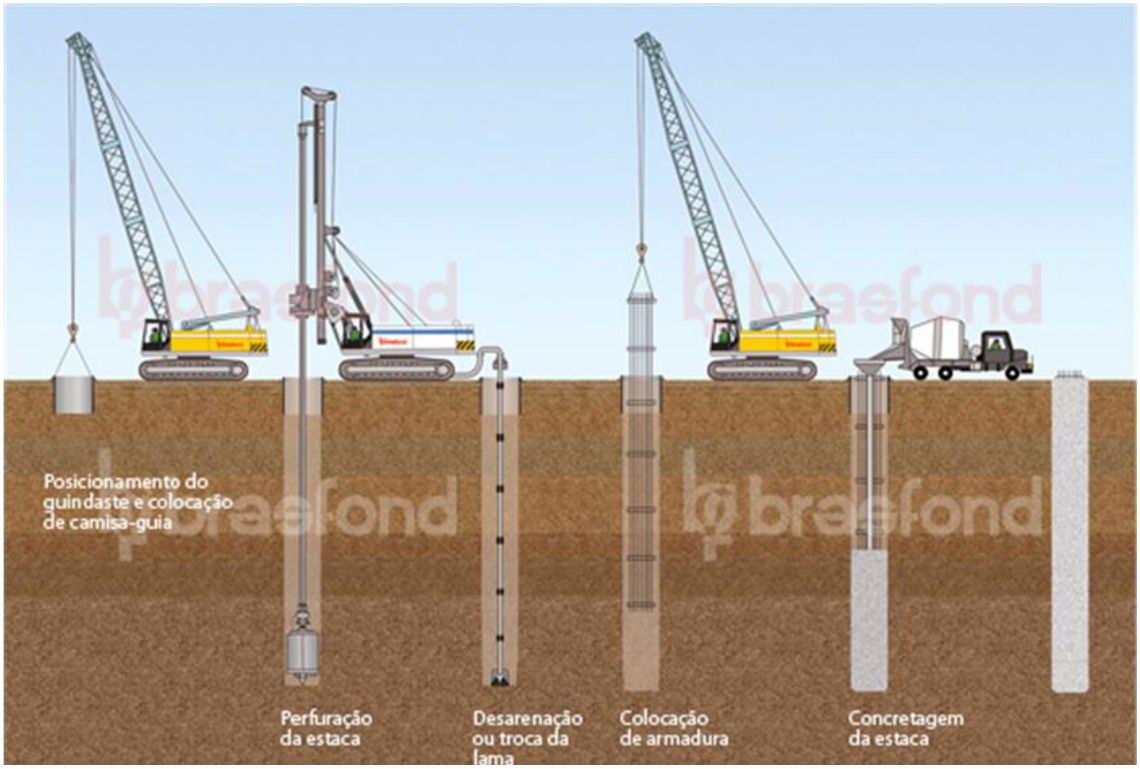
Ao se encontrar matacões ou topo de rocha, a perfuração é prosseguida por dentro do revestimento mediante emprego de equipamento adequado para perfuração de rocha. Esta operação, necessária para atravessar o matacão ou embutir a estaca na rocha, causa, usualmente, uma diminuição do diâmetro da estaca que deve ser considerada no dimensionamento.

Após o término da perfuração e antes do início do lançamento da argamassa, se limpa internamente o furo através da utilização da composição de lavagem e, posteriormente, procede-se à descida da armadura, montada em feixe ou em gaiola, que é apoiada no fundo do furo.

O furo é preenchido com argamassa mediante bomba de injeção, através de um tubo descido até a ponta da estaca. O preenchimento é feito de baixo para cima até a expulsão de toda água de circulação contida no interior do revestimento.

Após o preenchimento do furo, inicia-se a extração do revestimento.

Periodicamente, coloca-se a cabeça de injeção no topo do revestimento e aplica-se pressão que pode ser de ar comprimido ou através da bomba de injeção de argamassa. Após a aplicação da pressão e retirada dos tubos de revestimento, o nível da argamassa é completado.



Fonte: <www.brasfond.com.br>

A utilização de lama estabilizante pode afetar a aderência entre a estaca e o solo. Normalmente uma lavagem com água pura é suficiente para eliminar esse inconveniente.

Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

A argamassa a ser utilizada deve ter fck > 20 MPa e deve satisfazer as seguintes exigências:

a) consumo de cimento ≥ 600 kg/m^3;

b) fator água/cimento entre 0,5 e 0,6;

c) agregado: areia e/ou pedrisco.

b) Estaca Escavada com Injeção ou Microestaca

A microestaca é uma estaca moldada *in loco*, executada através de perfuração rotativa com tubos metálicos (revestimento) ou roto-percussiva por dentro dos tubos, no caso de matacão ou rocha. Esta estaca é armada e injetada, com calda de cimento ou argamassa, através de tubo "manchete", visando aumentar a resistência do atrito lateral.

Este tipo de estaca comporta duas variantes com relação à armadura: na primeira delas introduz-se um tubo metálico com função estrutural, dotado de manchetes para a injeção e na segunda a armadura é constituída de barras (ou gaiola) e a injeção é feita através de um tubo plástico também dotado de manchetes.

A perfuração em solo é executada por meio de perfuratriz rotativa que desce o revestimento através de rotação com o uso de circulação direta de água injetada no seu interior. Quando ocorrerem solos muito duros ou muito compactos, pode-se executar pré-perfuração avançada por dentro do revestimento.

Ao se alcançar matacão ou topo rochoso, a perfuração é prosseguida por dentro do revestimento mediante emprego de martelo de fundo ou sonda rotativa. Esta operação, necessária para atravessar o matacão ou embutir a estaca na rocha causa, usualmente, uma diminuição do diâmetro da estaca que deve ser considerada no dimensionamento.

Antes da colocação da armadura se limpa internamente o furo através de lavagem. Posteriormente é descida a armadura constituída de tubo metálico manchetado ou gaiola que é apoiada no fundo do furo.

Quando em gaiola, as barras são montadas com um tubo de PVC manchetado. As bainhas deverão ser espaçadas no máximo 1 m.

A calda de cimento é aplicada por meio de bomba de injeção, através de hastes dotadas de obturadores duplos. A primeira injeção, chamada injeção da bainha ou preenchimento, deve ser feita a partir da extremidade inferior do tubo e deve preencher o espaço anelar entre o tubo e o furo. O revestimento é retirado após a injeção da bainha.

As injeções posteriores (primária, secundária, etc.) são feitas de baixo para cima em cada manchete, verificando-se os volumes, as pressões e critérios de injeção previstos em projeto.

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

A argamassa a ser utilizada ter fck > 20 MPa e deve satisfazer as seguintes exigências:

a) consumo de cimento não inferior a 600 kg/m3;

b) fator água I cimento entre 0,5 e 0,6; e

c) agregado: areia e pedrisco.

c) Estaca Tipo Broca

Tipo de fundação profunda executada por **perfuração com trado manual** e posterior concretagem, sempre acima do lençol freático, ou seja, é uma estaca escavada mecanicamente (sem emprego de revestimento ou de fluido estabilizante).

Recomenda-se para as estacas tipo broca um **diâmetro mínimo de 20 cm e máximo de 50 cm**. Estas estacas são indicadas para pequenas cargas (da ordem de 50 a 100 kN).

O concreto deve ser lançado do topo da perfuração com o auxílio de funil, devendo apresentar **fck ≥ 15 Mpa**, **consumo de cimento > 300 kg/m^3** e consistência plástica.

Em geral, estas estacas não são armadas, utilizando-se somente ferros de ligação com o bloco. Quando necessário, a estaca pode ser armada para resistir aos esforços da estrutura.

A perfuração manual restringe a utilização destas estacas a pequenas cargas pela pouca profundidade que se consegue alcançar (da ordem de 6 a 8 m) e também pela não garantia de verticalidade do furo.



Fonte: <www.ufsm.br>

Pode-se também executar a perfuração com o emprego de soquete. Nesse caso, a estaca broca será do tipo estaca apiloada.

d) Estaca Tipo Strauss

É uma estaca de concreto moldada *in loco*, executada através da escavação, mediante emprego de uma sonda (piteira), com a simultânea introdução de revestimento metálico em segmentos rosqueados, até que se atinja a profundidade projetada.

O processo consiste na retirada de terra com sonda ou piteira e a simultânea introdução de tubos metálicos rosqueáveis entre si, até atingir a profundidade desejada e o posterior lançamento do concreto e a retirada gradativa do revestimento e o simultâneo apiloamento do concreto.

O revestimento integral assegura a estabilidade da perfuração e garante as condições para que não ocorra a mistura do concreto com o solo ou o estrangulamento do fuste da estaca.

Este tipo de estaca não deve ser utilizado em areias submersas ou em argilas muito moles saturadas.

Apresenta capacidade de carga menor que as estacas Franki e pré-moldadas de concreto, assim como **limitação quanto à presença de lençol freático**.

Elas abrangem uma faixa de carga da ordem de 200 a 800 kN.

A estaca Strauss é indicada para locais confinados devido ao equipamento ser pequeno e leve, e **provoca pouca vibração**.

Quando executadas uma ao lado da outra (estacas justapostas), podem servir de cortina de contenção para a execução de subsolos (desde que devidamente armadas).

A perfuração é iniciada com um soquete, até uma profundidade de 1 m a 2 m. O furo feito com o soquete serve de guia para introdução do primeiro tubo de revestimento, dentado na extremidade inferior, chamado "coroa". Após a introdução da coroa, o soquete é substituído pela sonda (piteira), a qual, por golpes sucessivos, vai retirando o solo do interior e abaixo da "coroa", que vai sendo introduzida no terreno. Quando a coroa estiver toda cravada, é rosqueado o tubo seguinte, e assim por diante, até que se atinja a profundidade prevista para a perfuração ou as condições previstas para o terreno. Imediatamente antes da concretagem, deve ser feita a limpeza completa do fundo da perfuração, com total remoção da lama e da água eventualmente acumuladas durante a perfuração.



Fonte:<www.mrsondagens.com>



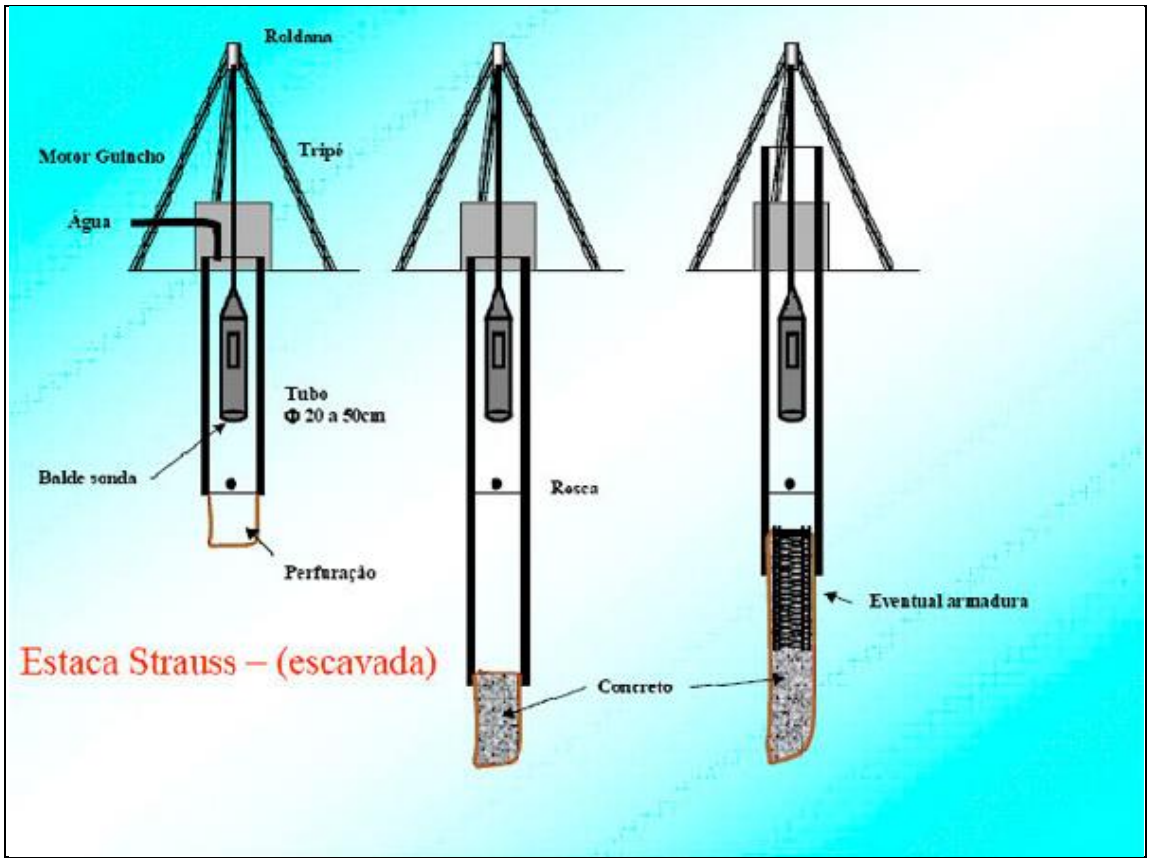
Fonte:<www.mrsondagens.com>

Caso as características do terreno permitam, o revestimento com o tubo pode ser parcial.

Recomenda-se que as estacas Strauss tenham o seu **diâmetro limitado a 500 mm**.

Com o furo completamente esgotado e limpo, é lançado o concreto em quantidade suficiente para se ter uma coluna de aproximadamente 1 m (ponta da estaca). Sem puxar a linha de tubos de revestimento, apiloa-se o concreto, para formar uma espécie de bulbo.

Para a execução do fuste, o concreto é lançado dentro da linha de tubos e, à medida que é apiloado, vão sendo retirados os tubos com o emprego do guincho manual. Para garantia de continuidade do fuste, deve ser mantida dentro da linha de tubos, durante o apiloamento, uma coluna de concreto suficiente para que este ocupe todo o espaço perfurado e eventuais vazios e deformações no subsolo. O pilão não deve ter oportunidade de entrar em contato com o solo da parede ou base da estaca, para não provocar desabamento ou mistura de solo com o concreto; este cuidado deve ser reforçado no trecho eventualmente não revestido.



Fonte: < www.fxsondagens.com.br>

O concreto utilizado deve apresentar **fck ≥20 Mpa**, **consumo de cimento ≥ 300 kg/m^3** e abatimento ou *slump test* entre 8 e 12 cm para estacas não armadas e de 12 a 14 cm para estacas armadas.

Caso ao final da perfuração exista água no fundo do furo que não possa ser retirada pela sonda, deve-se lançar um volume de concreto seco para obturar o furo. Neste caso, deve-se desprezar a contribuição da ponta da estaca na sua capacidade de carga.

No caso das estacas não sujeitas a tração ou a flexão, a armadura é apenas de arranque sem função estrutural e as barras de aço podem ser posicionadas no concreto, uma a uma, sem estribos, imediatamente após a concretagem, deixando-se para fora a espera prevista em projeto.

Para estacas armadas, a gaiola de armadura deve ser introduzida no revestimento antes da concretagem. Neste caso o soquete deve ter diâmetro menor que o da armadura.

Nas estacas dimensionadas para suportar tração ou flexão, o projeto da armadura deve obedecer aos seguintes critérios:

a) o diâmetro mínimo para execução de estacas armadas é de 32 cm;

b) os estribos devem ter espaçamento entre 15 e 30 cm.

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deverá ser exposta abaixo da cota de arrasamento e, se possível, até o nível d'água, para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

e) Estaca Tipo Franki

Estaca moldada in loco executada pela cravação, por meio de sucessivos golpes de um pilão, de um tubo de ponta fechada por uma bucha seca constituída de pedra e areia previamente firmada na extremidade inferior do tubo por atrito. Esta estaca possui base alargada e é integralmente armada.

Atingida a cota de apoio, procede-se à expulsão da bucha, execução de base alargada, instalação da armadura e execução do fuste de concreto apiloado com a simultânea retirada do revestimento.

A execução da estaca pode apresentar alternativas executivas em relação aos procedimentos da estaca padrão como, por exemplo: perfuração interna (denominado “cravação à tração”), fuste pré-moldado; fuste encamisado com tubo metálico perdido; fuste executado com concreto plástico vibrado ou sem execução de base alargada.

A cravação do tubo é executada por meio de golpes do pilão na bucha seca que adere ao tubo por atrito até a obtenção da nega.

As negas de cravação do tubo devem ser obtidas de duas maneiras em todas as estacas:

a) para 10 golpes de 1,0 m de altura de queda do pilão; e

b) para 1 golpe de 5,0 m de altura de queda do pilão.

O seu processo executivo (cravação de um tubo com a ponta fechada e execução de base alargada) causa muita vibração.

Atingida a cota de projeto e obtida a nega especificada, se expulsa a bucha através de golpes do pilão com o tubo preso à torre. A seguir introduz-se um volume de concreto seco (fator água/cimento = 0.18) formando assim a base.

Na confecção da base é necessário que os últimos 0,15 m^3 sejam introduzidos com uma energia mínima de 2,5 MN x m para as estacas com diâmetro igual ou inferior a 450 mm e de 5,0 MN x m para estacas com diâmetro de 450 mm até 600 mm. Para as estacas com diâmetros de 700 mm os últimos 0,25 m^3 devem ser introduzidos com uma energia mínima de 9,0 MN x m. Em caso de volume diferente, a energia deve ser proporcional ao volume.

A energia é obtida pelo produto do peso do pilão pela altura de queda e pelo número de golpes.

Ao final da execução da base, coloca-se a armadura que deve ser nela ancorada.

A armadura é integral, pois faz parte do processo executivo da estaca e também é fundamental para permitir o controle executivo. É constituída de no mínimo quatro barras de aço CA-50. A extremidade inferior da ferragem é feita com aço CA-25 (em forma de cruzeta) soldada à armadura principal.

A concretagem do fuste é feita lançando-se sucessivas camadas de pequeno volume de concreto seco (fator água/cimento = 0.36) com apiloamento e simultânea retirada do tubo. No caso de fuste vibrado o fator a/c deverá ser adequado a essa metodologia executiva.

Nesta operação deve-se garantir uma altura mínima de concreto dentro do tubo.

A concretagem deve ser feita até pelo menos 0,30m acima da cota de arrasamento.

Deverá ser controlado o encurtamento da armadura durante a execução do fuste.

No caso de execução de uma estaca tipo Franki é necessário que todas as demais estacas situadas em um círculo igual a seis vezes o diâmetro da estaca estejam cravadas e concretadas há pelo menos 12 horas.

Quando se deseja eliminar o risco de levantamento das estacas vizinhas ou minimizar os efeitos de vibração, deve-se empregar metodologia executiva apropriada, como pré-furo, “cravação a tração” ou furo de alívio.

Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deverá ser exposta abaixo da cota de arrasamento e, se possível, até o nível d'água, para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

O **consumo mínimo de cimento é de 350 kg/m^3** e o fck do concreto deve ser ≥ 20 MPa.

A faixa de carga dessas estacas é de 550 a 1.700 kN.

Não se recomendam essas estacas nos seguintes casos:

- terrenos com matacões;

- locais com construções vizinhas precárias;

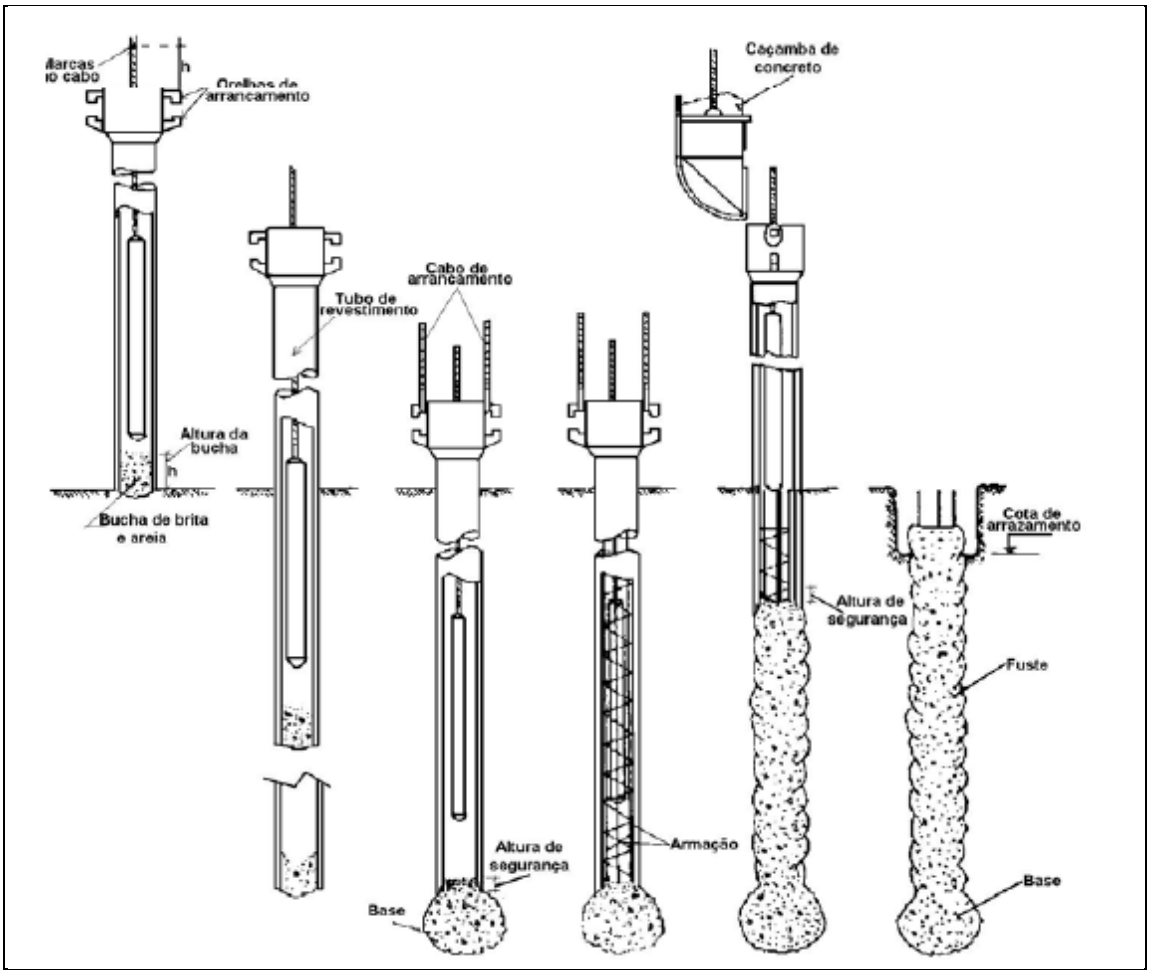
- terrenos com camadas de argila mole saturada (problema de estrangulamento de fuste).

Neste último caso, um possível recurso é reforçar a própria argila mole como uso de areia, cravando-se o tubo, que a seguir é cheio de areia e arrancando o mesmo. A seguir, recrava-se o tubo (com a bucha refeita). A adição de areia na argila mole pode ser feita mais de uma vez.

Outro recurso possível é a concretagem em argilas moles, que consiste em preencher totalmente o tubo de concreto plástico e, a seguir, removê-lo com auxílio de martelo vibratório (estacas com fuste vibrado).

Ao contrário das estacas pré-moldadas, essas estacas são recomendadas para o caso de a camada resistente encontrar-se a profundidades variáveis.

No caso de terrenos com pedregulhos ou pequenos matacões relativamente dispersos, pode-se utilizar esse tipo de estacas.



f) Estaca Hélice

As estacas hélice podem ser do tipo contínua monitorada ou do tipo de deslocamento monitorada.

f.1) Estaca Hélice Contínua Monitorada

Estaca de concreto moldada *in loco*, executada mediante a introdução no terreno, por rotação, de um trado helicoidal contínuo. A injeção de concreto é feita pela haste central do trado simultaneamente à sua retirada. A **armadura** é sempre colocada **após a concretagem da estaca**.

O concreto é bombeado pelo interior da haste com sua simultânea retirada. A ponta da haste é fechada por uma tampa para evitar entrada de água ou contaminação do concreto pelo solo. Esta tampa é aberta pelo peso do concreto no início da concretagem.

A retirada da hélice necessita ser puxada por um guindaste na ponta do equipamento, uma vez que a pressão do concreto não é suficiente para a remoção.

Se a concretagem da estaca for feita com o trado girando, este deve girar no sentido da perfuração.

O concreto utilizado deve apresentar resistência característica **fck de 20 Mpa**, ser bombeável, com **abatimento de 22 ± 3 cm**, e composto de cimento, areia e pedrisco, com **consumo mínimo de cimento de 400 kg/m^3**, **fator água/cimento ≤ 0,6**, e % de argamassa em peso ≥ 55%.

A **colocação da armadura**, em forma de gaiola deve ser feita imediatamente **após a concretagem**. Sua descida pode ser auxiliada por peso ou vibrador. A armadura deve ser enrijecida para facilitar a sua colocação.

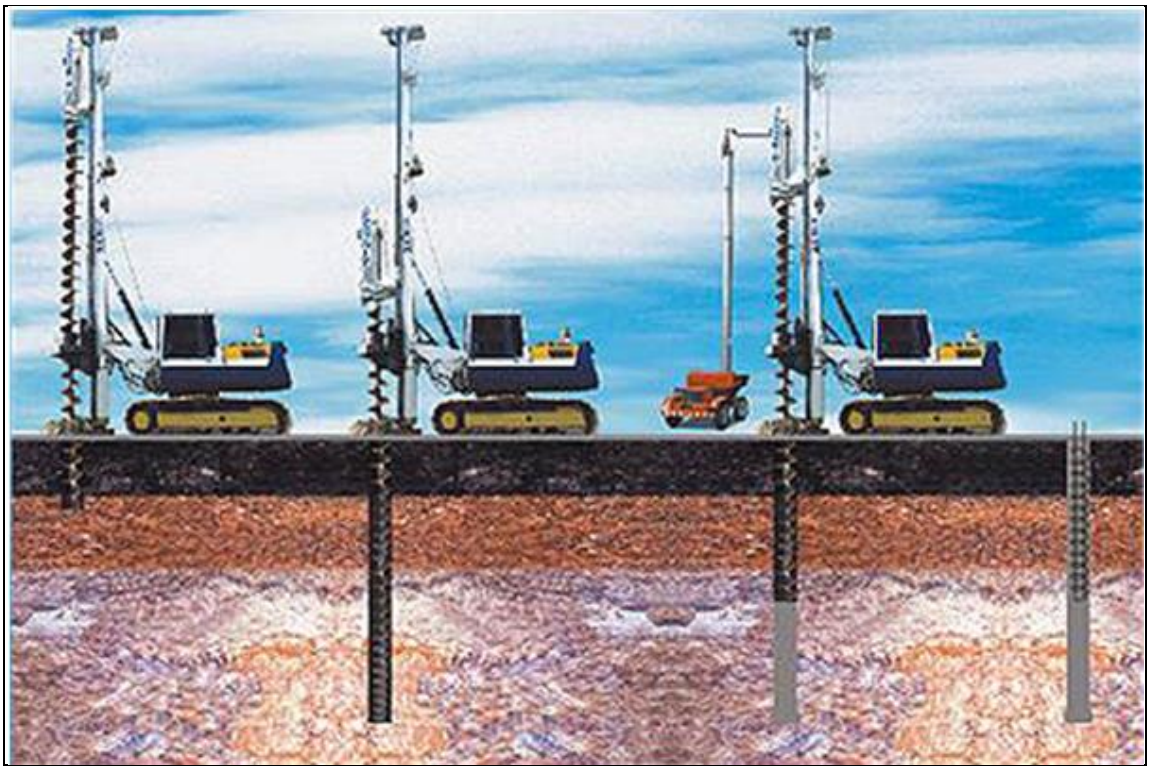
Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

Essas estacas são indicadas para áreas urbanas, por não ocasionar vibrações e ruídos exagerados. São utilizadas também cm pré-escavações para introdução de perfis metálicos, caso não se deseje uma estaca moldada in loco.

O que mais caracteriza o sistema é a alta produtividade e o número reduzido de pessoas para a execução das estacas.



Fonte: <www.leonardi.com.br>



Fonte:<www.solossantini.com.br>

A estaca pode ser executada com inclinação de até 14°.

O torque e o arranque do equipamento do trado helicoidal variam de acordo com o diâmetro e comprimento da estaca.

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros (estaca de maior diâmetro) em intervalo inferior a 12 h. Isso porque a concretagem é feita sob pressão e o concreto tem abatimento alto, o que pode provocar ruptura do solo entre elas.

Pelo menos 1% das estacas, ou no mínimo uma, deve ser exposta abaixo da cota de arrasamento e, se possível, até o nível d'água, para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

Quando só existem forças de compressão que aplicam a tensão máxima na estaca de 5 MPa, costuma-se dispensar a armadura.

f.2) Estaca Hélice de Deslocamento Monitorada

É uma estaca de deslocamento, de concreto moldado in loco, mediante a introdução no terreno, por rotação, de um trado com características tais que ocasionam um deslocamento do solo junto ao fuste e à ponta, **não havendo retirada de solo**. A injeção de concreto é feita pelo interior do tubo central.

Devido à grande resistência desenvolvida durante a perfuração, o equipamento deverá ter um torque compatível com o diâmetro da estacas e características do terreno, sendo de no mínimo de 200 kN.m. Os diâmetros usuais das estacas hélice de deslocamento variam entre 310 mm e 610 mm.

Além disso, a estaca hélice de deslocamento apresenta a peculiaridade de permitir que a armadura seja colocada pelo tubo central do trado antes da concretagem. Neste caso a tampa metálica será perdida.

g) Estacas Escavadas com Uso de Fluído Estabilizante

São estacas escavadas com uso de fluído estabilizante que pode ser lama bentonítica ou polímero sintético para sustentação das paredes da escavação.

A concretagem é submersa, com o concreto deslocando o fluido estabilizante em direção ascendente para fora do furo.

Podem ter seções circulares, também denominadas "estacões", retangulares (denominadas barretes) ou parede-diafragma quando contínuas.

g.1) Escavação

Antes de iniciar a escavação da estaca e com o objetivo de guiar a ferramenta de escavação, deve ser cravada uma camisa metálica ou executada uma mureta-guia. Estas guias devem ser cerca de 5 cm maiores que a estaca projetada, e devem ser embutidas no terreno com um comprimento não inferior a 1m.

A escavação da estaca é feita simultaneamente ao lançamento do fluido, cuidando-se para que o seu nível esteja sempre, no mínimo, 1,50 m acima do lençol freático.

A perfuração deve ser contínua até a sua conclusão. Caso não seja possível, o efeito da interrupção deve ser analisado devendo ser adotadas medidas que garantam a carga de projeto, como por exemplo, o seu aprofundamento.

Uma vez terminada a escavação e antes da concretagem deve ser verificada a porcentagem de areia em suspensão na lama e em função deste valor proceder-se-á à sua troca ou desarenação para garantir sua qualidade durante toda a concretagem.

Em se tratando do polímero, a decantação é imediata, não necessitando de desarenação, apenas limpeza do fundo.

Em função da especificação do projeto pode ser necessária também uma plena limpeza do fundo da escavação com “air-lift” a fim de melhorar o contato concreto-solo ou rocha.

g.2) Colocação da Armadura

Antes do início da concretagem, e estando o fluido dentro das especificações indicadas, é feita a colocação da armadura de projeto. A armadura deve ser colocada com espaçadores para assegurar o cobrimento de projeto e sua centralização.

g.3) Concretagem

A técnica de concretagem é submersa e contínua. Utiliza-se tubo tremonha e a concretagem é executada imediatamente após as operações anteriores devendo ser feita, até no mínimo, 50 cm acima da cota de arrasamento.

O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

a) consumo de cimento mínimo de 400 kg/m3;

b) abatimento ou "slump test" igual a 22 ± 3 cm;

a) fator água/cimento ≤ 0,6;

b) dimensão máxima do agregado: 19mm (brita 1);

c) % de argamassa em massa: 55%;

d) traço tipo bombeado;

e) fck > 20 MPa.

É permitido o uso de agregados miúdos artificiais.

g.4) Demais Detalhes de Execução

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a 5 diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro. No caso de parede-diafragma o prazo para concretagem de painéis contíguos é de 24 horas.

Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deverá ser exposta abaixo da cota de arrasamento e, se possível, até o nível d'água, para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

g.5) Lama Bentonítica

É uma lama formada pela mistura de bentonita com água limpa, em misturadores de alta turbulência, com uma concentração variável em função de viscosidade e densidade que se pretende obter.

A lama bentonítica, depois de misturada, deve ficar em repouso por 12 horas para sua plena hidratação e deve possuir teor de areia de até 3%.

A **bentonita** é uma argila produzida a partir de jazidas naturais, sofrendo, em alguns casos, um beneficiamento. O argilo-mineral predominante é a **montmorilonita** sódica, o que explica sua tendência ao inchamento.

A lama bentonítica possui as seguintes características:

- **estabilidade** produzida pelo fato de a suspensão de bentonita se manter por longo período;

- **capacidade de formar** nos vazios do solo e especialmente junto à superfície lateral da escavação uma **película impermeável (cake)**;

- **tixotropia**, isto é, ter um comportamento **fluido quando agitada**, porém capaz de formar um **"gel" quando em repouso**.

3.1.2 – Estacas Pré-Moldadas

As estacas pré-moldadas caracterizam-se por serem cravadas no terreno por percussão, prensagem ou vibração e por fazerem parte do grupo denominado "**estacas de deslocamento**".

As **estacas cravadas são** atualmente **denominadas "estacas de deslocamento".**

As estacas pré-moldadas podem ser constituídas por um único elemento estrutural (madeira, aço, concreto armado ou protendido) ou pela associação de dois desses elementos (**e não mais do que dois**), quando será denominada "estaca mista".

3.1.2.1 – Estaca Cravada por Percussão

Tipo de fundação profunda em que a própria estaca ou um molde é introduzido no terreno por golpes de martelo (por exemplo: de gravidade, de explosão, de vapor, de diesel, de ar comprimido, vibratório). Em certos casos, esta cravação pode ser precedida por escavação ou lançagem.



Fonte: <www.meksol.com.br>



Fonte: <www.geotecnet.com.br>

a) Estacas de Madeira

As estacas de madeira são empregadas usualmente para obras provisórias. Se forem usadas para **obras permanentes, terão que ser protegidas** contra o ataque de fungos, bactérias aeróbicas, térmitas etc.

A ponta e o topo devem ter diâmetros maiores que 15 cm e 25 cm, respectivamente.

As estacas de madeira devem ter seus topos (cota de arrasamento) permanentemente abaixo do nível d'água.

Em terrenos com matacões, devem ser evitadas as estacas de madeira.

Quando se tiver que penetrar ou atravessar camadas resistentes, as pontas devem ser protegidas por ponteira de aço.

A cravação é normalmente executada com martelo de queda livre, cuja relação entre o peso do martelo e o peso da estaca seja a maior possível, respeitando-se a relação mínima de 1,0.

b) Estacas Metálicas ou de Aço

As estacas de aço podem ser constituídas por perfis laminados ou soldados, simples ou múltiplos, tubos de chapa dobrada (seção circular, quadrada ou retangular), tubo (com ou sem costura) e trilhos.

Sua faixa de carga varia em torno de 400 a 3.000 kN. Embora seja o tipo de estaca mais cara por unidade de carga, ela pode ser vantajosa nos seguintes casos:

- quando não se deseja vibração durante a cravação (principalmente se forem perfis simples);

- quando servem de apoio a pilares de divisa, pois eliminam o uso de vigas de equilíbrio e ajudam no escoramento no caso de subsolos (perfis com pranchões de madeira).

As estacas de aço devem resistir à corrosão pela própria natureza do aço ou por tratamento adequado. Quando inteiramente enterradas em terreno natural, independentemente da situação do lençol d'água, as estacas de aço dispensam tratamento especial. Havendo, porém, trecho desenterrado ou imerso em aterro com materiais capazes de atacar o aço, é obrigatória a proteção deste trecho com um encamisamento de concreto ou outro recurso adequado (por exemplo: pintura, proteção catódica, etc.).

As estacas devem ser retilíneas, assim consideradas as que apresentem flecha máxima de 0,2% do comprimento de qualquer segmento nela contido.

b.1) Cravação

A cravação pode ser feita por percussão, prensagem ou vibração.

Para evitar danificar a estaca durante a cravação por percussão, o uso de martelos mais pesados e com menor altura de queda é mais eficiente do que o uso de martelos mais leves e com grande altura de queda.

Na cravação com martelo de queda livre, o peso do martelo deve ser ≥ 10 kN (1 tf) ou ≥ 30 kN (3 tf) para estacas com carga de trabalho entre 0,7 MN (70 tf) e 1,3 MN (130 tf).

Pode-se adotar martelos automáticos ou vibratórios observando as recomendações dos fabricantes.

Caso a cota de arrasamento fique abaixo da cota do plano de cravação, pode-se utilizar elemento complementar, denominado prolonga ou suplemento, limitado a 2,5 m.

Para cravação em terrenos resistentes, podem ser empregadas pré-perfurações. Nesse caso, o eventual desconfinamento deve ser considerado pelo projetista.

As tensões de cravação não devem superar 80% da tensão de escoamento do aço, podendo esse limite ser aumentado em 10% caso sejam feitas medições da tensão durante a cravação.

Na cravação por percussão ou vibração, quando houver aproveitamento das sobras de estacas, os segmentos utilizados devem ter comprimento mínimo de 2 m. Isto não se aplica às estacas cravadas estaticamente.

Pode ocorrer relaxação ou cicatrização do terreno. Para sua identificação recomenda-se a determinação da nega descansada (alguns dias após a cravação). Se a nova nega for superior à obtida no final da cravação, deve-se recravar a estaca.

A relaxação ou cicatrização variam de poucas horas para solos não coesivos e até alguns dias para solos argilosos.

A transferência de esforços do bloco de coroamento para as estacas metálicas pode ser feita por chapas, fretagem, solda de vergalhões para aumento de aderência, entre outros.

c) Estacas Pré-Moldadas de Concreto

As estacas de concreto pré-moldado podem ser de concreto armado ou protendido, vibrado ou centrifugado, com qualquer forma geométrica da sua seção.

Da mesma forma que as estacas metálicas, a cravação de estacas pré-moldadas de concreto pode ser feita por percussão, prensagem ou vibração, assim como para evitar danificar a estaca durante a cravação por percussão, o uso de martelos mais pesados e com menor altura de queda é mais eficiente do que o uso de martelos mais leves e com grande altura de queda.

A faixa de carga dessas estacas varia na faixa entre 200 a 1.500 kN. Normalmente, não se recomendam essas estacas nos seguintes casos:

- terrenos com presença de matacões ou camadas de pedregulhos;

- terrenos em que a previsão da cota da ponta da estaca seja muito variável, de modo que não seja possível selecionar regiões de comprimento constante (a exemplo de solos residuais com a matriz próxima da região da ponta da estaca);

- caso de construções vizinhas em estado precário.

c.1) Cravação

Na cravação com martelo de queda livre, o peso do martelo deve ser ≥ 20 kN (2 tf) e ≥ 75% do peso da estaca ou ≥ 40 kN (4 tf) para estacas com carga de trabalho entre 0,7 MN (70 tf) e 1,3 MN (130 tf).

Caso a cota de arrasamento fique abaixo da cota do plano de cravação, pode-se utilizar elemento complementar, denominado prolonga ou suplemento, que pode ser de aço ou concreto, limitado a 3 m.

Para cravação em terrenos resistentes, podem ser empregadas pré-perfurações (sustentadas ou não) ou auxiliadas por jato d'água (lançagem). Nesse caso, o eventual desconfinamento deve ser considerado pelo projetista.

As tensões de compressão na cravação não devem superar 85% da resistência nominal do concreto. No caso de estacas protendidas, as tensões de tração devem ser ≤ 90% do valor da protensão mais 50% da resistência nominal do concreto à tração. No caso de estacas armadas as tensões de tração devem ser ≤ 70% da tensão de escoamento do aço da armadura. Esses limites podem ser aumentados em 10% caso sejam feitas medições da tensões durante a cravação.

As estacas pré-moldadas podem ser emendadas através de anéis soldados ou outros dispositivos. O uso de luvas de encaixe exige várias condições.

Pode haver aproveitamento das sobras de estacas, desde que se tenha um comprimento mínimo de 2 m e seja utilizado somente um segmento de sobra por estaca. Posteriormente, a sobra deverá ser o primeiro elemento a ser cravado.

Da mesma forma que para as estacas metálicas, pode ocorrer relaxação ou cicatrização do terreno. Para sua identificação recomenda-se a determinação da nega descansada (alguns dias após a cravação). Se a nova nega for superior à obtida no final da cravação, deve-se recravar a estaca.

No caso de estacas com concreto danificado abaixo da cota de arrasamento, deve-se fazer a demolição do trecho comprometido e recompô-lo até esta cota. Estacas cujo topo resulte abaixo da cota de arrasamento prevista devem ser emendadas fazendo-se o transpasse da armadura.

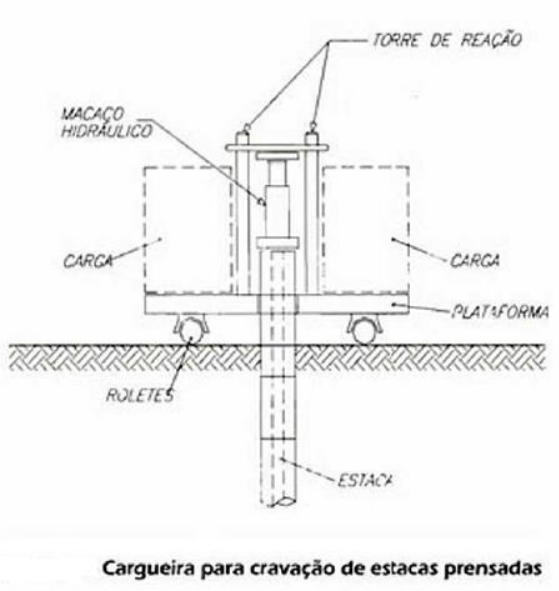
Pessoal, a questão a seguir, que caiu na prova da CGU, em 2008, complementa o assunto de preparo da cabeça e ligação com bloco de coroamento:

d) Estaca de Reação ou tipo Mega

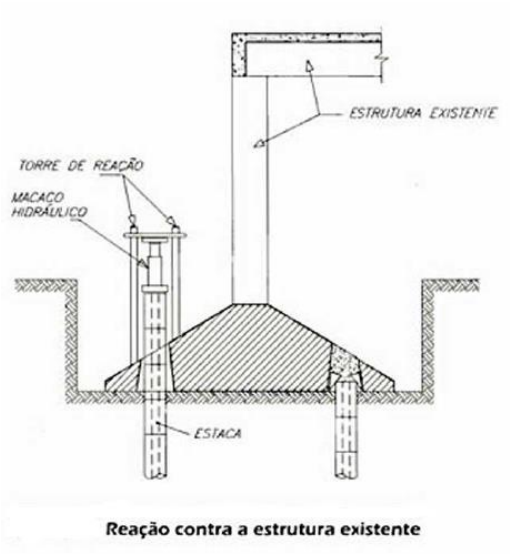
Também conhecidas como estacas prensadas, essas estacas, compostas por peças de concreto armado vazadas ou perfis metálicos, são cravadas com auxílio de um macaco hidráulico que reage contra uma cargueira ou contra a própria estrutura.

Embora sua origem esteja relacionada com o emprego em reforços de fundações, podem também ser usadas como fundação inicial nos casos em que há necessidade de reduzir a vibração ao máximo e quando nenhum outro tipo de estaca pode ser feito.

Sua faixa de carga situa-se em torno de 700 kN.



Cargueira para cravação de estacas prensadas



Reação contra a estrutura existente

d.1) Cravação

Deve ser realizada através de macaco hidráulico acionado por bomba elétrica ou manual.

Em solos porosos a cravação pode ser auxiliada através da saturação do solo e em areia compactas com jatos de água pelo interior do segmento.

Quando os segmentos forem de concreto a emenda será feita por simples superposição ou através de solidarizarão especificada em projeto. As emendas de segmentos metálicos serão feitas por solda ou rosca.

Finalizada a cravação é colocado o cabeçote sobre a estaca para permitir o encunhamento que deve ser feito por cunhas e calços. As cargas de cravação e de encunhamento deverão ser de no mínimo 1,5 vezes a carga admissível.

3.2 – TUBULÃO

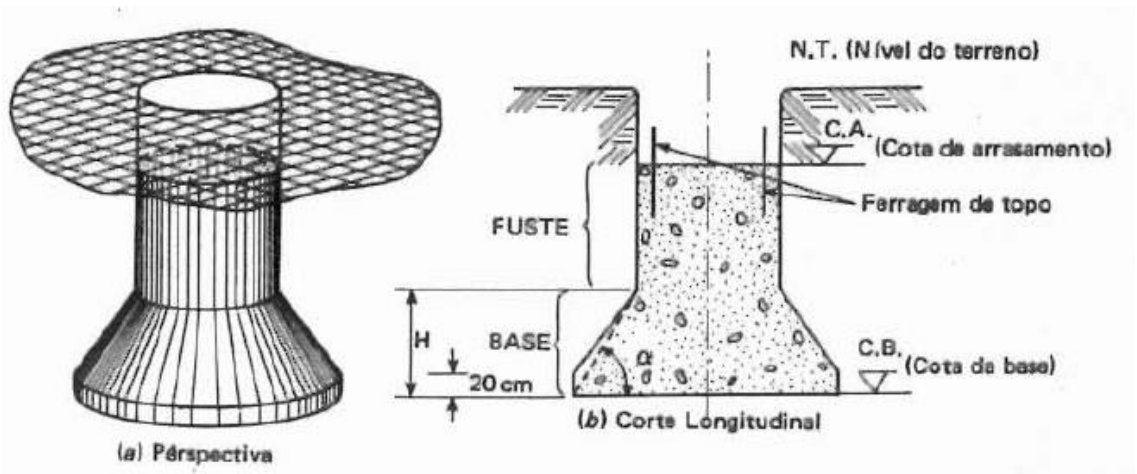
Trata-se de uma fundação profunda escavada manual ou mecanicamente, em que, pelo menos na sua etapa final, **há descida de pessoal** para alargamento da base ou limpeza do fundo quando não há base.

Neste tipo de fundação **as cargas são transmitidas essencialmente pela base** a um substrato de maior resistência.

Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada. Pode ser executado com ou sem revestimento, podendo este ser de aço ou de concreto. No caso de revestimento de aço (camisa metálica), este poderá ser perdido ou recuperado.



Fonte: <www.leonardi.com.br>



O concreto para a execução dos tubulões deve satisfazer as seguintes exigências:

- consumo de cimento não inferior a 300 kg/m3;

- abatimento ou "slump test": entre 8 e 12 cm;

- agregado: diâmetro máximo 25mm (brita 2);

- fck > 20 MPa aos 28 dias.

A integridade dos tubulões deve ser verificada em no mínimo um por obra, por meio da escavação de um trecho do seu fuste.

Não é necessário o uso de vibrador. Por esta razão o concreto deve ter plasticidade suficiente para assegurar a ocupação de todo o volume da base.

Quando previstas cotas variáveis de assentamento entre tubulões próximos, a execução deve ser iniciada pelos tubulões mais profundos, passando-se a seguir para os mais rasos.

Não pode ser feito trabalho simultâneo em bases alargadas em tubulões cuja distância, de centro a centro, seja inferior a 2,5 vezes o diâmetro da maior base.

Quando a base do tubulão for assente sobre rocha inclinada, pode-se escalonar a superfície ou utilizar chumbadores para evitar o deslizamento do elemento de fundação.

Sempre que a concretagem não for feita imediatamente após o término do alargamento e sua inspeção, nova inspeção deve ser feita por ocasião da concretagem, limpando-se cuidadosamente o fundo da base e removendo-se a camada eventualmente amolecida pela exposição ao tempo ou por águas de infiltração.

3.2.1 – TUBULÕES A CÉU ABERTO

Este tipo de fundação é empregado acima do lençol freático, ou mesmo abaixo dele nos casos em que o solo se mantenha estável sem risco de desmoronamento e seja possível controlar a água do interior do tubulão.

a) Escavação do Fuste

O fuste pode ser escavado manualmente por poceiros ou através de perfuratrizes até a profundidade prevista em projeto.

b) Alargamento da Base

A base pode ser escavada manual ou mecanicamente. Quando mecanicamente é obrigatória a descida de poceiro para remoção do solo solto que o equipamento não consegue retirar.

Antes da concretagem o material de apoio das bases deverá ser inspecionado por engenheiro, que confirmará in loco a capacidade suporte do material, autorizando a concretagem. Esta inspeção poderá ser feita com penetrômetro de barra manual.

c) Colocação da Armadura

A armadura do fuste deve ser colocada tomando-se o cuidado de não permitir que nesta operação torrões de solo sejam derrubados para dentro do tubulão.

Quando a armadura penetrar na base ela deve ser projetada de modo a permitir a concretagem adequada da base, devendo existir aberturas na armadura de pelo menos 30cm x 30cm.

d) Concretagem

A concretagem do tubulão deverá ser feita imediatamente após a conclusão de sua escavação.

Em casos excepcionais, nos quais a concretagem não tenha sido feita imediatamente após o término do alargamento e sua inspeção, nova inspeção deve ser feita, removendo-se material solto ou eventual camada amolecida pela exposição ao tempo ou por águas de infiltração.

A concretagem é feita com o concreto simplesmente lançado da superfície, através de funil com comprimento mínimo de 1,5m.

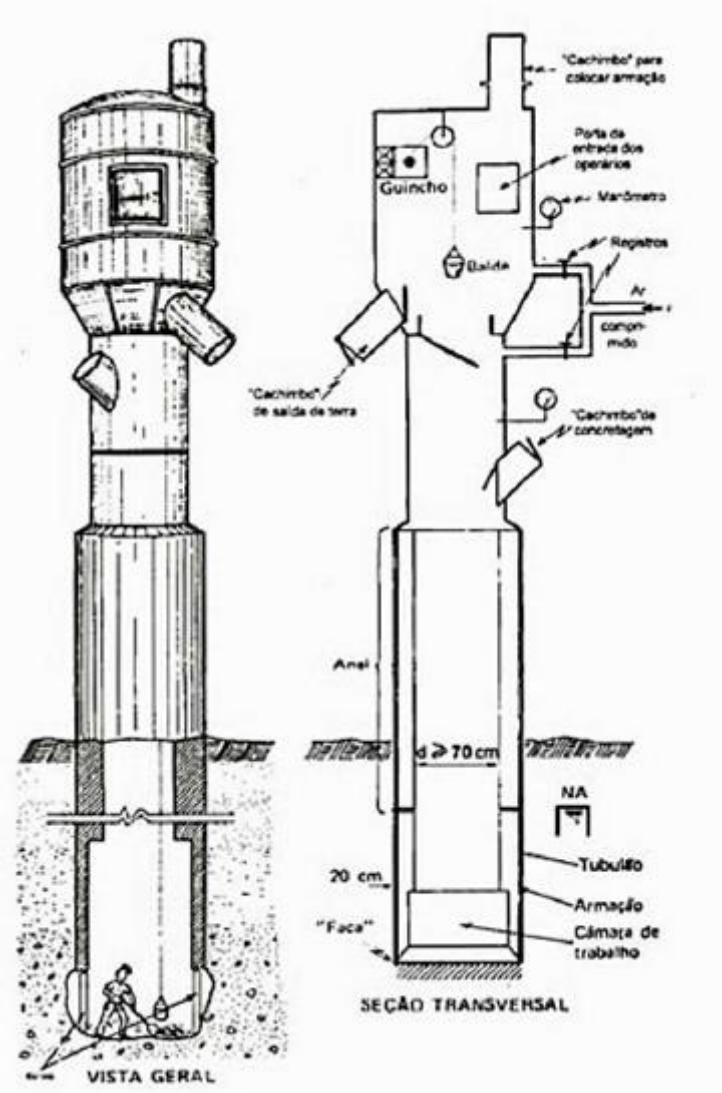
3.2.2 – TUBULÕES A AR COMPRIMIDO

Este tipo de solução é empregado sempre que se pretende executar tubulões abaixo do nível d'água em solos que não se mantêm estáveis sem risco de desmoronamento e não seja possível controlar a água do interior do tubulão.

A escavação do fuste destes tubulões é sempre realizada com auxílio de revestimento que pode ser de concreto ou de aço (perdido ou recuperado).

Adapta-se **um equipamento pneumático** (figura a seguir) que permita a execução a seco dos trabalhos, sob pressão conveniente de ar comprimido.

A pressão máxima de ar comprimido empregada é da ordem de 3 atm (0,3 MPa), razão pela qual os tubulões pneumáticos têm a sua profundidade limitada a cerca de 30 m abaixo do nível da água.



a) Trabalho Sob Ar Comprimido

Só se admitem trabalhos sob pressões superiores a 0,15 MPa quando as seguintes providências forem tomadas:

a) equipe permanente de socorro médico à disposição na obra;

b) câmara de descompressão equipada disponível na obra;

c) compressores e reservatórios de ar comprimido de reserva;

d) renovação de ar garantida, sendo o ar injetado em condições satisfatórias para o trabalho humano.

b) Escavação

Inicialmente deve ser concretado o primeiro segmento ou aprumado o revestimento metálico diretamente sobre a superfície do terreno ou em uma escavação preliminar de dimensões maiores que o diâmetro do revestimento (poço primário).

A sequência deve ser feita com a concretagem ou soldagem sucessiva dos segmentos metálicos de revestimento à medida que a escavação manual vai sendo executada. Revestimentos de concreto só podem ser introduzidos no terreno depois que o concreto estiver com resistência suficiente para suportar a escavação.

Quando o nível d'água for atingido, deverá ser instalada no topo da camisa a campânula de ar comprimido o que permite a execução a seco dos trabalhos. Para camisas de concreto, a aplicação da pressão de ar comprimido só pode ser feita quando o concreto atingir a resistência especificada em projeto.

Deve-se evitar a aplicação de pressão excessiva para eliminar água eventualmente acumulada no tubulão.

c) Alargamento da Base

Atingida a cota prevista para a implantação da camisa abre-se a base, que é escavada manualmente. Durante esta operação, a camisa deve ser escorada de modo a evitar sua descida.

Antes da concretagem, o material de apoio das bases deverá ser inspecionado por engenheiro que confirmará *in loco* a capacidade suporte do material, autorizando a concretagem. Esta inspeção poderá ser feita com penetrômetro de barra manual.

d) Colocação da Armadura

A armadura de ligação fuste-base é colocada pela campânula e montada no interior do tubulão, devendo ser projetada de modo a permitir a concretagem adequada da base, deixando-se aberturas na armadura de pelo menos 30 cm x 30 cm.

e) Concretagem

Em obras dentro d'água a camisa pode ser concretada sobre estrutura provisória e descida até o terreno com auxílio de equipamento, ou concretada em terra e transportada para o local de implantação. O mesmo procedimento pode ser adotado para camisas metálicas.

Em casos especiais, principalmente em obras em que se passa diretamente da água para rocha, a camisa de concreto pode ser confeccionada com a forma e dimensão da base. Neste caso devem ser previstos recursos que assegurem a ligação ou vedação de todo o perímetro da base com a superfície da rocha, a fim de evitar fuga ou lavagem do concreto.

Sempre que a concretagem não for feita imediatamente após o término do alargamento e sua inspeção, nova inspeção deve ser feita, limpando-se cuidadosamente o fundo da base e removendo-se a camada eventualmente amolecida pela exposição ao tempo ou por água de infiltração.

O concreto é lançado através do cachimbo de concretagem da campânula, devendo-se planejar cuidadosamente esta operação de forma a não interrompê-la antes do previsto.

O concreto é lançado sob ar comprimido, no mínimo até uma altura que impeça o seu levantamento pelo empuxo hidrostático.

e.1) Tubulões Revestidos com Camisa de Concreto

Caso durante as operações de instalação das peças da camisa de concreto seja **atingido o lençol d'água** do terreno e não seja possível esgotá-lo com bombas, deve ser **adaptado ao tubulão um equipamento pneumático** que permita a execução a seco dos trabalhos, sob pressão conveniente de ar comprimido.

A camisa é concretada por trechos sobre a superfície do terreno (ou em escavação preliminar) e introduzida no terreno por escavação interna. Depois de introduzido no terreno um elemento, concreta-se o seguinte, e assim por diante, até se atingir o comprimento final previsto.

A armadura necessária pode ser colocada totalmente na camisa ou parte nela e parte no núcleo que pode ser concretado parcialmente.

Quando o tubulão for escavado com uso de ar comprimido, a armadura transversal (estribos) deve ser calculada considerando-se uma pressão igual a 1,5 vezes a máxima pressão de trabalho prevista, desprezando-se empuxos externos de solo e água.

Em casos especiais, principalmente em obras em que se passa diretamente da água para rocha, **as camisas podem ser já confeccionadas com alargamento** de modo a facilitar a execução da base alargada.

e.2) Tubulões Revestidos com Camisa de Aço

A camisa de aço é utilizada do mesmo modo que a camisa de concreto, a fim de manter aberto o furo e garantir a integridade do fuste do tubulão. Ela pode ser introduzida no terreno por cravação com bate-estacas, por vibração ou através de equipamento especial que imprima ao tubo um movimento de vai-e-vem, simultâneo a uma força de cima para baixo.

A escavação interna, manual ou mecânica, pode ser feita à medida da penetração do tubo ou de uma só vez, quando completada a sua cravação.

Quando assim previsto, pode-se executar um alargamento da base; em seguida o tubulão é concretado, o qual pode ser executado manualmente sob ar comprimido ou não.

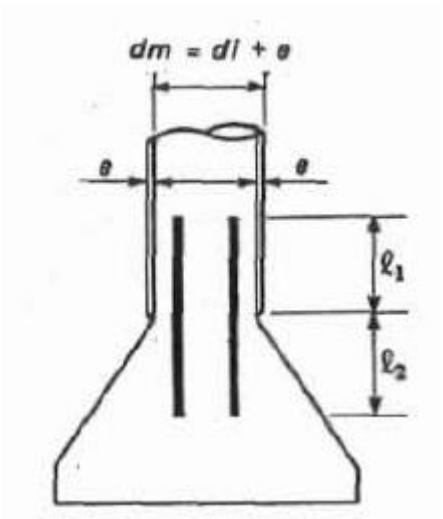
No caso de uso de ar comprimido, a camisa deve ser ancorada ou receber contrapeso de modo a evitar sua subida.

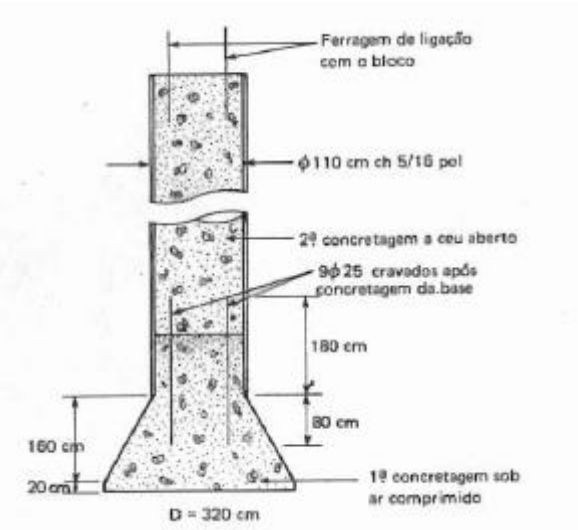
A camisa metálica, no caso de não ter sido considerada no dimensionamento estrutural do tubulão, pode ser recuperada à medida da concretagem, ou posteriormente. Nestes casos, a peça deve ser armada em todo o comprimento, inclusive a base, com taxa não inferior a 0,5% da seção necessária.

Se a camisa de aço permanecer totalmente enterrada, pode-se considerar a sua seção transversal como armadura longitudinal, descontando-se 1,5 mm de espessura caso haja eventual corrosão.

Normalmente, a espessura mínima da camisa é de 1/4" para tubulões com diâmetro ≤ 100 cm e 5/16" para tubulões com diâmetro > 100 cm.

No caso de a camisa metálica ser considerada no dimensionamento do tubulão, há necessidade de colocar armadura de transição entre a base a o fuste, a qual é cravada na base logo após a sua concretagem.

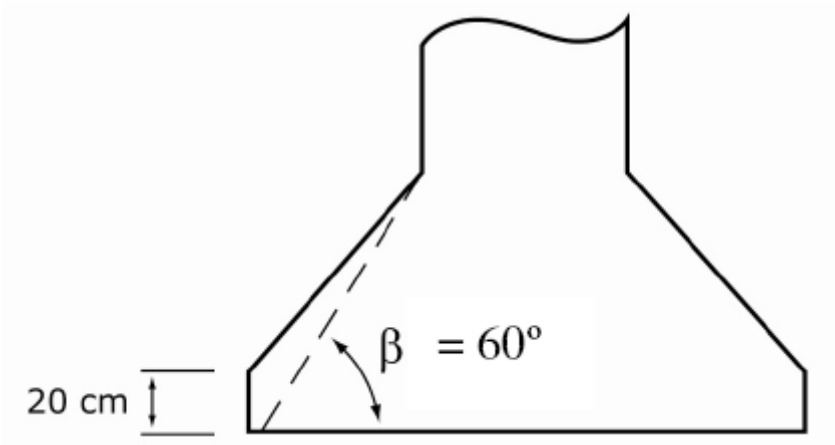




e.3) Demais Considerações

Os tubulões devem ser dimensionados de maneira que as bases não tenham alturas superiores a 1,8 m. Para tubulões a ar comprimido as bases poderão ter alturas de até 3 m, desde que as condições do maciço permitam ou forem tomadas medidas para garantir a estabilidade da base durante sua abertura.

Havendo base alargada, esta deve ter a forma de tronco de cone (com base circular ou de falsa elipse), superposto a um cilindro de no mínimo 20 cm de altura, denominado rodapé, conforme figura a seguir:



Nos tubulões revestidos despreza-se a força de atrito entre o fuste e o solo, sendo a carga do pilar transmitida ao solo integralmente pela base.

Se o tubulão for de camisa de concreto, o dimensionamento do fuste será feito de maneira análoga ao cálculo para um pilar, dispensando-se a verificação da flambagem quando o tubulão for totalmente enterrado. Em regra, a armadura necessária é colocada na camisa de concreto.

Tendo em vista o trabalho sob ar comprimido, os estribos devem ser calculados para resistir uma pressão 30% maior que a pressão de trabalho, admitindo-se que não exista pressão externa de terra ou água.

Os tubulões devem ser dimensionados de maneira a evitar alturas de base superiores a 2 m. Em casos excepcionais, devidamente justificados, admitem-se alturas maiores.

Deve-se evitar que entre o término da execução do alargamento da base de um tubulão e sua concretagem decorra tempo superior a 24 h.

Tubulões sujeitos apenas a esforços de compressão não precisam de ferragem de ligação com o bloco de coroamento. Em qualquer caso, deve ser garantida a transferência adequada da carga do pilar para o tubulão.

Sempre que uma estaca ou tubulão apresentar desvio angular em relação à posição projetada, deve ser feita verificação de estabilidade, **tolerando-se**, sem medidas corretivas, **um desvio de 1:100**.

3.3 – CAIXÃO

Elemento de fundação profunda de forma prismática, **concretado na superfície** e instalado por escavação interna. Na sua instalação pode-se usar ou não ar comprimido e sua base pode ser alargada ou não.

3.4 – Preparo da Cabeça e Ligação com o Bloco de Coroamento

a) Estacas de Concreto ou Argamassa

No caso de estacas de concreto ou com argamassa inadequados abaixo da cota de arrasamento ou estacas cujo topo resulte abaixo da cota de arrasamento prevista, deve-se fazer a demolição do comprimento e recompô-lo até a cota de arrasamento.

O material a ser utilizado na recomposição das estacas deve apresentar resistência não inferior ao da estaca.

a.1) Estacas Pré-Moldadas

Na demolição devem ser utilizados ponteiros trabalhando com pequena inclinação, para cima, em relação à horizontal para estacas cuja área seja inferior a 380 cm^2. O uso de marteletes leves (Potência <1000 Watts) é permitido para seções de 380 cm^2 a 900 cm^2. O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área seja superior a 900 cm^2. O acerto final do topo das estacas demolidas deverá ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

a.2) Estacas Broca, Hélice Contínua e de Deslocamento, Strauss, Franki e Raiz

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (Potência <1000 Watts) para seções de até 900 cm^2. O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja seção seja superior a 900 cm^2. O acerto final do topo das estacas demolidas deverá ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

a.3) Micro Estacas

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (Potência <1000 Watts).

b) Estacas Metálicas ou de Aço

Deve ser cortado o trecho danificado durante a cravação ou excesso em relação à cota de arrasamento, recompondo-se, quando necessário, o trecho de estaca até esta cota, ou adaptando-se o bloco.

O sistema de transferência dos esforços (de compressão, horizontais, de tração e momentos) do bloco de coroamento para as estacas metálicas deverá ser estudado e detalhado juntamente com o projetista da estrutura, podendo ser através de chapas, fretagem, solda de vergalhões para aumento de aderência etc.

c) Estacas de Madeira

Deve ser cortado o trecho danificado durante a cravação ou o excesso em relação à cota de arrasamento.

Caso a nova cota de topo esteja abaixo da cota de arrasamento prevista, deve-se fazer uma emenda que resista a todas as solicitações.

4 – Outras Considerações

Fica vetada, em obras urbanas, qualquer redução de cargas em decorrência de efeitos de subpressão.

A fundação situada em cota mais baixa deve ser executada em primeiro lugar, a não ser que se tomem cuidados especiais.

Quando não se dispõe do cálculo estrutural, pode-se estimar a ordem de grandeza das cargas da fundação a partir do porte da obra. Assim, para estruturas em concreto armado destinadas a moradias e escritórios, pode-se adotar a carga média de 12 kPa/andar, ou seja, 1.200 kgf/m^2/andar.

4.1 – Efeito de Grupo de Estacas ou Tubulões

Processo de interação das diversas estacas ou tubulões que constituem uma fundação, ao transmitirem ao solo as cargas que lhes são aplicadas.

4.2 – Estacas em Grupo

Quando as estacas fazem parte de grupos, devem-se considerar os efeitos desta execução sobre o solo, a saber, seu levantamento e deslocamento lateral, e suas consequências sobre as estacas já executadas.

Alguns tipos de solos, particularmente os aterros e as areias fofas, são compactados pela cravação das estacas e a sequência de execução destas estacas, em um grupo, deve evitar a formação de um bloco de solo compactado capaz de impedir a execução das demais estacas.

Havendo necessidade de atravessar camadas resistentes, pode-se recorrer à perfuração (solos argilosos) ou à lançagem (solos arenosos), tendo-se o cuidado de não descalçar as estacas já executadas. Em qualquer caso, **a sequência de execução deve ser do centro do grupo para a periferia**, ou de um bordo em direção ao outro.

4.3 – Solos Expansivos

São aqueles que, por sua composição mineralógica, **aumentam de volume** quando há um **aumento do teor de umidade**. Nestes solos não se pode deixar de levar em conta o fato de que, quando a pressão de expansão ultrapassa a pressão atuante, podem ocorrer deslocamentos para cima.

4.4 – Solos Colapsíveis

São solos de **elevada porosidade**, não saturados, sujeitos a **colapso por encharcamento**.

4.5 – Atrito Lateral

O **atrito lateral** é considerado **positivo** no trecho do fuste da estaca ou tubulão ao longo do qual o elemento de **fundação tende a recalcar mais que o terreno circundante**.

O **atrito lateral** é considerado **negativo** no trecho em que o **recalque do solo é maior que o da estaca ou tubulão**. Este fenômeno ocorre no caso de o solo estar em processo de adensamento, provocado pelo peso próprio ou por sobrecargas lançadas na superfície, rebaixamento de lençol d'água, amolgamento decorrente de execução de estaqueamento, etc.

Considera-se **ponto neutro** a profundidade da **seção** da estaca onde ocorre a **mudança do atrito lateral de negativo para positivo**, ou seja, onde o recalque da camada compressível é igual ao recalque da estaca.

Podem-se utilizar recursos (por exemplo, pintura betuminosa especial), visando diminuir os efeitos do atrito negativo.

5 – Questões Comentadas

Pessoal, todas as questões apresentadas nesta aula serão comentadas na Aula 1. Nesta aula demonstrativa deixo as questões abaixo comentadas para que vocês saibam como será o nosso curso. As demais questões apresentadas serão comentadas na próxima aula.

(46 – MPU/2004 - ESAF)

As fundações indiretas do tipo estacas possuem características próprias, apresentando vantagens e desvantagens, o que nos permite optar por uma ou outra solução para a

construção de edifícios, de acordo com cada caso. Considerando-se a estaca do tipo Strauss, é correto afirmar que:

A estaca Strauss, segundo a norma NBR 6122/2010, é uma estaca de concreto moldada *in loco*, executada através da escavação mediante emprego de uma sonda (também denominada piteira), com a simultânea introdução de revestimento metálico em segmentos rosqueados, até que se atinja a profundidade projetada.

a) sua maior vantagem é a viabilidade de execução em terrenos alagados, tornando-se barata e eficiente para este caso.

Pelo contrário, não se recomenda executar esse tipo de estaca abaixo do nível d'água, principalmente se o solo for arenoso, visto que pode tornar inviável secar a água dentro do tubo e, portanto, impedir a concretagem, conforme alerta Urbano Alonso Rodriguez, no seu livro "Exercícios de Fundações.

Walid Yazigi, no seu livro Técnica de Edificar, alerta também que não será permitida a execução de estacas Strauss em solos que apresentem camadas submersas de areia (que possam impedir a limpeza do furo para a concretagem) e/ou camadas de argila mole (que possam produzir o estrangulamento tio fuste quando da retirada da camisa metálica, estando o concreto ainda plástico).

Gabarito: Errada

b) sua maior desvantagem é a vibração que pode vir a causar danos aos terrenos e edifícios vizinhos.

Pelo contrário, a estaca Strauss é indicada para locais confinados devido ao equipamento ser pequeno e leve, e provocar pouca vibração.

Gabarito: Errada

c) sua principal desvantagem é a necessidade de macaco hidráulico para a cravação.

Conforme apresentado inicialmente, a estaca Strauss é executada através da escavação mediante emprego de uma sonda (também denominada piteira), com a simultânea introdução de revestimento metálico em segmentos rosqueados, até que se atinja a profundidade projetada.

Portanto, não se adota macaco hidráulico. Este é utilizado para as estacas prensadas ou do tipo Mega.

Gabarito: Errada

d) não é recomendado o seu uso abaixo do nível de água, principalmente se o solo for arenoso.

Essa informação está exatamente de acordo com o livro Exercícios de Fundações, do autor Urbano Alonso Rodriguez, conforme vimos no subitem "a":

"Não se recomenda executar esse tipo de estaca abaixo do nível d'água, principalmente se o solo for arenoso, visto que pode tornar inviável secar a água dentro do tubo e, portanto, impedir a concretagem."

Gabarito: Correta

e) é executada com o uso de lama bentonítica, sendo indicada somente para cargas elevadas em terrenos argilosos.

A estaca Strauss é um tipo de estaca escavada sem lama bentonítica. Conforme vimos, o escoramento do solo do furo é feito pelo tubo metálico em segmentos rosqueáveis.

Ademais, a capacidade de carga da estaca Strauss é inferior a de outras estacas, tais como as estacas Franki e pré-moldadas de concreto.

Gabarito: Errada

Gabarito: D

O dimensionamento ideal e a qualidade de execução de fundações de obras civis são requisitos fundamentais para o bom desempenho das construções. Acerca dessas fundações, julgue os itens a seguir.

144 – (TCU/2005)

O método de Schmertmann para o cálculo de recalques de fundações superficiais, que só é aplicável no caso de sapatas flexíveis apoiadas em solos predominantemente argilosos, baseia-se em valores de índices de resistência à penetração obtidos em sondagens à percussão.

Comentários

De acordo com o livro "Fundações: Teoria e Prática", o Método de Schmertmann foi proposto para o caso de **sapata rígida** de dimensões módicas apoiada em **areia** e baseia-se nos resultados de **ensaios de penetração contínua de cone (CPT)**.

Portanto, a questão está triplamente errada, nos itens negritados.

Gabarito: Errada

---

145 – (TCU/2005)

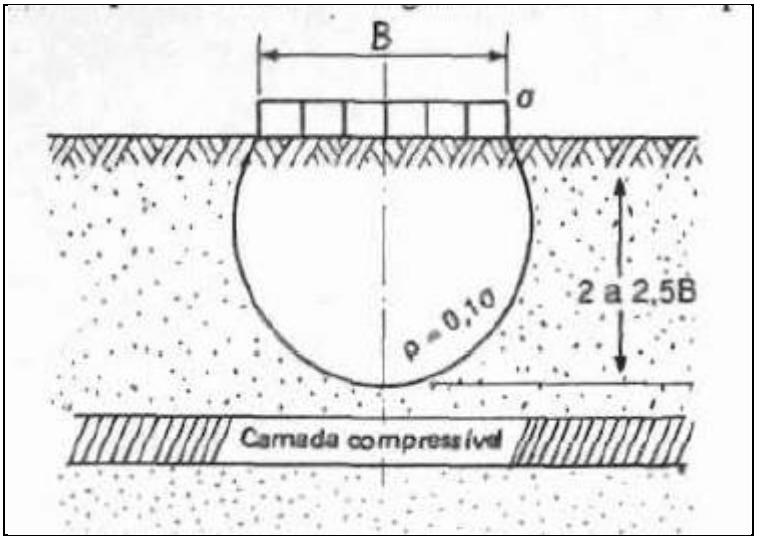
No caso de um elemento de fundação superficial estar distribuindo tensão vertical uniforme na superfície de uma camada de solo homogêneo, o bulbo de tensões é a região delimitada pela linha isóbara correspondente a 10% da tensão vertical na superfície e, nessa região, concentram-se as deformações mais significativas do solo de fundação, que provocarão recalque superficial do elemento de fundação.

Comentários

De acordo com o livro "Fundações: Teoria e Prática", para fins práticos considera-se o bulbo de tensões limitado pela isobárica de $\sigma=0,1.q$, ou seja, 10% de q, sendo q a tensão aplicada pela fundação superficial junto à superfície de contato com o solo.

E na norma NBR 8036 consta que as sondagens devem ser levadas até a profundidade onde o solo não seja mais significativamente solicitado pelas cargas estruturais, fixando-se como critério

aquela profundidade onde o acréscimo de pressão no solo, devida às cargas estruturais aplicadas, for menor do que 10% da pressão geostática efetiva.



Gabarito: Correta

6 – Lista de Questões Apresentadas na Aula

(PF/2018)

Durante a execução das sapatas de fundação de um prédio, o engenheiro responsável pela obra constatou que a camada de solo onde uma das sapatas seria assentada correspondia a um bolsão de argila mole.

Acerca dessa situação hipotética e das características de fundações com sapatas, julgue os próximos itens.

1. **64 -**

A presença do bolsão de argila logo abaixo de uma das sapatas e condição suficiente para caracterizar um erro de projeto cometido pelo projetista.

2. **65 -**

Devido a sua profundidade mínima de execução, a sapata e classificada com fundação profunda moldada in loco.

3. **(105 – Câmara dos Deputados/2013)**

As fundações são convencionalmente classificadas em dois grandes grupos: fundações superficiais, também denominadas diretas, e fundações profundas.

4. **(47 – TRE-MT/2005)**

Com relação às estacas de fundação de obras prediais, entende-se por nega:

A) a penetração permanente de uma estaca, causada pela aplicação de um golpe do pilão.

B) a parcela elástica do deslocamento máximo de uma seção da estaca, decorrente da aplicação de um golpe do pilão.

C) um tipo de fundação profunda executada por perfuração com auxílio de um soquete.

D) o movimento vertical descendente da estaca sob a ação de carga estática.

E) a parte alargada da base de um tubulão.

5. **(103 – TRT-17/2009)**

O repique é a parcela elástica do deslocamento máximo de uma seção da estaca, decorrente da aplicação de um golpe do pilão.

6. **(54 – PF Nacional/2004)**

Em solo de baixa resistência nas primeiras camadas, deve-se usar sapata do tipo isolada rígida de concreto armado para a fundação.

7. **(96 – ANATEL/2006)**

Nas sapatas isoladas, a transmissão das cargas é feita por meio da base do elemento estrutural da fundação, sendo desprezada qualquer outra forma de transmissão das cargas.

8. (83 – MPE-AM/2008)

Em construções térreas ou com cargas relativamente baixas, para se transmitirem as cargas distribuídas ao terreno, recomenda-se a utilização de sapata do tipo isolada simples, ou armada.

9. (51 – STM/2018 – Cespe/Cebraspe)

No dimensionamento das fundações superficiais de um edifício de vinte andares, para melhor distribuir as pressões na interface fundação-solo e uniformizar os recalques, o projetista deve optar por sapatas de estrutura flexível.

10. (83 – PF Adm/2014 – CESPE)

Antes da concretagem de uma sapata isolada de concreto armado, deve ser lançado, sobre toda a superfície de contato solo-fundação, um lastro de concreto não estrutural, com no mínimo 5 cm de espessura.

11. (97 – MPE-TO/2006 - CESPE)

Blocos são elementos de fundação superficial de concreto que podem dispensar o emprego de armadura.

12. (22-5 – PF/2002)

Na possibilidade de utilização de fundação direta em solo compressível, a fundação em radier pode ser mais vantajosa que a em sapatas individuais, por minimizar os efeitos de recalques diferenciais entre elementos de fundação.

13. (102 – TRT-17/2009)

O radier é um tipo de bloco de aço que liga os pilares da construção a estacas individuais, que podem ser de concreto ou de aço.

14. (98 – MPE-TO/2006)

Radier é uma fundação profunda que utiliza a estaca-raiz como componente principal.

15. (101 – Câmara dos Deputados/2012)

Os principais tipos de fundações profundas incluem as estacas, os radiers e os tubulões.

16. (75 – SEGER-ES/2011)

A sapata associada é comum a vários pilares cujos centros, em planta, não estejam situados em um mesmo alinhamento.

17. (44 - INPI/2006)

As fundações são parte fundamental da estrutura das edificações. A respeito das características e do uso dos diferentes modelos de fundações, assinale a opção correta.

A) As sapatas são utilizadas quando o solo apresenta alta resistência, não havendo restrição ao seu emprego com cargas elevadas.

B) O bloco é um elemento de fundação de concreto armado que utiliza armadura para resistir a esforços de tração.

C) A viga de fundação é um elemento que recebe pilares alinhados, construída sempre de concreto armado.

D) Na fundação de tipo superficial, a carga é transmitida ao terreno através de sua base e(ou) superfície lateral.

E) A fundação profunda transmite a carga do edifício ao terreno por meio da distribuição das pressões sob a base da fundação.

18. (104 – Câmara dos Deputados/2013)

A capacidade de carga de estacas isoladas é definida por meio das tensões normais geradas ao nível de sua ponta, desprezado o atrito lateral.

19. (80 – CODEBA/2006)

A capacidade de carga de uma estaca é determinada exclusivamente pela resistência a compressão do solo de suporte.

20. (27-E – CGU/2008 – ESAF)

No caso do emprego de estacas raiz, as armações de estacas menores que 160 mm não possuem estribos.

21. (85 – ANA/2006)

As estacas do tipo raiz são cravadas e constituídas de perfis metálicos soldados.

22. (54 – TRT-9/2007)

A estaca raiz é caracterizada por estaca pré-moldada de concreto, com cravação vertical ou inclinada.

23. (54 – Petrobras/2008)

A utilização de estacas em fundações de edifícios é prática usual, devido à grande diversidade de situações onde as mesmas podem ser empregadas. Cada tipo de estaca tem características próprias, requer processos e tratamentos específicos. Com relação a estacas, assinale a opção correta.

A) Nas estacas do tipo raiz, a perfuração pode ser executada por processo rotativo ou rotopercussão.

B) Estacas de aço não necessitam de tratamento especial contra corrosão.

C) Brocas de concreto são estacas pré-fabricadas com armadura de aço para permitir cravação por percussão.

D) Estacas Strauss são executadas com a cravação de perfis metálicos com seção I.

E) Os tubulões não devem receber revestimento, sendo escavados no terreno de fundação.

24. (72 – TCE-AC/2009)

A respeito da estaca do tipo raiz, utilizada para a execução de fundações, assinale a opção correta.

A) Para garantir o atrito lateral, não é recomendado o revestimento do trecho em solo dessa estaca.

B) Para a execução da estaca em solo, emprega-se equipamento para perfuração rotativa ou rotopercussiva.

C) A broca de três asas ou tricone é utilizada para a perfuração de rocha durante a execução da estaca.

D) Como a estaca raiz é calculada para trabalhar comprimida, não é preciso armadura em aço para esse tipo de fundação.

E) O lançamento do concreto na estaca é feito com um funil metálico cujo tubo deve ficar imediatamente abaixo do nível do solo.

25. (82 – ANA/2006)

A estaca do tipo broca é executada com trado manual ou mecânico, sem uso de revestimento.

26. (37 – TRE-MA/2005)

São diversos os tipos de elementos de fundação que podem ser utilizados em obras civis. Entre tais elementos, a estaca apiloada é um tipo de fundação profunda executada

A) por perfuração com emprego de soquete.

B) por perfuração por meio de balde sonda, com uso parcial ou total de revestimento recuperável e posterior concretagem.

C) por escavação mecânica, com uso ou não de lama bentonítica, com revestimento parcial ou total e posteriormente concretada.

D) com base alargada obtida introduzindo-se certa quantidade de concreto por meio de golpes de pilão.

E) por meio de trado contínuo e injeção de concreto pela própria haste do trado.

27. (46 – MPU/2004 - ESAF)

As fundações indiretas do tipo estacas possuem características próprias, apresentando vantagens e desvantagens, o que nos permite optar por uma ou outra solução para a construção de edifícios, de acordo com cada caso. Considerando-se a estaca do tipo Strauss, é correto afirmar que:

a) sua maior vantagem é a viabilidade de execução em terrenos alagados, tornando-se barata e eficiente para este caso.

b) sua maior desvantagem é a vibração que pode vir a causar danos aos terrenos e edifícios vizinhos.

c) sua principal desvantagem é a necessidade de macaco hidráulico para a cravação.

d) não é recomendado o seu uso abaixo do nível de água, principalmente se o solo for arenoso.

e) é executada com o uso de lama bentonítica, sendo indicada somente para cargas elevadas em terrenos argilosos.

28. (27-A – CGU/2008 – ESAF)

A execução da estaca franki é realizada pela cravação dinâmica de um tubo com bucha composta de areia e pedra.

29. (84 – ANA/2006)

As estacas do tipo Franki são construídas enchendo-se de concreto perfurações previamente executadas no terreno por meio da cravação de tubo de ponta fechada, que é recuperado após a execução da estaca.

30. (22-3 – PF/2002)

As estacas do tipo Franki são indicadas no caso de terrenos de fundação arenosos, compactos, como forma de minimizar os efeitos das vibrações do terreno sobre construções vizinhas, antigas ou em mau estado de conservação, durante o processo de execução da fundação.

31. (55 – PF Adm/2014 – CESPE)

De acordo com a NBR 6118, em edifícios residenciais de até cinco pavimentos, deve-se utilizar concreto simples para a execução de blocos de coroamento sobre as estacas de tipo Franki.

32. (60 – TCE-TO – Cespe)

Diversos são os tipos de elementos de fundações profundas. Assinale a opção que apresenta a definição correta de estaca do tipo hélice-contínua.

A) Estaca metálica com formato de hélice que é instalada no terreno por meio de torque aplicado por equipamento de grande porte.

B) Estaca moldada no terreno por meio de mistura de calda de cimento e solo local, executada por equipamento de grande porte, capaz de injetar a calda sobre pressão através de tubo de aço perfurado ao longo do seu comprimento, em forma de hélice, e capaz de revolver o solo ao seu redor.

C) Estaca em forma de hélice que é inserida no terreno por percussão associada a jateamento de água pela sua ponta até que esta atinja a cota estabelecida no projeto.

D) Estaca de concreto moldada in loco, executada por meio de trado contínuo helicoidal e injeção de concreto sob pressão controlada através da haste central do trado simultaneamente à sua retirada do terreno.

E) Estaca pré-moldada de concreto com topo em forma helicoidal, que é inicialmente cravada no terreno até que se atinja o trecho helicoidal, a partir de onde o processo de instalação passa a ser por rotação do conjunto.

33. (78 – CODEBA/2006)

A execução de estaca escavada a hélice contínua exige a presença de lençol freático.

34. (55 – TRT-9/2007)

Na execução de estaca do tipo hélice contínua, a armadura helicoidal é introduzida no concreto ainda fresco, com o auxílio de máquina de torque.

35. (84 – PF Adm/2014 – CESPE)

As estacas do tipo hélice contínua são indicadas para solos que contêm matacões; a perfuração pode ser executada por processo rotativo ou rotopercussão, com a possibilidade de atingir grandes profundidades (até 50 m).

36. (101 – INMETRO/2009)

Para o preparo da lama bentonítica, deve-se escolher como material o silte da escavação com granulometria mais fina.

37. (154 – TCU/2009)

A central de lama tem a finalidade principal de receber a combinação de silte e argila da escavação, para posterior encaminhamento para disposição em aterro controlado.

38. (70 – PF Adm/2014 – CESPE)

Na execução de fundações profundas, recomenda-se a utilização de estacas de madeira em terrenos que apresentem grande ocorrência de matacões.

39. (22- CGU/2008 - ESAF)

No preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento de estacas pré-moldadas de concreto, é incorreto afirmar que:

a) deve-se demolir uma parte da estaca até que a armadura fique exposta para o traspasse.

b) na demolição do topo das estacas, devem ser utilizados ponteiros com grandes inclinações em relação a horizontal.

c) deve-se deixar um comprimento de estaca suficiente para a penetração no bloco a fim de transmitir os esforços.

d) deve-se demolir o topo da estaca danificado durante a cravação ou acima da cota de arrasamento.

e) as armaduras devem penetrar no bloco de coroamento, mesmo quando estas não têm função resistente.

40. (35 – SEAD/PA – 2005)

Em um projeto de fundação de uma construção civil, entende-se por radier um

A) tipo de estaca cravada por prensagem e recomendada para situações de reforço de fundações.

B) tipo de estaca cravada por percussão contendo bulbo alargado na sua extremidade inferior.

C) elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos.

D) bloco de concreto rígido que transfere a carga de um pilar para o solo subjacente.

E) elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna.

41. (99 – MPE-TO/2006)

Estaca cravada é um tipo de fundação profunda que utiliza diferentes materiais construtivos.

42. (145 – TCU/2011 – Cespe)

Por motivo de segurança, durante a execução de tubulões, a fiscalização não deve inspecionar o fundo da escava antes da concretagem.

43. (98 – INMETRO/2007)

O fuste de tubulões a céu aberto pode ser escavado manual ou mecanicamente.

44. (99 – INMETRO/2007)

Na execução de tubulões a ar comprimido, a campânula é o equipamento utilizado para transportar o material escavado.

45. (141 – TCU/2005)

A fundação do tipo caixão, por utilizar uma estaca de grandes dimensões, cravada por percussão, não é recomendada quando os prédios vizinhos à construção são sensíveis a vibrações do terreno.

46. (22 – CGU/2008 – ESAF)

No preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento de estacas pré-moldadas de concreto, é incorreto afirmar que:

a) deve-se demolir uma parte da estaca até que a armadura fique exposta para o traspasse.

b) na demolição do topo das estacas, devem ser utilizados ponteiros com grandes inclinações em relação a horizontal.

c) deve-se deixar um comprimento de estaca suficiente para a penetração no bloco a fim de transmitir os esforços.

d) deve-se demolir o topo da estaca danificado durante a cravação ou acima da cota de arrasamento.

e) as armaduras devem penetrar no bloco de coroamento, mesmo quando estas não têm função resistente.

47. (44 – EBSERH/2018 – Cespe/Cebraspe)

O atrito negativo ocorre quando o recalque do solo é maior que o recalque do elemento de fundação profunda.

48. (77 – PF Regional/2004 - CESPE)

Com relação a cargas e segurança das fundações no projeto de fundações de obras urbanas, pode-se reduzir as cargas atuantes nos elementos de fundação devido à ação de subpressões até um valor máximo igual a 80% do valor da força decorrente das subpressões.

49. (145 – TCU/2005 - CESPE)

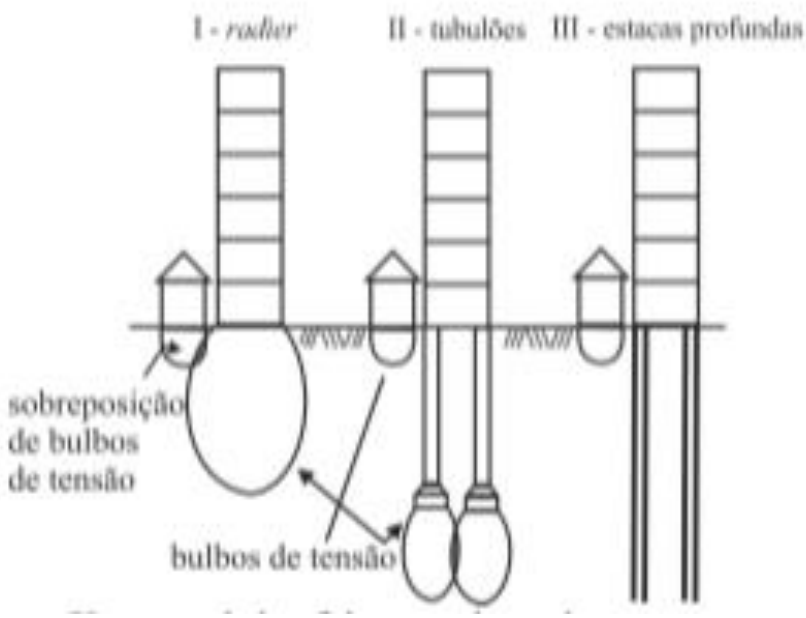
No caso de um elemento de fundação superficial estar distribuindo tensão vertical uniforme na superfície de uma camada de solo homogêneo, o bulbo de tensões é a região delimitada pela linha isóbara correspondente a 10% da tensão vertical na superfície e, nessa região, concentram-se as deformações mais significativas do solo de fundação, que provocarão recalque superficial do elemento de fundação.

50. (144 – TCU/2005)

O método de Schmertmann para o cálculo de recalques de fundações superficiais, que só é aplicável no caso de sapatas flexíveis apoiadas em solos predominantemente argilosos, baseia-se em valores de índices de resistência à penetração obtidos em sondagens à percussão.

51. (144 – TCU/2011 – Cespe)

Se uma estaca recalca mais que o solo que a envolve, diz-se que foi gerado atrito lateral positivo entre a estaca e o solo.



(STJ/2015 - Cespe)

Um engenheiro foi nomeado perito em um processo judicial em que o dono de uma residência térrea argumentou que um edifício construído no terreno vizinho ao seu teria causado diversas patologias no seu imóvel, como trincas generalizadas e afundamento de piso. Sabendo-se que a fundação da residência foi executada com o processo de radier e que não houve condições de se conhecer o processo de execução das fundações do edifício, o perito executou alguns estudos sobre as várias situações possíveis e suas prováveis consequências.

A figura ilustra três situações, cada uma delas associada a um tipo de fundação.

Considerando essas informações e a figura apresentada, que subsidiou a análise feita pelo engenheiro quanto à execução de fundações, julgue os itens seguintes.

52. 76 -

Com base nas situações I e II, é correto afirmar que, quanto maior o bulbo de tensão, maior será a tensão distribuída uniformemente no solo na totalidade da área compreendida pela envoltória do bulbo de tensão.

53. 77 -

A situação III foi descartada na análise feita pelo perito, pois, como não há bulbo de tensão considerável, não há risco de colapso na fundação do imóvel.

54. 78 -

Na situação II, por ser maior a profundidade da base dos tubulões, está afastada a possibilidade de colapso do solo e patologia na residência, apesar da sobreposição dos bulbos de tensão.

55. (85 - CGE-PI/2015 - Cespe)

Uma das formas de se detectarem situações anômalas durante a execução de estacas moldadas in loco é a comparação entre o volume teórico, quantificado no projeto, e a sua evolução com o real.

56. (86 - CGE-PI/2015 - Cespe)

Para a eliminação de dúvidas sobre as condições obtidas no processo construtivo, a verificação da integridade estrutural de fundações profundas pode ser feita a partir de ensaios do tipo PIT (pile integrity testing).

57. (43 – EBSERH/2018 – Cespe/Cebraspe)

No cálculo para projeto de fundações, deve-se considerar tanto o empuxo quanto o alívio de cargas provocado pelo efeito favorável da subpressão, os quais constituem ações decorrentes da existência de água.

7 – GABARITO

1) Errada	17) A	33) Errada	49) Correta
2) Errada	18) Errada	34) Errada	50) Errada
3) Correta	19) Errada	35) Errada	51) Correta
4) A	20) Correta	36) Errada	52) Errada
5) Correta	21) Errada	37) Errada	53) Errada
6) Errada	22) Errada	38) Errada	54) Errada
7) Correta	23) A	39) B	55) Correta
8) Errada	24) B	40) C	56) Correta
9) Errada	25) Correta	41) Correta	57) Errada
10) Correta	26) A	42) Errada	
11) Correta	27) D	43) Correta	
12) Correta	28) Correta	44) Errada	
13) Errada	29) Correta	45) Errada	
14) Errada	30) Errada	46) B	
15) Errada	31) Errada	47) Correta	
16) Correta	32) D	48) Errada	

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, Urbano R. Exercícios de Fundações. Editora Blucher.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6122/2010 – Projeto e Execução de Fundações.

- Yazigi, Walid. Técnica de Edificar. São Paulo. Pini.

- Vários Autores. Fundações: Teoria e Prática. 2ª Edição. São Paulo. Pini.

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1. 

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2. 

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3. 

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4. 

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5. 

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6. 

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7. 

Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8. 

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.