 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.		<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>		Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 1 / 24	REV. 1

## 1. OBJETIVO

A presente especificação define os critérios básicos e detalha as diferentes condições de execução de Fundações e Obras Enterradas, em obras de arte da infraestrutura de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, controle da qualidade, manejo ambiental, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

## 2. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

Esta especificação tem como fundamentação técnica as disposições da norma NBR 1662 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, assim como aquelas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, aplicáveis ao caso, além de critérios julgados cabíveis pela VALEC, os quais prevalecerão sobre os demais.

## 3. PREMISSAS


- a) Como as obras aqui tratadas são, em sua maioria, em concreto armado, devem ser observadas, também, as determinações da especificação da VALEC de nº 80-ES-028A-11-8007 - Estrutura de Concreto Armado.
- b) Os materiais mencionados nesta especificação devem ser analisados de acordo com a norma técnica correspondente em vigor, em laboratório certificado. A fiscalização, a seu exclusivo critério, pode solicitar ensaios e testes adicionais, sem qualquer ônus para a VALEC.
- c) Detalhes característicos devem ser definidos no projeto e prevalecem, sempre, em caso de conflito, em relação às determinações da presente especificação.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DO SUBSOLO

Apesar de as investigações geotécnicas, previamente executadas, caracterizarem o subsolo na região da obra, pode haver ocorrências localizadas de solos com natureza ou comportamento diferentes daqueles detectados anteriormente. Nesse caso, a contratada deve alertar a fiscalização para que sejam determinadas as modificações e adaptações no projeto que se façam necessárias.

## 5. ESCAVAÇÃO, ESCORAMENTO, ESGOTAMENTO E REATERRO

- a) Esses serviços devem ser executados de acordo com as disposições da presente especificação.
- b) Os materiais decorrentes das escavações são classificados em conformidade com as seguintes definições:
  - I) Material de 1ª Categoria - compreendem solos, em geral residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15cm, qualquer que seja o teor de umidade que apresente.
  - II) Material de 2ª Categoria - compreende aquele com resistência ao desmonte inferior à da rocha sã, cuja extração se processe com o emprego de rompedor pneumático ou *ripper*.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 2 / 24	REV. 1

III) Material de 3ª Categoria - compreende aquele com resistência ao desmonte equivalente à da rocha sã, cuja extração se processe com emprego de explosivos.

## 6. FUNDAÇÃO EM SUPERFÍCIE

- Entende-se por fundação em superfície, aquela em que as pressões são transmitidas ao solo pela base, a pequena profundidade, sendo desprezível a parcela correspondente à transmissão pelo atrito lateral.
- A locação desta fundação é feita de maneira a garantir a obediência a todos os elementos contidos no projeto.
- No caso de fundações contíguas, assentes em cotas diferentes, deve ser obedecido o item 6.3.3 da NBR 6122, da ABNT.
- No que diz respeito à concretagem, devem ser observadas as recomendações das especificações para obras de concreto armado da VALEC, de nº 80-ES-028A-11-8007.
- Após a desforma e antes de se reaterrarem as cavas, todas as superfícies da fundação que permaneçam enterradas devem ser pintadas com tinta de base asfáltica.

## 7. FUNDAÇÃO EM PROFUNDIDADE

Entende-se por fundação em profundidade o 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 dessas duas maneiras e, ainda, que sua ponta ou base esteja assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta e, no mínimo, a 3,0m, salvo justificativa.

Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões.


### 7.1 Estaca

#### 7.1.1 Definição

Elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamento ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de operário ao seu interior. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in situ* ou misto.

#### 7.1.2 Procedimentos


- As cargas atuantes, bem como o tipo de estaca a ser empregado em cada caso, devem ser definidos pelo projeto.
- Antes do início das escavações, devem ser procedidas verificações de locação e prumo do sistema de escavação, bem como executada a cravação, no solo da fundação, de revestimento com comprimento aproximado de 3m, com a finalidade de manter estável a parte superior do terreno, se houver a presença de água e lama.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 3 / 24	REV. 1

- c) As estacas são cravadas até a profundidade de nega, atendendo às características das sondagens, de forma a suportarem as cargas atuantes. Não são permitidas estacas com comprimento menor que 3m.
- d) Eventualmente, para se atravessar camadas de terrenos mais resistentes, podem ser necessárias operações de escavação (estaca escavada), de forma a se atingir a profundidade necessária.
- e) A estaca deve ter um comprimento tal que, tanto quanto possível, sejam evitadas soldas ou emendas.
- e) Havendo soldas ou emendas, estas devem ter a mesma resistência que a estaca e serão executadas sem perturbação da parte já cravada.
- f) Quando da cravação de estacas vizinhas, sobretudo à distância inferior a 6 vezes o diâmetro da estaca, particularmente no caso das estacas moldadas *in loco*, ou, ainda, no caso de ocorrer levantamento, deve-se evitar a possível danificação de estacas recém cravadas próximas, usando-se pré-furos e cravando-se as estacas do centro para a periferia ou de um bordo para o outro do grupo de estacas.
- g) No caso de ocorrência de água ou solos agressivos, devem ser adotadas medidas especiais de proteção do material da estaca.
- h) No caso de levantamento da estaca, esta deve ser recravada, seja ela de madeira, aço ou pré-moldada. Se a estaca for moldada no local e armada com revestimento recuperável, a sua execução requer que todas as demais situadas num círculo de raio igual a 5 vezes o seu diâmetro, tenham sido concretadas há, pelo menos, 24 horas. Estaca deste tipo, na qual for constatado levantamento, só deve ser aceita após análise da justificativa do caso ocorrido.
- i) Se a estaca tiver base alongada, o fuste deve ser ancorado à base pela armação.
- j) Quando da execução de escavação, devem ser tomadas precauções para evitar que sejam afetadas construções vizinhas à mesma (estacas, blocos, cintas etc.) devido à instabilidade de taludes dessa escavação.
- k) Quando da execução de fundação ou infraestrutura em área muito concentrada, constituída de terreno muito mole, é aconselhável a substituição preliminar da camada superficial pertinente, por solo selecionado e compactado, de forma a impedir deslocamentos laterais das estacas por ocasião de escavações futuras.

#### 7.1.3 Estaca Tipo Broca

- a) Para perfuração desta estaca, é empregado trado mecânico ou manual, conforme a profundidade a ser alcançada e o diâmetro da perfuração.
- b) Após a perfuração alcançar a resistência e profundidade desejadas, o furo deve ser cuidadosamente limpo, com a retirada de todo o material solto pela escavação.
- c) A execução, lançamento e adensamento do concreto devem atender às especificações pertinentes.

 <b>ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
<b>TÍTULO: Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	<b>Nº 80-ES-028A-11-8010</b>	<b>FOLHA</b> 4 / 24	<b>REV.</b> 1


- d) Antes de completar a concretagem, a armadura da estaca deve ser posicionada concentricamente ao furo e, da mesma forma e em seguida, o restante da própria estaca.

#### 7.1.4 Estaca Moldada *in loco*

- a) Essa estaca é armada e moldada no solo por meio de tubo de aço ou outro equipamento adequado, com o bulbo de alargamento, quando existir, executado da própria massa de concreto da estaca, devendo atender às seguintes condições:

- I) ser executada na sua posição definitiva, obedecendo às prescrições do projeto, onde estarão indicadas as características do concreto e carga a suportar;
- II) antes de iniciar a operação, a contratada deve submeter à aprovação da fiscalização os métodos, equipamentos e materiais que irá utilizar na execução da estaca;
- III) o concreto empregado deve ter a resistência especificada no projeto;
- IV) a armadura deste tipo de estaca deve estar centralizada em relação à própria estaca e com um recobrimento de concreto de, no mínimo, 3cm; isto pode ser obtido colocando-se anéis perfurados, obtidos por mistura de cimento e areia, com largura anelar igual ao recobrimento desejado, fixados ao longo das barras externas da armadura;
- V) a estaca deve ser concretada acima da cota de arrasamento indicada no projeto em um comprimento equivalente a, pelo menos, o seu diâmetro;
- VI) a estaca deve atingir solo resistente e o seu comprimento é indicado, em cada caso, no projeto; cabe, entretanto, à contratada, determinar o comprimento final da estaca, submetendo esta definição à aprovação da fiscalização;
- VII) o concreto usado deve ter dosagem adequada para que, durante a suspensão do tubo de revestimento, não se desenvolva atrito excessivo e consequente “arqueamento” entre o concreto e o tubo, o que provocaria o seccionamento do fuste;
- VIII) para facilitar a retirada do tubo de revestimento, a ponta do mesmo pode ser dotada de coroa externa;
- IX) não é permitido o uso de lubrificante entre a face externa do tubo e o terreno;
- X) a moldagem é feita sempre em tubo previamente cravado;
- XI) o diâmetro mínimo deste tipo de estaca é de 25cm;
- XII) a tolerância admissível para o desvio do centro da cabeça da estaca em relação à sua locação, é de, no máximo, de 10% do diâmetro da própria estaca;
- XIII) a estaca sujeita a esforços horizontais deve ser dotada de armadura e dispositivos adequados para absorver tais esforços.

#### 7.1.5 Estaca Pré-Moldada

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 5 / 24	REV. 1

A estaca pré-moldada em concreto armado, a ser cravada no solo, deve atender às seguintes condições:


- a) ser dotada de armadura para resistir aos esforços de transporte, manuseio e cravação, além do trabalho normal a que estará sujeita, inclusive esforços horizontais;
- b) ter o seu dimensionamento feito de acordo com a NBR 6118;
- c) ter espaçamento mínimo na ferragem da armadura de 2,5cm;
- d) ter recobrimento mínimo da armadura da estaca de 3,0cm;
- e) ter proteção adequada para resistência aos choques durante a cravação;
- f) o concreto a ser usado apresentar um teor mínimo de cimento de 400 kg/m<sup>3</sup> de concreto;
- g) o concreto ser adensado por vibração e submetido a cura;
- h) ter a cravação executada por bate-estacas equipado com martelo especial apropriado;
- i) durante a cravação, a base superior da estaca deve ser protegida por um cabeçote de aço;
- j) tolerância admissível para o desvio do centro da cabeça da estaca em relação à locação, de 10% do diâmetro da estaca;

#### 7.1.6 Estaca Metálica

Os critérios de utilização, disposições construtivas e outros procedimentos que regem o fornecimento e cravação de estaca metálica, devem ser os preconizados pela NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações .

##### 7.1.6.1 Tolerância de Execução quanto à Excentricidade

- a) Em estaca metálica isolada não travada - no caso de estaca isolada não travada em duas direções aproximadamente ortogonais, tolera-se um desvio entre o eixo da estaca e ponto de aplicação da resultante das solicitações de 10% do diâmetro da circunferência da seção transversal da estaca.
- b) Em estaca metálica isolada travada – neste tipo de estaca é tolerado um desvio de 5cm entre o seu eixo e a locação prevista em projeto;
- c) Em conjunto de estacas metálicas alinhadas - na direção do alinhamento das estacas, tolera-se um desvio de 5cm entre o eixo da estaca e a locação prevista em projeto; na direção perpendicular ao alinhamento é obedecido o disposto no item a, acima.
- d) Em conjunto de estacas metálicas não alinhadas ou sob bloco de coroamento – neste caso, tolera-se, para cada estaca, um desvio de 5cm entre o eixo desta e a locação prevista em projeto.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 6 / 24	REV. 1

Deve-se observar que a liberação para prosseguimento dos serviços, em qualquer dos casos acima, só é possível após análise pela fiscalização do posicionamento real do estaqueamento.

#### 7.1.6.2 Emendas e Reparos de Cabeça de Estaca

a) A estaca metálica pode ser emendada por solda ou talas aparafusadas. Quanto à resistência das emendas, esta deve ter, por si só, resistência igual à da seção da estaca para todas as solicitações a que estiverem sujeitas.

b) No caso de emenda por soldagem, a solda deve satisfazer às prescrições das normas da ABNT pertinentes.

c) O topo da estaca deve ser cortado no trecho que for danificado durante a cravação ou no excesso em relação à cota de arrasamento, recompondo-se, quando necessário, o trecho de estaca até essa cota.

#### 7.1.7 Disposições para Execução de Estaca Cravada

a) Quando as estacas são executadas em grupo, deve-se considerar os efeitos dessa execução sobre o solo, ou seja, seus levantamento e deslocamento lateral. Alguns tipos de solo, particularmente os aterros e as areias fofas, são compactados pela cravação de estacas e a seqüência de execução dessas estacas em grupo, deve evitar a formação de um bloco de solo compactado, capaz de impedir a execução das demais estacas.

b) Sempre que o terreno não for conhecido para o executor, deve ser feita uma verificação dos fenômenos acima citados. Para tanto, será feito o controle por procedimento topográfico adequado, segundo a vertical e duas direções horizontais, do deslocamento do topo de uma estaca à medida que as vizinhas são cravadas;

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

d) caso seja constatado o levantamento de alguma estaca, esta deve ser recravada;

e) a paralisação da cravação da estaca se dá quando obtida a nega fornecida pelo projetista.

##### 7.1.7.1 Controle de Estaqueamento em Estacas Cravadas

Este controle deve ser feito anotando-se, no mínimo, os seguintes elementos:

- Tipo de estaca
- Características do equipamento de cravação
- Comprimento real da estaca abaixo do arrasamento
- Suplemento utilizado - tipo e comprimento
- Desaprumo e desvio da locação
- Negas no final da cravação e, na recravação, quando houver

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	N° <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 7 / 24	REV. 1

- Deslocamento e levantamento de estaca por efeito de cravação de estacas vizinhas
- Anormalidades de execução.

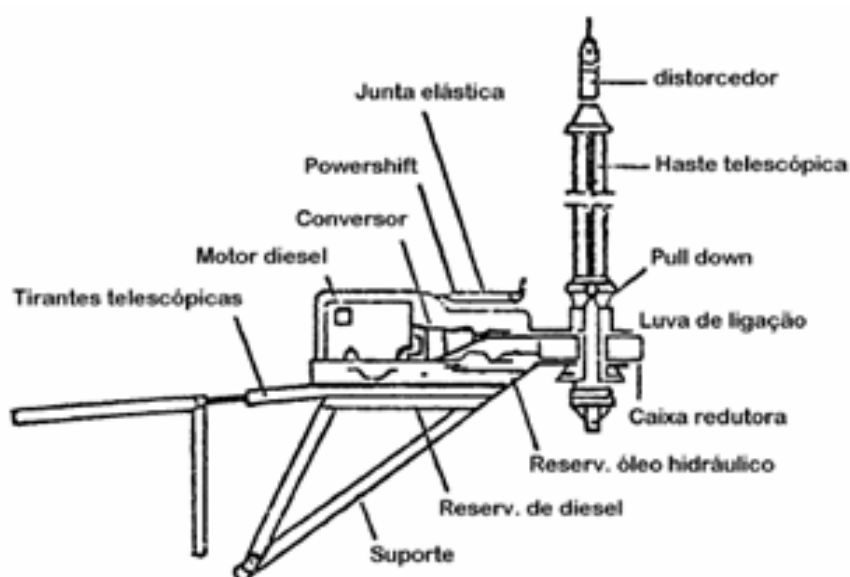
#### 7.1.8 Disposições para Execução de Estaca Escavada

##### 7.1.8.1 Equipamento para Perfuração

###### a) Mesa Rotativa

Deve ser dimensionada para os diâmetros indicados no projeto, possuindo o torque necessário para levar a escavação até a cota exigida, sendo desejável possuir acionamento auxiliar vertical por meio de pistões hidráulicos.

#### ESQUEMA DO EQUIPAMENTO



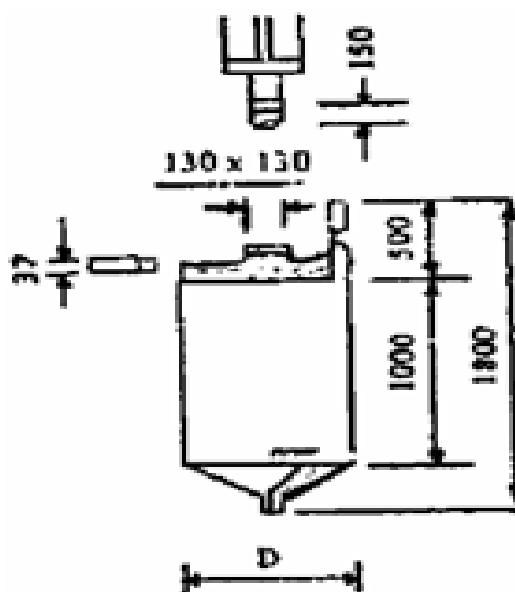
###### b) Haste, Caçamba (*Bucket*), Trado (*Auger*)

- Deve ser utilizada, preferencialmente, haste tipo *Kelly*, de acionamento telescópico, com comprimento necessário para atingir as cotas de fundação.
- A caçamba fechada, tipo *Bucket*, deve ter o diâmetro correspondente às exigências do projeto.
- São permitidos alargadores até, no máximo, 20cm acima do diâmetro nominal da caçamba.

<b><u>VALEC</u></b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	N° <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 8 / 24	REV. 1

- IV) O equipamento para execução de estaca de grande diâmetro, bem como aquele para a infraestrutura de apoio a este serviço, devem estar em bom estado de conservação e funcionamento.
- V) Deve ser prevista oficina no local para manutenção preventiva e corretiva deste equipamento.

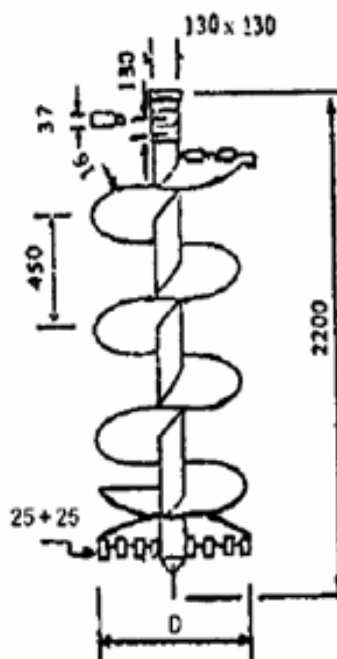
**EXEMPLO DE CAÇAMBA (Bucket)**





<b><u>VALEC</u></b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	N° <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 9 / 24	REV. 1


**EXEMPLO DE TRADO (Auger)**



c) Guindaste

- I) Os guindastes devem ter capacidade suficiente para elevação do conjunto "Haste caçamba + solo" e possuir a necessária rapidez de descida do conjunto durante os trabalhos de escavação, possuindo guincho duplo com embreagem reforçada.
- II) Devem estar montados sobre esteiras, com largura que permita uma distribuição da sua carga sobre o solo, não superior a 1,5 kgf/cm<sup>2</sup> (0,15 MPA).
- III) Deve ter o seu comando preferencialmente hidráulico.

7.1.8.2 Controle da Profundidade Atingida

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 10 / 24	REV. 1

Após a limpeza do fundo, devem ser efetuadas medições da profundidade atingida pela estaca por meio de cabo de aço aferido ou instrumento equivalente. As medições são feitas em pelo menos 3 pontos, respectivamente, no centro da estaca e em dois pontos diametralmente opostos, sendo consideradas aceitáveis diferenças entre medidas de, aproximadamente, 5cm, devido a irregularidades provocadas pela ferramenta de ataque.

#### 7.1.8.3 Armadura

- a) A armadura da estaca deve obedecer, rigorosamente, ao estabelecido em projeto. Adicionalmente, a armadura deve possuir em sua estrutura alças de içamento, alças para travamento do revestimento, anéis de enrijecimento e roletes espaçadores.
- b) Para assegurar o recobrimento adequado da armadura são utilizados roletes espaçadores. Estes roletes devem ser executados com argamassa de cimento e devem apresentar a mesma resistência do concreto da estaca.
- c) As emendas na armadura devem ser efetuadas por transpasse, com utilização de *clips*.
- d) A armadura deve ser isenta de quaisquer impurezas ou elementos corrosivos que possam afetar a integridade da mesma e prejudicar a qualidade do concreto da estaca.
- e) Caso a armadura permaneça no furo por mais de 12h sem que a concretagem seja efetuada, deve ser retirada para limpeza, livrando-a de lama ou gel, existentes.

#### 6.1.8.4 Equipamento para Concretagem

- a) Central de concreto, dimensionada em função da produtividade dos equipamentos de perfuração, nunca tendo produção inferior a 25 m³/h.
- b) Caminhões betoneira e bombas de lançamento de concreto, em número suficiente para que não haja interrupção maior do que 30 minutos na concretagem.
- c) Tubulação com funil para lançamento de concreto (Tremonha)
- d) O equipamento para a concretagem deve possuir as seguintes características:
  - I) ter diâmetro interno maior que 8 vezes o diâmetro máximo do agregado graúdo;
  - II) os módulos que compõem a tremonha devem ser acoplados por meio de rosca; deve-se atentar para a garantia de sua estanqueidade, bem como impedir perda de agregado durante o processo de concretagem;
  - III) dispor, na extremidade superior, de funil para lançamento de concreto que, por sua vez, deve ter adaptação para ser operado por guindaste;
  - IV) possuir tubos com eficiência para lançar concreto numa área de, até, 4 m²;
  - V) usar, para obturador, bola de borracha, chapa metálica perdida, bucha de papel ou outro elemento que possa isolar o concreto da lama, proporcionando uma perfeita estanqueidade.

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.		<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO:	<b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 11 / 24	REV. 1

#### 7.1.8.5 Características do Concreto

A dosagem do concreto para concretagem submersa deve observar a seguinte prescrição:

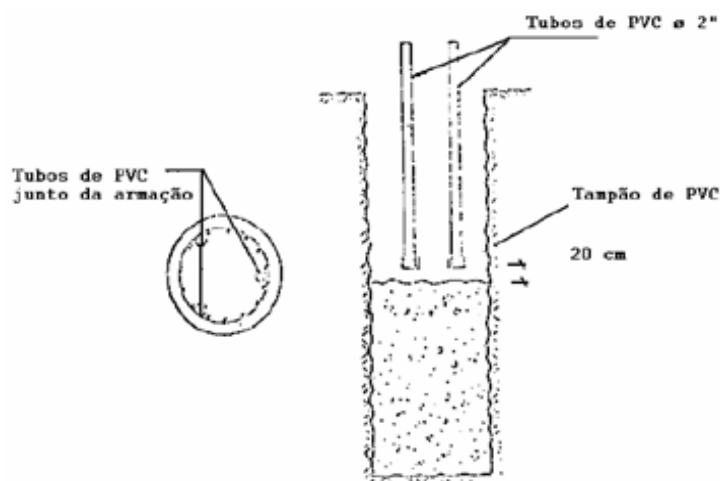
- slump test 20 + 2 cm;
- atendimento às tensões características de projeto;
- cimento e agregados devem ser compatíveis com a agressividade do meio envolvente;
- consumo mínimo de cimento de 400kg por m<sup>3</sup> de concreto;
- diâmetro máximo do agregado igual a 1/8 do diâmetro do tubo de lançamento;
- a critério da fiscalização pode ser utilizado retardador de pega para um máximo de 3h.

#### 7.1.8.6 Concretagem

Liberada a escavação para o início da operação de concretagem, deve-se atentar para os seguintes aspectos:

- a) no início da concretagem, a extremidade do tubo tremonha não deve tocar o fundo da estaca, permanecendo a cerca de 30cm do mesmo;
- b) como o processo de concretagem é do tipo submerso, deve-se controlar a imersão do tubo, a qual deverá ser proporcional à altura de lançamento, não devendo, entretanto, ser inferior a 3m, de modo a impedir a incorporação da lama à massa do concreto;
- c) durante a concretagem deve ser verificada a subida do concreto dentro do furo, a fim de se certificar de que todos os vazios estão sendo preenchidos; devem ser traçadas curvas de concretagem, comparando-as com o volume teórico; é normal que exista um acréscimo sobre o volume teórico, em função das características do solo perfurado;
- d) havendo interrupção no lançamento do concreto, o reinício da operação de concretagem deve se dar no prazo máximo de 30 minutos;
- e) a concretagem reinicia-se com a tremonha seca, observando-se se a mesma está imersa no concreto anteriormente lançado (mínimo de 3m), a fim de garantir continuidade da coluna de concreto;
- f) especial atenção deve ser dada no sentido de se evitar formação de juntas frias;
- g) caso a interrupção promova a formação de junta fria, no reinício da concretagem são colocados tubos de PVC conforme mostrado na figura a seguir, de modo a permitir posterior obturação da superfície entre os dois concretos; neste caso, a fiscalização deve ser consultada.

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	N° <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 12 / 24	REV. 1



- h) estes tubos servem para injeção de água sob pressão para limpeza da superfície da junta e, posteriormente, para lançar argamassa de cimento e areia, de modo a preencher os vazios; as instruções para o reparo devem ser, necessariamente, fornecidas pela fiscalização, após analisar cada caso específico;
- i) a critério da fiscalização, pode ser utilizado outro procedimento no tratamento das juntas frias, desde que exista a devida comprovação da eficiência do outro método;
- j) a concretagem deve prosseguir até, no mínimo, 1m acima da cota de arrasamento prevista em projeto


#### 7.1.9 Controle de Execução do Estaqueamento

- a) Em cada estaqueamento, deve-se tirar o diagrama de cravação em, pelo menos, 10% das estacas, devendo, de preferência, serem aí incluídas as estacas mais próximas aos furos de sondagem.
- b) Sempre que houver dúvidas sobre uma estaca, a fiscalização pode exigir comprovação de seu comportamento e capacidade de carga.
- c) Se essa comprovação for julgada insuficiente e dependendo da natureza da dúvida, a estaca deve ser substituída ou seu comportamento comprovado por uma prova de carga.

#### 7.1.10 Testes Estáticos e Dinâmicos

##### 7.1.10.1 Prova de Carga Estática

- I - Ficará a cargo da fiscalização a indicação da necessidade de ser efetuada prova de carga estática em estacas.

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 13 / 24	REV. 1

II - Os procedimentos para execução deste tipo de prova devem seguir as recomendações da NBR-12131 da ABNT.

III - Nestes casos a amostra a ser testada, segundo a NBR-6122 da ABNT, corresponderá a 1% (um por cento) das estacas executadas. Caso este percentual represente um número fracionário de estacas, deverão ser colocadas à prova uma quantidade inteira imediatamente superior

IV - A prova de carga é feita em estaca pertencente à fundação. Em casos especiais, pode ser efetuada em estaca executada especialmente para tal fim, desde que ela esteja o mais próximo possível da fundação a ser testada e que, na sua execução, sejam utilizados materiais e método executivo idênticos àqueles das demais estacas da mesma fundação.

V - A fiscalização pode, a seu critério e em caso de dúvida, exigir que seja efetuada prova de carga em determinada estaca e, caso o resultado não seja satisfatório, o programa de provas deve ser reestudado de modo a permitir o reexame da carga admissível, do processo executivo e, até, do tipo de fundação utilizados.

VI - Se uma estaca da fundação romper durante a prova sob uma carga inferior ou igual a uma vez e meia a carga admissível para ela, esta estaca deverá ser substituída, sem ônus para a VALEC, por outra ou outras, de modo a satisfazer às condições de estabilidade da fundação.

#### 7.1.10.2 Ensaio Dinâmico

I - O ensaio de carregamento dinâmico é realizado segundo as prescrições da NBR 13208 da ABNT.

II - Para o caso de estaca moldada *in loco*, o ensaio dinâmico deve ser efetuado em todos os apoios, conforme preconizado a seguir:

- estacas de pequeno diâmetro, com grande quantidade por bloco – em blocos de apoio intermediário de pontes em balanço sucessivo, são ensaiadas as 2 (duas) estacas situadas nos vértices do bloco diametralmente opostos; em blocos de encontros ou intermediários de pontes em vigas pré-moldadas, é ensaiada uma estaca em cada bloco e que esteja situada em um dos vértices do bloco;
- estacas de grande diâmetro, com pequena quantidade por bloco – em blocos dos apoios intermediários de pontes em balanço sucessivo, é ensaiada apenas uma estaca em um dos vértices do bloco; em blocos de encontro ou intermediários, de pontes em vigas pré-moldadas, uma estaca em cada dois blocos e que esteja situada em um dos vértices do bloco; neste caso, e em qualquer das situações apresentadas, é sempre ensaiada uma estaca por bloco, no caso de escavação somente em solo e uma a cada dois blocos, no caso de estacas que possuam pino na rocha.

#### 7.1.11 Critérios para Aceitação da Estaca Acabada

##### 7.1.11.1 Excentricidade

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.		<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO:	<b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 14 / 24	REV. 1

- a) Para excentricidade na direção normal no plano das estacas é tolerado um desvio de 10% do diâmetro da estaca.
- b) Casos adicionais devem ser analisados de modo particular.

#### 7.1.11.2 Comprimento

Admite-se uma tolerância 1% do comprimento da estaca como desvio de inclinação.

### 7.2 Tubulão

#### 7.2.1 Definição

Tubulão é um elemento de fundação profunda, escavado no terreno, em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de operário no seu interior. A descida do operário se faz necessária para executar o alargamento da base ou, pelo menos, a limpeza do fundo da escavação, uma vez que neste tipo de fundação as cargas são transmitidas essencialmente pela ponta da estaca a um substrato de maior resistência.

#### 7.2.2 Execução

Para execução dos tubulões devem ser observadas as normas NBR 6118, NBR 6122 e NBR 7678 da ABNT.


- a) O tubulão pode ser escavado 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, chamado camisa metálica, este poderá ser perdido ou recuperado após a cura do concreto.
- b) O tubulão em concreto armado ou em concreto simples, revestido ou não, é sempre executado de acordo com as indicações do projeto.
- c) Quanto ao modo de execução, o tubulão pode ser escavado manual ou mecanicamente, podendo-se usar, eventualmente, ar comprimido para manter estáveis as paredes da escavação.

##### 7.2.2.1 Tubulão não Revestido

- a) Este tipo de tubulão é executado com escavação manual ou mecânica, da seguinte maneira:

- I) manualmente – a escavação só pode ser executada acima do nível d'água, natural ou rebaixado ou, em casos especiais em que seja possível bombear a água sem que haja risco de desmoronamento ou perturbação no terreno da fundação, abaixo deste nível; pode ser dotado de base alargada tronco-cônica;
- II) mecanicamente – a escavação é executada com equipamento adequado, podendo, neste caso, quando em seco, ter a base alargada aberta manual ou mecanicamente;

- b) A concretagem deste tubulão é feita como a seguir descrita, de acordo com a alternativa de escavação adotada:

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 15 / 24	REV. 1

I) em escavação seca – o concreto é simplesmente lançado da superfície, através de tromba (funil) de comprimento adequado para evitar segregação do concreto;

II) em escavação com água ou lama - utiliza-se o processo de concretagem submersa, com o concreto lançado através de tremonha, caçamba ou outro meio de eficiência comprovada; neste caso, deve-se observar o lançamento do concreto em velocidade tal a evitar a "lavagem" do concreto lançado pela água do subsolo.

#### 7.2.2.2 Tubulão Revestido

a) Em função das condições de estabilidade do terreno onde será assentado o tubulão, deverá ser utilizado revestimento com camisa de concreto ou de aço.


b) Neste tipo de tubulão, consideram-se as seguintes possibilidades para a sua execução:

##### I - tubulão com revestimento em concreto armado

- neste caso a camisa é concretada sobre a superfície do terreno ou em uma escavação preliminar de dimensões adequadas, por trechos de comprimento convenientemente dimensionado e introduzida no terreno depois que o concreto esteja com resistência adequada à operação, através de escavação interna à mesma; depois de arriado um elemento, concretase sobre ele o elemento seguinte, e assim por diante, até se atingir o comprimento final previsto;
- caso, durante essas operações, seja atingido o lençol d'água do terreno, será adaptado ao tubulão equipamento pneumático que permita a execução a seco dos trabalhos, sob pressão conveniente de ar comprimido;
- atingida a cota prevista para implantação da camisa, procede-se, se for o caso, à operação de abertura da base alargada;
  - durante essa operação, a camisa deve ser escorada de modo a evitar a sua descida;
- em obras dentro d'água (rios, lagos etc.), a camisa pode ser concretada no próprio local, sobre estrutura provisória, e descida até o terreno com auxílio de equipamento apropriado; pode, também, ser concretada em terra e transportada, posteriormente, para o local de implantação;
- em casos especiais, principalmente em obras em que se passa diretamente da água para rocha, as camisas já podem ser executadas com alargamento, de modo a facilitar a execução da base alargada;
- terminado o alargamento, concretase a base e o núcleo do tubulão, sendo que, dependendo do projeto, a concretagem do núcleo pode ser parcial.

##### b) tubulão com revestimento em camisa de aço

I - a camisa de aço é utilizada, do mesmo modo que a camisa em concreto, para manter aberto o furo e garantir a integridade do fuste do tubulão;

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 16 / 24	REV. 1

II - ela pode ser introduzida no terreno por cravação com bate-estacas ou através de equipamento especial; a escavação interna, manual ou mecânica, pode ser feita à medida que estiver havendo a penetração do tubo ou de uma só vez, quando completada a cravação do mesmo;

III - quando previsto, pode-se executar um alargamento na sua base, sendo o tubulão concretado em seguida; este alargamento pode ser executado manual ou mecanicamente, sob ar comprimido ou não;

IV - no caso de uso de ar comprimido, a camisa deve ser ancorada ou receber contrapeso de modo a evitar sua subida;

V - a camisa metálica, no caso de não ter sido considerada no dimensionamento estrutural do tubulão, pode ser recuperada à medida que for sendo efetuada a concretagem ou, posteriormente; esta alternativa, quando possível, deve ser especificada no projeto.

b) Quanto à concretagem de tubulão revestido, admitem-se as seguintes variantes:

I - tubulão seco – o concreto é simplesmente lançado da superfície, através de tromba (funil) com comprimento adequado para evitar segregação do concreto;

II - escavação com água ou lama – neste caso, utiliza-se processo de concretagem submersa, com o concreto lançado através de tremonha, caçamba ou por outro meio de eficiência comprovada; a velocidade de lançamento do concreto deve ser definida de modo a se evitar a "lavagem", pela água do subsolo, do concreto lançado;

III - tubulão com ar comprimido – neste caso, o concreto é lançado sob ar comprimido, no mínimo até uma altura justificadamente capaz de resistir à subpressão hidrostática.

#### 7.2.3 Tolerâncias na Execução

a) Quanto à excentricidade, tolera-se um desvio de 10% do diâmetro do fuste do tubulão e que não seja superior a 10cm, desde que a verificação de estabilidade esteja em conformidade com os coeficientes de segurança das normas em vigor; neste caso, a contratada deve apresentar a verificação de estabilidade para aprovação da fiscalização.

b) Quanto ao desaprumo, este não pode ultrapassar a 1%.

c) Quanto à ovalização da camisa metálica, é admitida variação do seu diâmetro em, até, +10%.

d) Se qualquer das tolerâncias acima for ultrapassada, nenhuma medida corretiva pode ser adotada sem que seja aprovada pela fiscalização.

#### 7.2.4 Disposições Construtivas

##### 7.2.4.1 Equipamento para assentamento de camisa metálica




<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.		<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO:	<b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 17 / 24	REV. 1

- a) A camisa de revestimento, quando metálica, pode ser cravada por equipamento de percussão (bate-estacas), vibração ou ainda por equipamento que imprima ao tubo um movimento de vai e vem, simultâneo a uma força exercida sobre ele de cima para baixo.
- b) Qualquer um desses equipamentos deve ser dimensionado de modo a possibilitar a cravação do tubo até a profundidade prevista sem deformá-lo longitudinal ou transversalmente.
- c) Em tubulão com camisa de aço que atinja grande profundidade, abaixo do lençol d'água, devem ser utilizadas técnicas especiais na escavação, como, por exemplo, a utilização de lama bentonítica ou mesmo água no seu interior, de modo a que seja evitada a ruptura do fundo.

#### 7.2.4.2 Trabalhos sob ar comprimido

- a) No caso de uso de ar comprimido em qualquer etapa da execução do tubulão, deve-se observar, rigorosamente, os tempos de compressão e descompressão prescritos pela legislação em vigor para o pessoal que trabalhar no seu interior;
- b) Só se admitem trabalhos sob pressão superior a 1,5 Kgf/cm<sup>2</sup> quando as seguintes providências forem tomadas:
  - I - existir equipe permanente de socorro médico à disposição;
  - II - existir câmara de recompressão equipada, disponível na obra;
  - III - existir, disponíveis na obra, compressor e reservatório de ar comprimido de reserva;
  - IV - existir renovação de ar garantida, sendo o ar injetado em condições satisfatórias para o trabalho humano.
- c) Tratando-se de tubulão com camisa metálica, a campânula deve ser ancorada ou lastreada de modo a evitar sua subida devido à pressão aplicada.
- d) O lastramento é obtido através de pesos adequados colocados sobre a campânula e a ancoragem, por algum meio eficiente de fixação da campânula à camisa.
- e) Tratando-se de camisa de concreto armado, a mesma deve ser escorada, interna ou externamente, durante os trabalhos de alargamento de base, para evitar sua descida.
- f) Nenhum tubulão de camisa de concreto pode ser colocado sob pressão enquanto o concreto não tiver atingido a resistência especificada no projeto.
- g) Deve-se evitar o trabalho com excesso de pressão que possa ocasionar "desconfinamento" do tubulão e perda de sua resistência de atrito. Por esta razão, é desaconselhável eliminar, através de pressão, a água eventualmente acumulada no fundo do tubulão, devendo a mesma ser retirada através da campânula.

#### 7.2.4.3 Alargamento da Base

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 18 / 24	REV. 1

Quando as características do solo indicarem que o alargamento da base do tubulão é problemático, deve-se prever o uso de injeções ou de aplicações superficiais de argamassa de cimento, lama betonítica ou, então, o escoramento da parede alargada, para evitar desmoronamento da base.

#### 7.2.4.4 Limpeza Interna da Camisa

Antes da concretagem, deve-se limpar internamente a camisa, seja ela metálica ou de concreto, manualmente ou através da circulação de água, a fim de garantir a aderência do concreto do núcleo ao revestimento, assim como a limpeza do fundo da escavação.

#### 7.2.4.5 Armadura do Núcleo e Armação de Ligação do Fuste à Base.

- a) A armadura do núcleo do tubulão deve ser montada de maneira que seja suficientemente rígida para que não aconteçam deformações durante o seu manuseio ou durante a concretagem.
- b) A armadura de ligação do fuste à base deve ser executada de modo a garantir concretagem satisfatória da base alargada.

#### 7.2.4.6 Tempo de Execução


- a) Deve-se procurar fazer com que, entre o término da execução do alargamento da base e sua concretagem, decorra o mínimo de tempo possível.
- b) De qualquer modo, sempre que a concretagem não for feita imediatamente após o término do alargamento e a inspeção do mesmo, nova inspeção deve ser feita por ocasião da concretagem, limpando-se, cuidadosamente, o fundo da base e removendo-se a camada eventualmente amolecida pela sua exposição ao tempo ou por águas de infiltração.

#### 7.2.4.7 Programação dos Trabalhos

- a) Quando previstas cotas variáveis de assentamento entre tubulões próximos, a execução deve ser iniciada pelo tubulão mais profundo, passando-se, a seguir, para o imediatamente mais raso e, assim, sucessivamente.
- b) Deve-se sempre evitar o trabalho simultâneo em bases alargadas em tubulões adjacentes.
- c) As observações citadas em a e b, acima, são válidas, tanto para a escavação, quanto para a concretagem.

#### 7.2.5 Controle de Execução

- a) Deve ser confeccionado um boletim de execução de tubulões, anotando-se nele, entre outros, os seguintes elementos, para cada tubulão, conforme o tipo:
  - cota de arrasamento
  - dimensões reais da base alargada
  - material utilizado na contenção e escoramento
  - equipamento usado nas várias etapas

 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 19 / 24	REV. 1

- deslocamento e desaprumo
- consumo de material durante a concretagem (comparação com o volume previsto)
- qualidade dos materiais
- anormalidades de execução e providências tomadas

b) A contratada solicitará à fiscalização a liberação para execução dos seguintes serviços:

- alargamento da base
- armação da base
- concretagem da base
- concretagem do fuste

#### 7.2.6 Prova de Carga

- a) Sempre que houver dúvida sobre um tubulão, a fiscalização pode exigir a comprovação satisfatória de seu comportamento.
- b) Se essa comprovação for julgada insuficiente, e dependendo da natureza da dúvida, o tubulão deve ser substituído ou seu comportamento comprovado por prova de carga.
- c) Caso sejam feitos testes no tubulão, estes deverão obedecer às recomendações feitas nas normas da ABNT pertinentes.

#### 7.3 Bloco de Coroamento

Para execução do bloco de coroamento, aplicam-se todas as determinações citadas no item 5 desta especificação para fundações de superfície. Além disso, deve ser dada especial atenção ao preparo das "cabeças" de tubulões, desbastando-se o excesso de concreto com ponteiro ou martelo leve com pequena inclinação em relação à horizontal, repondo-se, quando necessário, o trecho até a cota de arrasamento com concreto de igual quantidade ao da estaca ou do tubulão. Os detalhes de ligação entre estacas ou tubulões e blocos de coroamento indicados no projeto devem ser seguidos à risca.

#### 7.4 Emprego de Lama Bentonítica

##### 7.4.1 Controle das Características da Lama Bentonítica

a) As características da lama devem ser controladas nas seguintes etapas:

- I - na central de fabricação de lama, antes da sua efetiva aplicação;
- II - durante as escavações, no desenrolar das atividades que compõem o serviço, ao término das escavações, na troca da lama, e durante e após a concretagem;

b) Além dos controles descritos acima, a lama deve ser ensaiada nos seguintes casos:

- I - no reservatório de lama, após a ocorrência de chuvas que possam afetar a proporção da lama, ou quando, após longa exposição ao sol, houver suspeitas de modificações nas suas características;

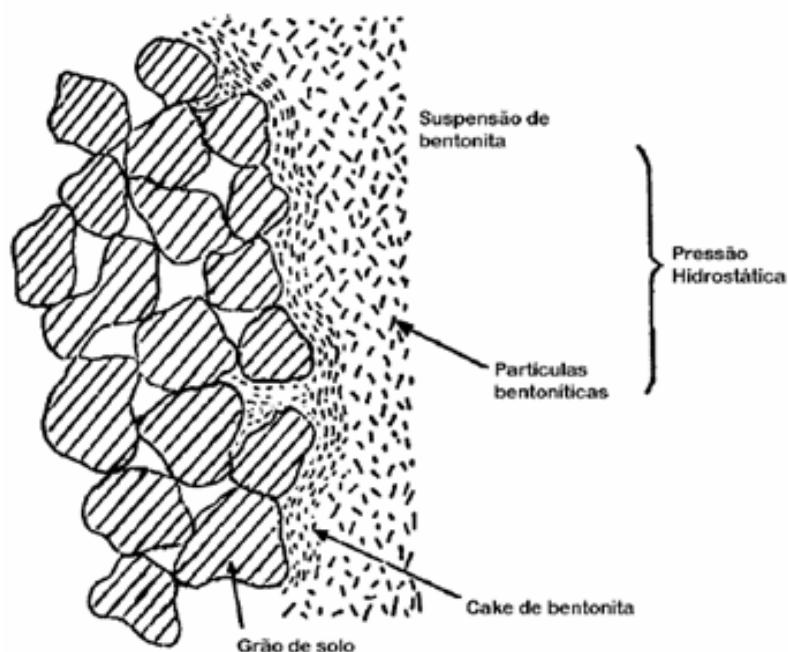
<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	N° <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 20 / 24	REV. 1

II - durante as etapas de execução da escavação ou concretagem, toda vez que houver suspeita de desbarramento, chuvas ou outros eventos que possam contribuir para modificação da composição da lama bentonítica;

c) A lama deverá obedecer aos seguintes parâmetros, estipulados pela NBR 6122, da ABNT:

PARÂMETRO	VALORES	DISPOSITIVO PARA
Peso específico	1,025 a 1,10 g/m³	Densímetro
Viscosidade	30 a 90	Funil "Marsh"
PH da água	7 a 11'	Papel de PH
Espessura do <i>cake</i>	1,0 a 2,0 mm	"Filter Press"
Teor de Areia	até 3%	"Baroid send content" ou similar

### ESQUEMA GRÁFICO DA FORMAÇÃO DE CAKE



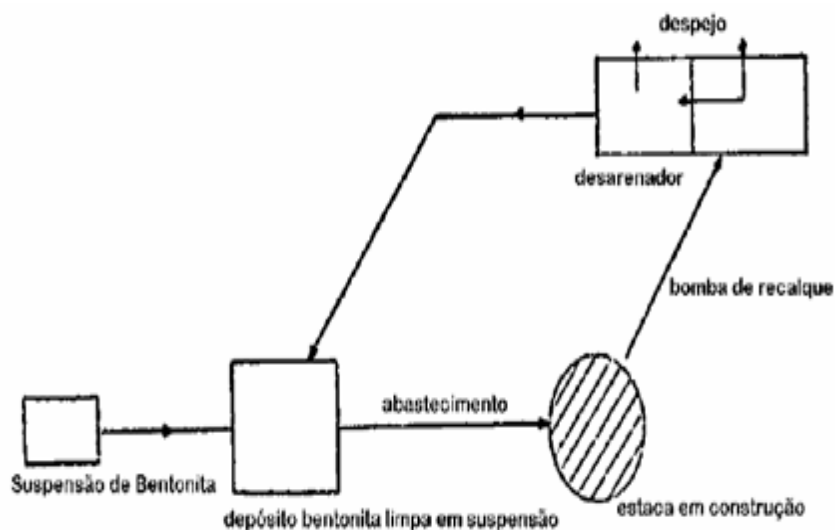
<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 21 / 24	REV. 1

#### 7.4.2 Equipamento para Preparo da Lama Bentonítica

a) A Central de reparo de lama é constituída de:

- Misturador de bentonita
- Reservatório para distribuição
- Reservatório para decantação
- Peneiras vibratórias
- Desarenadores (hidrociclone)
- Bombas de recalque
- Sistema para agitação da bentonita armazenada
- Sistema *air lift* ou equivalente
- Laboratório para controle da lama, com material necessário para realização dos ensaios necessários.

#### **LAY-OUT DA INSTALAÇÃO PARA LAMA BENTONÍTICA**



#### 7.4.3 Procedimentos

- A lama bentonítica deve permanecer em repouso por, no mínimo, 24 h após sua confecção e ser sempre agitada antes de ser usada.
- utilização do *Auger* sob a lama bentonítica só é indicado para ultrapassagem de zonas de alta resistência.
- sperfuração pode ser feitas a seco ou com o uso de água até se atingir o lençol freático, caso as paredes do furo se apresentem estáveis. A partir do lençol freático, para equilibrar o

<b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 22 / 24	REV. 1

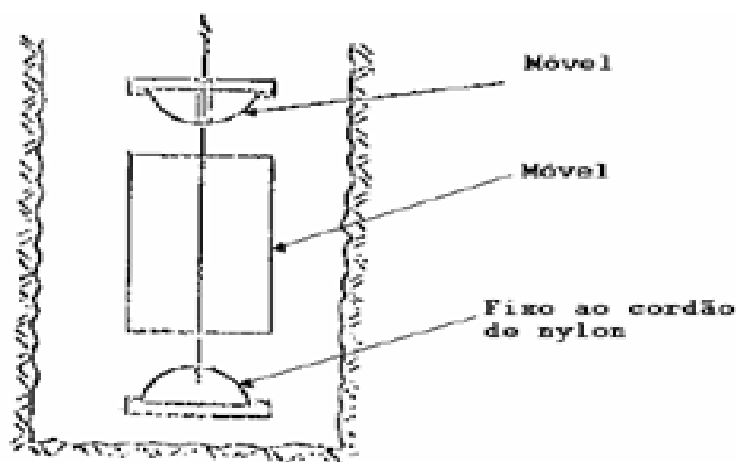
gradiente hidráulico, a escavação prosseguirá utilizando-se lama bentonítica. Cabe observar que o nível da lama dentro do furo deve, obrigatoriamente, ser mantido acima do nível freático em, no mínimo, 2 vezes o diâmetro da estaca.

d) Na eventualidade de a lama bentonítica ser insuficiente para a contenção das paredes, deve ser previsto o encamisamento do trecho instável.

e) Limpeza do Fundo da Escavação

I) Deve ser efetuada a limpeza no fundo da escavação, caso a análise da lama bentonítica coletada neste fundo indicar "teor de areia" fora dos limites prescritos no item 6.4.1c, desta especificação.

II) Esta amostra deve ser coletada através de um dispositivo especial conforme croqui abaixo:



III) De posse da amostra coletada, procede-se a novos ensaios para determinação da viscosidade e do teor de areia da lama bentonítica.


IV) Para essa limpeza, pode ser também utilizado o sistema *air lift* ou outro processo de sucção apropriado que não provoque perturbação na parede da escavação, mantida estável pela ação da bentonita.

#### 7.4.4 Preparação para Concretagem

Antes do início da operação de concretagem da estaca, devem ser efetuadas as atividades descritas a seguir.

a) Ensaios da Lama Bentonítica

São executados novos ensaios para determinação da viscosidade, do teor de areia e densidade da lama bentonítica. Caso seja verificada a existência de deposição de materiais em excesso no fundo da escavação, nova limpeza deve ser executada.

 <b>ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
<b>TÍTULO: Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	<b>Nº 80-ES-028A-11-8010</b>	<b>FOLHA</b> 23 / 24	<b>REV.</b> 1

#### b) Controle de Profundidade

Novas medidas para controle de profundidade devem ser procedidas. Essas medições devem ser executadas nos mesmos pontos medidos anteriormente.


- c) Se o intervalo entre a operação de colocação da armadura e o início da concretagem for maior que 1h, necessariamente devem ser exigidos os ensaios pertinentes para a lama do fundo da escavação. Caso os ensaios não se enquadrem dentro dos parâmetros estabelecidos no item 6.4.1c desta especificação, obrigatoriamente deve ser providenciada a troca da lama, com remoção do depósito do fundo.
- d) Quando qualquer motivo conduzir ao retardamento do início da concretagem por tempo superior a 1h após a colocação da armadura, cuidado especial deve ser tomado, com ensaio da lama a cada 1/2h.
- e) Se sinais evidentes indicarem a possibilidade de desabamento, deve ser removida a armadura e providenciada nova limpeza do fundo, devendo-se, em casos extremos, reaterrar o furo para posterior reescavação. Neste caso, a fiscalização deve ser consultada.

#### 7.4.5 Serviços Complementares (corte do topo)

- a) O topo da estaca apresenta normalmente concreto não satisfatório (borra): esse concreto deve ser removido até que se atinja material adequado, ainda que abaixo da cota de arrasamento. Neste caso, procede-se à reconcretagem do trecho da estaca que foi cortado abaixo dessa cota.
- b) A remoção da borra deve ser executada, obrigatoriamente, com corte no sentido de baixo para cima ou no máximo com as ferramentas na posição horizontal, ou seja: em nenhuma hipótese pode haver corte de cima para baixo.

### 8. MANEJO AMBIENTAL

- a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:
  - I - o desmatamento e destocamento devem obedecer rigorosamente os limites estabelecidos no projeto, ou pela fiscalização, sendo evitados acréscimos desnecessários, com a precaução de não expor os solos e taludes naturais à erosão;
  - II - na operação de limpeza, a camada vegetal deve ser estocada, sempre que possível, para o futuro uso da recomposição vegetal do talude;
  - III - não é permitida a queima do material removido;
  - IV - todo o material excedente de escavação ou sobras, devem ser removidos das proximidades da obra, devendo ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;

 <b>ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
<b>TÍTULO: Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	<b>Nº 80-ES-028A-11-8010</b>	<b>FOLHA</b> 24 / 24	<b>REV.</b> 1

V - a área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental;

VI - o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria desmatamento desnecessário;

VII - durante o desenvolvimento da obra deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração.

b) além destas, devem ser observadas, no que couber, as disposições das Normas Ambientais da VALEC nº (NAVAS) e da sua Política Ambiental..

## 9. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

a) O serviço é aceito e, assim, passível de medição, desde que atenda, simultaneamente, às exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação.

b) As fundações são medidas da seguinte forma:

I) Escavação - em m³, sendo o volume calculado por meio de seções transversais determinadas antes e depois de executados os serviços, em conformidade com o projeto e sendo aprovada a classificação dos materiais escavados pela fiscalização;

2) Concreto - em m³, sendo o volume calculado de acordo com as dimensões estipuladas no projeto;

III) Forma - em m², sendo a área calculada de acordo com o projeto;

IV) Armadura - em kg, sendo o peso calculado de acordo com o definido em projeto.

c) A cravação de estacas metálicas é medida por kg de estaca compreendido entre as cotas de ponta e arrasamento.

d) A escavação em tubulão é medida da seguinte forma :

I) volume escavado - em m³, sendo calculado de acordo com as dimensões de projeto, devendo o material encontrado ser classificado pela fiscalização;

II) alargamento da base (*faca*), até a cota de arrasamento do tubulão especificada no projeto ou liberada pela fiscalização;


III) concreto - em m³, sendo o volume calculado de acordo com as dimensões de projeto;

IV) armadura de aço - em kg, sendo o peso calculado de acordo com os dados de projeto.

## 10. FORMA DE PAGAMENTO

a) As fundações são pagas aos preços unitários contratuais, os quais incluem todos os serviços necessários, fornecimento de material, transporte, perdas, suprimento, mão de obra com encargos e utilização de equipamento, medidos como estipulado no item 7, acima.



 <b>VALEC</b> ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA</b>		
TÍTULO: <b>Obras de Arte Especiais FUNDAÇÕES E OBRAS ENTERRADAS</b>	Nº <b>80-ES-028A-11-8010</b>	FOLHA 25 / 24	REV. 1

b) A estaca metálica é paga ao preço unitário contratual, estando nele incluídos fornecimento, corte, solda, talas, cravação e emendas, fornecimento de material, transporte, levantamento e posicionamento, perdas, mão de obra com encargos, utilização de equipamento e demais serviços necessários à sua execução, inclusive deslocamento do bate estacas.

c) Fundação em Tubulão.

I) Escavação

É paga pelo preço unitário contratual, no qual estão incluídos o fornecimento de material, carga, descarga, transporte, perdas, ferramentas, utilização de equipamento, mão de obra com encargos e demais serviços necessários à sua execução.

II) Utilização de ar comprimido

Na execução com utilização de ar comprimido, o preço unitário inclui, também, os equipamentos, materiais e serviços de torre de sustentação da campânula, balsa, ponte provisória, etc.

III) Camisa de Concreto

É paga pelo preço unitário contratual, onde estão incluídos o fornecimento de todo o material, como forma, concreto de enchimento do fuste, andaimes, escoramento, cravação, corte e

remoção da camisa excedente acima da cota de projeto, liberada pela fiscalização, utilização de equipamento, outras perdas, mão de obra mais encargos e todos os demais serviços necessários à execução, exceto o aço de sua construção.

IV) Camisa Metálica

É paga pelo preço unitário contratual, estando nele incluídos o fornecimento de material, corte, solda, ensaios de controle de solda, transporte, cravação, utilização de equipamento, levantamentos e posicionamento, corte e remoção da camisa excedente acima da cota de projeto ou liberada pela fiscalização, outras perdas, mão de obra com encargos e demais serviços necessários à sua execução.

V) Concreto

É pago pelo preço unitário contratual, nele incluídos o fornecimento e transporte do material, utilização de equipamento e ferramentas, preparo, transporte, lançamento, adensamento, cura, perdas, mão de obra com encargos e outros serviços necessários à sua execução.

VI) Armadura

É paga pelo preço unitário contratual, nele incluídos o fornecimento e transporte do material, ensaios de caracterização, arames, grampos, tarugos, ferros de montagem, corte, dobra, colocação, emendas, perdas, utilização de equipamentos e ferramentas, transporte, mão de obra com encargos e demais serviços necessários