

## ANEXO I.A

### PROJETO BÁSICO DE FUNDAÇÕES

#### 1. Identificação do objeto

Este anexo apresenta as especificações de serviço referentes à execução das fundações dos reservatórios destinados a reserva técnica de incêndio dos prédios da Administração e da sede de Engenharia, segurança e Meio Ambiente, conforme previsto no Projeto de prevenção e combate à incêndio do Porto de Imbituba.

O projeto compreende a construção de duas torres para os reservatórios de 15.000 litros cada. O detalhamento e especificações dos mesmos é parte do Termo de Referência – Anexo 2.

As fundações previstas no Termo de Referência foram dimensionadas considerando um valor de resistência de solo estimado, pois a empresa contratada para elaboração do projeto, não possuía laudos de sondagens dos respectivos locais onde serão executadas.

Ao longo da elaboração do presente termo de referência foram executadas sondagens nos locais onde serão construídos os reservatórios conforme locação dos furos apresentada no Anexo IIB. De posse dos respectivos boletins de sondagens (Anexo IIC) foi possível analisar a solução adotada pelo autor do projeto. A resistência Admissível considerada não corresponde ao solo existente. Nas primeiras camadas o material encontrado apresenta boa resistência, porém nas camadas inferiores sua resistência diminui, fator que deve ser levado em consideração para efeitos de previsão de recalques, uma vez que a carga recebida pela fundação é transmitida ao solo, este por sua vez deve absorver tais esforços garantindo a estabilidade da estrutura. Com base nestas informações foi realizado novo dimensionamento das fundações.

Para efeitos de orçamento, foram alterados os serviços, assim como os respectivos quantitativos.

A seguir estão descritos os serviços a serem executados.

#### 2. Especificações

Na obra em específico serão construídas duas torres de reservatório, de forma a atender ao prédio Administrativo e o Prédio da Engenharia. A fundação de cada uma das torres será com 4 blocos de duas estacas, totalizando 8 estacas por torre.

A profundidade das estacas para cada uma das torres foi determinada em função da resistência do solo, obtida nos respectivos laudos de sondagem.

##### 2.1. Estaca Helice contínua

A norma NBR 3122 descreve esse tipo de estaca como de concreto moldada in loco, executada mediante a introdução no terreno, por rotação de um trado helicoidal contínuo e de injeção de concreto pela própria haste central do trado, simultaneamente a sua retirada. A armação sempre é colocada após concretagem da estaca.

##### 2.1.1. Materiais

A contratada deve prever a utilização dos seguintes materiais, a seguir:

O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- consumo de cimento não inferior a 400 kg/m<sup>3</sup>;
- abatimento ou slump test igual a 22 + 3 cm, conforme ABNT NBR NM 67;
- fator ângulo de escoamento r 0,6;
- agregado: areia e pedrisco;
- % de argamassa em massa: r 55 %;
- traço tipo bombeado;
- fck > 20 MPa aos 28 dias, conforme ABNT NBR 6118, ABNT NBR 5738 e ABNT NBR 5739.

Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a ABNT NBR 5738 e ensaiados de acordo com a ABNT NBR 5739.

Podem ser utilizados aditivos plastificantes, incorporadores de ar, retardadores, desde que atendam às ABNT NBR 10908, ABNT NBR 11768 e ABNT NBR 12317.

É permitido o uso de agregados miúdos artificiais de acordo com a ABNT NBR 7212.

Aço estrutural tipo CA-50, conforme especificação do projeto.

### **2.1.2. Equipamentos**

A contratada deve prever a utilização dos seguintes equipamentos:

- máquina perfuratriz contínua;
- trado mecânico de alto torque;
- bomba de injeção de concreto;
- computador acoplado ao trado;
- guindaste para içamento da armadura;
- pilão para compressão da armadura em casos de trecho armado de comprimento maior do que 8 m.

### **2.1.3. Execução**

A contratada deve proceder à locação das estacas no campo em atendimento ao projeto. Em caso de eventuais dúvidas, ou problemas devem ser resolvidos com a fiscalização antes do início da implantação das estacas.

Na implantação das estacas a contratada deve atender às profundidades previstas no projeto. De qualquer forma, as alterações das profundidades das estacas somente podem ser processadas após autorização prévia por parte da fiscalização.

A contratada deve executar as estacas em atendimento às seções transversais indicadas no projeto e às especificações dos materiais. O dimensionamento das estacas deve ser efetuado em atendimento às normas NBR 6122(1) e NBR 6118(2).

O concreto, altamente plástico, deve ser colocado sob pressão e através de monitoramento específico pode-se definir seu volume e pressão de colocação. A medida que o concreto é introduzido sob pressão no furo, o trado vai sendo erguido gradativamente de forma a garantir a não ocorrência de solo na massa de concreto. Este monitoramento, controlado por computador e posicionado na plataforma de operação do trado, irá tornar possível estabelecer o diâmetro específico da estaca concretada metro a metro.

Em condições normais o diâmetro efetivo da estaca é de ordem de 15% a 20% superior ao do furo, acarretando aos volumes adicionais em torno de 20% a 30%, devendo ser relativamente previsto no projeto.

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distancia refere-se a estaca de maior diâmetro.

#### **2.1.3.1. Perfuração**

O equipamento de escavação deve ser posicionado e nivelado para assegurar a centralização e verticalidade da estaca. O diâmetro do trado deve ser verificado para assegurar as premissas de projeto.

A haste é dotada de ponta fechada por uma tampa metálica recuperável.

A perfuração se dá de forma contínua por rotação, até a cota prevista em projeto.

O uso de prolongador é possível somente em condições especiais e desde que o solo, no trecho do prolongador, se mantenha estável.

#### **2.1.3.2. Concretagem**

Alcançada a profundidade desejada, o concreto é bombeado continuamente (sem interrupções) através do tubo central, ao mesmo tempo que a hélice é retirada, sem girar, ou girando lentamente no mesmo sentido da perfuração. A velocidade de extração da hélice do terreno deve ser tal que a pressão no concreto introduzido no furo seja matida positiva (e acima de um valor mínimo desejado). A pressão do concreto deve garantir que ele preencha todos os vazios deixados pela extração da hélice.

A concretagem é levada até um pouco acima da cota de arrasamento da estaca. Quando a cota de arrasamento fica muito abaixo da da superfície do terreno, é preciso cuidar da estabilidade do furo no trecho não concretado.

O concreto utilizado deve ter as mesmas características do concreto a ser utilizado nas estacas escavadas com fluido estabilizante, exceto quanto ao agregado máximo, que é o pedrisco.

É de consenso que, para estacas escavadas sem uso de fluido estabilizante (com trado mecânico) e para tubulões, o concreto ultrapasse a cota de arrasamento do elemento de fundação em, pelo menos, 20 cm. Já para estacas escavadas com uso de fluido estabilizante (estacões, barretes e paredes-diafragma), a NBR 6.122:2010 destaca que o concreto deverá ultrapassar a cota de arrasamento em pelo menos 50 cm em função da contaminação pelo fluido estabilizante e pelo solo, sendo que as práticas de engenharia têm recomendado que esse valor ultrapasse 80 cm.

#### **2.1.1.1. Armadura**

O processo executivo da estaca hélice contínua impõe que a colocação da armadura seja feita após o término da concretagem. A gaiola de armadura é introduzida na estaca manualmente por operários ou com o auxílio de um peso, ou ainda, com o auxílio de um vibrador.

As estacas submetidas apenas a esforços de compressão levam uma armadura no topo, em geral, com 4 metros de comprimento (abaixo da cota de arrasamento). Na extremidade inferior, a gaiola de armadura deve ter barras ligeiramente curvadas para formar um cone (para facilitar a introdução do concreto), e deve ter espaçadores tipo rolete.

## 2.1.2. Controle

### 2.1.2.1. Materiais

O controle das características do concreto deve abranger:

- Slump-test conforme NBR NM 67(3), de cada caminhão betoneira que chegar à obra, imediatamente antes do lançamento; o material deve ser liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada na dosagem do concreto no projeto;
- Moldagem de 4 corpos-de-prova de todo o caminhão betoneira, conforme NBR 5738(4);
- Determinação das resistências à compressão simples, conforme NBR 5739(5), aos 7 e 28 dias de cura.

Na moldagem dos corpos-de-prova, para a determinação da resistência à compressão simples, cada amostra é constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento.

Os corpos-de-prova devem estar correlacionados com as estacas e o caminhão betoneira. Toma-se a resistência da amostra, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio de resistência à compressão simples.

### 2.1.2.2. Execução

A contratada deve manter registro completo da execução de cada estaca, em duas vias, uma destinada à fiscalização. Devem constar neste registro os seguintes elementos:

- a) Número, a localização da estaca e data de execução;
- b) Dimensões da estaca;
- c) Cota do terreno no local da execução;
- d) Nível d'água;
- e) Características dos equipamentos de execução;
- f) Duração de qualquer interrupção na execução e hora em que ela ocorreu;
- g) Cota final da ponta da estaca;
- h) Cota da cabeça da estaca, antes do arrasamento;
- i) Comprimento do pedaço cortado da estaca, após o arrasamento na cota de projeto;
- j) Desaprumo e desvio de locação;
- k) Anormalidade de execução;
- l) Comprimento real da estaca, abaixo do arrasamento.

Não são aceitas estacas que não tenham sido registradas pela fiscalização.

A fiscalização também deve exigir da contratada o fornecimento do boletim de execução de cada estaca, contendo datas, volumes parciais, pressão, profundidades e outros que deve-se encontrar na memória do computador acoplado ao trado mecânico.

Ao final da obra deve ser emitido relatório com todos os dados e observações processadas, estaca por estaca. Não devem ser recebidas estacas sem o respectivo boletim de controle.

Sempre que houver dúvidas sobre uma estaca, a fiscalização deve exigir a comprovação de seu comportamento. Se essa comprovação não for julgada suficiente e, dependendo da natureza da dúvida, a estaca deve ser substituída, ou após seu comportamento comprovado por prova de carga.

Todos estes procedimentos não acarretam ter ônus para o Porto Organizado de Imbituba. Devem ser feitas provas de carga estática em, no mínimo, em 10% das estacas.

As provas de carga devem ter início juntamente com o início da execução das primeiras estacas de forma a permitir as providências cabíveis em tempo hábil. Deve ser constante a comparação dos comprimentos encontrados na obra com os previstos em projeto.

## 2.1.3. Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam, simultaneamente, às exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação.

A estaca é aceita se o concreto apresentar resistência característica à compressão simples, determinada conforme NBR 12655(6), igual ou superior a 25 MPa, ou à especificada em projeto.

A estaca é aceita desde que:

- a) Sua excentricidade, em relação ao projeto, seja de até 10% do diâmetro do círculo que a inscreva;
- b) O desaprumo seja no máximo de 1% de inclinação, do comprimento total;

Valores diferentes dos estabelecidos devem ser informados à fiscalização para verificação das novas condições.

#### **2.1.4. Medição**

O serviço será medido por comprimento linear de estaca executado.

#### **2.2. Escavação**

Deverá ser escavado a vala onde será executado o bloco de fundação sobre as estacas, conforme as dimensões especificadas no projeto.

O serviço será medido por volume de solo escavado.

#### **2.3. Arrasamento de Estacas**

Quando se der a execução dos blocos de coroamento, a demolição do concreto que ultrapassa a cota de arrasamento de estacas e tubulões se fará necessária. Dessa forma, para a demolição desse concreto, conforme determina a NBR 6.122:2010, devem-se utilizar equipamentos que não danifiquem o elemento de fundação. Assim, são recomendados, para esse serviço, martelos rompedores leves ou ponteiros e marretas. Deve-se desconsiderar a utilização de escavadeiras com martelo rompedor, miniescavadeiras ou carregadeiras com martelo rompedor, marteletes pneumáticos ou martelos rompedores de grande porte, mesmo que a execução do serviço se dê de forma mais rápida, uma vez que podem provocar fissuras em todo o elemento de fundação, comprometendo sua durabilidade.

As estacas que se apresentam com excesso de concreto em relação a cota de arrasamento, serão desbastadas com pequena inclinação em relação a horizontal, usando-se ponteiros. É indispensável que o desbaste do excesso de concreto seja levado até se atingir concreto de boa qualidade, ainda que isso venha ocorrer abaixo da cota de arrasamento, recompondo-se a seguir esse trecho de estaca.

As cabeças das estacas, caso seja necessário, devem ser cortadas com ponteiros até que se atinja a cota de arrasamento prevista, não sendo admitida qualquer outra ferramenta para tal serviço. Após a execução da estaca, a cabeça deve ser aparelhada para a permitir a adequada ligação ao bloco de coroamento, ou às vigas.

Para tanto, devem ser tomadas as seguintes medidas:

- O corte do concreto deve ser efetuado com ponteiros afiados, trabalhando horizontalmente com pequena inclinação para cima;
- O corte do concreto deve ser feito em camadas de pequena espessura iniciando da borda em direção ao centro da estaca;
- As cabeças das estacas devem ficar normais aos seus próprios eixos. As estacas devem penetrar no bloco de coroamento em pelo menos 10 cm, salvo especificação de projeto.

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 a transpasse da armadura. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca.

O topo da estaca, acima da cota de arrasamento, deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

O serviço será medido por unidade de estaca arrasada.

#### **2.4. Lastro de concreto**

O procedimento necessário para um preparo satisfatório da superfície da fundação, sobre a qual o concreto será lançado, é governado pelas exigências de projeto e pelas condições e tipo do material de fundação.

Antes do lançamento do concreto para confecção dos elementos de fundação, as cavas deverão ser cuidadosamente limpas, isentas de quaisquer materiais que sejam nocivos ao concreto, tais como: madeiras, solos carregados por chuvas, etc.

Em caso de existência de água nas valas de fundação, deverá haver total esgotamento, não sendo permitida sua concretagem antes dessa providência. O fundo da vala deverá ser recoberto com uma camada de concreto magro de no mínimo 5cm.

O serviço será medido por área de lastro executada.

#### **2.5. Formas**

As formas, atenderão as dimensões de projeto e deverão possuir rigidez suficiente para não se deformarem quando submetidas às cargas provenientes da concretagem e as formas devem ser em chapa de madeira compensada com duas utilizações, e os escoramentos deverão ser de madeira ficando a critério da CONTRATADA.

O serviço consiste em montagem de sistema de escoramento e fôrmas recuperáveis de madeira, para bloco de coroamento, formado por painéis de madeira compensada resinada, resinados de 17 mm de espessura, amortizáveis em 2 utilizações, e posterior desmontagem do sistema de escoramento e fôrmas. Inclui parte proporcional de elementos de sustentação, fixação e escoramentos necessários para a sua estabilidade e aplicação de líquido desmoldante.

Antes de proceder à execução das fôrmas é necessário assegurar-se que as escavações estão não só abertas, mas também nas condições adequadas às características e dimensões das fôrmas.

Não poderá começar a montagem das fôrmas sem a autorização da fiscalização de obra, que verificará que o estado de conservação da sua superfície e das uniões, ajusta-se ao acabamento de concreto previsto no projeto.

Após a liberação deverá ser realizada a limpeza e preparação do plano de apoio, marcação, aplicação do líquido desmoldante, montagem do sistema de escoramento e fôrmas, colocação de elementos de sustentação, fixação e escoramento, aprumo e nivelamento das fôrmas, humidificação das fôrmas.

Na retirada da forma e escoramento devem ser obedecidas as prescrições da NBR 6118 e NBR 7678. Na desforma não será permitido o apoio de qualquer ferramenta no concreto, tais como alavancas, pés de cabra, etc. obedecendo-se os seguintes prazos mínimos:

- Fases laterais 03 dias
- Faces inferiores 21 dias
- Faces inferiores, deixando-se pontaletes 14 dias.

O serviço será medido por área de forma instalada.

## 2.6. Blocos de Coroamento

Os blocos de coroamento das estacas são elementos maciços de concreto armado que solidarizam as "cabeças" de uma ou um grupo de estacas, distribuindo para ela as cargas dos pilares e dos baldrames.

As estacas devem ser preparadas previamente, através de limpeza e remoção do concreto de má qualidade que, normalmente, se encontra acima da cota de arrasamento das estacas moldadas "in loco", como previsto no item 2.3.

Após a abertura da vala, arrasamento das estacas, execução do lastro de concreto magro e montagem das formas, deverá ser instalada a armadura definida em projeto, respeitando os espaçamentos e o cobrimento mínimo, exigidos por norma, e por fim deverá ser realizada a concretagem.

As dimensões dos blocos devem estar de acordo com o projeto apresentado em anexo (prancha xx/xx)

### 2.6.1. Materiais

A mistura do concreto deverá obedecer às prescrições da NBR 6118 e NBR 7212, não sendo permitido de forma alguma, o amassamento manual. A dosagem mínima é a fixada em projeto.

O concreto deverá ser preparado em central dosadora, as resistências deverão atender ao determinado em projeto, e deverá haver o ensaio do concreto e posterior laudo garantindo assim que o concreto atendeu as exigências do projeto. O FCK adotado deverá ser o especificado em projeto.

Aço estrutural tipo CA-50, conforme especificação do projeto.

### 2.6.2. Execução

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. As armaduras deverão ser executadas mantendo os afastamentos exigidos por Norma, de forma a não sofrer ações de umidade oriunda do terreno.

As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto. A armadura deverá estar muito bem posicionada para que o recobrimento mínimo da armadura seja obedecido, conforme a NBR 6118. As emendas de armadura também deverão ser executadas segundo especificações da NBR 6118;

Os blocos e vigas baldrames da fundação deverão ser moldados "in loco" com concreto usinado e recobrimento de armadura conforme projeto estrutural. Os blocos e vigas baldrames deverão ser executados sobre um lastro de concreto magro, com 5 cm de espessura. O concreto deverá ser lançado nas formas de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão de 35 a 38 mm, evitando a segregação do mesmo. A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural,. O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras. Dever-se-á evitar que o vibrador encoste-se à forma e a armadura; As concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das

armaduras pela fiscalização da CONTRATANTE, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às normas brasileiras pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com a NBR-6118, para posterior rompimento aos 7 e 28 dias e os resultados deverão ser apresentados à fiscalização da CONTRATANTE para avaliação e aprovação.

As formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

### **2.6.3. Aceitação**

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam, simultaneamente, às exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação.

### **2.6.4. Medição**

O serviço será medido por volume de bloco executado