



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**

Procuradoria Geral do Estado

**BANCO INTERNACIONAL PARA RECONSTRUÇÃO
E DESENVOLVIMENTO - BIRD (BANCO MUNDIAL)**

**Ministério da Integração Nacional - MI
Programa Nacional de Desenvolvimento
dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL -
Acordo de Empréstimo N.º.: 7420-BR - BID**

**Governo do Estado do Ceará
Projeto de Gestão Integrada dos
Recursos Hídricos PROGERIRH II
Acordo de Empréstimo N.º.: 7630-BR**

**ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO
DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS
BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA
PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH.**

**ETAPA B3 - PROJETOS EXECUTIVOS DAS OBRAS
Projeto de Irrigação da Ibiapaba**

VOLUME V — MÉTODOS CONSTRUTIVOS



Integração
Ministério da Integração Nacional



**SECRETARIA DOS
RECURSOS HÍDRICOS**
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ



PROÁGUA



**BANCO
MUNDIAL**

JANEIRO/2013



EngeSoft
Engenharia e Consultoria S/S



Yibi
ENGENHARIA
CONSULTIVA S/S

consórcio



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria dos Recursos Hídricos

**Elaboração do Estudo de Viabilidade e do Projeto Executivo do Eixo de
Integração da Ibiapaba/Ce (Para Construção das Barragens Lontras e Inhuçu,
do Canal/Túnel e da Penstock/Pequena Central Hidrelétrica - PCH)**

Etapa B3 – PROJETOS EXECUTIVOS DAS OBRAS

Projeto de Irrigação da Ibiapaba

Volume V – Métodos Construtivos

Janeiro de 2013

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O objetivo geral da Política Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará é promover o uso racional dos recursos hídricos e gerenciar os mesmos de uma maneira integrada e descentralizada. Neste contexto se insere o Eixo de Integração da Ibiapaba, o qual se constitui em um dos projetos empreendidos pelo Governo do Estado do Ceará para alcançar as metas de aproveitamento integrado dos recursos hídricos.

O Eixo de Integração da Ibiapaba, então concebido pelo PROGERIRH – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos, está localizado na região noroeste semi-árida do Estado do Ceará. Neste sistema, estão compreendidas as Bacias dos Rios Acaraú, Coreaú e Poti, sendo que esta última se estende também ao Estado do Piauí, onde constitui uma parte da Bacia do Parnaíba. Se diferencia por ser o primeiro sistema complexo deste tipo a ser estudado, sendo que nele se previa a transferência de águas da Bacia do Rio Poti (Parnaíba) para as Bacias dos Rios Acaraú e Coreaú.

O documento aqui apresentado integra os serviços de consultoria para ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE (PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU DO CANAL/TÚNEL E PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH), objeto do contrato 02/PROGERIRH 2011 firmado entre o Consórcio ENGESOFT/IBI e a SRH/CE.

Referidos estudos visam promover o controle dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Inhuçu da região hidrográfica do Parnaíba/Poti.

Conforme estabelecem os Termos de Referência contratuais, a finalidade principal com o desenvolvimento dos estudos contratados é aprofundar mais detalhadamente o atendimento às demandas de água das regiões de influências; proporcionar um aproveitamento racional das águas acumuladas nos reservatórios, para o abastecimento urbano e rural e para uso com o desenvolvimento da irrigação em áreas aptas a este tipo de atividade, e, para a geração de energia elétrica.

O estudo é composto pelas seguintes Fases e Etapas:

- FASE A: ESTUDO DE VIABILIDADE
 - Etapa A1 - Relatório de Identificação de Obras - RIO
 - Etapa A2 - Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA do Sistema (Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock/PCH)
 - Etapa A3 - Estudos Básicos e Concepções Gerais dos Projetos das Barragens, Canal/Túnel e Penstock/PCH
 - Etapa A4 - Relatório Final de Viabilidade - RFV.
- FASE B: PROJETO EXECUTIVO
 - Etapa B1 - Estudos de Impactos no Meio Ambiente EIA / RIMA

- Etapa B2 - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento das Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock/PCH
- Etapa B3 - Projeto Executivo das Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock/PCH
- Etapa B4 - Manuais de Operação e Manutenção do Sistema
- Etapa B5 - Avaliação Financeira e Econômica Final do Sistema - Barragens, Canal/Túnel e Penstock/PCH

O Projeto executivo da Ibiapaba faz parte da Etapa B3 – Projetos Executivos das Obras, e abrange especificamente o Projeto de Irrigação de uma área de superfície agrícola útil (SAU) de 2.590,78 ha, constando dos seguintes volumes:

- Volume I – Memorial Descritivo
- Volume II – Estudos de Drenagem
- Volume III – Estudos Geotécnicos
- Volume IV – Estudos Pedológicos
- **Volume V – Métodos Construtivos**
- Volume VI – Projeto Elétrico
- Volume VII – Orçamento
- Volume VIII – Especificações Técnicas
- Volume IX – Desenhos

O Projeto apresentado engloba as informações técnicas necessárias á contratação e implantação das obras necessárias ao aproveitamento com irrigação de uma área de até 3.000 ha com as águas derivadas do controle proporcionado pelos Açudes Lontras e Inhuçu.

O presente relatório trata-se do **Volume V - Métodos Construtivos** do Projeto de Irrigação.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO	11
3. ARRANJO GERAL DAS OBRAS	14
4. MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	18
4.1. MEDIDAS AMBIENTAIS	18
4.1.1. <i>Desmatamento Racional</i>	18
4.1.2. <i>Recuperação de Áreas Degradadas</i>	19
4.2. CANTEIROS DE OBRAS	23
4.3. ESTRADAS DE SERVIÇO	24
4.4. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS	24
4.5. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA.....	25
4.6. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	26
4.7. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA	27
4.8. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA	28
4.9. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAIS DE JAZIDAS.....	29
4.10. CONSTRUÇÃO DE ATERROS.....	30
4.10.1. <i>Descrição Geral dos Serviços</i>	30
4.10.2. <i>Aterros Compactados</i>	30
4.10.3. <i>Controle Geométrico</i>	32
4.11. CONFORMAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DOS TALUDES	33
4.12. PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS COM ENROCAMENTO	33
4.13. PROTEÇÃO DE TALUDES COM MATERIAL INERTE	34
4.13.1. <i>Generalidades</i>	34
4.13.2. <i>Equipamentos</i>	34
4.13.3. <i>Execução</i>	35
4.13.4. <i>Controle</i>	35
4.14. PROTEÇÃO VEGETAL DOS TALUDES.....	35
4.15. REVESTIMENTO PRIMÁRIO DAS ESTRADAS DE ACESSO AOS LOTES AGRÍCOLAS.....	36
4.15.1. <i>Generalidades</i>	36
4.15.2. <i>Execução</i>	36

4.15.3. Controle Tecnológico.....	36
4.15.4. Controle Geométrico.....	37
4.16. MANTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	37
4.17. CONCRETO DE REVESTIMENTO DO CANAL.....	39
4.18. OBRAS DE CONCRETO	40
4.18.1 Generalidades.....	40
4.18.2. Concreto.....	40
4.19. COMPACTAÇÃO EM VALAS PARA ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO	51
4.20. COMPACTAÇÃO EM CAVAS DE OUTROS TIPOS	52
4.21. CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE DE SOLOS.....	53
4.22. IMPLANTAÇÃO DAS TUBULAÇÕES ADUTORAS.....	53
4.22.1. Estocagem.....	53
4.22.2. Manuseio e Transporte.....	57
4.22.3. Anel de Borracha e Acessórios.....	57
4.22.4. Conexões.....	58
4.22.5. Considerações Específicas.....	58
4.22.6. Assentamento de Tubo.....	59
4.22.7. Tubulação em aço $D=1.800\text{ mm}$	63
4.23. SISTEMA ELÉTRICO – ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO PRINCIPAL - EBP	65
4.24. SISTEMA ELÉTRICO - ESTAÇÕES SECUNDÁRIAS EBN 01, EBN 02-03, EBS 01, EBS 02, EBS 03 E EBS 04.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Arranjo Geral das Obras.....	16
------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Equipamentos e Espessuras Máximas para Compactação Mecânica	53
Tabela 4.2: Espessura Mínima dos Espaçadores de Madeira	55
Tabela 4.3: Altura de Estocagem - Número Máximo de Leitos na Formação das Pilhas	55

LISTA DE FOTOS

Foto 4.1: Estrada de Acesso a serem Construídas.....	24
Foto 4.2: Trator de Esteira com Lâmina na execução da Limpeza da Área para início do Serviço	26
Foto 4.3: Escavação de Material e Transporte	29
Foto 4.4: Escavação de Material e Transporte	30
Foto 4.5: Compactação, Espalhamento de Aterro	31
Foto 4.6: Proteção de Taludes com Material Inerte	34
Foto 4.7: Manta de Impermeabilização.....	38
Foto 4.8: Detalhe da Manta de Impermeabilização.....	38
Foto 4.9: Concreto de Revestimento do Canal	39

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A região do Planalto da Ibiapaba destaca-se na economia cearense principalmente pelo cultivo de hortaliças, verduras e legumes que abastecem os mercados consumidores do Ceará, Piauí, Maranhão e Pará.

O potencial agrícola da serra da Ibiapaba é incontestável e sem dúvidas crescente e inovador, já é possível identificar algumas mudanças na forma de cultivo com objetivo de melhorar a qualidade dos produtos e respeitar mais os recursos naturais. Dentre essas inovações destacam-se os cultivos orgânicos, de frutas e floricultura.

O cultivo orgânico, hidropônico e cultivo protegido estão cada vez mais em evidência na serra, são incrementados manejos mais tecnificados e os consumidores terão hortaliças saudáveis e o meio ambiente agradece.

A agricultura orgânica é uma atividade que visa promover a preservação do meio ambiente, respeitando a biodiversidade e as atividades biológicas do solo. Desta forma, esta atividade enfatiza o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de agrotóxicos, assim fixando de modo mais definitivo o homem no campo. Acredita-se que esta atividade seja uma forma de produção ecologicamente sustentável, socialmente justa e economicamente viável em todas as escalas da produção. No Ceará a agricultura orgânica tem uma área plantada de 13.820 ha, espalhados em vários municípios, sendo a maior concentração na microrregião da Ibiapaba.

A atividade de floricultura também encontra-se em crescimento na região principalmente nas imediações de São Benedito.

O Projeto de Irrigação da Ibiapaba visa a implantação de uma infraestrutura de irrigação eficiente e moderna que possibilitará a irrigação de aproximadamente 3.000 há de solos na parte serrana dos municípios de Croatá e Ipueiras no Estado do Ceará.

A água para o projeto será garantida pela perenização do rio Macambira, com a implantação dos açudes Lontras e Inhuçu.

2. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

2. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

Os estudos originais do Eixo de Integração da Ibiapaba elaborados pela SRH-CE em 2002 foram realizados a nível de reconhecimento e previam um circuito hidráulico de transposição entre as bacias do Poti e do Acaraú, com um desenvolvimento total de aproximadamente 19 km constituído pelos seguintes componentes principais:

- Tomada de água no reservatório de Lontras;
- Túnel de adução;
- Conduto forçado;
- Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

O circuito hidráulico teria como função principal concretizar a transposição de vazões entre bacias, sendo também prevista a instalação de uma PCH para aproveitamento da queda natural disponível na transição entre a zona alta da Serra do Ibiapaba e a zona plana da base da Serra.

A concepção original baseou-se na cartografia disponível da época na escala 1:100.000 (SUDENE/IBGE), e em reconhecimento geológico preliminar da região.

Após a análise pormenorizada da solução delineada nos estudos anteriores e das principais condicionantes, o Consórcio ENGESOFT/IBI aprofundou os estudos de identificação de alternativas para os locais das obras e para o tipo de solução final a ser adotada.

Considerou-se nesta fase posterior a base cartográfica mais consistente na escala 1:25.000 elaborada por restituição de imagens de satélites de 2011, bem como os resultados de investigações geológicas e geotécnicas da região mais detalhadas.

Efetuuou-se também mais visitas de especialistas em barragens, geologia, túneis e PCH's aos locais do aproveitamento, com o objetivo de confirmar a viabilidade das soluções propostas e definir as condições de implantação das obras.

Estudos de viabilidade econômicas e financeiras realizados no desenvolvimento dos estudos (Etapa A4) demonstraram a inviabilidade da proposta original.

Do exposto, dada a complexidade da execução, dúvidas quanto á geotecnia e morosidade construtivas associadas ao túnel de adução e altos custos das obras, procuraram-se mais alternativas que permitissem diminuir a extensão desta estrutura linear, procurando locais alternativos para a localização da tomada d'água ou analisando a viabilidade de uma solução mista de bombeamento/adutora elevatória e túnel, além da possibilidade de utilização da água em locais mais próximos de modo a reduzir o custo da adução, beneficiar prioritariamente a bacia doadora (região da Ibiapaba), melhorando os indicadores das avaliações econômicas e financeiras para o projeto.

Para escolha da alternativa a ser detalhada considerou-se o atendimento das demandas da população da região do entorno das barragens, representadas pelas organizações políticas governamentais e não

governamentais, e empreendedores do setor agrícola de todo o estado do Ceará. Referidos agentes reivindicaram a utilização dos recursos hídricos disponibilizados pelas obras na própria região, já que os potenciais locais para irrigação em termos de clima e solo são incontestes, e com a garantia de água a produção agrícola seria incrementada.

A nova alternativa avaliada e detalhada no presente Projeto Executivo considera a utilização de toda a água produzida, em decorrência dos açudes Inhuçu e Lontras, na região da Ibiapaba sem transposição para a bacia do Acaraú. A quantidade de água regularizada de cerca de 4 m³/s é relativamente pequena para transpor se considerarmos o alto custo do sistema túnel/PCH, e acarreta valores elevados para a água transposta. A nova alternativa envolve a utilização da água com irrigação de áreas na própria bacia onde é captada (Rios Inhuçu/Macambira).

A região conta com solos com vocação para agricultura irrigada, já bastante utilizada. A grande limitação para a exploração é a carência de água. Aquela parte da serra da Ibiapaba faz parte do Carrasco da Ibiapaba, verdadeira ilha de secura (menos de 600 mm de precipitação anual), quando em seu entorno chove uma média anual superior a 1.000 mm.

Após estudo pedológico, os resultados indicaram que cerca de 4.000 há de solos são aptos para irrigação a uma distância de no máximo 3 km da bacia hidráulica do futuro reservatório Lontras. Para a irrigação a água será captada do lago do reservatório do Açude Lontras por uma Estação de Bombeamento em canal de aproximação, bombeada em adutora de 0,46 km com bombeamento da ordem de 36 m, e distribuída por toda a mancha irrigável por canal gravitário.

Do canal a água será distribuída por estações de distribuição em reservatórios de compensação até os locais de tomada para os futuros irrigantes.

O Projeto engloba a implantação da infraestrutura hidráulica (sistema de captação e adução, canais, reservatórios de compensação, tomadas para irrigação), infraestrutura viária (estradas de acesso, operação e manutenção), elétrico (subestações e rede de distribuição rural).

Cada parcela contará com equipamento de medição e controle da água a ser derivada para cada módulo. O projeto foi dimensionado voltado á exploração agrícola mixta com horticultura, fruticultura e floricultura.

O aproveitamento de cada área com irrigação ficará a cargo de cada usuário, que deverão ser produtores com áreas de módulos variando entre 40 e 60 ha, a serem integrados em um Distrito de Irrigação.

3. ARRANJO GERAL DAS OBRAS

3. ARRANJO GERAL DAS OBRAS

O desenho de projeto **2 – Arranjo Geral das Obras** apresentado a seguir mostra o arranjo do projeto onde podem-se destacar os seguintes componentes:

- Captação do açude Lontras de até 3 m³/s;
- Derivação por canal de aproximação escavado com capacidade de 3 m³/s;
- Estação elevatória principal (EBP) para 3 (três) conjuntos elevatórios em funcionamento mais 1 (um) para reserva com motores de 650 hp por conjunto;
- Adutora de recalque principal de aço, enterrada, diâmetro 1.800 mm para 3 m³/s;
- Dois canais de adução (canal Norte – CN e Canal Sul – CS), de terra trapezoidais revestidos por manta impermeável e concreto simples com extensão total de 11,7 km;
- Reservatório de compensação principal, tronco-piramidal, de terra revestida por manta impermeável e concreto simples, no final da adutora, com capacidade nominal de 45.000 m³;
- Seis (06) reservatórios de compensação setoriais com capacidades nominais variando entre 7.500 e 10.000 m³, tronco-piramidais de terra revestida por manta impermeável e concreto simples;
- Sete (07) setores de distribuição de água sendo 3 (três) derivados do Canal Norte e 04 do canal sul;
- 48 lotes irrigados com áreas variando entre 36,46 ha e 80,17 ha cada um com tomada de água.

Os quadros seguintes resumem as principais informações sobre o loteamento da área irrigável

SN 01	
LOTE	ÁREA
SN 01-01	50,14
SN 01-02	54,39
SN 01-03	67,22
SN 01-04	47,09
SN 01-05	50,88
SN 01-06	56,02
SN 01-07	55,16
SN 01-08	50,46
SN 01-09	54,63
SN 01-10	45,69
TOTAL	531,68

SN 02	
LOTE	ÁREA
SN 02-01	45,25
SN 02-02	50,27
SN 02-03	49,01
SN 02-04	53,15
SN 02-05	51,93
SN 02-06	45,26
SN 02-07	52,1
TOTAL	346,97

SN 03	
LOTE	ÁREA
SN 03-01	42,03
SN 03-02	54,19
SN 03-03	59,89
SN 03-04	64,83
SN 03-05	77,18
SN 03-06	80,17
TOTAL	378,29

RESUMO N + S	
SETOR	ÁREA
SN-01	531,68
SN-02	346,97
SN-03	378,29
SS-01	172,71
SS-02	477,04
SS-03	474,12
SS-04	619,19
TOTAL	3.000,00

SETOR N	1.256,94
SETOR S	1.743,06
TOTAL	3.000,00

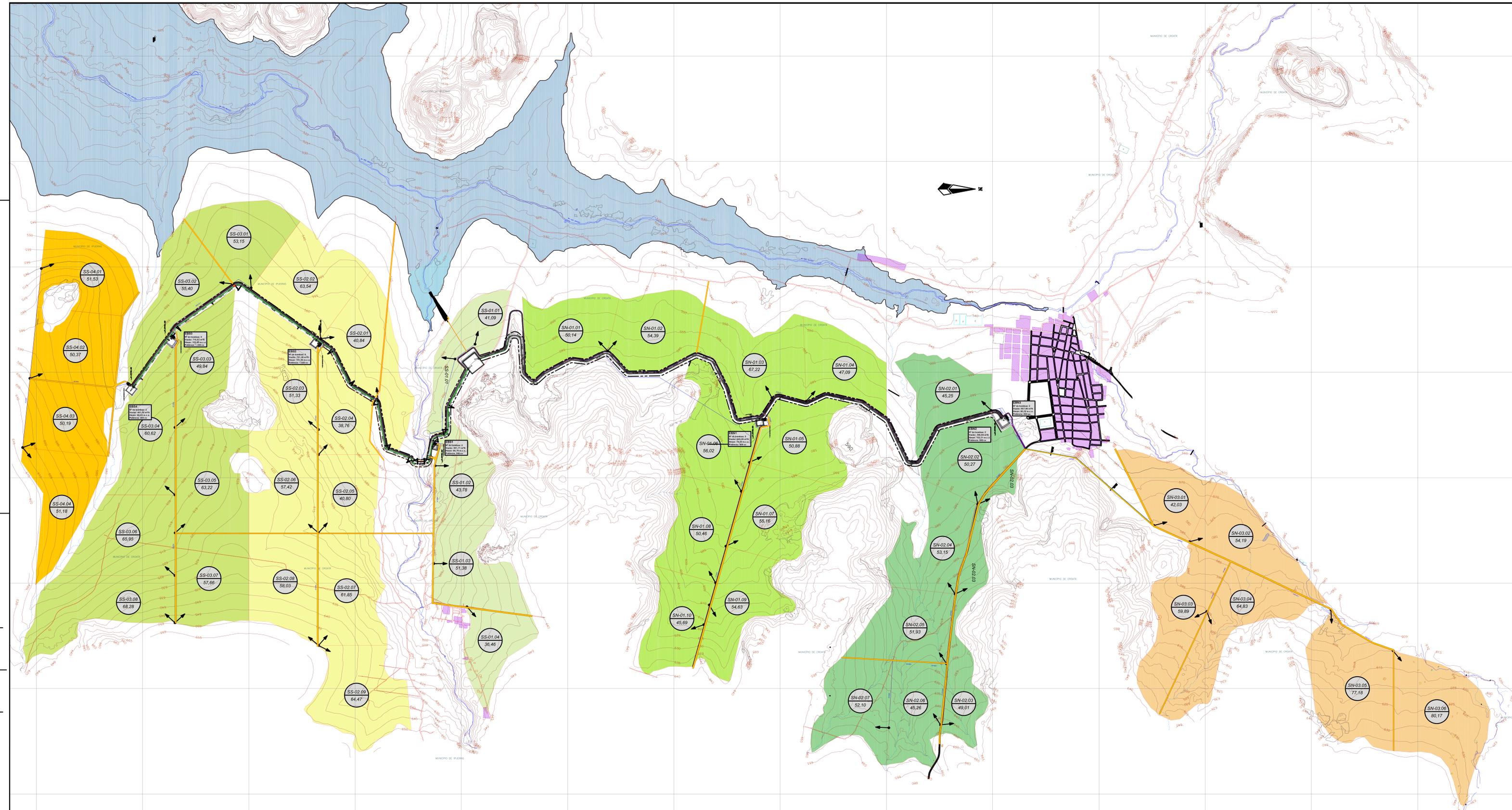
SS 01	
LOTE	ÁREA
SS 01-01	41,09
SS 01-02	43,78
SS 01-03	51,38
SS 01-04	36,46
TOTAL	172,71

SS 02	
LOTE	ÁREA
SS 02-01	40,84
SS 02-02	63,54
SS 02-03	51,33
SS 02-04	38,76
SS 02-05	40,8
SS 02-06	57,42
SS 02-07	61,85
SS 02-08	58,03
SS 02-09	64,47
TOTAL	477,04

SS 03	
LOTE	ÁREA
SS 03-01	53,15
SS 03-02	55,4
SS 03-03	49,84
SS 03-04	60,62
SS 03-05	63,22
SS 03-06	65,95
SS 03-07	57,66
SS 03-08	68,28
TOTAL	474,12

SS 04	
LOTE	ÁREA
SS 04-01	51,53
SS 04-02	50,37
SS 04-03	50,19
SS 04-04	51,18
SS 05	415,92
TOTAL	619,19

Área Futura



- LEGENDA:**
- Canal
 - Adutora Principal
 - Adutora Secundária
 - Estrada Principal
 - Estrada Secundária
 - Indicação de Setores
 - Reservatório
 - Tomada d'água
- SETOR NORTE**
- SETOR 01 (EBN-01)
 - SETOR 02 (EBN-02)
 - SETOR 03 (EBN-03)
- SETOR SUL**
- SETOR 01 (EBS-01)
 - SETOR 02 (EBS-02)
 - SETOR 03 (EBS-03)
 - SETOR 03 (EBS-04)

4. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

4. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Neste capítulo serão apresentados os métodos construtivos mais significativos que deverão ser adotados na construção do Projeto de Irrigação Ibiapaba.

Os métodos aqui descritos fazem parte de um conjunto de procedimentos já consagrados pelas empreiteiras em geral na execução de obras similares.

Via de regra, as obras deverão ser executadas por profissionais habilitados e competentes, utilizando-se das mais modernas técnicas de construção com auxílio de equipamentos de desempenho comprovado e porte compatível com os trabalhos a serem realizados, e seguindo-se rigorosamente as normas e especificações do projeto, ABNT e as demais cabíveis ao empreendimento.

4.1. MEDIDAS AMBIENTAIS

4.1.1. Desmatamento Racional

Como a área onde serão implantadas as obras encontram-se parcialmente ocupadas, algumas com irrigação, as medidas ambientais referem-se às novas áreas, notadamente as de domínio das obras a serem implantadas.

Antes do início de qualquer atividade de construção serão adotados todos os procedimentos e medidas previstas no projeto e nas especificações técnicas, com vistas a minimizar todos os impactos ambientais adversos.

O desmatamento deverá ser executado de forma racional.

Este procedimento constitui-se de um conjunto harmônico e seqüenciado de ações que visam atingir, entre outros, os seguintes objetivos:

- Limpeza da área onde serão implantadas as obras do canal, propriamente dito, e obras afins;
- Preservação do patrimônio genético representado pela vegetação nativa;
- Promover o salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio;
- Promover o aproveitamento racional dos recursos florestais a serem liberados pelo desmatamento;
- Promover a proteção de trabalhadores e da população periférica contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

Em etapa anterior aos trabalhos de desmatamento da área das obras, é de suma importância sua delimitação, com vistas à máxima redução dos impactos ambientais gerados.

Durante a operação de desmatamento os trabalhadores e a comunidade local ficarão expostos a acidentes com mamíferos, animais peçonhentos (serpentes, aranhas, escorpiões e lacraias), abelhas e vespas. Assim sendo, medidas que previnam estes acidentes serão adotadas durante a execução dos trabalhos.

Antes do início das operações de desmatamento, o CONSTRUTOR manterá contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros antiofídicos dos tipos antibotrópico, anticrotálico, antielapídico, antiaracnídico e antiloxoscélico, adotados nos casos de acidentes por jararaca, cascavel, coral, aranhas e escorpiões, respectivamente.

Será feito, também, um trabalho de divulgação junto à população local das principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos.

Caso ocorra acidentes com cobras, serão tomadas as seguintes medidas de primeiros socorros, até que haja atendimento médico adequado: não amarrar ou fazer torniquete para impedir a circulação do sangue; não cortar o local da picada nem colocar qualquer tipo de substâncias sobre o ferimento; manter o acidentado deitado em repouso e evitar que este venha a ingerir querosene, álcool ou fumo; e por fim levar o acidentado para o serviço de saúde mais próximo, onde deve ser ministrado soro específico. A serpente agressora deve ser capturada para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser adotado.

Já na ocorrência de acidentes envolvendo mamíferos silvestres, será efetuada uma lavagem do ferimento com água e sabão anti-séptico; e capturar e manter o animal agressor em cativeiro pelo período de 10 dias, visando detectar uma possível contaminação pelo vírus da raiva. Caso o animal apresente os sintomas da doença, o trabalhador agredido será submetido, imediatamente, a tratamento anti-rábico e o animal sacrificado e cremado.

4.1.2. Recuperação de Áreas Degradadas

As áreas de exploração de material de empréstimos, bem como as áreas destinadas ao canteiro de obras e aos bota-foras sofrerão alterações da paisagem natural, com comprometimento da cobertura vegetal, da fertilidade dos solos e da topografia original, além do desencadeamento de processos erosivos com conseqüente assoreamento dos cursos d'água, e da geração de poeiras e ruídos provocados pelas máquinas e pelo uso de explosivos.

Assim sendo, serão implementados projetos de recomposição paisagística das áreas degradadas. Ressalta-se, no entanto, que o cuidado com as áreas potencialmente degradáveis deve ser observado desde as primeiras etapas da implementação do empreendimento, com o CONSTRUTOR incorporando no processo construtivo, medidas tais como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos do canteiro de obras, dotação de infra-estrutura de esgotamento sanitário do canteiro de obras e campanhas de esclarecimentos junto aos trabalhadores sobre a prevenção de doenças de veiculação hídrica, entre outras.

São apresentadas a seguir as diretrizes necessárias à concepção e efetivação das medidas de controle das explorações minerais e reabilitação das áreas exploradas, das áreas de expurgo e do canteiro de obras.

a) Medidas a Serem Adotadas na Fase de Implantação

As atividades desenvolvidas na fase de implantação da lavra, tais como, abertura de vias de acesso, seleção de áreas para deposição de expurgos e decapeamento (remoção da camada de solo vegetal), devem obedecer determinadas normas sob pena de degradar o meio ambiente. Deste modo, sempre que possível buscar-se-á: o aproveitamento das estradas vicinais existentes, sendo construídas apenas as vias de serviços imprescindíveis; a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário; a umidificação das vias e a estocagem do solo vegetal retirado.

Na operação de decapeamento, a camada de solo fértil deve, logo após o desmatamento, será empilhada por trator de esteira e carregada em caminhões para as áreas de bota-foras, onde não haja incidência de luz solar direta, visando assim evitar a germinação das sementes que se encontram em estado de "dormência". A cobertura vegetal da capa de estéril só será removida quando a máquina que efetua a remoção do capeamento estiver a 5 metros desta. Deve-se, também, evitar que o material da capa estéril caia nas estradas e áreas de serviços.

b) Medidas a Serem Adotadas na Fase de Lavra

Na operação da lavra serão obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração dos materiais pétreos, dado a sua proximidade a pequenos núcleos habitacionais, serão tomadas as seguintes medidas:

- Detonações limitadas a horários pré-determinados, notificados previamente a população;
- Estabelecimento prévio de um perímetro de segurança;
- Redução das vibrações no solo e no ar provocada pelas detonações, devendo ficar dentro dos valores toleráveis estabelecidos pelos órgãos competentes;
- Redução ao máximo do ruído, da fumaça e da poeira geradas pelas detonações, através do uso de tecnologias avançadas;
- Evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para o fogacho, entre outras.

No carregamento e transporte dos materiais de empréstimos e rejeitos, será feita uma otimização dos caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes.

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas às jazidas, serão implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Desta forma, todos os sistemas de encostas (taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos bota-foras e dos cortes de estradas) serão protegidos através do desvio das águas pluviais por meio de canaletas. Toda a área minerada, também, será circundada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir as jazidas.

O avanço das frentes de lavra poderá provocar, em alguns setores das jazidas de material terroso, instabilidades das encostas marginais com riscos de desmoronamentos e desencadeamentos de processos erosivos. Diante disso, será feita a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes e o estabelecimento de programas de reflorestamento com espécies vegetais adaptadas à região. O reflorestamento será executado à medida em que as frentes de lavras forem avançando, para que na época do abandono das jazidas, as áreas já apresentem suas paisagens praticamente recompostas.

c) Controle de Deposição de Rejeitos (bota-foras)

Durante a exploração das jazidas serão produzidas grandes quantidades de rejeitos sólidos, os quais são dispostos em pilhas desordenadas, geralmente com condições precárias de estabilidade e expostos a processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

Visando reduzir a degradação imposta ao meio ambiente por esta atividade, será posto em prática um controle na deposição de rejeitos, levando em conta dois fatores básicos, a sua localização e a formação das pilhas.

Com relação à localização, o rejeito será depositado próximo à área de lavra, em cotas inferiores à da mineração, reduzindo assim os custos com transportes. Nunca serão colocadas pilhas próximas ao limite do "pit", pois haverá uma sobrecarga nos taludes finais da cava, podendo ocorrer desmoronamentos e o material rompido atingir a área da lavra. Além disso, há sempre a possibilidade destes materiais serem depositados sobre as áreas mineralizadas que futuramente venham a ser lavradas,

As pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos e material com granulometria arenosa) serão formadas por basculamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de 37°, que é o próprio ângulo de repouso do material.

Quanto aos materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas serão determinadas por testes de estabilidade. O material será depositado em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte, ou então convencionais de compactação. Antes desta operação será colocada uma camada de material drenante.

Entre o terreno da fundação e a pilha. Será implementada, também, a drenagem superficial das bermas e plataformas bem como a abertura de canais periféricos para evitar que as águas de superfície drenem para o depósito. Com relação aos terrenos de fundação, estes devem apresentar resistência superior à da pilha de rejeito e inclinação inferior a 10°.

Para a estabilização dos rejeitos no caso específico do Sistema Adutor, será adotado o método botânico, pois a região dispõe de material que serve de cobertura de solo. Para que haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, serão usadas técnicas que aumentem a fertilidade dos solos (adubação, adição de húmus, nutrientes, umidade e bactérias ou microrganismos), associado ao uso de sementes selecionadas. Ressalta-se ainda que a deposição de rejeitos deve ser efetuada em curtos espaços de tempo, de modo a não atrapalhar o desenvolvimento dos trabalhos de lavra.

d) Recuperação de Áreas Mineradas

Após o abandono das áreas de lavra, serão iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico do Sistema Adutor, será necessário a recuperação das áreas das jazidas de material terroso, que irão requerer tratamento paisagístico e regularização da topografia. As cavas nas jazidas de material terroso terão seus taludes suavizados, sendo, quando necessário, utilizados materiais dos botaforas para a reconstituição das superfícies topográficas, desde que não contenham material poluente.

O solo vegetal será depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida serão efetuadas adubações e correções do solo, de acordo com os resultados de análises químicas.

O reflorestamento será efetuado logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente por hidro-semeadura (aspersão de pasta formada pela mistura de sementes, fibras de madeira, adesivo resinoso, fertilizantes e água) ou pelo plantio de mudas.

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação dos canteiros de obras envolvem danos à flora, deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pelos desmatamentos e terraplenagens, e pela operação da usina de concreto e da central de britagem. Deste modo, faz-se necessário a adoção das seguintes medidas:

- Reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- Na instalação da usina de concreto e da central de britagem, levar em conta a direção dos ventos dominantes, no caso do canteiro de obras se situar próximo a núcleos habitacionais;
- Adotar o uso de fossas sépticas como infra-estrutura de esgotamento sanitário, procurando localizá-las distante dos cursos d'água;
- Resíduos de concretos e outros materiais devem ser depositados em locais apropriados, sendo submetidos a tratamento adequado;
- Umidificar o trajeto de máquinas e veículos;
- Construir os paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livres de inundações, de mudanças freqüentes de temperatura e ventos fortes. Deve ser mantida uma faixa de terreno limpo com largura de 20 metros em torno dos paióis;
- Armazenagem de pólvora, dinamites e estopins em depósitos separados e desprovidos de instalações elétricas.

Após a conclusão das obras, caso as instalações dos canteiros de obras não sejam aproveitadas pelo Governo do Estado do Ceará, as áreas serão alvo de reconstituição paisagística, através do reflorestamento com espécies vegetais nativas.

Já o tratamento a ser dado às áreas dos caminhos de serviços, consiste em espalhar o solo fértil estocado por ocasião de suas construções, regularizar o terreno e reflorestar com espécies nativas.

4.2. CANTEIROS DE OBRAS

Os canteiros de obras serão executados de acordo com as normas da ABNT, e o Projeto Executivo seguindo-se rigorosamente as especificações técnicas.

O escritório deverá ser construído conforme projeto, com sanitário, instalações para fiscalização e contratada. Eventualmente poderá ser modificado, a critério da fiscalização, para se adequar às características da obra.

O alojamento também deverá ser executado conforme projeto. Caso haja necessidade, o alojamento poderá ter sua capacidade alterada em função das características de desenvolvimento da obra, usando-se como critério mínimo um espaço de 4 m² por operário, uma área de 0,50 m² de ventilação e iluminação por operário, um chuveiro para cada grupo de cinco operários, um sanitário e um lavatório para cada grupo de quinze operários. Os chuveiros e lavatórios podem ser coletivos e os sanitários serão, obrigatoriamente, individuais.

O refeitório deverá ser construído conforme projeto. A capacidade dos refeitórios poderá ser alterada em função das características de cada obra, usando-se o critério mínimo de 1,20 m² por operário e uma área de 0,20 m² de ventilação e iluminação por operário. O refeitório deve ser provido de bancos e mesas, considerando-se um espaço de 0,60 m nos bancos e 0,30 m² nas mesas, por operário. Deverá contar ainda com uma cozinha para preparo ou aquecimento das refeições.

Deverá ser construído barracão fechado para abrigo de materiais a partir de um projeto. As dimensões do barracão poderão sofrer alterações para se adequar às características da obra, mantendo-se o critério de ventilação e iluminação para cada m² de área construída. Os barracões deverão ser providos de estrados de madeira para armazenamento de cal, cimento e outros produtos perecíveis com a umidade.

Deverá ser construído barracão aberto conforme projeto, podendo ter suas dimensões alteradas em função das características da obra. Destina-se basicamente a serviços de carpintaria e dobragem de armaduras.

A entrada de energia, em baixa ou alta tensão, deverá ser executada de acordo com o projeto.

A água para abastecimento será proveniente do açude Lontras. As instalações hidrosanitárias e de tratamento da água estão previstas no canteiro.

4.3. ESTRADAS DE SERVIÇO

A princípio serão aproveitadas as estradas existentes. Algumas serão recuperadas para melhorar as condições de trafegabilidade.

Serão acrescentados acessos aos canteiros de obras e jazida.

As estradas de projeto serão aproveitadas para os serviços de assentamento das tubulações adutoras e devidamente recuperadas no final das obras.

Serão construídas o mais próximo possível das áreas de construção, com largura mínima de 6 m (**Foto 4.1**).



Foto 4.1: Estrada de Acesso a serem Construídas

Após o desmatamento da área, será lançada a camada de revestimento primário de 15 cm. O CONSTRUTOR fará todas as obras de drenagem necessárias para a boa conservação dessas estradas.

4.4. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

Com base nos elementos de amarração disponíveis no projeto, o CONSTRUTOR providenciará a relocação de todas as obras.

Caberá à FISCALIZAÇÃO fornecer os elementos básicos para locação da obra. Caberá a ela indicar os pontos de amarração e as referências de nível (RN) que achar necessários, a fim de que o CONSTRUTOR possa, sem maiores dificuldades, implantar os elementos de projeto.

Com base nessas informações o CONSTRUTOR fará uma checagem prévia da rede de RNs existentes. A partir daí serão implantados RNs a cada 500 m para controle e checagem.

Feito isso, as obras serão locadas com uso de Estação Total ou teodolito.

A locação e nivelamento objetivam determinar a posição da obra no terreno, bem como determinar os níveis solicitados em projeto, em relação à R.N. mencionada.

A CONSTRUTORA procederá a execução da locação e nivelamento e contranivelamento, de acordo com o projeto, deixando visíveis, para confluências, os marcos orientadores.

A locação e nivelamento das linhas de adução serão executadas atendendo ao projeto com uso de teodolito com precisão tal que permita uma leitura direta de, no mínimo, 20 segundos.

Para a demarcação das linhas adutoras serão utilizados equipamentos topográficos, e a demarcação será executada pela fixação de piquetes de dimensões e em profundidades tais que permitam a sua fácil identificação posterior, na linha de eixo da tubulação. Será empregado linha de nylon ou arame esticado entre os piquetes para abertura das valas.

Piquetes auxiliares afastados de ambos os lados da linha de eixo da tubulação serão colocados para que após a escavação, com a consequente retirada do piqueteamento principal, seja possível determinar o posicionamento correto dos tubos.

O espaçamento entre piquetes será de, no máximo, 20m, podendo, no entanto, pela configuração do terreno, ser fixado um piquete intermediário.

Os pontos de deflexão serão determinados por marcos que os caracterizem perfeitamente, assim como são caracterizados todos os pontos que mereçam especial destaque.

A marcação deverá ser acompanhada pela FISCALIZAÇÃO, de modo a permitir que eventuais mudanças sejam determinadas com um máximo de antecedência.

Os demais serviços topográficos dizem respeito a marcação dos "off-sets", levantamento de seções para efeito de medição, nivelamentos de verificação de cotas de implantação e outros para controle.

Todos os serviços topográficos serão realizados seguindo-se rigorosamente as normas pertinentes da ABNT.

4.5. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA

Constituirá basicamente de corte e desenraizamento de todas as árvores e arbustos, bem como tocos e quaisquer outros resíduos vegetais cuja remoção permita o início dos serviços de raspagem.

Para execução deste serviço serão utilizados tratores de esteira com lâmina, modelo CAT D6 e/ou CAT D8 (ou similares) apresentada na **Foto 4.2** abaixo.



Foto 4.2: Trator de Esteira com Lâmina na execução da Limpeza da Área para início do Serviço

O procedimento executivo constitui-se, basicamente, na operação do trator com lâmina rebaixada até a profundidade necessária para arrancar inclusive as raízes. As árvores de maior porte serão cortadas manualmente com uso de moto-serra.

Esta tarefa será executada com base em um Plano de Desmatamento Racional, adotando-se todas as medidas ambientais pertinentes com vistas a minimizar os impactos adversos, mesmo que temporários.

O material proveniente desta atividade será removido através de carregadeiras de pneus e transportados por caminhões basculante até as áreas de bota-fora previamente indicadas pela FISCALIZAÇÃO.

No desmatamento da área irrigada não poderá ser utilizada a lâmina para raspagem da camada superficial. O mesmo deverá ser feito com grades adaptadas para remoção das raízes. Deverá ser evitada a compactação dos solos irrigáveis.

4.6. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Após a liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, será feito o pré-umedecimento do material através dos caminhões pipa. A partir daí os trabalhos de escavação mecanizada em material de 1ª categoria serão iniciados, utilizando-se para tal fim escavadeiras hidráulicas de esteira, modelo PC 200, CAT 320 ou similares, que carregarão os caminhões basculantes utilizados para o transporte, conforme ilustração a seguir.

Esta operação será executada, sempre que possível, utilizando-se os métodos convencionais, obedecendo rigorosamente as especificações técnicas, bem como as instruções da FISCALIZAÇÃO.

Os materiais escavados passíveis de aproveitamento (escavação seletiva) serão transportados para as praças de aterro. Os demais serão lançados em áreas de bota-fora previamente indicadas pela FISCALIZAÇÃO.

4.7. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA

Os materiais classificados como de 2ª categoria são aqueles que não podem ser escavados de forma normal e econômica pelos equipamentos convencionais (tratores de lâmina, “motoscrapers”, escavadeiras e carregadeiras), devido a elevada resistência mecânica a compressão, que pode atingir valores estimados entre 500 e 1.000 kgf/cm².

Para o desmonte desses materiais devem ser utilizados escarificadores ou “rippers” que são montados na parte traseira dos tratores de esteira de elevada potência e grande esforço trator. Recomenda-se, nesse caso, o emprego de equipamentos com mais de 250 HP, isto é, tratores pesados do tipo CAT D8 ou similares.

Há dois processos principais de escarificação: i) uso exclusivo de escarificação; e ii) uso de escarificadores e utilização descontínua de explosivos de baixa potência.

Será tentado, em primeiro lugar, o uso do “ripper” com tratores de potências diferentes, sabendo-se que o aumento da força de tração nos dentes aumenta também a força de desagregação e de penetração do escarificador, tornando maior a eficiência e a produção.

Nos tratores pesados o escarificador é provido de vários dentes que podem ser retirados, transferindo-se toda a força para um único dente, o que normalmente consegue a escarificação dos solos e rochas em processo de alteração.

Para o sucesso da operação serão feitas, no campo, algumas tentativas para determinar o sentido e a direção do escarificador, procurando-se os planos de clivagem (veios) mais favoráveis ou a ocorrência de fraturas naturais que facilitam a penetração dos dentes.

Nos locais em que essas providências não surtirem efeito, e com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, será providenciado o uso descontínuo de explosivos de baixa potência nos materiais mais compactos ou que se acham nos estágios iniciais de decomposição. Os furos na rocha serão feitos com perfuratrizes de rocha sobre esteiras, com diâmetro de 1 ½” ou 2 ½”. Não convém usar diâmetros maiores. Não há, em geral, preocupação em se obedecer a determinada malha de perfuração, a menos que o bloco de material duro tenha grandes dimensões. Via de regra, será perfurado o centro do bloco carregando-o com explosivo. A profundidade não deve ultrapassar 3 m.

Em resumo, a escarificação será executada através do método das tentativas feitas no campo, experimentando-se vários equipamentos e implementos, variando-se a potência da máquina, o número, a profundidade e o ângulo dos dentes, a direção do corte e etc. A melhor solução em cada caso particular dependerá da combinação desses fatores.

A remoção do material já escarificado ou detonado será feita por tratores de lâmina, “motoscrapers”, pás carregadeiras, escavadeiras e caminhões basculantes de 12 m³.

4.8. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA

Os estudos geotécnicos indicaram que este tipo de escavação será eventual, geralmente no fundo de alguns trechos de valas.

Neste tipo de extração dois problemas importantíssimos chamam à atenção: vibração e lançamentos produzidos pela explosão. A vibração é o resultado do número de furos efetuados narocha com martetele pneumático e ainda do tipo de explosivos e espoletas utilizados. Para reduzir a extensão, usa-se uma rede para amortecer o material da explosão. Deve ser adotadotécnica de perfurar a rocha com as perfuratrizes em pontos ideais de modo a obter melhorrendimento do volume expandido, evitando-se o alargamento desnecessário, o que denominamosde DERROCAMENTO.

Essas cautelas devem fazer parte de um plano de fogo elaborado pelos CONSTRUTORES onde possam estar indicados: as cargas, os tipos de explosivos, os tipos de ligações, as espoletas,método de detonação, fonte de energia (se for o caso).

As escavações em rocha deverão ser executadas por profissional devidamente habilitado.

Nas escavações com utilização de explosivos deverão ser tomadas todas as precauções exigidas pelas normas regidas pelos órgãos reguladores desse tipo de serviço. A seguir, lembramos alguns desses cuidados:

- a) A aquisição, o transporte e a guarda dos explosivos deverão ser feitas obedecendo as prescrições legais que regem a matéria.
- b) As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelidos não ultrapassem a metade da distância do desmonte à construção mais próxima.
- c) A detonação da carga explosiva é precedida e seguida de sinais de alerta.
- d) Destinar todos os cuidados elementares quando à segurança dos operários, transeuntes, bensmóveis, obras adjacentes e circunvizinhança e para tal proteção usar malha de cabo de aço,painéis etc., para impedir que os materiais sejam lançados à distância. Essa malha protetora deveter a dimensão de 4m x 3 vezes a largura da cava, usando-se o material: moldura em cabo de açoÆ ¾", malha de 5/8". A malha é quadrada com 10cm de espaçamento. A malha é presa com a moldura, por braçadeira de aço, parafusada, e por ocasião do fogo deverá ser atirantada nos bordos cobrindo a cava.

Como auxiliares serão empregadas também uma bateria de pneus para amortecimento da expansão dos materiais.

- e) A carga das minas deverá ser feita somente quando estiver para ser detonada e jamais na véspera e sem a presença do encarregado do fogo (Blaster).

Devido a irregularidade no fundo da vala proveniente das explosões é indispensável a colocação de material que regularize a área para assentamento de tubulação. Este material será: areia, pó de pedra ou outro de boa qualidade com predominância arenosa.

A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida de até 15cm para colocação de colchão (lastro ou berço) de material já especificado.

4.9. ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAIS DE JAZIDAS

Para complementar a execução dos aterros e revestimento das estradas, será necessária a exploração de áreas de empréstimo.

A escavação deste material, classificado como de 1ª categoria, será feita utilizando-se escavadeiras de esteira do tipo PC 200, CAT 320 ou similares. O transporte será feito por caminhões basculantes.



Foto 4.3: Escavação de Material e Transporte



Foto 4.4: Escavação de Material e Transporte

Dependendo da DMT pode-se utilizar, também, tratores de esteira do tipo CAT D6 e/ou D8 (ideais para distâncias curtas, inferiores a 50 m) .

4.10. CONSTRUÇÃO DE ATERROS

4.10.1. Descrição Geral dos Serviços

Os aterros deverão ser executados para permitir uma melhor definição do greide de pavimentação das estradas.

Serão construídos com materiais provenientes de áreas de empréstimo e seguirão os limites estabelecidos no projeto ou conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO.

As cotas de coroamento do aterro nunca serão inferiores às indicadas no projeto, exceto quando a FISCALIZAÇÃO introduzir modificações.

Na execução do aterro, os materiais serão colocados em camadas aproximadamente horizontais, uniformes e sucessivas, os quais serão espalhadas em toda a largura e com a declividade estipulada na seção transversal correspondente.

As camadas terão uma superfície aproximadamente horizontal, com pequena declividade para que haja drenagem satisfatória durante a construção, especialmente quando se interromper o aterro. A distribuição dos materiais em cada camada será feita de modo a não produzir segregação dos materiais e a fornecer um conjunto que não apresente cavidades, "lentes", bolsões, estrias, lamelas, ou outras imperfeições.

4.10.2. Aterros Compactados

Após a execução do expurgo, será realizada a marcação dos "off-sets" para dar início a execução do aterro.

Os aterros compactados serão executados preparando-se inicialmente o terreno de fundação por meio de rega e escarificação. Poderá ser utilizado qualquer tipo de equipamento que produza a escarificação necessária. A distância entre os sulcos não deverá exceder 30 cm; os sulcos deverão ter entre 5 e 7 cm de profundidade.

Os materiais lançados deverão estar isentos de pedras e torrões com mais de 10 cm, de raízes, ou de qualquer matéria orgânica, e serão aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O espalhamento do material na praça será feito com trator de esteira CAT D6 e motoniveladora CAT 140G ou similares.

Os trabalhos de homogeneização e aeração serão realizados com a utilização de grades de disco tracionadas por tratores de pneus ou similares.

Os materiais serão umedecidos até se conseguir um teor de umidade próximo à ótima (+2%), seja por espalhamento e secagem do material quando demasiadamente úmido, seja por umidificação quando demasiadamente seco.



Foto 4.5: Compactação, Espalhamento de Aterro

Em seguida, os materiais serão espalhados em camadas horizontais de espessura máxima entre 20 e 25 cm, em toda a largura do aterro. A umidificação e homogeneização dos materiais será efetuada, de preferência, durante a escavação dos mesmos. Cada camada será compactada completa e uniformemente em toda sua superfície, e não deverá ter mais de 20 cm de espessura após a compactação.

Se a FISCALIZAÇÃO determinar que a superfície sobre a qual será colocada a próxima camada de material se encontra seca ou lisa demais para que se obtenha uma liga adequada com a camada anterior, essa superfície será umedecida e/ou escarificada, conforme já especificado, para se conseguir uma liga eficiente.

Concluída a escarificação, o material solto resultante desta operação será revolvido junto com o material da camada seguinte, a fim de se obter uma mistura homogênea de materiais, antes de iniciar a compactação. Todos os torrões no material serão desagregados ou triturados utilizando-se equipamento apropriado, aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Caso a decomposição desses torrões não seja factível, eles serão retirados do aterro.

Após qualquer interrupção ou atraso ocorrido durante a execução de aterro compactado, todas as superfícies expostas ou adjacentes, ou aquelas sobre ou contra as quais serão colocadas camadas adicionais de aterro, serão preparadas conforme já especificado acima.

Após a colocação do material conforme estipulado anteriormente, sua compactação será executada até que se tenha obtido uma densidade relativa entre 97% e 100% da densidade seca máxima de laboratório, determinada pelo ensaio da compactação Proctor Normal. O equipamento de compactação utilizado será adequado ao tipo de material colocado, e aprovado previamente pela FISCALIZAÇÃO.

Serão utilizados na compactação dos aterros rolos DYNAPAC CA 15 (Std e/ou P) ou outro equipamento similar.

Em aterros próximos a obras de arte ou situados em lugares inacessíveis aos rolos compactadores, a compactação serão feita com equipamentos pneumáticos. Cada camada deverá conter apenas o material necessário para assegurar a devida compactação, e a espessura de cada camada nunca deverá exceder 15 cm de material solto.

O CONSTRUTOR, com acompanhamento da FISCALIZAÇÃO, fará todos os ensaios de compactação necessários ao controle da construção do aterro.

Os seguintes ensaios serão realizados nos aterros executados e nos materiais para aterro:

- Ensaio de compactação, segundo o método Proctor Normal, para cada 1.000 m³ de material colocado;
- Ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, "in situ", para cada 100 m³ de camada de aterro, alternadamente no eixo e nas bordas, correspondente ao ensaio de compactação supramencionado;
- Ensaio de granulometria (DNER-A4E-44-64), e ensaio de limite de plasticidade (DNER-A4E-83-63), para o corpo do aterro, para cada grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- Ensaio do índice de suporte da Califórnia, com a energia do método Proctor Normal, para cada grupo de quatro amostras das camadas superiores. O número de ensaios será definido pela FISCALIZAÇÃO.

4.10.3. Controle Geométrico

As seguintes tolerâncias serão admitidas relativamente aos valores especificados no projeto:

- Variação da altura de ± 3 cm para eixo e bordas, a partir da seção transversal dos desenhos;
- Variação da largura de 20 cm para a plataforma, a partir da seção transversal dos desenhos, não se admitindo variações negativas.

O controle será efetuado mediante a verificação das cotas, nos eixos e nas bordas, a cada duas estacas.

4.11. CONFORMAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DOS TALUDES

Compreendem a remoção de excessos de material e/ou o preenchimento de depressões ou buracos nos taludes dos cortes para definição da nova seção final do canal existente acima da berma atual.

O excesso de material nos taludes do canal existente será objeto de escavação complementar ou de desbaste, conforme o caso, seguida de escavação de refino, exequível com equipamentos especiais, ou mesmo manualmente.

Nos casos de cortes de rocha, será feita a remoção das partes soltas ou excessivamente abaladas por explosivos, e o preenchimento dos vazios com solo melhorado com 6% em peso, no mínimo, de cimento Portland, que será compactado com equipamentos portáteis tipo sapo mecânico, ou similar.

O controle geométrico dos serviços de conformação e regularização final dos taludes dos canais será efetuado visualmente, em acompanhamento permanente, por conferência de locação e nivelamentos.

4.12. PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS COM ENROCAMENTO

O CONSTRUTOR irá fornecer, transportar e jogar a pedra nas áreas indicadas no projeto (bueiros e drenos), para preservar a estabilidade das superfícies, e para proteção contra a erosão. A pedra será jogada no local determinado e, conforme as indicações do projeto ou da FISCALIZAÇÃO.

A pedra será arrumada de modo a assegurar a estabilidade do material, a fim de que não haja deslizamentos e/ou vazios demasiadamente grandes dentro do enrocamento.

O tipo, a capacidade e a quantidade de equipamento a ser utilizado dependerão do tipo de enrocamento. O CONSTRUTOR submeterá à aprovação da FISCALIZAÇÃO a relação do equipamento a ser empregado em cada tipo de serviço.

A espessura do enrocamento deverá obedecer às especificações do projeto; a elas também devem atender as dimensões máxima e mínima da pedra a ser empregada.

A pedra utilizada em obras de enrocamento serão dura, densa, e resistente à água e à intempérie.

Quaisquer vazios no enrocamento serão preenchidos com lascas de pedras, pedras e/ou cascalho, quando especificado no projeto ou indicado pela FISCALIZAÇÃO. Os tipos e as quantidades de materiais necessários ao preenchimento dos vazios serão indicados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

4.13. PROTEÇÃO DE TALUDES COM MATERIAL INERTE

4.13.1. Generalidades

Em alguns casos, os taludes externos dos canais modernizados deverão contar com uma proteção com material inerte.

Estes serviços objetivam a execução da proteção dos taludes de aterro do canal, nas seções indicadas no projeto e/ou determinadas pela FISCALIZAÇÃO.

Os materiais a serem utilizados na proteção dos taludes serão obtidos de escavação e/ou de outras fontes aprovadas que atendam a todos os requisitos das especificações do projeto.

Serão utilizadas na proteção dos taludes os seguintes materiais, a saber:

- britas, originárias da britagem das rochas de pedreiras ou de corte das escavações; e,
- cascalhos/pedregulhos existentes na região, livres de matéria orgânica, e que podem ser coletados e beneficiados por peneiramento, até obter-se a granulometria especificada.



Foto 4.6: Proteção de Taludes com Material Inerte

4.13.2. Equipamentos

Os equipamentos convencionalmente utilizados para esse tipo de atividade são:

- Britadores;
- Peneiras;
- Caminhões Basculantes;
- Carregadeiras;

- Escavadeiras;
- Ferramental de Apoio;
- Sistema de Limpeza e Lavagem.

4.13.3. Execução

A execução da proteção do talude será defasada no máximo de 1,0 m da altura do aterro.

O material será empilhado no bordo do aterro por caminhões basculantes e será lançado para formar a proteção através do braço da escavadeira, o qual retirará o material da pilha e colocará no talude de maneira a formar uma camada de 0,30 m medida normal ao mesmo. A acomodação dos pedregulhos será feita com o próprio dorso da concha da escavadeira.

4.13.4. Controle

O controle da execução da proteção do talude consistirá basicamente de:

- Inspeção visual permanente nas pilhas de estoque e, durante o lançamento do material, observando as operações de espalhamento, compactação e verificação da espessura da camada;
- Realização de ensaios de granulometria dos materiais empregados para cada 2 000 m³ de proteção executada.

4.14. PROTEÇÃO VEGETAL DOS TALUDES

O CONSTRUTOR irá fornecer e plantar grama nativa, de modo a cobrir toda a superfície dos taludes de corte dos canais e estradas, assim como a superfície de quaisquer outros locais indicados pelo projeto ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.

A grama nativa serão da variedade específica determinada pela FISCALIZAÇÃO. A grama será fornecida em mudas ou leivas, que serão transportadas até o local pelo CONSTRUTOR.

As mudas ou leivas serão plantadas sobre a superfície devidamente regularizada do talude e receber uma camada de 15 cm de terra vegetal. A terra vegetal será obtida de raspagem e/ou escavação programada.

As fileiras de mudas ou leivas serão formadas de cima para baixo. As leivas serão implantadas em filas intercaladas, com espaçamento máximo de 10 cm. As leivas serão implantadas com espaçamento tal que cubra no mínimo 97% da área protegida.

Os serviços compreendem, também, o trabalho de rega até que o revestimento apresente reverdecimento uniforme.

4.15. REVESTIMENTO PRIMÁRIO DAS ESTRADAS DE ACESSO AOS LOTES AGRÍCOLAS

4.15.1. Generalidades

O revestimento primário das estradas principais e secundárias, de acesso aos lotes agrícolas, será constituído de camadas de solos e cascalho, de mistura de solos ou mistura de solos e materiais britados.

A execução de revestimento compreenderá as operações de fornecimento, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, homogeneização, compactação e acabamento das camadas.

O revestimento primário será empregado nas estradas de acesso aos lotes agrícolas, conforme indicado no projeto e/ou em locais determinados pela FISCALIZAÇÃO.

Será executado com materiais que preencham os seguintes requisitos:

- Deverão possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas previstas nas especificações técnicas;
- A fração que passa na peneira 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 40 e índice de plasticidade entre 5 e 13;
- A porcentagem do material que passar na peneira 200 não deverá ultrapassar 2/3 da porcentagem que passar na peneira 40;
- O Índice de Suporte Califórnia (CBR) não serão inferior a 40% e a expansão será de no máximo 0,5%, determinados segundo o método do DNER-ME 49-64 e com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64;
- O agregado retido na peneira 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isentos de material vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio de Los Angeles, não deverá apresentar desgaste superior a 55%.

4.15.2. Execução

Os procedimentos de escavação, carga, transporte, descarga, espalhamento, umedecimento e/ou secagem e compactação serão os mesmos já citados anteriormente.

O grau de compactação serão, no mínimo, 98 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64, e o teor da umidade serão a umidade ótima (+2%) do ensaio citado.

O revestimento primário das estradas de acesso aos lotes agrícolas será executado após a compactação do aterro, obedecendo às dimensões e características indicadas nos desenhos de projeto.

4.15.3. Controle Tecnológico

Os ensaios de controle tecnológico serão procedidos, conforme os itens abaixo

- Um ensaio de determinação da massa específica aparente “in situ”, com espaçamento máximo de 200 m de pista, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- Um ensaio de determinação do teor de umidade, a cada 200 m de pista, imediatamente antes da compactação;
- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos DNER-ME 44-64, DNER-ME 82-63 e DNER-ME 80-64), com espaçamento máximo de 400 m de pista, e no mínimo um grupo de ensaios por dia de serviço executado;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64, com espaçamento máximo de 400 m de pista, e no mínimo, um ensaio cada dois dias de serviços executados;
- Um ensaio de compactação segundo o método DNER-ME 48-64, para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 200 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc, a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se comprove a homogeneidade do material empregado.

4.15.4. Controle Geométrico

Após execução do revestimento primário, proceder-se-á a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- Largura não inferior ao Projeto;
- Até 20% em excesso para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- Na verificação do desempenho longitudinal, não serão permitidas cotas inferiores às do projeto, admitindo-se variações para mais de, no máximo, 2 cm.

4.16. MANTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Será necessária a colocação de uma manta impermeável, sobre o revestimento atual, para garantir a impermeabilização dos canais.

O Projeto Executivo prevê a utilização de uma manta de material plástico, de espessura mínima 1,0 mm, texturizada.

A manta será colocada manualmente após concluída a regularização da superfície do revestimento de concreto, de acordo com os detalhes constantes dos desenhos e aceitos pela FISCALIZAÇÃO.

Antes da colocação da manta deverá ser realizada uma regularização da superfície de concreto atual com mistura solo cimento. Esta regularização deverá propiciar o fechamento das juntas, e eventuais buracos e irregularidades no concreto.

Os rolos de manta serão protegidos até o momento da sua aplicação das radiações solares, pó ou quaisquer substâncias estranhas, através de um filtro plástico opaco com uma espessura mínima de 0,15 mm.

A manta de impermeabilização revestirá, sem qualquer descontinuidade, os taludes e o fundo até as cotas indicadas no projeto, estando sujeitas a eventuais ajustamentos em face das condições locais. A zona a revestir deverá encontrar-se alisada, de tal maneira que a base adira completamente à superfície, não havendo lugar à existência de saliências ou depressões.



Foto 4.7: Manta de Impermeabilização



Foto 4.8: Detalhe da Manta de Impermeabilização

A manta de impermeabilização será colocada de maneira a constituir uma superfície lisa, mas sem ser submetida a tensão, devendo a sua fixação ser assegurada por processos que excluam todo e qualquer punção.

As mantas serão colocadas transversalmente ao eixo do canal e ancoradas em valas ao longo das bermas.

As sobreposições entre as mantas serão de 0,25 m, soldadas ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Na colocação da manta de impermeabilização serão seguidas as indicações do fabricante, desde que aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

4.17. CONCRETO DE REVESTIMENTO DO CANAL

O revestimento do canal com concreto simples terá como única finalidade a proteção mecânica da manta.

O concreto será lançado de acordo com as linhas, dimensões e espessuras indicadas nos desenhos ou determinadas pela FISCALIZAÇÃO, seguindo-se rigorosamente as especificações técnicas.

Antes do lançamento as superfícies serão bem umedecidas. O concreto lançado no fundo ou nos lados do canal será espalhado manualmente e o acabamento dado através da utilização de régua vibratória.



Foto 4.9: Concreto de Revestimento do Canal

O revestimento será executado em painéis alternados com no máximo 1,5 m de comprimento. Os painéis do fundo serão lançados primeiramente e os painéis dos lados serão colocados de baixo para cima. Os painéis intervenientes só serão executados após o endurecimento dos painéis adjacentes. As ranhuras entre os painéis serão preenchidas com material selante apropriado.

Para o lançamento do concreto, também poderá ser utilizada uma forma deslizante longitudinal dotada de vibradores fixos. Um dispositivo deverá deslocar a máquina ao longo do canal, com a seção da forma deslizante transversal ao eixo do mesmo.

Em condições adequadas de operação, as superfícies trabalhadas pela forma deslizante não precisarão de qualquer mestre e de muito pouco acabamento.

As juntas transversais serão executadas de acordo com o espaçamento indicado nos desenhos e especificações técnicas.

O traçado das juntas será executado enquanto o concreto estiver fresco, mediante superfícies cortantes retas, facas mecânicas ou cortadores operados manualmente ou aparelhos ligados à forma deslizante.

4.18. OBRAS DE CONCRETO

4.18.1. Generalidades

A metodologia apresentada neste item refere-se aos procedimentos que serão adotados pelo CONSTRUTOR para executar todas as obras em concreto, a saber: estações de bombeamento, obras de concordância, descarga de segurança, obras de drenagem, estacas, bases, envelopamento de tubulações e etc.

4.18.2. Concreto

a) Requisitos Gerais

A resistência à compressão do concreto serão igual ou superior aos valores especificados para as diversas obras de concreto, determinadas no projeto e mostradas nos desenhos.

O CONSTRUTOR manterá equipamento adequado e pessoal qualificado, na central de concreto e no canteiro de obras, para retirar amostras representativas do concreto, para a realização dos ensaios exigidos.

O CONSTRUTOR fornecerá e manterá, no canteiro de obras, todo o equipamento necessário a execução das obras em concreto de acordo com o determinado nas especificações.

O CONSTRUTOR será totalmente responsável pela resistência, estabilidade, durabilidade e acabamento de todas as obras em concreto exigidas.

A execução das estruturas de concreto armado, no que diz respeito à preparação, transporte, lançamento, adensamento, juntas de concretagem, cura, formas, armaduras, dilatação, desforma e escoramentos do concreto, materiais e serviços, estarão de acordo com a Norma NBR 6118 da ABNT.

b) Composição, Dosagem e Misturas

O concreto deverá consistir de cimento Portland, areia, brita e água segundo as especificações pertinentes a esses materiais. Serão observados todos os requisitos constantes das Especificações Técnicas.

A dosagem racional será efetuada de acordo com as prescrições do item 8.3.1 da NBR 6118 (NB-1), que estabelece as diretrizes a serem adotadas e estipula que qualquer método padrão poderá ser utilizado na dosagem experimental.

A dosagem experimental será executada de modo a se obter, com os materiais disponíveis, um concreto que atenda as exigências dos desenhos a que se destina.

O CONSTRUTOR só adotará a dosagem não-experimental (empírica), feita no canteiro de obras, para concretagem de pequeno vulto. Entretanto, as condições a seguir serão satisfeitas.

- A quantidade mínima de cimento serão de 300 kg/m³ de concreto;
- A granulometria do agregado serão determinada de modo a se obter um concreto com trabalhabilidade adequada a seu emprego;
- A quantidade de água será mínima, compatível com a trabalhabilidade necessária.

As classes de concreto destinadas às diversas partes componentes das estruturas serão estabelecidas de acordo com o diâmetro máximo dos agregados e com a resistência característica de projeto, a ser obtida em determinada idade, e serão as indicadas nos desenhos de projeto.

Quando houver modificações nos materiais empregados ou nas suas características, será necessário efetuar nova dosagem e respectivos ensaios.

Não será permitida a mistura de diferentes tipos de cimento ou de cimento de diferentes marcas numa mesma concretagem. Os volumes mínimos a misturar de cada vez deverão corresponder a um saco de cimento. O cimento será obrigatoriamente medido em peso; sua medição em volume não será permitida.

A capacidade mínima da betoneira deverá corresponder a um traço com consumo mínimo de um saco de cimento.

Serão permitidos os diversos tipos de betoneiras existentes, desde que produzam concreto uniforme e sem segregação dos materiais.

c) Concreto Ciclópico

Os concretos ciclópicos serão constituídos por concreto simples, preparados a parte, acrescidos por ocasião do lançamento de “pedra-de-mão” no concreto quando ainda no estágio plástico.

A percentagem de “pedra-de-mão” sobre o volume total de agregado, a incorporar a massa de concreto simples, será de, no máximo, 30%.

As “pedras-de-mão” não terão qualquer dimensão superior a 30 cm.

Cuidados devem ser tomados para que as pedras fiquem perfeitamente imersas e envolvidas por concreto simples, de modo a não permanecerem apertadas entre si ou contra as formas.

A massa de concreto ciclópico se manterá integralmente plástica durante o lançamento das “pedras-de-mão”.

O concreto ciclópico será lançado nos locais indicados nos desenhos e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

d) Concreto Magro

É o concreto de baixo teor de cimento (no máximo 100 kg/m³), que será colocado com objetivo de regularizar as superfícies sobre as quais se vão cimentar as estruturas e obter o piso adequado para o trabalho de construção de lajes ou piso.

A extensão e a espessura deste concreto magro serão as indicadas nos desenhos ou prescritas pela FISCALIZAÇÃO.

A camada de concreto magro repousará sobre um piso sólido e, na medida do possível, inalterável.

e) Concreto Estrutural

É o concreto de médio a alto teor de cimento, que será colocado como parte da estrutura das peças.

f) Mistura

As balanças terão capacidade para a pesagem, de uma só vez, da quantidade de ingredientes necessária para um traço, dentre os previstos para a obra, não sendo permitida a pesagem de um ingrediente em mais de uma vez, para um mesmo traço.

As balanças serão aferidas antes do início de operação e a cada período de um mês durante a construção

A tolerância de pesagem dos materiais será 0,40% sobre a faixa de pesagem. O equipamento utilizado terá capacidade de controlar a distribuição de materiais, de tal maneira que as imprecisões combinadas na medida e alimentação durante operação normal, não poderão exceder as tolerâncias indicadas nas especificações técnicas.

g) Controle de Dosagem

O CONSTRUTOR realizará todos os testes necessários para controle de dosagem como indicado nas Especificações Técnicas.

h) Betoneiras

As betoneiras móveis produzirão concretos uniformes quanto a consistência e a graduação, sem segmentação de materiais.

Não será feita mistura prolongada, que necessite de água adicional para conservar a consistência apropriada do concreto.

O tamanho do traço será no mínimo 10% da capacidade da betoneira, mas não deverá exceder sua capacidade nominal. A capacidade mínima da betoneira deverá corresponder a um traço com consumo mínimo de um saco de cimento.

A seqüência de introdução dos componentes nas betoneiras será determinada em campo, devendo ser feitos os necessários ajustes para que se obtenha a máxima eficiência.

Serão observados os seguintes tempos, em segundos, de mistura dos componentes na betoneira:

- Para misturadora de eixo inclinado.....t = 120 d (s)
- Para misturadoras de eixo horizontal.....t = 60 d (s)
- Para misturadora de eixo vertical.....t = 30 d (s)

Sendo “d” o diâmetro máximo da misturadora, em metros.

Contudo o tempo não será menor do que 90 segundos a não ser que indicado de outra maneira pela FISCALIZAÇÃO.

A contagem do tempo começa após todos os ingredientes estarem na betoneira, exceto a última parte da água.

Toda a água da mistura será introduzida antes de corrido um quarto (1/4) do período correspondente.

Os períodos de mistura especificados são baseados na hipótese de controle adequado tanto na velocidade de rotação da betoneira, como da introdução de materiais, incluindo água.

A betoneira deverá girar a uma velocidade uniforme durante pelo menos doze (12) voltas depois de introduzidos todos os materiais. As betoneiras não serão carregadas ou operadas com velocidade em excesso relativamente as capacidades recomendadas pelo fabricante.

i) Controle de Mistura

A adequação da mistura será determinada em conformidade com as Especificações. As amostras de concreto para realização dos ensaios, serão tomadas de todas as betoneiras normalmente realizadas durante a produção do concreto. Para ensaios intencionais, o CONSTRUTOR irá misturar, nas betoneiras a serem testadas, o tamanho do traço indicado pela FISCALIZAÇÃO, e auxiliará na coleta de amostras requeridas para aquele traço.

j) Transporte

Sempre que possível serão escolhido um sistema de transporte que permita o lançamento direto do concreto nas formas.

Não sendo possível o lançamento direto do concreto nas formas, serão adotadas precauções para o manuseio do concreto nos depósitos intermediários.

No canteiro de obras, o concreto poderá ser transportado, da betoneira ao local da concretagem, em carrinhos de mão com roda de pneu, pás mecânicas, calhas, esteiras, bombas, ou outros.

No caso da utilização de carrinhos de mão ou padiolas, serão dadas condições de percurso suave, mediante o uso de rampas e estrados, conforme necessário.

Serão utilizados elevadores ou guinchos para o transporte do concreto em declives excessivamente acentuados, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO.

No bombeamento do concreto, o tubo terá um diâmetro interno igual ou superior a três vezes o diâmetro máximo do agregado, quando o agregado graúdo for brita, e 2,5 vezes no caso de seixo rolado.

k) Cronograma de Lançamento

Antes do lançamento do concreto, o CONSTRUTOR submeterá à aprovação da FISCALIZAÇÃO um cronograma detalhado, indicando os planos de lançamento para cada peça e/ou obra individual e dos elementos de concreto constantes das especificações. O cronograma de lançamento será completo e detalhado, e conterà todas as explicações quanto a local, seqüência, e data de lançamento do concreto para cada elemento a ser concretado.

Se as operações de concretagem vierem a se afastar ou se for estimado que deverão vir a se afastar do cronograma aprovado, o CONSTRUTOR revisará o cronograma de concretagem. A revisão do cronograma será completa, e o cronograma revisado deverá indicar todos os elementos já concretados, a concretagem em andamento e a revisão do programa de lançamentos futuros.

l) Lançamento do Concreto

Todas as superfícies das formas e dos materiais a serem embutidos no concreto deverão estar isentas de produtos de cura, argamassa seca de outras concretagens e outras substâncias estranhas, antes do início da concretagem de elementos adjacentes ou vizinhos.

Todas as superfícies sobre nas quais será lançado concreto ou em contato com concreto, deverão estar isentas de água estagnada, lama e detritos. As superfícies serão continuamente molhadas, de forma a apresentarem-se, no instante do lançamento, com condições de "saturada com superfície seca", a fim de não absorver a água do concreto.

As superfícies das rochas deverão estar livres de óleo, revestimentos prejudiciais e fragmentos soltos, semidesprendidos ou alterados. Imediatamente antes da concretagem, as superfícies das rochas serão lavadas com jato de ar-água e secas uniformemente, conforme o parágrafo anterior.

Quando o concreto for lançado numa fundação de solo, o mesmo deverá estar bem úmido até uma profundidade de 15 cm ou até o material impermeável: dentre a duas, a menor.

A temperatura do concreto durante a concretagem não deverá exceder os 32 °C. A critério da FISCALIZAÇÃO, estas poderão determinar em comum acordo com O CONSTRUTOR, medidas para reduzir a temperatura do concreto entre as seguintes alternativas:

- Resfriar os agregados com água, que será descontada da água de amassamento, mantendo os agregados a proteção do sol;
- Realizar concretagens noturnas;

- Utilizar gelo como componente da água do amassamento.

O concreto que já tiver iniciado a pega antes de ser lançado será perdido.

O concreto será lançado em camadas aproximadamente horizontais.

A profundidade das camadas de concreto não deverá exceder $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha vibradora ou 50 cm (dentre as duas, a menor). Quando o atendimento das especificações constantes deste item não seja praticável, o lançamento e o adensamento do concreto serão feitos em camadas de espessura menor, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Quando o lançamento do concreto for realizado de alturas superiores a 2 m, serão utilizados calhas ou mangas apropriadas.

No caso de peças estreitas e altas, o concreto será lançado através de aberturas (janelas) na parte lateral das formas, ou com funis ou trombas.

m) Adensamento do Concreto

As operações de adensamento do concreto serão realizadas segundo o item 13.2.2 da norma ABNT-NBR-6118 (NB-1) e as especificações contidas neste documento.

O adensamento do concreto será efetuado utilizando-se vibrador de imersão. O mesmo será cuidadoso, de modo que o concreto ocupe todos os recantos da forma e dos elementos a ficarem embutidos.

Serão adotadas as devidas precauções para evitar o contato da agulha do vibrador com a armadura, ou com outros elementos alojados na forma.

Os vibradores de imersão serão introduzidos no concreto, e dele retirados, verticalmente; o emprego de qualquer outro método deverá ter autorização prévia. A vibração será suficiente para remover as bolhas de ar e eliminar os vazios do concreto, e de modo que se crie uma fina película de argamassa na superfície do concreto. A vibração excessiva que cause segregação ou quantidades grandes de água na superfície do concreto não será permitida.

A agulha do vibrador será introduzida no concreto, e dele retirada lentamente.

A vibração será feita a uma profundidade não superior ao comprimento de agulha do vibrador.

As camadas a serem vibradas preferencialmente terão espessura equivalente a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha.

As distâncias entre os pontos de imersão do vibrador no concreto serão de 45 cm a 75 cm.

A vibração do concreto será efetuada por períodos curtos (de 5 a 15 segundos), em pontos próximos entre si.

A agulha do vibrador deverá penetrar na parte superior da camada subjacente e revibrá-la, a fim de assegurar a ligação entre ambas as camadas.

Os vibradores de imersão com agulhas de diâmetros menores de 10 cm serão operados a velocidade mínima de 7.000 vibrações por minuto, quando imersos no concreto.

Quando necessário, poderão ser utilizados outros tipos de vibradores, como formas, réguas, lâminas, ou adensamento manual, sempre que autorizados pela FISCALIZAÇÃO.

n) Desforma do Concreto

A desforma do concreto deverá obedecer ao item 14.2.1 da ABNT-NBR-6118 (NB-1) e as especificações.

As formas serão retidas até 24 horas após o concreto ter endurecido suficientemente para impedir qualquer dano durante a desforma; os reparos e a cura deverão começar imediatamente depois.

A desforma de tetos será feita de maneira conveniente e progressiva, particularmente para peças em balanço, de modo a impedir fissuras decorrentes de cargas diferenciais.

As formas nas faces superiores de declive, como nas transições com paredes empenadas, do lado da água, serão retiradas assim que o concreto tenha se consolidado suficientemente para impedir que ceda. Quaisquer reparos ou tratamentos necessários em tais declives serão executados logo depois da desforma e seguidos, imediatamente, pela cura especificada.

Para evitar tensões excessivas no concreto causados pelo abaulamento das formas, as formas de madeira para abertura nas paredes serão soltas tão logo isto seja possível sem danos ao concreto. As formas para as aberturas serão construídas de modo a facilitar sua soltura. As formas para condutos, sifões e revestimento de túneis só serão retiradas quando o concreto atingir suficiente resistência que permita a desforma sem qualquer rachadura perceptível, fragmentação ou ruptura das beiradas ou superfícies do concreto, ou outros danos ao mesmo.

As formas serão retiradas com cuidado para evitar danos ao concreto; qualquer concreto danificado na desforma será reparado de acordo com as especificações pertinentes.

o) Cura do Concreto

A cura do concreto obedecerá ao item 14.1 da norma ABNT-NBR-6118 (NB-1) e às especificações técnicas.

O processo de cura das superfícies de concreto sem forma começará logo após seu acabamento e assim que elas apresentem aspecto fosco, isento de sangramento de água ou película de umidade.

O processo de cura das superfícies de concreto com forma começará em seguida à reparação das imperfeições menores na sua superfície; a cura nunca será iniciada mais de duas horas após a remoção das formas. As superfícies do concreto serão mantidas permanentemente molhadas, desde a remoção das formas até o início do processo de cura final.

Serão adotados os tipos de cura relacionados a seguir:

- Molhagem contínua das superfícies expostas do concreto durante 14 dias;

- Cobertura com tecidos de aniação, mantidos saturados d'água, durante 14 dias. A espessura mínima da camada será de 5 cm;
- Cobertura com camadas de serragem, areia ou de outro material aprovado, mantidas saturadas d'água, durante 14 dias. A espessura mínima da camada será de 5 cm;
- Cobertura das superfícies expostas do concreto com lonas plásticas (película de polietileno) ou papéis betumados impermeáveis, durante 14 dias. Os materiais serão de cor branca. Serão colocados após todas as superfícies do concreto terem sido bem umedecidas com água. A cobertura será mantida bem presa ao concreto, a fim de impedir a circulação de ar entre a cobertura e o concreto;
- Revestimento das superfícies do concreto com membranas ou produtos de cura química, compostos de pigmentos bem pulverizados de base cera ou base resina emulsionada com água, misturados na fábrica prontos para serem aplicados. As membranas ou os produtos de cura química serão aplicados novamente, conforme for necessário para manter uma película hidrofílica contínua sobre o concreto, durante 28 dias.

p) Proteção do Concreto

O concreto será protegido de qualquer dano, até a aceitação final pela FISCALIZAÇÃO. O concreto não será colocado sob carga, as formas e os escoramentos não serão retirados e o reaterro será executado enquanto o concreto não tiver desenvolvido resistência suficiente para sustentar, sem perigo, seu próprio peso e todas as cargas impostas.

q) Ensaios e Controle de Qualidade

Os ensaios serão realizados de acordo com as normas ABNT, especificamente as que seguem: NBR-5738 (MB-2), a NBR-5739 (MB-3), os itens 15 e 16 da NBR-6118 (NB-1) e a NBR - 7215 (MB-1).

As amostras para os corpos de prova serão retiradas segundo a norma ABNT-NBR-5750 (MB-833).

O número de amostras retiradas dependerá da quantidade e do tipo de concretagem e será determinado pela FISCALIZAÇÃO. No mínimo, será retirada uma série de amostras para cada 25 m³ de concreto colocado. Cada série será constituída de três corpos de prova, segundo o item 15.1.1.2 da norma ABNT-NBR-6118.

Na medida do possível, os corpos de provas serão moldados em local próximo aquele em que serão armazenados durante as primeiras 24 horas.

A altura das formas cilíndricas será duas vezes o diâmetro da base das mesmas (15 x 30 cm). As formas serão metálicas, com espessuras compatíveis com as especificações da ABNT. As formas serão providas de dispositivo que impeça a fuga de argamassa.

O concreto será colocado em camadas compatíveis com o processo de adensamento a que será submetido. Normalmente, serão utilizadas três camadas, e o adensamento será feito com barra de ferro de 16 mm de diâmetro e 60 cm de comprimento, com a ponta inferior de forma hemisférica.

O adensamento será iniciado imediatamente após a colocação de cada camada de concreto.

A face superior será alisada com uma haste ou régua metálica, a fim de que o corpo de prova tenha uma altura constante, o que poderá ser obtido com o nivelamento superior feito em duas direções perpendiculares.

Depois da desmoldagem, os corpos de prova serão colocados numa caixa. Todas as faces dos corpos de prova serão recobertas com uma camada de areia úmida, com espessura mínima de 5 cm. A areia será mantida saturada depois da colocação dos corpos de prova dentro das caixas.

Tanto nos moldes como nas caixas, os corpos de prova serão protegidos do sol e perda de umidade. No canteiro de obras, serão mantidos à temperatura ambiente e, no laboratório, conservados em atmosfera saturada de umidade, a 23°C (+-2°).

Todos os corpos de prova serão identificados, de forma que fiquem caracterizadas:

- A procedência;
- A data de extração do corpo de prova e a data de concretagem da peça;
- A peça de estrutura em que o concreto estava sendo colocado quando a amostra foi retirada;
- Informações adicionais (marca do cimento, características dos agregados, traço utilizado, consistência, etc.).

O rompimento do corpo de prova será efetuado segundo a norma ABNT-NBR-5739 e (MB-3).

A extração de corpos de prova não moldados será realizada quando os ensaios com formas cilíndricas não satisfizerem as condições estruturais previstas no projeto.

Os corpos de prova serão extraídos de locais distribuídos de tal forma que possam constituir uma amostra representativa de toda a betonada que está sendo examinada.

A amostra será de pelo menos seis corpos de prova extraídos da estrutura. Os corpos de prova terão 15 cm de diâmetro.

Os resultados dos ensaios serão corrigidos em função da razão entre a altura e o diâmetro do corpo de prova e dos efeitos do broqueamento.

Os corpos de prova serão identificados, da mesma forma que para os corpos de prova moldados (item anterior).

Os ensaios para controle de qualidade serão utilizados para avaliar a qualidade do concreto no estado fresco. Estes ensaios serão úteis para determinar se os elementos constituintes do concreto fresco se enquadram nos níveis de qualidade especificados.

O controle de qualidade inclui os seguintes ensaios:

- Ensaio baseado no abatimento do tronco de cone (Slump Test), segundo a norma ABNT-NBR-7223 (MB-256), ou a ASTM C-143;
- Amostragem de concreto fresco, segundo a ASTM C-172 ou NBR-5750 (MB - 833);
- Densidade (peso unitário) e tensão, segundo a ASTM C-138, exceto que poderá ser utilizado um recipiente de 7,0 litros para a granulometria nominal dos agregados de até 3,8 cm;
- Teor de ar, segundo a ASTM C-231 ou NBR - 9833 (MB - 2673);
- Uniformidade de concreto, segundo ASTM C-94, anexo A-1.

r) Forma

Antes do início da concretagem, as formas estarão estanques, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

No caso de formas estreitas e altas, será necessário abrir pequenas janelas na parte inferior da forma, para permitir a remoção de detritos antes da colocação do concreto, e facilitar os serviços de adensamento, durante a colocação do mesmo.

As formas estarão limpas e livres de quaisquer incrustações de argamassa, pasta de cimento, ou de outra matéria estranha.

As formas serão molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção da água de amassamento do concreto.

Os produtos antiaderentes, como o óleo deformante, serão aplicados na superfície da forma antes da colocação da mesma na posição, para evitar a contaminação das armaduras

Os escoramentos metálicos e de madeira obedecerão os critérios constantes da norma ABNT-NBR-6118 (NB-1).

Para escoramento em madeira será observado o seguinte:

- Não serão adotados pontaletes de madeira com dimensão do menor lado da seção retangular inferior a 5 cm para madeiras duras e 7 cm para madeiras moles.
- Os pontaletes com mais de 3 m de comprimento serão contraventados, salvo se for demonstrada desnecessidade desta medida, para evitar flambagem.
- Cada pontalete de madeira só terá uma emenda, a qual não serão feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar serão planos e normais ao eixo comum. Serão afixadas com sobrejuntas em toda a volta das emendas.

As formas para superfícies curvas serão construídas de maneira a ficarem precisamente com as curvaturas exigidas. As dimensões para as superfícies de concreto serão dadas por seções nos desenhos. O CONSTRUTOR deverá interpolar as seções intermediárias que se fizerem necessárias para o tipo de construção de forma a ser adotado, e deverá executar as formas de maneira que a curvatura seja contínua entre seções. Onde for necessário, para atender as exigências da curvatura, a forma de madeira será construída com réguas laminadas, cortadas de modo a serem obtidas superfícies de forma estanques e lisas. As formas serão construídas de modo que as marcas das juntas na superfície do concreto sigam, de maneira geral, a linha do fluxo da água. Após terem sido as formas construídas, todas as imperfeições de superfície serão corrigidas, todos os pregos serão escondidos; quaisquer asperezas e todas as arestas nas superfícies moldadas, causadas pelo encontro imperfeito dos painéis das formas, serão revestidas para produzirem a curvatura exigida.

As formas curvas serão apoiadas sobre cambotas pré-fabricadas de madeira. Os escoramentos das formas curvas serão perfeitamente rígidos, para impedir qualquer movimento das formas no momento da concretagem.

As formas para concreto aparente - de madeira compensada laminada - serão constituídas por chapas com revestimento plástico "Tego-Film" em ambas as faces.

A chapa de madeira compensada terá 5 laminas de madeira. A 1ª e a 5ª, adjacentes ao revestimento plástico, terão fibras no sentido longitudinal e são designadas por "chapas", confeccionadas com material de alta qualidade.

A 2ª, 3ª, e 4ª, constituindo o "miolo", tem fibras em sentidos alternados, sendo a 2ª e a 4ª no sentido transversal e a 3ª, no sentido longitudinal.

O revestimento plástico "Tego-Film" será um filme impregnado com resina sintética e aplicado, as superfícies das chapas, por meio de prensagem a alta temperatura e grande pressão.

A colagem das laminas de madeira será executada com resina fenólica, sintética e à prova d'água.

Os tirantes metálicos embutidos, utilizados para prender as formas, deverão terminar a não menos de cinco centímetros para dentro da superfície do concreto. Depois de retirados, os esticadores nas extremidades dos tirantes deverão deixar furos regulares. Esses vazios deixados pelas extremidades dos tirantes serão enchidos com concreto ou argamassa. Os furos em superfícies permanentemente expostas a intempérie ou a ação d'água serão enchidos com argamassa seca.

Não será permitido o uso de tirantes de arame embutidos para prender as formas, no caso de paredes de concreto sujeitas a pressão de água, ou onde as superfícies de concreto, através das quais os tirantes se estendem, possam ficar expostas permanentemente. Estes tirantes poderão ser usados nos casos em que será feito aterro contra ambos os lados do concreto. Os tirantes serão cortados rente a superfície do concreto, após a remoção das formas.

s) Armadura

O CONSTRUTOR fornecerá todo o material para armaduras, conforme especificado nos desenhos. As barras de aço obedecerão ao item 7 da norma ABNT NBR-6118 (NB-1) e as especificações técnicas pertinentes.

As barras de aço terão tensão de escoamento igual ou superior a 400 MPa (4000 kgf/m²) e obedecerão a norma ABNT-NBR-7480 (EB-3) ou a ASTM A615 ou A617, grau 60. As barras de aço serão de aço sulcado.

As barras de aço estarão livres de ferrugem escamosa, crosta solta de laminagem, manchas de óleo, ou de qualquer substância estranha que possa prejudicar a aderência ao concreto.

As superfícies expostas das barras de espera serão devidamente limpas antes do lançamento do concreto.

As barras de aço serão mantidas firmemente para que não ocorram deslocamentos durante a concretagem, com atenção especial a fim de evitar qualquer deslocamento da armadura no concreto já lançado. As chumaceiras, suspensores, espaçadores e outros suportes das armaduras serão de concreto, de metal ou de outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Exceto quando indicado diferentemente nos desenhos, as barras de aço da armadura serão colocadas de forma que haja uma distância livre mínima de 2,5 cm entre as barras e quaisquer cavilhas de fixação, esticadores, ou outras peças metálicas embutidas.

As barras de aço serão classificadas e armazenadas de acordo com a bitola e o comprimento, conforme especificado na norma ABNT-NBR-7480 (EB-3).

O CONSTRUTOR comprovará, mediante certificado do fabricante ou de laboratório idôneo, que o aço fornecido atende as normas relativas a tração e dobramento, conforme especificado nas Normas Brasileiras NBR-6152 e NBR-6153 da ABNT, respectivamente.

Quando a qualidade do aço for inaceitável, o lote será retirado da obra.

Todos os cortes e dobramentos serão executados segundo a prática normal, utilizando métodos aprovados.

As emendas das barras das armaduras serão feitas de acordo com as especificações constantes da norma ABNT-NBR-6118 (NB-1).

4.19. COMPACTAÇÃO EM VALAS PARA ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO

A compactação de aterros/reaterros em valas será executado manualmente, em camadas de 20cm, até uma altura mínima de 30 cm acima da geratriz superior das tubulações, passando então, obrigatoriamente, a ser executada mecanicamente com utilização de equipamento tipo "sapo mecânico", também em camadas de 20cm. As camadas deverão ser compactadas na umidade ótima (mais ou menos 3%) até se obter pelo ensaio normal de compactação grau igual ou superior a 95% do Proctor Normal comprovado por meio de laudo técnico.

Quando o desmonte de rocha ultrapassar os limites fixados, a contratada deverá efetuar o aterro de todo o vazio formado pela retirada do material, adotando as mesmas prescrições técnicas. O volume em excesso não será considerado, para efeito de pagamento.

Os defeitos surgidos na pavimentação executada sobre o reaterro, causados por compactação inadequada, serão de total responsabilidade da contratada.

O processo a ser adotado na compactação de valas, bem como as espessuras máximas das camadas, está sujeito à aprovação da fiscalização. As eventuais exigências de alteração do processo de trabalho não significarão ônus adicionais à Contratante.

4.20. COMPACTAÇÃO EM CAVAS DE OUTROS TIPOS

Dependendo das dimensões do aterro, do tipo de solo, do grau de compactação que se queira obter, a compactação em cavas poderá ser feita através de soquetes, sapos mecânicos, placas vibratórias, pé de carneiro, rolos, etc.

Quando o desmonte de rocha ultrapassar os limites fixados, a contratada deverá efetuar o aterro de todo o vazio formado pela retirada do material, adotando as mesmas prescrições técnicas. O volume em excesso não será considerado, para efeito de pagamento.

O processo a ser adotado na compactação de cavas, bem como as espessuras máximas das camadas, está sujeito à aprovação da fiscalização. As eventuais exigências de alteração do processo de trabalho não significarão ônus adicionais à Contratante.

Considera-se necessária a compactação mecânica, em cavas, sempre que houver a adição de solo adquirido ou substituição. Basicamente é um processo de adensamento de solos, através da redução dos índices de vazios, para melhorar seu comportamento relativo à capacidade de suporte, variação volumétrica e impermeabilização.

A seqüência normal dos serviços deverá atender aos itens específicos abaixo:

- a) lançamento e espalhamento do material, procurando-se obter aproximadamente a espessura solta adotada;
- b) regularização da camada de modo que a sua espessura seja 20 a 25% maior do que a altura final da camada, após a compactação;
- c) homogeneização da camada pela remoção ou fragmentação de torrões secos, material conglomerado, blocos ou matacões de rocha alterada, etc.;
- d) determinação expedita da umidade do solo, para definir a necessidade ou não de aeração ou umedecimento do solo, para atingir a umidade ótima;
- e) compactação ou rolagem, utilizando-se equipamento adequado com o número de passadas suficientes para se atingir, em toda camada, o grau de compactação desejado.

Na **Tabela 4.1**, a seguir, estão definidas as espessuras máximas de camadas e o tipo de equipamento a ser utilizado de acordo com o tipo de solo.

No caso de aterro sobre encostas, o solo deverá ser escarificado, produzindo-se ranhuras acompanhando as curvas de nível. Quando o projeto definir o grau de compactação do solo, ou quando a fiscalização assim o determinar, deverá ser executado o controle tecnológico.

Tabela 4.1: Equipamentos e Espessuras Máximas para Compactação Mecânica

Pé de carneiro estático	20	40	Argila e silte
Pé de carneiro vibratório	30	40	Mistura de areia com silte e argila
Pneumático leve	15	15	Mistura de areia com silte e argila
Pneumático pesado	35	35	Praticamente todos
Vibratório com redes metálicas lisas	30	50	Areia, cascalho, material granular
Liso metálico estático	20	10	Material granular, brita
Grade (malhas)	20	20	Material granular ou bloco
Combinados	20	20	Praticamente todos

4.21. CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE DE SOLOS

1. Uma vez verificado que os materiais proveniente das escavações das valas, ou ainda, dos materiais de demolição não possuem a qualidade necessária para reaproveitamento, classificando-se como imprestáveis, a FISCALIZAÇÃO determinará a imediata remoção para local apropriado, chamado então de "bota-fora".
2. Poderemos, também, ter a necessidade de remoção de material de escavação para futuro reaproveitamento, apenas está sendo afastado da área de trabalho com distância até 500 metros por conveniências técnicas dos serviços, mas autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

Para ambos os casos, os serviços consistem na carga, transporte e descarga dos materiais removidos, ficando a critério da Fiscalização a autorização do volume. A distância admitida para lançamento será de até 5km.

4.22. IMPLANTAÇÃO DAS TUBULAÇÕES ADUTORAS

A execução de serviços para construção adutoras deverá atender os projetos e as determinações da fiscalização, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e da programação de trabalho pré-estabelecido.

4.22.1. Estocagem

Toda a tubulação deverá ser retirada da embalagem em que veio do fornecedor, salvo se a estocagem for provisória para fins de redespacho. O local escolhido para estocagem deve ter declividade suficiente para

escoamento das águas da chuva, deve ser firme, isento de detritos e de agentes químicos que possam causar danos aos materiais das tubulações.

Recomenda-se não depositar os tubos diretamente sobre o solo, mas sim sobre proteções de madeira, quer sob a forma de estrados, quer sob a forma de peças transversais aos eixos dos tubos. Essas peças preferencialmente terão rebaixos que acomodem os tubos, os chamados berços, e terão altura tal que impeçam o contato das bolsas ou flanges, com o terreno. Quando da utilização de berços, a separação máxima entre eles será de 1,5 m. Quando da utilização de estrados, devem ser tomadas precauções de modo a que as bolsas ou flanges não sirvam de apoio às camadas superiores.

É proibido misturar numa mesma pilha tubos de materiais diferentes ou, sendo do mesmo material, de diâmetros distintos. Camadas sucessivas de tubos poderão ou não ser utilizadas, dependendo do material e do diâmetro dos mesmos. Explicitamente por material temos as seguintes indicações: O tempo de estocagem deve ser o menor possível, a fim de preservar o revestimento da ação prolongada das intempéries. No caso de previsão de estocagem superior a 120 (cento e vinte) dias, deverá ser providenciada cobertura para as tubulações, sendo o ônus da contratada.

4.22.1.1. Ferro Dúctil (FD)

Para este material existem três métodos de empilhamento.

– Método nº 1

A pilha é formada de leitos superpostos alternado-se em cada leito a orientação das bolsas dos tubos.

As bolsas dos tubos são justapostas e todas orientadas para o mesmo lado. Os corpos dos tubos são paralelos e são mantidos nesta posição por meio de calços de tamanho adequado colocado entre as pontas. O primeiro e o último tubo do leito são calçados por meio de cunhas fortes pregadas nas pranchas, uma a cada extremidade do tubo.

Os tubos do segundo leito são colocados entre os tubos do primeiro, porém com suas bolsas voltadas para o lado oposto, e de tal modo que o início das bolsas é posicionado a 10 cm além das pontas dos tubos da camada inferior. Assim os tubos estão em contato desde a ponta até 10 cm do início da bolsa.

Adota-se o mesmo procedimento com as camadas sucessivas (ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número máximo de leitos aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo). Este método exige o levantamento dos tubos pelas extremidades por meio de ganchos especiais.

– Método nº 2

A pilha é constituída por leitos superpostos, sendo que todas as bolsas de todos os tubos em todos os leitos estão voltadas para o mesmo lado. Os leitos sucessivos são separados por espaçadores de madeira cuja espessura mínima consta na tabela abaixo:

Tabela 4.2: Espessura Mínima dos Espaçadores de Madeira

Diâmetro Nominal (DN)	Espessura mm	Diâmetro Nominal (DN)	Espessura mm
50	55	450	80
75	65	500	80
100	70	600	85
150	75	700	85
200	80	800	90
250	85	900	95
300	80	1000	110
350	75	1100	130
400	75	1200	135

Os tubos do primeiro leito são colocados conforme descrito no método nº 1. Todos os tipos de levantamento dos tubos podem ser usados com este método, que é o mais recomendado para estocagem dos tubos de grande diâmetros (DN 700 a DN 1200).

Os tubos das demais camadas são colocados por cima dos espaçadores. Tanto estes como as bolsas das várias camadas devem ser alinhados verticalmente. O primeiro e o último tubo de cada leito devem ser calçados como os do primeiro (Ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número máximo de leitões aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo).

Tabela 4.3: Altura de Estocagem - Número Máximo de Leitões na Formação das Pilhas

Diâmetro Nominal (DN)	Método nº1		Métodos nº 2 e 3	
	Tubos Classes K-7 1MPa	Tubos Classes k-9	Tubos Classes K-7 1MPa	Tubos Classes k-9
50	-	89	-	33
75	-	70	-	30
100	58	58	27	27
150	40	40	22	22
200	31	31	18	18
250	25	25	16	16
300	21	21	14	14
350	18	18	12	12
400	15	16	11	11
450	12	14	10	10

Diâmetro Nominal (DN)	Método nº1		Métodos nº 2 e 3	
	Tubos Classes K-7 1MPa	Tubos Classes k-9	Tubos Classes K-7 1MPa	Tubos Classes k-9
500	10	12	8	8
600	7	10	6	7
700	5	7	4	5
800	4	6	3	4
900	4	5	3	4
1000	3	4	2	3
1100	2	3	2	2
1200	2	3	2	2

– Método nº 3

A pilha é constituída por leitos superpostos, estando os tubos de cada leito dispostos com as suas bolsas voltadas alternadamente para um lado e para o outro. Ademais, os tubos de dois leitos consecutivos são perpendiculares (estocagem quadrada ou "em fogueira").

Os tubos do primeiro leito são colocados como nos dois métodos anteriores. As bolsas são alternadamente voltadas para um lado e para o outro, com o início de cada uma posicionado a 5 cm da ponta dos tubos vizinhos. Os corpos dos tubos estão em contato. O primeiro e o último tubo devem ser calçados com cunhas.

Os tubos do segundo leito são dispostos da mesma maneira, porém perpendicularmente aos tubos da primeira fileira.

Daí por diante adota-se o mesmo procedimento, de tal modo que o calçamento do primeiro e do último tubo de cada leito seja assegurado pelas próprias bolsas dos tubos do leito imediatamente inferior (Ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número de leitos aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo).

Este método reduz ao mínimo o gasto de madeira de calçamento, mas obriga a nivelar os tubos um por um. Não é um método muito aconselhado, pois apresenta riscos de danificação do revestimento externo devido ao contato pontual dos tubos empilhados diretamente uns sobre os outros.

4.22.1.2. PVC

A forma de estocagem preconizada é idêntica ao método nº 1 do FD. A altura máxima de empilhamento é de 1,5 m, independente de diâmetro. Lateralmente devem ser colocadas escoras verticais distanciadas entre si de, no máximo, 1,5 m.

4.22.1.3. PEAD

A tubulação fornecida em bobinas deverá ser estocada obrigatoriamente sobre estrado de madeira, não devendo ser empilhadas mais de 10 (dez) bobinas de tubos de até 40 mm de diâmetro e nem mais de 6 (seis) bobinas nos diâmetros maiores.

Para os tubos fornecidos em barras, a melhor forma de estocagem é conforme oétodo nº 1 do FD, cuidando especialmente para que as barras com flange não sofram danos. A altura máxima de estocagem recomendada é dada na tabela abaixo:

PN 3,2	PN 4	PN 6-16
h	h	h
2,10 m	2,80 m	3,00 m

4.22.1.4. Tubo de Concreto

O método de estocagem preconizado é o nº1 de FD. A altura máxima de estocagem é dada pela relação abaixo:

DN	NC
300 a 450	5
500	4
600 a 800	3
900 a 1500	2
1700 a 2200	1

4.22.2. Manuseio e Transporte

Todo manuseio de tubulação deve ser feito com auxílio de cintas, sendo aceito o uso de cabos de aço com ganchos especiais revestidos de borracha ou plástico para tubulação de ferro dúctil.

Excepcionalmente poderão ser movidos manualmente, se forem de pequeno diâmetro. Admite-se também o uso de empilhadeira, com garfos e encontros revestidos de borracha, no caso de descarga de material. Os tubos não poderão ser rolados, arrastados ou jogados de cima dos caminhões, mesmo sobre pneus ou areia.

Os danos causados no revestimento externo dos tubos, por mau manuseio, deverão serrecuperados antes do assentamento, às expensas da empreiteira.

4.22.3. Anel de Borracha e Acessórios

Os artefatos de borracha que compõem alguns dos tipos de junta devem ser estocados ao abrigo do sol, da umidade, da poeira, dos detritos e dos agentes químicos. A temperatura ideal de armazenagem é entre 5º e

25º C. De acordo com as normas brasileiras, os anéis de borracha têm prazo de validade para utilização, o qual deverá ser observado rigorosamente.

Os acessórios para junta flangeada, que são adquiridos separadamente da tubulação devem ser armazenados separadamente por tamanhos, ao abrigo das intempéries e da areia. No caso de juntas mecânicas cada uma deve ser estocada completa.

4.22.4. Conexões

As conexões de pequeno diâmetro, em especial as de PVC e PEAD, são entregues pelos fornecedores em embalagens específicas por diâmetro e tipo de conexão. Recomenda-se que a estocagem seja feita dentro das embalagens originais. As conexões de diâmetros maiores devem ser estocadas separadamente por tipo de conexão, material e diâmetro, cuidando-se com as extremidades das peças. Conexões de junta tipo ponta bolsa, com diâmetro igual ou superior a 300 mm e as cerâmicas, independentemente do diâmetro, devem ser estocadas com as bolsas apoiadas ao solo.

4.22.5. Considerações Específicas

Os elementos de uma canalização formam uma corrente na qual cada um dos elos tem a sua importância. Um único elemento mal assentado, uma única junta defeituosa podem constituir-se num ponto fraco que prejudicará o desempenho da canalização inteira. Por isso recomenda-se:

- a) verificar previamente se nenhum corpo estranho permaneceu dentro dos tubos;
- b) depositar os tubos no fundo da vala sem deixá-los cair;
- c) utilizar equipamento de potência e dimensão adequado para levantar e movimentar os tubos;
- d) executar com ordem e método todas as operações de assentamento, cuidando para não danificar os revestimentos interno e externo e mantendo as peças limpas (especialmente pontas e bolsas);
- e) verificar freqüentemente o alinhamento dos tubos no decorrer do assentamento. Utilizar um nível também com freqüência;
- f) calçar os tubos para alinhá-los, caso seja necessário, utilizando terra solta ou areia, nunca pedras;
- g) montar as juntas entre tubos previamente bem alinhados. Se for necessário traçar uma curva com os próprios tubos, dar a curvatura após a montagem de cada junta, tomando o cuidado para não ultrapassar as deflexões angulares preconizadas pelos fabricantes;
- h) tampar as extremidades do trecho interrompido com cap, tampões ou flanges cegos, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos, cada vez que for interrompido o serviço de assentamento.

Os equipamentos de uma tubulação (registros, válvulas, ventosas, juntas de expansão e outros) serão aplicados nos locais determinados pelo projeto, atendendo-se ao disposto para a execução das juntas em tubulações, no que couber, e às recomendações e especificações dos fabricantes.

Devem ser alinhados com mais rigor do que a tubulação em geral.

No caso de ser equipamento com juntas diferentes das da tubulação, ou que sejam colocados fora do eixo longitudinal da mesma (para os lados, para cima ou para baixo), o pagamento de seu assentamento será feito de acordo com o Grupo 14 – Instalações de Produção.

Nos itens a seguir estão descritos os procedimentos para execução dos diversos tipos de juntas, de acordo com o tipo de tubo. São instruções básicas que, a critério da fiscalização, poderão sofrer pequenas modificações na forma de execução.

4.22.6. Assentamento de Tubo

O tipo de tubo a ser utilizado será o definido em projeto. Na execução dos serviços deverão ser observadas, além destas recomendações construtivas, as instruções dos fabricantes, as normas da ABNT e outras aplicáveis.

Deverão ser observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos; bem como os locais de trabalho deverão ser sinalizados de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados. Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se total obstrução de passagem de pedestres e/ou veículos.

O assentamento da tubulação deverá seguir concomitantemente à abertura da vala. A bolsa, preferencialmente, deve ficar voltada contra o fluxo do líquido. Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

A descida dos tubos na vala deverá ser feita mecanicamente ou, manualmente, sempre com muito cuidado, estando os mesmos limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos. Cuidado especial deverá ser tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges, etc.) contra possíveis danos.

Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais, deverá ser observada a existência ou não de solos agressivos à tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos exigidos pelo fabricante e pela fiscalização.

O fundo da vala deverá ser uniformizado a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento, observando-se inclusive o espaço para as bolsas. Para preparar a base de assentamento, se o fundo for constituído de solo argiloso ou orgânico, interpor uma camada de areia ou pó-de-pedra, isenta de corpos estranhos e que tenha uma espessura não inferior a 10 cm.

Se for constituído de rocha ou rocha em decomposição, esta camada deverá ser não inferior a 15 cm. Havendo necessidade de calçar os tubos, fazê-lo somente com terra, nunca com pedras.

A critério da fiscalização, serão empregados sistemas de ancoragem nos trechos de tubulação fortemente inclinados e em pontos singulares tais como curvas, reduções, "T"s, cruzetas, etc. Os registros deverão ser apoiados sobre blocos de concreto de modo a evitar tensões nas suas juntas.

Serão utilizados também sistemas de apoio nos trechos onde a tubulação fique acima do terreno ou em travessias de cursos de água, alagadiços e zonas pantanosas. Os sistemas de ancoragem e de apoio deverão ser de concreto. Tais sistemas poderão, de acordo com a complexidade, ser definidos em projetos específicos. Especial atenção será dada à necessidade de escoramento da vala, bem como a sua drenagem.

Os tubos deverão sempre ser assentados alinhados. No caso de se aproveitarem as juntas para fazer mudanças de direção horizontal ou vertical, serão obedecidas as tolerâncias admitidas pelos fabricantes. As deflexões deverão ser feitas após a execução das juntas com os tubos alinhados.

Nas tubulações deverá ser observado um recobrimento mínimo final de 0,40m nos passeios e 0,80 m nas ruas, da geratriz superior do tubo.

Ficará a cargo da contratada a preparação dos elementos necessários à locação, que serão verificados e autorizados pela FISCALIZAÇÃO.

Para o assentamento de tubos, utilizando-se o Processo das Cruzetas , deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Instalar perfeitamente as réguas que deverão ser pintadas em cores de bom contraste, para permitir melhor visada do assentador. As réguas deverão estar distantes entre si no máximo 10,00 m;
- b) Colocar o pé da cruzeta sobre a geratriz externa superior do tubo junto à bolsa. O homem que segura a cruzeta deve trabalhar com um bom nível esférico junto a mesma para conseguir a sua verticalidade;
- c) Fazer a visada procurando tangenciar as duas réguas instaladas e a cruzeta que está sobre um dos tubos. A tangência do raio visual sobre os três pontos indicará que o tubo está na posição correta. O primeiro tubo a assentar deve ser nivelado na ponta e na bolsa, com esta voltada para montante.

Para o assentamento de tubos, utilizando-se o Processo de Gabaritos, deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Instalar perfeitamente as réguas, distantes entre si no máximo 10,00 m, com o objetivo de diminuir a catenária;
- b) Esticar uma linha de nylon, sem emenda, bem tencionada, pelos pontos das réguas que indicam o eixo da canalização;

- c) Colocar o pé do gabarito sobre a geratriz interna inferior do tubo no lado da bolsa, fazendo coincidir a marca do gabarito com a linha esticada. A coincidência da marcação com a linha de nylon indicará se o tubo está na indicação correta. O primeiro tubo a ser assentado deve ser nivelado na ponta e na bolsa, com esta voltada para montante.

Para assentamento de tubos, utilizando-se o Método Misto Gabarito/Cruzeta deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Instalar os gabaritos com régua fixada e nivelada em relação ao piquete a cada 20 m ou nos pontos de mudança de declividade ou direção;
- b) Passar a linha de nylon, bem tencionada e sem emenda, sobre a régua nivelada para evitar catenária. Esta linha servirá como alinhamento de vala e conferência do assentamento dos tubos;
- c) Utilizar, no fundo da vala, outra linha de nylon no mesmo alinhamento da superior para servir de alinhamento dos tubos;
- d) Assentar os tubos conferindo-os com a cruzeta que será assentada sobre os tubos e passando-a junto a linha superior para verificação das cotas.

Utilizam-se gabaritos com ponteiros de FG de diâmetro $\frac{1}{2}$ " ou $\frac{3}{4}$ " com 2 m de comprimento, réguas pintadas e com furos para evitar deformações. Nas ponteiros utilizam-se fixadores móveis para altura das réguas e para fixar a própria régua. Utiliza-se cruzeta em alumínio ou madeira contendo, em suas extremidades, um semicírculo no diâmetro do tubo correspondente e uma pequena barra para visualização junto a linha de nylon, bem como nível esférico para conseguir sua verticalidade.

4.22.6.1. Tubulação de Ferro Dúctil, JE

A junta elástica é constituída pelo conjunto formado pela ponta de um tubo, pela bolsa contígua de outro tubo ou conexão e pelo anel de borracha. Para sua montagem, observar o seguinte preceito:

- a) Limpar eficientemente o alojamento do anel de borracha existente no interior da bolsa do tubo montado anteriormente e a ponta do tubo a ser conectado. Utilizar escova de aço ou raspador, removendo com auxílio de um pano ou estopa, todo material estranho. Da mesma forma, com auxílio de estopa, limpar o anel de borracha;
- b) Colocar o anel de borracha em seu alojamento na bolsa do tubo. A face mais larga do anel, onde se localizam os furos, deve ficar voltada para o fundo da bolsa do tubo;
- c) Chanfrar e limar tubos serrados na obra para não rasgarem o anel de borracha;
- d) Riscar com giz, na ponta do tubo, um traço de referência, a uma distância da extremidade igual à profundidade da bolsa menos 10 mm;
- e) Descer o tubo para a vala, alinhando-o e nivelando-o;

- f) Lubrificar o anel de borracha e cerca de 10 cm da ponta do tubo, utilizando o lubrificante recomendado pela fábrica, glicerina ou água de sabão de coco nos pequenos e médios diâmetros, ou ainda, outro lubrificante aprovado pela fiscalização. Não usar óleo mineral ou graxo, pois atacam o anel de borracha;
- g) Centrar convenientemente a ponta e introduzi-la na bolsa até encostar no anel, mantendo o alinhamento e nivelamento do tubo;
- h) Introduzir a ponta até a marca referenciada no item "d" para livre dilatação e mobilidade da junta. Nesta operação utilizar a alavanca simples (DN 50 a 100); um "tirfor" de 1600 kgf (DN 150 a 300) e de 3500 kgf (DN 400 a 600); dois "tirfor" de 3500 kgf cada (DN 700 a 1200);
- i) Verificar se o anel de borracha permaneceu no seu alojamento e escorar o tubo com material de reaterro, após o encaixe da ponta do tubo.

4.22.6.2. Tubulação de PVC, PVC DEFOFO

Na montagem das tubulações com junta elástica, proceder conforme descrição abaixo:

- a) Limpar cuidadosamente com estopa comum o interior da bolsa e o exterior da ponta;
- b) Introduzir o anel de borracha no sulco da bolsa;
- c) Aplicar o lubrificante recomendado pela fábrica ou glicerina, água de sabão de coco, ou outro aprovado pela fiscalização, no anel de borracha e na superfície externa da ponta. Não usar óleo mineral ou graxa;
- d) Chanfrar e lixar tubos serrados na obra para não rasgarem o anel de borracha;
- e) Riscar com giz, na ponta do tubo, um traço de referência, a uma distância da extremidade igual à profundidade da bolsa menos 10 mm;
- f) Introduzir a ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa, recuando depois até a marca referenciada no item "d";
- g) Usar somente a pressão das mãos para conseguir o acoplamento de tubos com diâmetros menores que 150 mm, para diâmetros maiores, utilizar alavancas;
- h) Usar "tirfor" no caso de juntas entre tubo e conexão de diâmetros iguais ou superiores a 150 mm, para o tracionamento das peças.

– Ancoragem

Será realizada nos terminais, conexões e aparelhos, bem como nos trechos inclinados de linha sujeitos a deslizamentos.

As ancoragens poderão ser de concreto, madeira, aço ou executadas através de atiramento da linha. Quando executadas em concreto serão objeto de projeto específico o qual deverá ser obedecido.

– **Teste de Inspeção**

Concluída a montagem e antes do completo recobrimento, quando solicitado pela fiscalização, a tubulação será testada para que seja constatada a estanqueidade da linha. Os testes serão executados pela contratada, com prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO, que também supervisionará os trabalhos. A contratada deverá dispor de todos os materiais e equipamentos necessários à realização dos testes. Os reparos ou substituições necessários serão assinalados e executados imediatamente.

– **Tubulação de Água**

Deve ser recoberta com exceção das juntas. E para finalidade operacional o trecho a ser testado não deve exceder a 500,00 m.

A pressão a ser aplicada no teste será superior em 50% à pressão de trabalho, não devendo em ponto algum ser reduzida a menos de 0,1 Mpa, nem exceder a pressão que determinou a classe dos tubos. Em linhas secundárias pode ser utilizada apenas a água disponível, sem recurso da bomba de ensaio.

A duração do teste será de 1 hora para redes e adutoras e durante este período, a linha deverá ser percorrida, verificando-se as condições das juntas.

4.22.7. Tubulação em aço D=1.800 mm

A Tubulação será executada de acordo com as normas da ABNT, seguindo-se rigorosamente as especificações técnicas e as recomendações dos fabricantes dos tubos, e os procedimentos a seguir descritos:

A execução do trecho de tubulação será realizada em corte:

Trecho em Corte

A implantação das tubulações terá as seguintes etapas construtivas:

- Escavação da vala;
- Execução de berço de areia com 20 cm de espessura;
- Colocação do tubo dentro da vala;
- Montagem da tubulação;
- Execução de camada de reaterro, até 20 cm da geratriz superior do tubo, com material granular proveniente das escavações totalmente isento de pedras e material pontiagudo. As camadas serão executadas com no máximo 30 cm de espessura, com compactação manual;
- Execução de reaterro com cobrimento mínimo de 1,80 m com aproveitamento do material escavado, com compactação manual e/ou mecânica.

Montagem da Tubulação

Durante as operações de carga, transporte, descarga e manuseio dos tubos serão tomadas precauções para evitar movimentos bruscos e impactos desnecessários, ou outro tratamento que possa danificar os tubos e/ou seu revestimento.

Os tubos, por serem demasiadamente pesados para serem deslocados manualmente, serão carregados e descarregados mediante o uso de guindastes de 25 toneladas, ou de outro equipamento de manuseio, equipado de treliças de 10 m e cintas de suspensão adequadamente localizadas. Precauções serão tomadas para que as treliças não entrem em contato direto com os tubos, a fim de não danificar o revestimento. As cruzetas (aranhas) colocadas nas extremidades para evitar a ovalização do tubo não serão retiradas até concluídas todas as operações de montagem e solda.

Os tubos serão colocados lateralmente ao longo do eixo, no bordo superior da vala. Serão apoiados em sacos de areia ou berço de terra posicionados aproximadamente a cada parte do tubo, a partir de cada extremidade. As extremidades e o meio do tubo não terão contato com o solo.

Posteriormente, os tubos serão colocados dentro da vala de modo a impedir que sofram danos e que neles entre terra, sem que sejam retiradas as cruzetas. Lá, os tubos serão limpos e inspecionados, inclusive os seus revestimentos (interno e externo).

Para a montagem topo a topo será usado o apoio de uma acopladeira mecânica acionada por macaco hidráulico ou uma acopladeira de corrente acionada por talha de catraca.

Após corrigir as diferenças de montagem, alinhamento e abertura de chanfro será iniciado o ponteamto de fixação do conjunto. Em seguida, será feita a soldagem dos tubos com dois soldadores trabalhando simultaneamente no sentido de equilibrar os esforços de tensão provocados por essa operação.

O plano de soldagem será baseado nas especificações do código ASME, seção IX. A execução das soldas, a qualificação dos soldadores, o processo de soldagem e os eletrodos que serão utilizados na obra atenderão as seções V, VIII e IX do mesmo código.

Antes do início dos trabalhos de montagem e soldagem será apresentada a FISCALIZAÇÃO a descrição detalhada do processo de soldagem.

Os procedimentos aprovados serão testados mediante a soldagem em corpos de prova do mesmo material usado na fabricação dos tubos.

Os consumíveis de solda, equipamentos e condições de execução dos testes serão idênticos aos previstos para os serviços de montagem de campo.

Os testes de qualificação dos soldadores serão realizados com a presença da FISCALIZAÇÃO, que será comunicada previamente.

Os corpos de prova poderão ser em chapas planas na posição 3G e 4G ou em tubos na posição 5G.

Após soldados, os corpos de prova serão submetidos aos testes em conformidade com o código ASME ou então liberados através de exames de radiografias e ultra-som.

Para cada soldador qualificado será emitido um RQS (Registro de Qualificação de Soldador), que associará o nome do profissional com um número de identificação (sinete). Este número será marcado ao lado de cada solda feita no campo pelo referido soldador.

Antes do início da soldagem será removida toda a oxidação proveniente de laminação ou rebarbas utilizando-se escovas rotativas de aço ou limpeza a disco, até uma distância de no mínimo 100 mm das bordas do chanfro a ser soldado.

Quando for necessário, antes de iniciar a soldagem será instalada uma proteção contra chuvas e ventos para evitar danos ao revestimento.

A solda de emenda dos tubos será feita utilizando-se o processo manual composto de dois soldadores trabalhando simultaneamente para equilibrar os efeitos de contração de soldagem.

Os tubos e peças especiais a serem montados serão fornecidos de acordo com as especificações técnicas.

Ao final dos trabalhos de soldagem e após liberação da FISCALIZAÇÃO, será iniciado o processo de revestimento das juntas de campo. A limpeza se dará por meio de escovamento rotativo, obedecendo às especificações.

O local a ser pintado será limpo e desengraxado com solvente apropriado seguindo as recomendações dos fabricantes das tintas.

Com o intuito de garantir as melhores condições de trabalho no interior do tubo serão instalados sopradores e exaustores de ar nos trechos em fase de montagem.

A retirada das cruzetas será feita após a compactação do aterro, sendo, então, realizado o controle de ovalização, limitado a 3%.

4.23. SISTEMA ELÉTRICO – ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO PRINCIPAL - EBP

O projeto elétrico será implantado com base nas normas da ABNT, normas internacionais para equipamentos e normas específicas da CEPISA. As instalações de luz e força obedecerão às Normas e Especificações NBR-5410/05 da ABNT e as da concessionária de energia local, sem prejuízo do que for exigido a mais na presente especificação ou nas especificações complementares de cada obra.

Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos virados para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira.

Nas lajes, os eletrodutos e respectivas caixas serão colocados antes da concretagem por cima da ferragem positiva bem amarrados, de forma a evitar o seu deslocamento acidental.

Quando os Eletrodutos com diâmetro superior a 1½” atravessarem colunas, o responsável pelo concreto armado deverá ser alertado a fim de evitar possível enfraquecimento do ponto de vista da resistência estrutural.

Para colocar os eletrodutos e caixas embutidos nas alvenarias, o instalador aguardará que as mesmas estejam prontas, abrindo-se então os rasgos e furos estritamente necessários, de modo a não comprometer a estabilidade de parede.

As caixas, quando colocadas nas lajes ou outros elementos de concreto, serão obturadas durante o enchimento das formas, a fim de evitar a penetração do concreto.

Quando as caixas forem situadas em pilares e vigas (o que deve ser evitado sempre que possível, será necessário combinar a sua colocação com o responsável pelo concreto armado, de modo a evitar possíveis inconvenientes para a resistência da estrutura).

Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico será concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema.

Características da EBP:

- Número de Alimentadores da SE – 1;
- Tensão de Alimentação da SE – 13,8 kV;
- Potência Instalada da SE – 2 x 1000kVA + 1 x 75 kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores Principais – 4.16 kV;
- Potência Instalada da Estação – 2075 kW;
- Quantidade de Conjuntos Motobomba ligados aos barramentos de 4.16 kV, (3+1);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida com Inversor de Frequência à Plena Tensão.

Automação da Estação de Bombeamento – Computadorizada pré-programada em função do nível da água do canal.

Os motores serão comandados por painel de controle e proteção (CCM), instalado na casa de comando.

Os motores funcionarão nas condições: manual/automático. A escolha da forma de operação será atuando-se numa chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

A condição automática do sistema ficará predisposta a uma automação local e/ou remota futura, que deverá abranger o revezamento das bombas de forma a possibilitar o funcionamento mais equalizado para as mesmas (mesmo número de horas de trabalho para as bombas). Ainda com relação ao revezamento quando da automação dos motores, será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o conjunto motobomba reserva.

Iluminação Externa

A iluminação da área externa dar-se-á através de postes de concreto de 9m com luminária instalada a 6m, lâmpadas vapor metálico de alta pressão de 150W/220V e também através da instalação de projetores no entorno da edificação equipados com lâmpada vapor metálico de alta pressão de 70W/220V.

Os circuitos de iluminação serão protegidos por disjuntores termomagnéticos e comando automático através de fotocélulas para as luminárias instaladas nos postes e através de interruptores para as luminárias tipo projetores instaladas no perímetro da edificação.

Iluminação Interna

A iluminação interna será feita através de luminárias tipo projetor com lâmpada vapor metálico de 70W, luminária tipo calha com lâmpadas fluorescentes tubulares 2x32W, plafon de sobrepor com luminária fluorescente compacta 1x26W.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão derivados de disjuntores termomagnéticos instalados no QSA (Quadro de Serviços Auxiliares).

Proteção e Medição

A proteção em baixa tensão para os circuitos do QSA será feita através de disjuntores termomagnéticos, com tensão nominal de 380V para trifásicos, 220V para monofásicos, com capacidade de interrupção mínima de 5kA e compensação de temperatura.

Na entrada de força do QSA (Quadro de Serviços Auxiliares), as fases e o neutro deverão ter protetores contra surtos (DPS classe 1). Devem utilizar-se dispositivos de proteção contra surtos:

- Tipo não curto-circuitante;
- Tensão de operação contínua - nominal = 175V;
- Corrente máxima de impulso: 50kA (Classe I);
- Corrente nominal de descarga: 50kA (Classe I);

A medição será feita em alta tensão através de medidor polimérico, conforme projeto, observando as normas da Concessionária Local.

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

A Estação de Bombeamento Principal será provida de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), instalado em poste de 12m com mastro de 4m e captor. Já para a área da sala de bombas a proteção contra descargas atmosféricas será feita através de uma malha aérea conforme memorial e peças gráficas.

Aterramento

A EBP possuirá um sistema de aterramento composto pela malha da medição de dimensões de 6x3m, pela malha da subestação de dimensões de 12x10,5m e pelas duas malhas da sala das bombas de dimensões de 16x6m cada, com cabos de cobre nu de 70mm² e hastes de terra de 3/4" x 3,00m, estas malhas deverão ser interligadas através de uma caixa de equipotencialização e todas as partes metálicas não energizadas, as barras de terra dos quadros de distribuição, CCM's, Painel de Medição assim como a carcaça de cada motor deverão ser interligadas através de cabos de cobre a estas malhas.

Todas as ligações de aterramento deverão ser executadas com conectores apropriados (conexões aparentes) ou através de solda exotérmica (conexões embutidas no solo).

Deverá haver no mínimo dois pontos de teste na malha, localizado em caixa de inspeção tipo solo com tampa reforçada.

A resistência do aterramento do sistema elétrico deverá ser menor ou igual a 10 ohms, de acordo com a norma da concessionária local.

Recomendações Técnicas Básicas

Os condutores foram dimensionados pela aplicação do critério de queda de tensão e confirmados nas tabelas de condução de corrente para condutores de cobre isolado com capa de PVC conforme NBR 5410, além dos fatores de agrupamento e redução de temperatura.

A taxa de ocupação dos eletrodutos nunca será superior a 40% de acordo com a NBR 5410.

Todos os eletrodutos deverão receber acabamento de bucha e arruela.

Não deverá haver emendas de cabos dentro de eletrodutos.

As caixas de passagem deverão ter no fundo uma cobertura de no mínimo 10 cm de brita.

Plantas, desenhos, diagramas e memória de cálculo complementam as informações acima, que serão descritas a seguir e em volume específico do projeto.

Normas

- NT-002/2011 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição;
- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 5471 – Condutores Elétricos;
- NBR 14039 - Instalações elétricas de Média Tensão;
- NBR 5413 - Iluminância de interiores
- NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;

- NBR 6251 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos.

4.24. SISTEMA ELÉTRICO - ESTAÇÕES SECUNDÁRIAS EBN 01, EBN 02-03, EBS 01, EBS 02, EBS 03 E EBS 04.

O projeto elétrico será implantado conforme normas da ABNT, normas internacionais para equipamentos e normas específicas da concessionária local. Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos virados para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira.

Nas lajes, os eletrodutos e respectivas caixas serão colocados antes da concretagem por cima da ferragem positiva bem amarrados, de forma a evitar o seu deslocamento acidental.

Quando os Eletrodutos com diâmetro superior a 1½” atravessarem colunas, o responsável pelo concreto armado deverá ser alertado a fim de evitar possível enfraquecimento do ponto de vista da resistência estrutural.

Para colocar os eletrodutos e caixas embutidos nas alvenarias, o instalador aguardará que as mesmas estejam prontas, abrindo-se então os rasgos e furos estritamente necessários, de modo a não comprometer a estabilidade de parede.

As caixas, quando colocadas nas lajes ou outros elementos de concreto, serão obturadas durante o enchimento das formas, a fim de evitar a penetração do concreto.

Quando as caixas forem situadas em pilares e vigas (o que deve ser evitado sempre que possível, será necessário combinar a sua colocação com o responsável pelo concreto armado, de modo a evitar possíveis inconvenientes para a resistência da estrutura).

Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico das Estações de Bombeamento Secundárias foi concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema.

Características da EBN1:

- Número de Alimentadores da Subestação – 1;
- Tensão de Alimentação da Subestação – 13,8 kV;
- Potência Instalada da Subestação – 750 kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores Principais – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 565,112 kW;

- Quantidade de Conjuntos Motor-bomba ligados aos barramentos de 380V – 3 (Três);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

Características da EBN -2_3:

- Número de Alimentadores da Subestação – 1;
- Tensão de Alimentação da Subestação – 13,8 kV;
- Potência Instalada da Subestação – 1500 kVA, dois transformadores de 750kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 1209,72 kVA;
- Quantidade de Conjuntos Motor-bomba ligados aos barramentos de 380V – 2 (Dois) para a EBN-2 e 2 (Dois) para a EBN-3;
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

Características da EBS-1:

- Número de Alimentadores da SE – 1;
- Tensão de Alimentação da SE – 13,8 kV;
- Potência Instalada da SE – 300 kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores Principais – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 227,970 kW;
- Quantidade de Conjuntos Motobomba ligados aos barramentos de 380V – 2 (Dois);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

Características da EBS -2:

- Número de Alimentadores da Subestação – 1;
- Tensão de Alimentação da Subestação – 13,8 kV;
- Potência Instalada da Subestação – 1500 kVA, dois transformadores de 750kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 1001,71 kVA;
- Quantidade de Conjuntos Motor-bomba ligados aos barramentos de 380V – 3 (Três);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

Características da EBS -3:

- Número de Alimentadores da Subestação – 1;
- Tensão de Alimentação da Subestação – 13,8 kV;
- Potência Instalada da Subestação – 1500 kVA, dois transformadores de 750kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 1001,71 kVA;
- Quantidade de Conjuntos Motor-bomba ligados aos barramentos de 380V – 3 (Três);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

Características da EBS-4:

- Número de Alimentadores da Subestação – 1;
- Tensão de Alimentação da Subestação – 13,8 kV;
- Potência Instalada da Subestação – 500 kVA;
- Tensão de Alimentação dos Motores – 380V;
- Potência Instalada da Estação – 292,76 kVA;
- Quantidade de Conjuntos Motor-bomba ligados aos barramentos de 380V – 2 (Dois);
- Método de Partida dos Motores Principais – Partida Suave com Soft-Starter.

A automação das Estações de Bombeamento Secundárias será computadorizada pré-programada em função do nível da água do canal.

Os motores serão comandados por painel de controle e proteção (CCM), instalado na casa de comando.

Os motores funcionarão nas condições: manual/automático. A escolha da forma de operação será atuando-se numa chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

A condição automática do sistema ficará predisposta a uma automação local e/ou remota futura, que deverá abranger o revezamento das bombas de forma a possibilitar o funcionamento mais equalizado para as mesmas (mesmo número de horas de trabalho para as bombas). Ainda com relação ao revezamento quando da automação dos motores, será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o conjunto motobomba reserva.

Iluminação Externa

A iluminação da área externa dar-se-á através de postes de concreto de 9m com luminária instalada a 6m, lâmpadas vapor metálico de alta pressão de 150W/220V.

Os circuitos de iluminação serão protegidos por disjuntores termomagnéticos e comando automático através de fotocélulas para as luminárias instaladas nos postes e através de interruptores para as luminárias tipo projetores instaladas no perímetro da edificação.

Iluminação Interna

A iluminação interna será feita através de luminárias tipo calha com lâmpadas fluorescentes tubulares 2x32W, plafon de sobrepor para lâmpada incandescente 1x60W.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão derivados de disjuntores termomagnéticos instalados no QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão).

Proteção e Medição

A proteção em baixa tensão para os circuitos do QGBT será feita através de disjuntores termomagnéticos, com tensão nominal de 380V para trifásicos, 220V para monofásicos, com capacidade de interrupção mínima de 5kA e compensação de temperatura.

Na entrada de força do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão), as fases e o neutro deverão ter protetores contra surtos (DPS classe 1):

- Tipo não curto-circuitante;
- Tensão de operação contínua nominal = 175V;
- Corrente máxima de impulso: 50kA (Classe I);
- Corrente nominal de descarga: 50kA (Classe I);

A medição será feita em alta tensão através de medidor polimérico instalado em poste de concreto ao tempo, conforme projeto, observando as normas da Concessionária Local.

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

As Estações de Bombeamento Secundárias serão providas de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). Para a área da subestação o método utilizado será o de Franklin já para a Sala de Bombas o método utilizado será o de Faraday.

O método de Faraday consiste em envolver a parte superior da construção com uma malha captora de condutores elétricos nus (será utilizado cabo de cobre nu de 35 mm²) instalados em isoladores (conforme projeto), cuja distância entre os condutores da malha de captação é em função do nível de proteção desejado.

Esse método é fundamentado na teoria pela qual o campo eletromagnético é nulo no interior de uma estrutura metálica ou envolvida por uma superfície metálica ou por malha metálica, que são percorridas por uma corrente elétrica de qualquer intensidade. A maior proteção que se pode ter utilizando o método de

Faraday é construir uma estrutura ou envolvê-la completamente com uma superfície metálica de espessura adequada.

O método de Franklin se baseia no uso de captos pontiagudos colocados em mastros verticais para se aproveitar os efeitos das pontas, quanto maior a altura maior o volume protegido, volume este que tem a forma de um cone formado pelo triângulo retângulo girado em torno do mastro.

Aterramento

As Estações de Bombeamento Secundárias possuirão um sistema de aterramento composto por malhas com cabos de cobre nu de 50mm² e hastes de terra de 3/4"x3,00m. As malhas das edificações de cada estação de bombeamento deverão ser interligadas através de uma caixa de equipotencialização bem como todas as partes metálicas não energizadas, as barras de terra dos quadros de distribuição, CCM's, Painel de Medição assim como a carcaça de cada motor e do transformador deverão ser interligadas através de cabos de cobre a estas malhas.

Todas as ligações de aterramento deverão ser executadas com conectores apropriados (conexões aparentes) ou através de solda exotérmica (conexões embutidas no solo).

Deverá haver no mínimo dois pontos de teste na malha, localizado em caixa de inspeção tipo solo com tampa reforçada.

A resistência do aterramento do sistema elétrico deverá ser menor ou igual a 10 ohms, de acordo com a norma da concessionária local.

Recomendações Técnicas Básicas

Os condutores foram dimensionados pela aplicação do critério de queda de tensão e confirmados nas tabelas de condução de corrente para condutores de cobre isolado com capa de PVC conforme NBR 5410, além dos fatores de agrupamento e redução de temperatura.

A taxa de ocupação dos eletrodutos nunca será superior a 40% de acordo com a NBR 5410.

Todos os eletrodutos deverão receber acabamento de bucha e arruela.

Não deverá haver emendas de cabos dentro de eletrodutos.

As caixas de passagem deverão ter no fundo uma cobertura de no mínimo 10 cm de brita.

Plantas, desenhos, diagramas e memória de cálculo complementam as informações acima, que serão descritas a seguir e em volume específico do projeto.

Normas

- NT-002/2011 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição;
- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

- NBR 5471 – Condutores Elétricos;
- NBR 14039 – Instalações elétricas de Média Tensão;
- NBR 5413 – Iluminância de interiores
- NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- NBR 6251 – Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos.

